



Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2022

Cilt (Volume) : 59

Sayı (Number) : 4

EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):

Prof. Dr. Banu YÜCEL

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

Sorumlu Müdür (Publishing Manager)

Prof. Dr. Dr. Ö. Hakan BAYRAKTAR

Baş Editör (Editor-in-Chief):

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Yardımcı Editör (Associate Editor)

Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)

Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

Prof. Dr. Eftal DÜZYAMAN

İndeks Editörü (Index Editor)

Doç. Dr. Gülfem ÜNAL

Teknik Editör (Technical Editor)

Araş. Gör. Dr. Çağrı KANDEMİR

ISSN 1018-8851

e-ISSN 2548-1207

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO Clarivate Analysis ve Zoological Record, DOAJ tarafından taranan uluslararası hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO, Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record and DOAJ.

Dergimize yaptığınız atıflarda "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**" kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**".

Konu Editörleri (Section Editors)

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Bitki Koruma

(Plant Protection)

Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

Zootekni

(Animal Science)

Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Süt Teknolojisi

(Dairy Technology)

Prof. Dr. Emine MALKOÇ TRUE

Peyzaj Mimarlığı

(Landscape Architecture)

Doç. Dr. Murat KILIÇ

Tarımsal Yapılar ve Sulama

(Agricultural Structures & Irrigation)

Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU

Tarım Ekonomisi

(Agricultural Economics)

Doç. Dr. Deniz EROĞUL

Bahçe Bitkileri

(Horticulture)

Doç. Dr. Arzu YAZGI

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

(Agricultural Machinery & Technologies)

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

(Soil Science & Plant Nutrition)

Doç. Dr. Sıdıka EKREN

Tarla Bitkileri

(Field Crops)

Yayın Tarihi: 30.12.2022

Yazışma Adresi

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

e-mail: ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr - ziraatbasinyayin@gmail.com

Baskı: Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679



Uluslararası Yayın Kurulu (International Editorial Board)

- Meryem ATİK**, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
- George BAURAKIS**, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, GREECE
- Kemal BENLİOĞLU**, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, TÜRKİYE
- Süha BERBEROĞLU**, Çukurova Üniversitesi, TÜRKİYE
- Boris BILČÍK**, Slovak Academy of Sciences, SLOVAK REPUBLIC
- Vittorio CAPOZZI**, National Research Council of Italy, ITALY
- Vedat CEYHAN**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, TÜRKİYE
- İlkay DELLAL**, Ankara Üniversitesi, TÜRKİYE
- Vedat DEMİR**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Can ERTEKİN**, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
- Hakan GEREN**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Salim HIZIROĞLU**, Oklahoma State University, USA
- M. Ali KHALVATI**, Ontario Technology University, CANADA
- Figen KIRKPINAR**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Ahmet KURUNÇ**, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
- Monika MARKOVIC**, University of Osijek, CROATIA
- Pedro MARTINEZ-GOMEZ**, Biología Aplicada del Segura, SPAIN
- Hossein NAVID**, University of Tabriz, IRAN
- Barbaros ÖZER**, Ankara Üniversitesi, TÜRKİYE
- Sezen ÖZKAN**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Erdoğan ÖZTÜRK**, Atatürk Üniversitesi, TÜRKİYE
- Reza Farshbaf POURABAD**, University of Tabriz, IRAN
- Ian T. RILEY**, The University of Adelaide, AUSTRALIA
- Roman ROLBIECKI**, Bydgoszcz University, POLAND
- Evangelia N. SOSSIDOU**, Veterinary Research Institute, GREECE
- Ali TOPÇU**, Hacettepe Üniversitesi, TÜRKİYE
- Serdar TEZCAN**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Yüksel TÜZEL**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
- Attila YAZAR**, Çukurova Üniversitesi, TÜRKİYE
- Banu YÜCEL**, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE

Bilimsel Hakem Kurulu
(Scientific Advisory Board of This Issue)

Dergimizde 2022 yılında değerlendirmesi tamamlanan makalelerimizde,
değerli katkılarını esirgemeyen hakemlerimize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Doç. Dr. Aslı AKPINAR	Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Prof. Dr. Adalet MISIRLI	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Ahmet ŞAHİN	Sütçü İmam Üniversitesi	K.MARAŞ
Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN	Bingöl Üniversitesi	BİNGÖL
Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ	Harran Üniversitesi	ŞANLIURFA
Prof. Dr. Alper ÖNENÇ	Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Doç. Dr. Arif Behiç TEKİN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Aslı GÜNEŞ	İzmir Demokrasi Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Atilla Levent TUNA	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	MUĞLA
Dr. Öğr. Ü. Ayça Nur ŞAHİN DEMİREL	Iğdır Üniversitesi	IĞDIR
Dr. Öğr. Ü. Aylin KABAS	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Dr. Öğr. Ü. Ayşe Gül FİLİK	Ahi Evran Üniversitesi	KIRŞEHİR
Prof. Dr. Banu EKİCİ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	RİZE
Doç. Dr. Behçet İNAL	Siirt Üniversitesi	SİİRT
Doç. Dr. Bengü EVEREST	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Dr. Berken ÇİMEN	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Doç. Dr. Berna TÜRKEKUL	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Canan KOP BOZBAY	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Dr. Öğr. Ü. Cenap YILMAZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Dr. Öğr. Ü. Cüneyt TUNÇKAL	Yalova Üniversitesi	YALOVA
Dr. Öğr. Ü. Çağatay YILDIRIM	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Çiğdem TAKMA	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Derya SAYGILI	İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu	İZMİR
Dr. Duran GÜLER	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Dursun KURT	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Dr. Ebru DUYMUŞ	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü	ADANA
Dr. Öğr. Ü. Ece Börtecine KASAPOĞLU	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Prof. Dr. Emin ONAN	Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Dr. Öğr. Ü. Emine BERBEROĞLU	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Doç. Dr. Ersel YILMAZ	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN

Prof. Dr. Faris KARAHAN	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Prof. Dr. Fatih ŞEN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Fatma Handan GİRAY	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Doç. Dr. Figen ÇUKUR	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	MUĞLA
Doç. Dr. Funda ATİLA	Ahi Evran Üniversitesi	KIRŞEHİR
Prof. Dr. Füsün ERDURAN NEMUTLU	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Prof. Dr. Gamze SANER	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Gökçen Firdevs YÜCEL CAYMAZ	İstanbul Aydın Üniversitesi	İSTANBUL
Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU	Harran Üniversitesi	ŞANLIURFA
Prof. Dr. Göksel ARMAĞAN	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Ü. Görkem ÖRÜK	Siirt Üniversitesi	SIİRT
Dr. Öğr. Ü. Gülay ZULKADİR	Mersin Üniversitesi	MERSİN
Doç. Dr. Gülfem ÜNAL	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Arş. Gör. Güney AKINOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Hacer ÇELİK ATEŞ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA
Prof. Dr. Hakan ADANACIOĞLU	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Hakan DOYGUN	İzmir Demokrasi Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Ü. Harun HURMA	Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Prof. Dr. Harun KESENKAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Hasan VURAL	Bursa Uludağ Üniversitesi	BURSA
Prof. Dr. Hasan YILMAZ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA
Dr. Hatice GEREN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Hatice SÖNMEZ TÜREL	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Haydar ŞENGÜL	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Dr. Öğr. Ü. Hüseyin YÜRDEM	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. İbrahim MISTANOĞLU	Bolvadin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	AFYONKARAHİSAR
Dr. Öğr. Gör. İlkay KUTLAR	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Doç. Dr. İlkay YAVAŞ	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Doç. Dr. İsmail Bülent GÜRBÜZ	Uludağ Üniversitesi	BURSA
Prof. Dr. İsmail SEVEN	Fırat Üniversitesi	ELAZIĞ
Prof. Dr. İsmet BOZ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Dr. Öğr. Ü. Kenan ÇİFTÇİ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VAN

Dr. Öğr. Ü. Kurtuluş MERDAN	Gümüşhane Üniversitesi	GÜMÜŞHANE
Doç. Dr. Mahmut TEPECİK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Arş. Gör. Mehmet Ali GÜNDOĞDU	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Prof. Dr. Mehmet ARSLAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Mehmet BİLGİN	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Prof. Dr. Mehmet BİNGÖL	Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VAN
Dr. Öğr. Gör. Mehmet ÇETİN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Mehmet MARANGOZ	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	MUĞLA
Prof. Dr. Mehmet PARLAK	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Doç. Dr. Melike ÇETİNBAŞ	TAGEM/Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müd.	ISPARTA
Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ	Ankara Üniversitesi	ANKARA
Dr. Muhammad Fasih KHALID	Bahauddin Zakariya University	PAKİSTAN
Prof. Dr. Murat ŞEKER	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN	Sütçü İmam Üniversitesi	K.MARAŞ
Prof. Dr. Mustafa TAN	Trakya Üniversitesi	EDİRNE
Dr. Öğr. Ü. Mücahit PAKSOY	Sütçü İmam Üniversitesi	K.MARAŞ
Prof. Dr. Necmi İŞLER	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	HATAY
Dr. Neriman Tuba BARLAS	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Nuh OCAK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Nuh UĞURLU	Selçuk Üniversitesi	KONYA
Prof. Dr. Nurinisa ESENBÜĞA	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Doç. Dr. Oktay YERLİKAYA	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Önder CANBOLAT	Uludağ Üniversitesi	BURSA
Dr. Öğr. Ü. Orhun SOYDAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	NİĞDE
Dr. Öğr. Ü. Ömer ERTUĞRUL	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	KIRŞEHİR
Doç. Dr. Özdal KÖKSAL	Ankara Üniversitesi	ANKARA
Dr. Öğr. Ü. Özge NİYAZ	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Doç. Dr. Özgür SAĞLAM	Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Doç. Dr. Özlem TUNCAY	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Renan TUNALIOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Dr. Öğr. Ü. Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Salih KIRICI	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Doç. Dr. Selçuk GÖÇMEZ	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Dr. Öğr. Ü. Selime CANAN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN

Dr. Öğr. Ü. Serhat CENGİZ	İnönü Üniversitesi	MALATYA
Prof. Dr. Servet YALÇIN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Seval Sevgi KIRDAR	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	BURDUR
Doç. Dr. Sezer ŞAHİN	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Doç. Dr. Sultan Filiz GÜÇLÜ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA
Dr. Şükrü Sezgi ÖZKAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Prof. Dr. Tuğba KİPER	Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU	Bozok Üniversitesi	YOZGAT
Doç. Dr. Türker SARAÇOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr. Türker SAVAŞ	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Doç. Dr. Umut Sami YAMAK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Ünal KILIÇ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Ünal KIZIL	Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Prof. Dr. Vedat CEYHAN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr. Vedat DAĞDEMİR	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Prof. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Doç. Dr. Yasemin KUKUL KURTTAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr. Yaşar Tuncer KAVUT	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ	Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr. Yeşim AYSAN	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Prof. Dr. Yeşim ELMACI	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Yosvanis Acanda ARTÍGA	University of Florida	AMERİKA
Prof. Dr. Zekiye ŞENGÜL	Siirt Üniversitesi	SİİRT
Dr. Öğr. Ü. Zeynep DUMANOĞLU	Bingöl Üniversitesi	BİNGÖL

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

Determination of consumers' fresh fruit and vegetable (FFV) purchasing preferences during the Covid-19 pandemic period: the case of Turkey

Covid-19 pandemi döneminde tüketicilerin yaş meyve ve sebze satın alma tercihlerinin belirlenmesi: Türkiye örneği

Osman Doğan BULUT, Zeynep ÇELİK KAYSİM, Köksal KARADAŞ 567

Effects of different levels of water and nitrogen applications on the yield and quality of oregano (*Origanum onites* L.)

İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nde farklı su ve azot uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri

Hatice Eda TOKUL, Emine BAYRAM 579

Effect of foliar treatments of seaweed on fruit quality and yield in almond cultivation

Badem yetiştiriciliğinde yapraktan deniz yosunu uygulamalarının meyve kalitesi ve verime etkisi

Deniz EROĞUL, Dorukhan ÇANTAL, Hafize KARABIYIK 591

Effects of sour yogurt addition to corn silage on silage fermentation, aerobic stability, and *in vitro* digestibility

Mısır silajına ekşi yoğurt ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi

Kağan TELLİ, Sibel SOYCAN ÖNENÇ 601

Economics analysis of the use of modern and traditional methods in honey production among farmers in Enugu State Nigeria

Nijerya, Enugu Eyaletindeki çiftçiler arasında bal üretiminde modern ve geleneksel yöntemlerin kullanımının ekonomik analizi

Chinedum Jachinma CHIEMELA, Ridwan MURAILA, Ikenna Charles UKWUABA 611

Pompa istasyonunun kablosuz sensör ağı ile uzaktan yönetimi

Remote management of pump station with wireless sensor network

Mehmet Kamil MERİÇ 621

Arpada (*Hordeum vulgare* L.) biyogaz atığı uygulamalarının agronomik ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi

Effect of biogas waste applications on agronomic and some quality traits in barley (*Hordeum vulgare* L.)

Ruziye KARAMAN, Cengiz TÜRKAY 633

Tüketicilerin gıda güvenliği bilgi ve bilinçlerinin belirlenmesi: Ankara, Etimesgut örneği Determination of consumers' food safety knowledge and awareness: The case of Ankara, Etimesgut Çile YANGIÇ YÜKSEL, Nural KARAGÖZLÜ	645
Belirli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma A research on determination of some chemical and microbiological properties of yoghurts made from cow milk with certain ratios of donkey milk Can İNAL, Harun Raşit UYSAL	661
Altın otu (<i>Helichrysum italicum</i>) esansiyel yağının mikrokapsüle edilmesi ve karakterizasyonu Microencapsulation and characterization of immortelle (<i>Helichrysum italicum</i>) essential oil Gözde KOYUÖZ ERDOĞAN, Fethiye GODE	669
'Alata Yıldızı'x'Bebeco' kayısı melezlerinin fenolojik, bitkisel ve meyve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi Evaluation of 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' apricot hybrids in terms of phenology, plant, and fruit quality characteristics Hürü ALTAN, Oğuzhan ÇALIŞKAN	685
Domates genotiplerinin kuraklık stresine tolerans açısından tohum çimlendirme ve vegetatif gelişme aşamalarında hızlı taranmasına uygun testlerin optimizasyonu Optimization of suitable tests for rapid screening of tomato genotypes for drought stress tolerance at seed germination and vegetative development stages Hakan ALTUNLU, Gökçe AYDÖNER ÇOBAN, Ayşe GÜL	697
Bazı susam (<i>Sesamum indicum</i> L.) genotiplerinin Doğu Akdeniz geçit koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi Determination of yield and yield components of some sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) genotypes in the Eastern Mediterranean transitional conditions Mustafa YILMAZ	709
Coğrafi işaretli ürünlerin bölgesinin ekonomisine ve yenilikçilik kapasitesine etkileri Effects of geographical indication products on the economy and innovation capacity of the region Senay OĞUZTİMUR, Ali Aytuğ DURUHAN	717
DERLEMELER (REVIEWS)	
Kanatlı hayvanların beslenmesinde sürdürülebilirlik stratejileri Sustainability strategies in poultry nutrition Figen KIRKPINAR, Helin ATAN.....	733



Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):567-577
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1107062>

Osman Doğan BULUT^{1*}

Zeynep ÇELİK KAYSİM¹

Köksal KARADAŞ¹

¹ Iğdır University Faculty of Agriculture,
Department of Agricultural Economics,
76000, Iğdır, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
dqnbtl@gmail.com

Keywords: Fresh fruit, fresh vegetables,
consumer preferences, covid-19

Anahtar sözcükler: Yaş meyve, yaş
sebze, tüketici tercihleri, covid-19

Determination of consumers' fresh fruit and vegetable (FFV) purchasing preferences during the Covid-19 pandemic period: the case of Turkey

Covid-19 pandemi döneminde tüketicilerin yaş meyve ve sebze satın alma tercihlerinin belirlenmesi: Türkiye örneği

Received (Alınış): 21.04.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 29.06.2022

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the preference criteria for purchasing fresh fruits and vegetables (FFV) and for where FFV is sold according to the socio-economic characteristic of consumers during the Covid-19 pandemic.

Material and Methods: In order to meet the above objective, an online survey was conducted. A sample of 720 respondents was selected from the residents of all cities in Turkey using the snowball method, which is one of the non-probability sampling methods. Mann-Whitney U and Kruskal Wallis tests were used to examine the statistical relationship between socio-economic characteristics and preference criteria.

Results: The most important criterion are respectively freshness, taste/smell and food safety for purchasing FFV products. Besides, when choosing the place to be purchased, the most important criteria are respectively freshness, hygiene of place and hygiene of staff. Women give more importance to freshness of products compared to males ($p<0.05$). The importance given to the hygiene of the product and place increases as the education level increases ($p<0.05$).

Conclusion: The results could provide valuable insights to farmers, retailers and wholesalers targeting FFV consumers. It is recommended that the priority of price should be replaced by the priority of freshness, safety and hygiene. Only in this way can all players in the FFV marketing chain offer a better functioning system.

ÖZ

Amaç: Covid-19 pandemi sürecinde tüketicilerin yaş meyve ve sebze (YMS) satın almada tercih kriterleri ile bu ürünlerinin satın alındığı yer için tercih kriterlerinin sosyo-ekonomik özelliklere göre belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çevrimiçi anket çalışması yapılmıştır. Olasılıksız örnekleme tekniklerinden biri olan kartopu örnekleme yöntemi kullanılarak, Türkiye'nin tüm illerinde ikamet eden kişiler arasından 720 kişilik bir örneklem seçilmiştir. Sosyo-ekonomik özellikler ile tercih kriterleri arasındaki istatistiksel ilişkiyi incelemek için Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis testleri kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: YMS ürünleri satın alınırken en çok önem verilen kriterler sırasıyla ürün tazeliği, tat/koku özelliği ve gıda güvenliğidir. Satın alınacak yer seçiminde ise sırasıyla mekandaki ürünlerin tazeliği, mekan ve personelin hijyenidir. Kadınlar erkeklere göre tazeliğe daha fazla önem vermektedir ($p<0.05$). Eğitim düzeyi yükseldikçe ürün ve mekan hijyenine verilen önem artmaktadır ($p<0.05$).

Sonuç: Bu çalışma, YMS tüketicilerini hedefleyen çiftçilere, perakendecilere ve toptancılara değerli bilgiler sunmaktadır. YMS pazarlama zincirindeki tüm aktörler fiyat öncelikli yaklaşım yerine tazelik, güvenlik ve hijyen öncelikli yaklaşım edinmelidirler. Ancak bu şekilde tüketici taleplerini karşılayan bir sisteme katkı sağlanmış olacaktır.

INTRODUCTION

Nutrition is one of the most important factors affecting human health. The increased consumption of fresh fruit is probably due to its health benefits. The fact that fresh fruit consumption has been reported to extend life expectancy and reduce disease risk likely encourages consumption (WHO, 2001; Lusk & McCluskey, 2018; Schauder et al., 2019). Especially given the spread of the Covid-19 pandemic, which poses a global threat to public health, it is important to keep the immune system strong to protect against the virus or alleviate the severity of the disease (Acar Tek & Koçak, 2020). An active and strong immune system is of great importance along with environmental measures to protect against the Covid-19 pandemic. For this reason, the importance of fresh fruit and vegetable consumption, which is thought to strengthen the immune system, increased during the Covid-19 pandemic (Corman, 1985; MacGillivray & Kollman, 2014; Jawhara, 2020).

People's food preferences are a complex function of many factors (Furst et al., 1996). These preferences include sensory aspects of foods (e.g. taste, odour, texture characteristics) as well as the influence of factors unrelated to food (Eertmans et al., 2001). Risk perceptions associated with COVID-19 may influence people's food purchasing behaviour. Therefore, consumer purchasing behaviour during the Covid-19 pandemic period may differ from the results of previous studies. While previous studies have shown that criteria such as price, freshness, taste and odour, and appearance are important, the degree of importance of these criteria may have changed recently. In addition, personal experiences of changing food-related behaviours during the pandemic potentially influence future post-pandemic behaviours and could also lead to changes in personal food-related values.

Celik & Dane (2020) stated that consumers' first food choices shifted from meat and baked goods to fruits and vegetables. Marty et al. (2021) found that consumer awareness of the importance of sustainable food choices has increased significantly. Janssen et al. (2021) showed that, participants changed their frequency of consumption during the pandemic depending on the type of food. Food-related behaviors may have been influenced by a range of Covid 19 related psychological alterations. For example, a study by Scarmozzino & Visioli (2020) showed that 46.1% of participants ate more during the lockdown and reported consuming more "comfort foods". Rodríguez-Pérez et al. (2020) showed that healthier eating behaviors increased during lockdown compared with previous habits. Consumers could try to minimize the risk of infection by using more delivery services, buying more packaged foods that are considered, more hygienic (Bracelo & Vaccaro, 2020), buying foods with a longer shelf-life (and thus less fresh food) to limit their shopping trips, or eating more healthy foods to boost their immune system (Rodríguez-Pérez et al., 2020). In addition, people's concerns about potential food shortages may have influenced their purchasing behavior by stocking up on certain foods (Bracelo & Vaccaro, 2020). Also, other studies on the consumption of fresh fruits and vegetables (FFV) have shown that some socio-economic factors are statistically related to product quality, price, place of sale, ambiance, country of origin, and convenience in food consumers' purchasing decisions (Van Waterschoot et al., 2008; Akpınar, et al., 2009; Vukasović, 2015).

This study have the objectives to achieve the followings during the Covid-19 pandemic:

- a. To explore the relationship between socio-economic characteristics and criteria in FFV purchasing decision
- b. To explore the relationship between socio-economic characteristics and criteria in preferring shopping place for FFV

MATERIAL and METHODS

This research was conducted with approval from the Ethics Committee of Igdir University with a document number 2022/6 dated 12/04/2022.

A specific questionnaire was used to collect the research data. The questionnaire was delivered to the participants through an online platform for reasons such as pandemic and research costs. The survey lasted 2 months, which is from March to April 2021. Direct interactions were not conducted. The design of the questionnaire is highlighted in the following sections: (i) socio-economic characteristics, (ii) criteria for purchasing fresh fruits and vegetables, and (iii) the criteria for preferring shopping places for purchasing fresh fruits and vegetables. The sections were designed to determine the socio-economic characteristics and the importance level of all criteria to find out the statistical relationship (Figure 1).

A total of 720 Turkish residents were involved in this study, all of whom were recruited through snowball sampling method. Biernacki & Waldorf (1981) and Faugier & Sargeant (1997) explained the snowball method, which is one of the non-probability sampling methods, as a useful choice of sampling strategy when the population is difficult to reach. The sample size was determined after eliminating respondents for various reasons, such as extreme answers same answers in one chapter and failure to complete. The sample of participants was selected to be representative of the Turkey population by gender, age, and income level based on the Turkish Statistical Institute (TÜİK) and the Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS).

The relationship of certain socio-economic characteristics between the criteria in the purchase decision for a FFV and the criteria in the preference for a shopping place for FFV was tested separately according to the following hypotheses:

- H₁: There is a significant relationship between gender and the criteria in FFV purchasing decision.
H₂: There is a significant relationship between income level and the criteria in FFV purchasing decision.
H₃: There is a significant relationship between education level and the criteria in FFV purchasing decision.
H₄: There is a significant relationship between gender and the criteria in preferring shopping place.
H₅: There is a significant relationship between income level and the criteria in preferring shopping place.
H₆: There is a significant relationship between education level and the criteria in preferring shopping place.

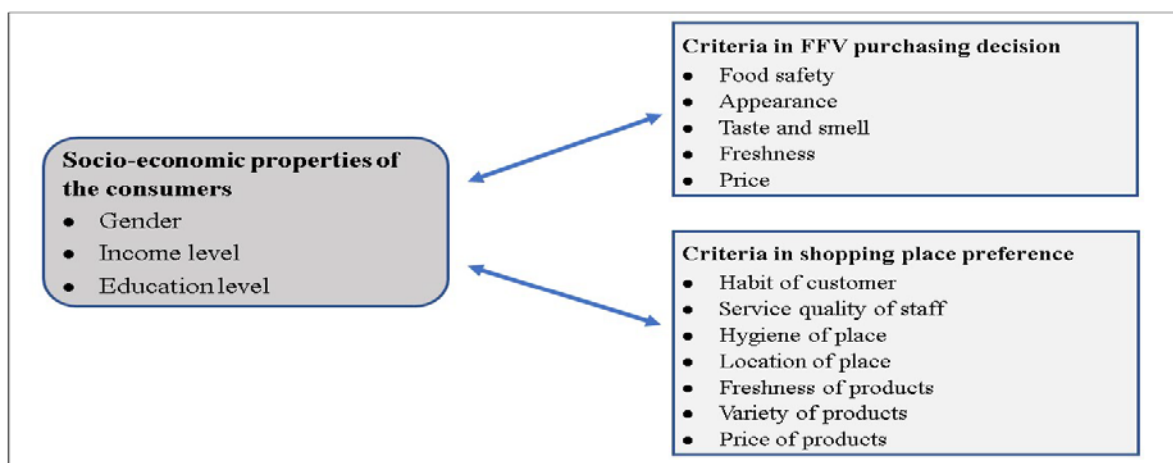


Figure 1. Research model.

Şekil 1. Araştırma modeli.

In the research model, consumer preferences were examined based on socioeconomic characteristics. The factors considered important in the decision to purchase FFV were determined as food safety, appearance, taste and smell, freshness, and price. The factors considered important in choosing where to shop were also identified as: Habits of customers, service quality of staff, hygiene of

the place, location of the place, freshness of products, variety of products, and price of products. The research model is derived from some consumption studies in the literature, some of which belongs to Akpınar et al. (2009); Onianwa et al. (2006); Torres et al. (2020).

One of the most basic and popular scaling methods used in social science research is the Likert scale (Taherdoost, 2019). The degree of importance of the criteria in the decision to buy FFV and in shopping place preference for FFV was measured using a 5-point Likert scale in which scales are strongly disagree (1), disagree (2), neither agree nor disagree (3), agree (4), strongly agree (5) (Preedy & Watson 2010). The 5-point Likert scale analysis is commonly used because respondents can easily answer the questions in this format. Bektas et al. (2010) also used a 5-point Likert scale in their study of consumer preferences. The Mann-Whitney test is a commonly used nonparametric alternative to the two-sample t-test (Perme & Menevski, 2019).

The Kruskal-Wallis test is useful as a general nonparametric test for comparing more than two independent samples (Ostertagová et al. 2014). Since the assumptions of parametric statistics were not met, the Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis test were preferred. The Mann-Whitney U test was performed to assess the differences in the criteria of FFV purchase decision and shopping place preference between genders divided into two groups, male and female. In addition, the Kruskal-Wallis test was performed to assess the differences in the criteria of FFV purchase decision and shopping place preference between income level and education level, which are divided into three categories. P value of 0.05 or less was used as the criterion to determine the significance of the observed differences.

RESULTS and DISCUSSION

Socio-Economic characteristics of the sample group

Table 1 presents some descriptive statistics of the respondents. The respondents have an average age of 34.28 years. About 54.7% of them are female, and the average household size is, 68 persons. 35.8% of the respondents are single. As for the education level of the respondents, 47.8% have a secondary school degree, 25.1% have at university degree and 27.1% have a primary school degree. The average household income is 8,862.99 TL per month, and the distribution of income groups is close.

Table 1. Some socio-economic characteristics of the sample group (n=720).

Çizelge 1. Örneklem grubunun sosyo-ekonomik özellikleri (n=720).

Variables	Categories	Frequency	Percentage (%)
Gender	Male	326	45.3
	Female	394	54.7
Age (Mean: 34.28)	≤25	131	18.2
	26-40	429	59.6
	41≤	160	22.2
Marital status	Single	258	35.8
	Married	462	64.2
Education level	Primary school	227	31.5
	Secondary school	339	47.1
	University	154	21.4
Household income level (TL/month) (Mean: 8,862.99)	Low (0-5000)	227	31.5
	Middle (5001-10000)	262	36.4
	High (10001≤)	231	32.1
Household size (person) (Mean: 3.68)	≤2	174	24.2
	3	202	28.1
	4	109	15.1
	5≤	235	32.6

Importance degree of some criteria for purchasing decision

The degree of importance of the criteria, that are related product features is shown in Figure 2. According to the survey data, the most important criteria in the purchase decision for fresh fruits and vegetables (FFV) are freshness (4.71), taste/smell (4.58), and food safety (4.38), respectively. These criteria are followed by appearance (3.98) and finally price (3.79). In contrast to previous studies, including Bagozzi & Dholakia (1999) and Chikkamath et al. (2012), price was found to be the criterion with the lowest importance score, probably due to people's increasing concern for their health during the Covid-19 period.

Akpinar et al. (2009) found that according to the results of consumer evaluation, with an average score of 4.6, freshness is the criterion considered most important when buying FFV. The other criteria, in order of importance, are taste/smell (4.30), appearance (4.20), and price (4.00). Onianwa et al. (2006) found that freshness, appearance, and price were the most important criteria in FFV purchasing decisions. Torres et al. (2020) reported that fresh fruit consumers prefer the attributes of the search (size and absence of bruises), experience (taste), and credibility (local and pesticide-free).

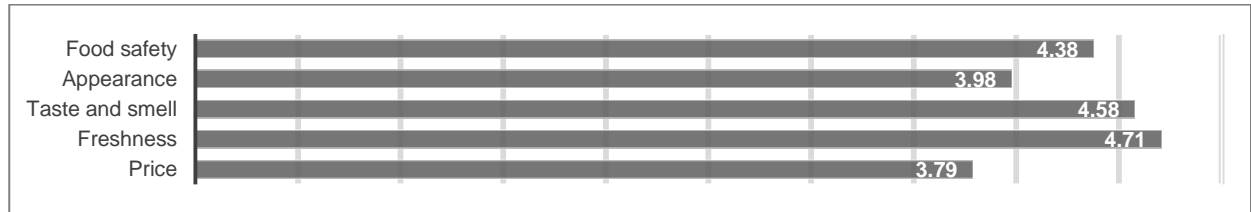


Figure 2. Importance degree of criteria in fresh fruit and vegetable purchasing decision.

Şekil 2. Yaş meyve ve sebze satın alma kriterlerinin önem seviyeleri.

The criteria for the purchase of FFV by gender were analysed using the Mann-Whitney U test (Table 2). The criteria that were found to be statistically significant, were food safety ($p < 0.05$), appearance ($p < 0.01$), and freshness ($p < 0.01$). Accordingly, women place more importance on the criteria of food safety, appearance, and freshness when purchasing FFV. Criteria that are not statistically significant by gender are taste/smell and price. Based on these results, the authors believe that hypothesis H_1 can be partially accepted. Akpinar et. al (2009) found that men and women attach different importance to some attributes related to purchase decisions for fresh fruits and vegetables.

Table 2. Relationship between gender and criteria in fresh fruits and vegetable purchasing

Çizelge 2. Cinsiyet ile yaş meyve ve sebze satın alma kriterleri arasındaki ilişki

Criteria	Gender	Mean	Mann-Whitney U Test	p-value
Food safety	Male	4.312	59205.50	0.044**
	Female	4.439		
Appearance	Male	4.500	56015.00	0.000*
	Female	4.652		
Taste and smell	Male	3.860	59900.50	0.100
	Female	4.000		
Freshness	Male	4.644	57446.00	0.001*
	Female	4.776		
Price	Male	3.803	63663.50	0.830
	Female	3.789		

Significance level: * p-value < 0.01; ** p-value < 0.05

The criteria for the purchase of FFV by income level were analysed using the Kruskal-Wallis test and are shown in Table 3. The criteria that were found to be statistically significant were appearance ($p < 0.01$) and price ($p < 0.01$). Based on these results, the authors believe that hypothesis H_2 can be partially accepted.

It was found that the importance of price decreases as household income increases, indicating a negative relationship. In contrast, the importance of appearance criterion increases with increasing household income, indicating a positive relationship. The FFV purchasing criteria that are not statistically significant according to household income are food safety, taste/smell and freshness.

Table 3. Relationship between income level and criteria in fresh fruit and vegetable purchasing

Çizelge 3. Hanehalkı gelir seviyesi ile yaş meyve ve sebze satın alma kriterleri arasındaki ilişki

Criteria	Household income level	Mean	Chi-Square	p-value
Food safety	Low	4.475	5.635	0.060
	Middle	4.370		
	High	4.303		
Appearance	Low	3.392	39.307	0.000*
	Middle	4.126		
	High	4.259		
Taste/smell	Low	4.603	2.882	0.237
	Middle	4.542		
	High	4.610		
Freshness	Low	4.665	1.977	0.372
	Middle	4.721		
	High	4.761		
Price	Low	4.088	55.849	0.000*
	Middle	3.832		
	High	3.467		

Significance level: * p-value < 0.01; ** p-value < 0.05

The criteria for the purchase of FFV by education level were analysed using the Kruskal-Wallis test (Table 4). The criteria that were found to be statistically significant were freshness ($p < 0.05$) and price ($p < 0.05$). Based on these results, the authors believe that hypothesis H_3 can be partially accepted.

It was found that the importance of the price criterion decreases as the level of education increases, indicating a negative relationship. In contrast, the importance of the freshness criterion increases with increasing educational level, indicating a positive relationship. FFV purchase criteria that are not statistically significant according to education level are food safety, appearance, and taste/smell.

Table 4. Relationship between education level and criteria in fresh fruit and vegetable purchasing.

Çizelge 4. Eğitim seviyesi ile yaş meyve ve sebze satın alma kriterleri arasındaki ilişki.

Criteria	Education level	Mean	Chi-Square	P-value
Food safety	Primary school	4.2070	2.000	0.368
	Secondary school	4.3776		
	University	4.6494		
Appearance	Primary school	3.9119	1.485	0.476
	Secondary school	3.8702		
	University	4.1234		
Taste and smell	Primary school	4.5771	0.995	0.608
	Secondary school	4.5664		
	University	4.6299		
Freshness	Primary school	4.6916	7.991	0.018**
	Secondary school	4.7109		
	University	4.7662		
Price	Primary school	3.9207	6.372	0.041**
	Secondary school	3.8702		
	University	3.4481		

Significance level: ** p-value < 0.05

Importance level of criteria in shopping place preference for FFV

Most research has focused on product attributes and consumer attitudes when purchasing fresh fruit. Recently, researchers have found that the first step in consumers' fresh fruit purchase decision is the choice of shopping place. Gindi et al. (2018) found that before deciding which and how much fruit to buy, consumers first decide where to make the purchase.

The degree of importance of criteria in shopping place preference for FFV (Figure 3). According to the survey data, the three most important criteria for shopping place preference are freshness of the products (4.62), hygiene of the place (4.60), and hygiene of the staff (4.55). These criteria are followed by the variety of products (4.01), the service quality of the staff (4.01), the location of the place (3.66), the price of the products (3.62) and the habits of customers (3.55). The fact that the hygiene of the place and the hygiene of the staff were identified as the criteria with the highest degree of importance, which was not the case in previous studies, shows that people's increasing concern for their health in the Covid-19 period leads them to pay attention to hygiene issues.

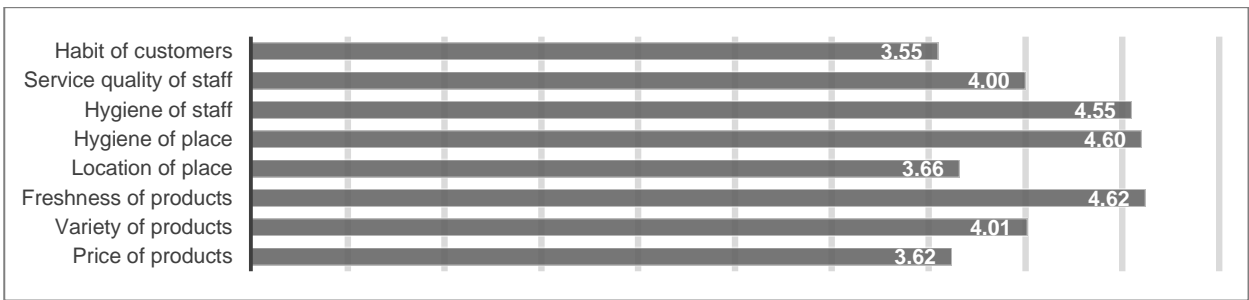


Figure 3. Importance degree of some criteria in shopping place preference for fresh fruits and vegetables.

Şekil 3. Yaş meyve ve sebze alışveriş yeri tercih kriterlerinin önem seviyeleri.

The criteria of shopping place preference by gender were analysed using the Mann-Whitney U test (Table 5). According to this, the criteria for which there is a statistically significant difference in shopping place between men and women are hygiene of the staff ($p < 0.01$), hygiene of the place ($p < 0.01$), location of the place ($p < 0.01$), freshness of the products ($p < 0.01$) and variety of the products ($p < 0.05$). Based on these results, the authors believe that hypothesis H_4 can be partially accepted.

Table 5. Relationship between gender and criteria in shopping place preference.

Çizelge 5. Cinsiyet ile yaş meyve ve sebze alışveriş yeri tercih kriterleri arasındaki ilişki.

Criteria	Gender	Mean	Mann-Whitney U Test	p value
Habit of customer	Male	3.509	60770.00	0.191
	Female	3.599		
Service quality of staff	Male	3.990	64150.50	0.978
	Female	4.007		
Hygiene of staff	Male	4.454	53987.50	0.000*
	Female	4.647		
Hygiene of place	Male	4.490	54183.50	0.000*
	Female	4.690		
Location of place	Male	3.500	54351.50	0.000*
	Female	3.794		
Freshness of products	Male	4.533	56658.00	0.001*
	Female	4.700		
Variety of products	Male	3.947	58773.50	0.026**
	Female	4.078		
Price of products	Male	3.598	63264.00	0.712
	Female	3.652		

Significance level: * p-value < 0.01; ** p-value < 0.05

Accordingly, women give more importance to the criteria of hygiene of the staff, hygiene of the place, location of the place, freshness of the products and variety of the products when they prefer a shopping place. Criteria that are not statistically significant according to gender are the habits of Customers and the price of products. Ramalho Marques et al. (2021) found that a friendly atmosphere and excellent customer service positively influence shopping behaviour.

The criteria of shopping place preference by income level were analysed using the Kruskal-Wallis test and are shown in Table 6. According to this, the criteria for which there is a statistically significant difference between, the low, middle and high income levels and shopping place preference are the service quality of the staff and the price of the products ($p < 0.01$). Based on these results, the authors believe that hypothesis H_5 can be partially accepted.

It was found that the importance of the service quality of staff and price of products decreases with increasing household income level, indicating a negative relationship. The criteria for preference of shopping places, which are not statistically significant in relation to household income, are habit of customers, hygiene of the staff, hygiene of the place, location of the place, freshness of the products and variety of the products.

Table 6. Relationship between income level and criteria in shopping place preference.

Çizelge 6. *Hanehalkı gelir seviyesi ile yaş meyve ve sebze alışveriş yeri tercih kriterleri arasındaki ilişki.*

Criteria	Household income level	Mean	Chi-Square	P-value
Habit of customer	Low	3.493	0.749	0.688
	Middle	3.595		
	High	3.580		
Service quality of staff	Low	4.176	19.277	0.000*
	Middle	3.992		
	High	3.835		
Hygiene of staff	Low	4.607	4.847	0.089
	Middle	4.557		
	High	4.515		
Hygiene of place	Low	4.581	0.424	0.809
	Middle	4.595		
	High	4.623		
Location of place	Low	3.616	0.192	0.909
	Middle	3.675		
	High	3.688		
Freshness of products	Low	4.555	2.800	0.247
	Middle	4.626		
	High	4.692		
Variety of products	Low	3.951	2.046	0.360
	Middle	4.038		
	High	4.064		
Price of products	Low	3.797	19.330	0.000*
	Middle	3.637		
	High	3.450		

Significance level: * p -value < 0.01 ;

The criteria for shopping place preference by education level were analysed using the Kruskal-Wallis test and are tabulated in Table 7. According to this, the criteria for which there is a statistically significant difference between the levels of education (primary, secondary and university) and shopping place preference are the habits of customer, hygiene of the staff, hygiene of the place and price of the products ($p < 0.05$). Based on these results, the authors believe that hypothesis H_6 can be partially accepted.

It was found that the importance of the criterion of price of products decreases with increasing education level, which shows that there is a negative relationship. This result shows that price is less important in purchase of FFV for groups with high levels of education. In contrast, the importance of the criteria of habit of the customer, hygiene of the staff and hygiene of the place increases, as the level of education increases, showing that there is a positive relationship. The criteria for the preference of the shopping place, which are not statistically significant according to the level of education, are the service quality of the staff, the location of the place, the freshness of the products and the variety of the products.

Table 7. Relationship between education level and criteria in shopping place preference.

Çizelge 7. Eğitim seviyesi ile yaş meyve ve sebze alışveriş yeri tercih kriterleri arasındaki ilişki.

Criteria	Education level	Mean	Chi-Square	p value
Habit of customer	Primary school	3.1101	64.622	0.000*
	Secondary school	3.6932		
	University	3.9221		
Service quality of staff	Primary school	3.9075	3.966	0.138
	Secondary school	4.0059		
	University	4.1234		
Hygiene of staff	Primary school	4.5095	12.900	0.002*
	Secondary school	4.5574		
	University	4.6753		
Hygiene of place	Primary school	4.5551	12.319	0.002*
	Secondary school	4.5782		
	University	4.7143		
Location of place	Primary school	3.7313	1.854	0.396
	Secondary school	3.6637		
	University	3.5519		
Freshness of products	Primary school	4.6344	2.017	0.365
	Secondary school	4.6106		
	University	4.6429		
Variety of products	Primary school	3.9736	2.124	0.346
	Secondary school	4.0236		
	University	4.0779		
Price of products	Primary school	3.6828	7.145	0.028**
	Secondary school	3.6726		
	University	3.4481		

Significance level: * p-value < 0.01; ** p-value < 0.05

CONCLUSION

The authors of this study investigated what criteria are important to consumers when purchasing FFV and their preferred place of shopping during the Covid-19 pandemic. Statistical analyses were conducted to examine the relationship between some socio-economic characteristics selected in the research model and these criteria. The objective was to find out consumers' preferences for FFV and to provide guidance to food retailers and farmers who want to meet consumers' expectations. To this end, the importance levels of the criteria, considered effective in the literature in consumers' decision to purchase FFV during the pandemic period was determined, and the socio-economic characteristics that might be related were identified. In addition, the importance levels of the criteria that consumers look for when choosing a place to buy FFV was determined.

The research shows that the most important criteria in the purchase decision for FFV are freshness, taste/smell and food safety. These criteria are followed by food safety, appearance, and finally price. Despite previous studies, the price criterion has the lowest importance degree. This can be

explained by the fact that the Covid-19 pandemic changed consumer behavior. In addition, consumers with low income or education level place more importance on price ($p < 0.05$). Also, women place more importance on the freshness of the product. In addition, it was determined that the importance given to freshness increased as the education level or income level increased ($p < 0.05$). When considering the criteria for choosing a place to shopping, it was found that the most important criteria are the freshness of the products, the hygiene of the place and the hygiene of the staff. These criteria are followed by the variety of products, the service quality of the staff, the location of the place, the price of the products and the habits of the customers. It was found that the freshness and hygiene are more important and prominent issues compared to the price. In addition, women give more importance to the criteria of hygiene of the staff, hygiene of the place, location of the place, freshness of the products and variety of the products ($p < 0.05$). Moreover, the importance given to the hygiene of the product and the hygiene of the place increases as the level of education increases ($p < 0.05$). The fact that hygiene issues come to the forefront and that this is related to the level of education was interpreted as a result of Covid-19 pandemic.

Based on the research results, it was concluded that freshness and hygiene oriented consumer behavior patterns are increasing. We can recommend farmers, retailers and wholesalers to replace the price priority approach with the freshness priority, safety priority and hygiene priority approaches. Only if all these players in the FFV marketing chain are aware of this, a better functioning system can be created. The researchers of the study suggest that authorized public institutions can certify wholesalers, who are the link between the producers and the retailers in the marketing chain, for the supply and shipment processes of products with hygiene and freshness guaranteed. Thus, while the producers are producing in accordance with the determined criteria to meet the demand, it will be easier for the retailers to reach the products suitable for the consumer demand.

REFERENCES

- Acar Tek, N. & T. Koçak, 2020. Koronavirüsle (covid-19) mücadelede beslenmenin bağışıklık sisteminin desteklenmesinde rolü. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, Özel Sayı 2020*: 18-45.
- Akpınar, M. G., S. M. Aykin, C. Sayin & B. Ozkan, 2009. The role of demographic variables in purchasing decisions on fresh fruit and vegetables. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (3): 106-110.
- Bagozzi, R. P. & U. Dholakia, 1999. Goal setting and goal striving in consumer behavior. *The Journal of Marketing*, 63 (4): 19-32. <https://doi.org/10.1177/00222429990634s104>
- Bektaş, Z. K., B. Miran, Ö. K. Uysal & C. Günden, 2010. Dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tüketici tercihleri: İzmir ili örneği. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (3): 211-221.
- Biernacki, P. & D. Waldorf, 1981. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological Methods and Research*, 10 (2): 141-163.
- Bracale, R. & C. M. Vaccaro, 2020. Changes in food choice following restrictive measures due to Covid-19. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 30 (9): 1423-1426. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.05.027>
- Celik, B. & S. Dane, 2020. The effects of Covid-19 pandemic outbreak on food consumption preferences and their causes. *Journal of Research in Medical and Dental Science* 8 (3): 169-173.
- Chikkamath, M., B. R. Atteri, S. K. Srivastava & S. Roy, 2012. Factors influencing consumer's behaviour for vegetable purchase. *Vegetable Science*, 39 (1): 35-39.
- Corman, L. C., 1985. The relationship between nutrition, infection, and immunity. *The Medical clinics of North America*, 69 (3): 519-31.
- Eertmans, A., F. Baeyens & O. Bergh, 2001. Food likes and their relative importance in human eating behavior: Review and preliminary suggestions for health promotion. *Health Education Research*, 16 (4): 443-456. <https://doi.org/10.1093/her/16.4.443>
- Faugier, J. & M. Sargeant, 1997. Sampling hard to reach populations. *Journal of Advanced Nursing*, 26: 790-797. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1997.00371.x>

- Furst, T., M. Connors, C. A. Bisogni, J. Sobal & L. W. Falk, 1996. Food choice: A conceptual model of the process. *Appetite*, 26 (3): 247-265. <https://doi.org/10.1006/appe.1996.0019>
- Gindi, A. A., A. M. Abdullah, M. M. Ismail & N. M. Nawi, 2018. Segmentation of fresh fruits consumers by product and store attributes at Klang Valley, *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 6 (1): 73-84. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.283762>
- Janssen, M., B. P. I. Chang, H. Hristov, I. Pravst, A. Profeta & J. Millard, 2021. Changes in food consumption during the covid-19 pandemic: analysis of consumer survey data from the first lockdown period in Denmark, Germany, and Slovenia. *Frontiers Nutrition*. 8: 635859. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.635859>
- Jawahara, S., 2020. Could intravenous Immunoglobulin collected from recovered coronavirus patients protect against covid-19 and strengthen the immune system of new patients? *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (7): 2272. <https://doi.org/10.3390/ijms21072272>
- Lusk, J. L. & J. McCluskey, 2018. Understanding the impacts of food consumer choice and food policy outcomes. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40 (1): 5-21. <https://doi.org/10.1093/aep/px054>
- MacGillivray, D. M. & T. R. Kollmann, 2014. The role of environmental factors in modulating immune responses in early life. *Frontiers in Immunology*, 5: 434. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2014.00434>
- Marty, L., B. de Lauzon-Guillain, M. Labesse & S. Nicklaus, 2021. Food choice motives and the nutritional quality of diet during the Covid-19 lockdown in France. *Appetite*, 157: 105005. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105005>
- Onianwa, O., M. Mojica & G. Wheelock, 2006. Consumer characteristics and views regarding farmers markets: an examination of on-site survey data of Alabama consumers. *Journal of Food Distribution Research*, 37 (1): 119-125. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.8547>
- Ostertagová, E., O. Ostertag & J. Kováč, 2014. Methodology and application of the kruskal-wallis test. *Applied mechanics and materials*, 611: 115-120. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.611.115>
- Perme, M. P. & D. Manevski, 2019. Confidence intervals for the Mann-Whitney test. *Statistical Methods in Medical Research*, 28 (12): 3755-3768. <https://doi.org/10.1177/0962280218814556>
- Preedy, V. R. & R. R. Watson, 2010. *Handbook of disease burdens and quality of life measures. 5-Point Likert scale.* Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-78665-0_6363
- Ramvalho Marques, J. M., A. P. Torres, B. K. Behe, P. Langenhoven & L. H. de Barros Vilas Boas, 2021. Exploring consumers' preferred purchase location for fresh fruits, *Hort Technology*, 31 (5): 595-606. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04865-21>
- Rodríguez-Pérez, C., E. Molina-Montes, V. Verardo, R. Artacho, B. García-Villanova & E. J. Guerra-Hernández, 2020. Changes in dietary behaviours during the Covid-19 outbreak confinement in the Spanish Covidiet study. *Nutrients*. 12 (6): 1730. <https://doi.org/10.3390/nu12061730>
- Scarmozzino, F., & F. Visioli, 2020. Covid-19 and the Subsequent Lockdown Modified Dietary Habits of Almost Half the Population in an Italian Sample. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9 (5): 675. <https://doi.org/10.3390/foods9050675>
- Schauder, S. A., M. R. Thomsen & R. M. Nayga, 2019. The effect of the fresh fruit and vegetable program (FFVP) on fruit and vegetable consumption: An agent based modeling approach. *Agricultural and Applied Economics Association Conferences*, Atlanta, GA, 21-23 July 2019. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.290942>
- Taherdoost, H., 2019. What is the best response scale for survey and questionnaire design; review of different lengths of rating scale / Attitude, Scale / Likert Scale, *International Journal of Academic Research in Management*, 8 (1): 1-10. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02557308>
- Torres, A. P., M. I. Marshall, C. E. Alexander & M. S. Delgado, 2016. Are local market relationships undermining organic fruit and vegetable certification; a bivariate probit analysis *Agricultural Economics*, 48 (2): 197-205. <https://doi.org/10.1111/agec.12326>
- Van Waterschoot, W., P. K. Sinha, P. Van Kenhove & K. De Wulf, 2008. Consumer learning and its impact on store format selection. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 15 (3): 194-210. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2007.03.005>
- Vukasović, T., 2015. Attitudes towards organic fruits and vegetables. *Agricultural Economics*. 16 (1): 20-34. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.253688>
- WHO, 2001. *The world health report 2001. mental health: New understanding, new hope.* (Web page: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42390>) (Date accessed: March 2022).



Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):579-589
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1144428>

Hatice Eda TOKUL ^{1*}

Emine BAYRAM ²

¹ Manisa Celal Bayar University, School of Tobacco Expertise, 45200, Akhisar, Manisa, Türkiye

² Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
haticeeda.tokul@cbu.edu.tr

Keywords: Drug herb yield, essential oil ratio, nitrogen, *Origanum onites* L., Oregano

Anahtar sözcükler: Drog herba verimi, uçucu yağ oranı, azot, *Origanum onites* L., İzmir kekiği

Effects of different levels of water and nitrogen applications on the yield and quality of oregano (*Origanum onites* L.)

İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nde farklı su ve azot uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri

Received (Alınış): 28.07.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 19.10.2022

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to reveal the changes that will occur as a result of different water and nitrogen applications in the drug herb yield, drug leaf yield and essential oil ratios of Taysi 2002, Ceylan 2002 cultivars belonging to oregano (*Origanum onites* L.).

Material and Methods: In order to meet the objective given above, a study was conducted in Bornova ecological conditions in 2012 and 2013 and the varieties (Taysi 2002, Ceylan 2002) of the oregano (*Origanum onites* L.) plants developed in the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture were used. Experiments included 4 different (S1,S2,S3,S4) irrigation applications along with the 2 different nitrogen applications 80 kg/ha nitrogen (N80) and nitrogen-free (N0). The data obtained in two years (2012-2013) were then evaluated.

Conclusion: As a result, on the study it was found that nitrogen applications alone did not have an effect. It was also determined that the yield values increased with the increase in the amount of irrigation applied, but the essential oil ratios decreased.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisine ait olan Taysi 2002, Ceylan 2002 çeşitlerinin drog herba verimi, drog yaprak verimi ve uçucu yağ oranlarında farklı su ve azot uygulamaları sonucunda meydana gelecek değişikliklerin ortaya konmasıdır.

Materyal ve Yöntem: İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisine ait, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde geliştirilmiş olan çeşitlerin (Taysi 2002, Ceylan 2002) kullanıldığı araştırma, 2011-2013 yılları arasında Bornova ekolojik şartlarında gerçekleştirilmiştir. 4 farklı (S1,S2,S3,S4) su uygulaması gerçekleştirilirken, 8 kg/da azot (N₈₀) ve azotsuz (N₀) olarak 2 ayrı azot uygulaması yapılmış, 2 yıllık (2012-2013) veriler değerlendirilmiştir.

Sonuç: Sonuçta azot uygulamalarının tek başına bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Uygulanan su miktarının artmasıyla verim değerlerinin arttığı fakat uçucu yağ oranlarının azaldığı saptanmıştır.

INTRODUCTION

Today, the popularity of medicinal and aromatic plants has increased and continues to increase due to the search for natural raw materials by many sectors. Due to its geographical location, our country is very rich in medicinal and aromatic plants and is the homeland of many plants. An average of \$145 thousand worth of medicinal plants were exported from our country between 2009 and 2014 (TUIK, 2014). However, most of this demand is met by collecting from the natural flora, since its cultivation is not widespread. This, in turn, put pressure on the flora and caused the decline of some species. Thus, it became clear how important breeding is.

Origanum, which is one of the most important genera belonging to the Ballıbabagiller (Labiatae: Lamiaceae) family, grows naturally in 23 species and 27 taxa in our country. This genus has 41 species and 52 taxa in the world (Davis, 1982). *Oregano* (*Origanum onites* L.), especially in the Aegean and Mediterranean Regions, is 1750 m above sea level. It spreads naturally in regions up to altitude (Baydar & Arabacı, 2013). The fact that 60% of these 52 taxa grow in Türkiye and this is indicator that our country is the gene center of *Origanum* species (Başer, 2001).

Oregano, a Mediterranean herb, is found in the flora of Western Anatolia in our country. *Oregano* includes 2-3% essential oil. This oil contains carvacrol as a phenol derivative (Baytop, 1999). Its essential oil is used as antioxidant, antibiotic, antibacterial, muscle relaxant, stomachic, carminative, diaphoretic, expectorant, stimulating the onset of menstruation, strengthening the body, painkiller, nerve strengthening and against colds (Kintzios, 2001; Damien Dorman et al., 2003; Dadalioglu & Akdemir Evrendilek, 2004; Preuss et al, 2005; Calucci et al., 2005). It is also consumed as a spice (Akgül, 1993; Ceylan et al., 1999). It is considered among the thyme species that have economic importance especially in Europe and America (Bayram et al., 1998). It is among the most exported medicinal and aromatic plants in the world. In our country, plants collected from natural flora have been exported uncontrolled for many years. However, later on, although uncontrolled collection is economical, it is difficult to obtain quality and standard products in this way, and because the conditions for post-collection processing, storage and transportation cannot be adequately met, efforts to expand agriculture have started. It has been reported that 80% of the *oregano*, which is still exported, is produced under field conditions and 20% is collected from nature (Bayram et al., 2010). According to TUIK data, the average cultivation area in our country between 2009 and 2013 is 8629 ha. An average of 11945.6 tons of production was made in this area and a yield of 1370 kg/ha was obtained.

The amount of water and nitrogen in the soil are the two most important factors in maintaining many metabolic events in plants. While optimum water demands and nitrogen needs of plants have been determined in many cultivated plants, researches are continuing in plant species cultivated for medicinal and aromatic purposes. The most important feature that distinguishes the studies on the subject from cultivated plants is that there is an inverse relationship between the factors affecting plant growth and productivity and the factors affecting essential oil production. In this context, it is important to examine the relations between the productivity of the *oregano* plant and the production of essential oil by considering the soil moisture and nitrogen content. Therefore, in this study, in which Tayşi 2002 and Ceylan 2002 cultivars were used as plant material, it was determined as the main objective to reveal the effect of soil water content and nitrogen amount on the yield and essential oil amount of *oregano*, as the most important agricultural factors affecting plant productivity.

MATERIAL and METHODS

The research was carried out in the experimental field of Ege University Faculty of Agriculture, Department of Agronomy in Bornova in 2011, 2012 and 2013. In this study, the data for the years 2012 and 2013 are evaluated. Ceylan 2002 and Tayşi 2002 cultivars of *Origanum onites*, developed by Ege

University Faculty of Agriculture, Field Crops Department and registered in 2002, constitute the material of this study. From these two cultivars, Tayşi 2002 is carvacrol type, Ceylan 2002 is thymol-carvacrol type. The experiment was set up according to the randomized blocks design with 2 factors and 3 replications. For each variety, the split plots were planted in trial order. As the first factor, 4 different levels of irrigation were applied. These applications, namely S1, S2, S3, and S4, are tabulated in Table 1.

Table 1. Irrigation amount (mm)

Çizelge 1. Sulama miktarı (mm)

Year	Irrigation Applications			
	S1	S2	S3	S4
2012	378	806	1103	1307
2013	411	787	1247	1530

The specified water doses were provided by the drip irrigation system installed in the experiment, taking into account the precipitation, and each water dose was followed by a tensiometer placed at the beginning of the parcels belonging to the applications. Irrigation applications were started every year in May-June, while was ended when the rains started in October.

As the second factor, two different applications, nitrogen-free and 80 kg/ha N, were carried out in nitrogen application. The first fertilization was made in the form of ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) at 40 kg/ha to the soil before planting in the field, and the second fertilization was made in the form of ammonium nitrate (NH₄NO₃) at 40 kg/ha after the first harvest. Seeds were planted in the nursery, and the seedlings that took root and developed were transplanted into the field at 40x20 cm planting norm. In Bornova district where the experiment was conducted, the average temperature was 17.7°C in 2011, 18.6°C in 2012 and 18.5°C in 2013. The lowest air temperatures were in January of the first two years and were measured at 9.0 and 6.8°C, respectively. In the third year, the lowest temperature was determined as 8.5°C in December. The highest temperatures were 28.9 and 30.1°C in July for the first two years, respectively, and 28.7°C in August of the third year. The total amount of precipitation was 561.3 mm in 2011, 799.3 mm in 2012, and 854.7 mm in 2013 was measured. Average relative humidity values were determined as 55.2% in 2011, 58.2% in 2012, and 57.1% in 2013. While the lowest relative humidity values were 40.2% and 39.5% in August in the first two years, they were in July with 42% in the third year. The highest values were measured in January with 69.8% in the first year, in December with 71.4% in the second year, and in January with 70.9% in the third year.

The soil of the experimental area has clay loam texture at 0-20 cm and 20-40 cm depths. This alluvial soil structure, which represents the Bornova plain, has a very heavy soil quality. The pH value of 8.2, determined at a depth of 0-20 cm of the experimental area, shows that the soil of the research area is moderately alkaline on the surface, and the pH value of 7.8 at a depth of 20-40 cm shows that it is slightly alkaline. Lime detected up to a depth of 40 cm indicates that the soil is rich in this substance and that it is classified as lime. It was determined that it is poor in organic matter, moderate in total nitrogen, poor in useful phosphorus and rich in beneficial potassium (Kovancı, 1990).

Before transplanting the seedlings in the field, fertilizer application in the form of ammonium sulfate was applied to the determined plots. Fertilizer was applied in the form of ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) at 40 kg/ha in March of the second and third years, and in the form of ammonium nitrate (NH₄NO₃) at 40 kg/ha after the first forms. Controlled irrigation was carried out with the drip irrigation system installed in the experimental area. Tensiometers, to measure the soil moisture, were placed at the beginning of each irrigation application in the experiment. In the first year, the growth and development of the plants in the field were meticulously followed and irrigation, hoeing and weed control were carried out when necessary. However, since the development of plants in the first year is slow and limited, the initial data obtained on

the 1st of November 2011 were not taken into account. The pre-harvest heights of the plants that have reached harvest maturity and have completed their flowering were measured 8-10 cm above the soil surface. In the second year, the first harvest was made on the 4th of June 2012 and the second harvest was achieved on 31th of October, 2012. In the experiments, plant related characteristics such as height, drug herb ratio, drug herb yield, drug leaf ratio, drug leaf yield, dry matter ratio, dry matter yield were determined. After the harvest, the maintenance processes of the experimental plants were continued. The plant samples were subjected to essential oil analysis in the medicinal plants laboratory for the determination of their quality properties. The essential oil content was determined volumetrically by Neo-Clevenger apparatus in drug leaf samples dried at 35°C. It is given as milliliter/ 100 grams (%) on air dried (Witchtl, 1971).

The yield and quality characteristics obtained in the experiments were evaluated with the TARIST package program, according to the randomized block design with 3 replications and 2 factors, in accordance with the split plots experimental design for each cultivar (Açıkgoz, 1993).

RESULTS and DISCUSSION

Drog herb yield (kg/ha)

The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug herb yield in Tayşi 2002 are given in Table 2.

Table 2. The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug herb yield in Tayşi 2002 cultivar (kg/ha)

Çizelge 2. Tayşi 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının drog herba verimi üzerine etkileri (kg/ha)

Irrigation	2012							2013						
	1.harvest		2.harvest			Annu. Total	1.hasat			2.hasat			Annual Total	
	0	80	\bar{X}	0	80		\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80		\bar{X}
S1	6096	11000	8548	1759	1603	1681b	10229	2601	3243	2922	1027	1866	1447	4369
S2	6606	5980	6293	1243	1531	1387b	7680	3147	4222	3685	2139	1456	1798	5482
S3	8042	11245	9644	2227	1663	1945b	11589	3995	7272	5634	1777	2044	1911	7544
S4	5264	8656	6960	3240	3859	3550a	10510	7582	5469	6526	1984	1852	1918	8444
X	6502b	9220a	7861	2117	2164	2141	9877	4331	5052	4691	1732	1805	1769	6460
OVERALL TOTAL														

Irrigation	2012			2013			
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	
S ₁		7855	12603	10229	3628	5109	4369
S ₂		7849	7511	7680	5286	5678	5482
S ₃		10269	12908	11589	5772	9316	7544
S ₄		8504	12515	10510	9566	7321	8444
Overall Average		8619	11134	9877	6063	6856	6460
LSD(1.hst)	N*:2617.88			N.S			
LSD(2.hst)	Irrigation*:1421.34			N.S			
LSD(AnnualTotal)	N.S			N.S			

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

According to Table 2, in the first harvest of 2012, nitrogen application had an effect of 5% on drug herb yield while the average drug herb yield of the plots without nitrogen was 6502 kg/ha, the average drug herb yield value of the nitrogen applied plots was 9220 kg/ha. There are two separate statistical levels here. In the second harvest in the same year, irrigation application had a 5% significant effect on drug herb yield. The highest drug herb yield was measured in S4 irrigation application as 3550 kg/ha and formed the first statistical group. In 2012, S4 irrigation application and N8 nitrogen application stand out differently from other applications. Drug herb yield was insignificant and was not affected by irrigation and nitrogen applications in both harvests of 2013. When the average drug herb yields of each harvest were examined, it was determined that the average drug herb yield was 7861 kg/ha in the first harvest of 2012 and 2141 kg/ha in the second harvest. While this value was 4691 kg/ha in the first harvest of 2013, it became 1769 kg/ha in the second harvest. It is seen that the drug herb yield values measured in the second harvests are lower than those measured in the first harvests.

Table 3 summarizes the effects of different irrigation and nitrogen dose applications on drug herb yield in Ceylan 2002 cultivar. In Table 3, it is seen that irrigation application affects drug herb yield only in the second harvest of 2013. It was observed that the yield of drug herb increased as the amount of water applied increased. The highest average drug herb yield (4097 kg/ha) was found in S4 irrigation application, secondly in S3 irrigation application (3742 kg/ha). These two values formed the first statistical group. The yield value measured in the S3 irrigation application (3742 kg/ha) and the yield value measured in the subsequent S2 application (2482 kg/ha) formed the second group.

Table 3. The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug herb yield in Ceylan 2002 cultivar (kg/ha)

Çizelge 3. Ceylan 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının drog herba verimi üzerine etkileri (kg/ha)

Irrigation	2012							2013							
	1.harvest			2.harvest				Annual Total	1.harvest			2.harvest			
	Nitrogen (kg/ha)								Nitrogen (kg/ha)						
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}		0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	Annual Total	
S ₁	7573	10270	8922	2350	2038	2194	11116	11017	12350	11684	1527	2247	1887c	13571	
S ₂	6700	8967	7834	1295	2412	1854	9687	9453	9276	9365	2749	2214	2482bc	11846	
S ₃	13111	7783	10447	3775	2714	3245	13692	8941	10798	9870	4240	3244	3742ab	13612	
S ₄	7032	10683	8858	3541	5745	4643	13501	8028	10276	9152	4247	3947	4097a	13249	
\bar{X}	8604	9426	9015	2740	3227	2984	11999	9360	10675	10017	3191	2913	3052	13069	
OVERALL TOTAL															
		2012					2013								
Irrigation		Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)										
		0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}								
S ₁		9923	12308	11116	12544	14597	13571								
S ₂		7995	11379	9687	12202	11490	11846								
S ₃		16886	10497	13692	13181	14042	13612								
S ₄		10573	16428	13501	12275	14223	13249								
Overall Average		11344	12653	11999	12551	13588	13069								
LSD(1.hst)	N.S.				N.S.										
LSD(2.hst)	N.S.				Irrigation*:1427.87										
LSD(AnnualTotal)	N.S.				N.S.										

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

Ceylan (1976) found the average drug herb yield as 1138-3187 kg/ha. Uyanık Güngör et al. (2005), 1586-2939 kg/ha in the first year, 2699-8033 kg/ha in the second year, 2045-6293 kg/ha in the second year, İpek (2007), 7832-7397 kg/ha in *Salvia officinalis* L., Ekren et al. (2011), 9338 kg/ha in *Salvia officinalis* L., 16126 kg/ha in *Salvia fruticosa* Mill.

The drug yields of Tayşi 2002 cultivar, obtained in this study, were higher than Ceylan (1976), the first year data of Uyanık Güngör et al. (2005) was higher, the second year data was lower than that of İpek (2007). It was seen that the first harvests were compatible with the data of. The second harvests were lower than that of Ekren et al 2011.

The drug herb yield values of Ceylan 2002 cultivar were found to be lower than the others, consistent with the data of the researcher Ceylan (1976).

Drug leaf yield (kg/ha)

In Table 4, the effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug leaf yield of Tayşi 2002 cultivar are given. When Table 4 is examined, it is seen that the effect of irrigation application on drug leaf yield in the second harvest of 2012 is significant at the level of 5%. As a result of the statistical analysis, two groups were formed. The highest drug leaf yield was determined as 2033 kg/ha in S4 application and formed the first statistical group. The second group was 933 kg/ha obtained in S3 application, 697 kg/ha obtained in S1 irrigation application and 697 kg/ha obtained in S2 irrigation application, respectively. In other harvest periods and in terms of annual total yield, trial factors did not significantly affect drug leaf yield.

Table 4. The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug leaf yield in Tayşi 2002 cultivar (kg/ha)
Çizelge 4. Tayşi 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının drog yaprak verimi üzerine etkileri (kg/ha)

Irrigation	2012							2013							
	1.harvest			2.harvest				Annual Total	1.harvest			2.harvest			Annual Total
	Nitrogen (kg/ha)			0	80	\bar{X}	Nitrogen (kg/ha)			0	80	\bar{X}			
0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}				
S1	3004	3494	3249	661	732	697b	3946	1722	2181	1952	651	1293	972	2924	
S2	2732	3438	3085	518	625	572b	3657	2044	2653	2349	1476	1093	1285	3633	
S3	2881	4676	3779	1031	834	933b	4711	2618	4722	3670	1255	1327	1291	4961	
S4	2187	2286	2237	1783	2282	2033a	4269	5046	3635	4341	1382	1162	1272	5613	
\bar{X}	2701	3474	3087	998	1118	1059	4146	2858	3298	3078	1191	1219	1205	4283	
OVERALL TOTAL															
Irrigation	2012							2013							
	Nitrogen (kg/ha)			0	80	\bar{X}	Nitrogen (kg/ha)			0	80	\bar{X}			
S1				3665	4226	3946				2373	3474	2924			
S2				3250	4063	3657				3520	3746	3633			
S3				3912	5510	4711				3873	6049	4961			
S4				3970	4568	4269				6428	4797	5613			
Overall Average				3699	4592	4146				4049	4517	4283			
LSD(1.hst)	N.S.							N.S.							
LSD(2.hst)	Irrigation*:846.94							N.S.							
LSD(Annual Total)	N.S.							N.S.							

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the drug leaf yield of Ceylan 2002 cultivar are given in Table 5. As seen from the table the trial factors did not have any significant effect on drug leaf yield in the first harvests of both years. However, it was observed that the Irrigation xN interaction in the second harvest of 2012 and the application of different doses of irrigation in the second harvest of 2013 affected the drug leaf yield at the 5% significance level.

Considering the second harvest data of 2012, in which the IrrigationxN interaction was significant, the highest drug leaf yield was obtained from the combination of 3091 kg/ha and S4N8, followed by the combination of S3N8 with 2115 kg/ha, S4N0 with 1964 kg/ha, and S3N8 with 1273 kg/ha. The lowest drug leaf yield was obtained from the combination of 490 kg/ha and S2N0. Accordingly, it is seen that the most frequently irrigated (S4) and nitrogen applied (N8) plots have the highest drug leaf yield (Table 5).

Table 5. Effects of different irrigation and nitrogen dose applications on drug leaf yield in Ceylan 2002 cultivar (kg/ha)

Çizelge 5. Ceylan 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının drog yaprak verimi üzerine etkileri (kg/ha)

Irrigation	2012						2013							
	1.harvest			2.harvest			Annual Total	1.harvest			2.harvest			
	Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)				Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			
0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}
S1	3346	3834	4619	1042 bc	1015b	1029	4619	6690	6800	6745	1148	1572	1360 b	8105
S2	2049	3008	3325	490 c	1103b	797	3325	5372	5337	5355	1861	1428	1645 ab	6999
S3	4628	4592	6304	2115 a	1273b	1694	6304	5940	5705	5823	2840	2111	2476 a	8298
S4	3562	3836	6227	1964 ab	3091a	2528	6227	4672	6300	5486	2537	2308	2423 a	7909
\bar{X}	3396	3818	5119	1403	1621	1512	5119	5669	6036	5852	2096	1855	1976	7828
OVERALL TOTAL														
Irrigation	2012			2013										
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}								
S1	4388	4849	4619	7838	8372	8105								
S2	2539	4111	3325	7233	6765	6999								
S3	6743	5865	6304	8780	7816	8298								
S4	5526	6927	6227	7209	8608	7909								
Overall Average	4799	5438	5119	7765	7890	7828								
LSD(1.hst)	N.S.			N.S.										
LSD(2.hst)	IrrigationxN*:959.76			Irrigation*:865.58										
LSD(AnnualTotal)	N.S.			N.S.										

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

When the second harvest data of 2013, in which only irrigation application was important, were examined, it was seen that the highest yield was found in the S3 application with 2476 kg/ha, followed by 2423 kg/ha in the S4 application and 1645 kg/ha in the S2 application. If the lowest yield value was 1360 kg/ha obtained in S1 irrigation application, the second group was formed with the value in S2 (1645 kg/ha).

Uyanık Güngör et al. (2005) determined the drug leaf yield as 1766-5367 kg/ha. Avcı & Bayram (2013) found 7297 kg/ha, Ceylan et al. (1999) found it to be 7318 kg/ha in the first year and 7512 kg/ha in the second year. Katar & Gürbüz (2008), in the lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plant, the drug leaf yield varied between 4779-6783 kg/ha in the first year and between 4938-7396 kg/ha in the second year and the highest values were obtained from 120 kg/ha nitrogen application. It was reported that the yield increased as the applied nitrogen dose increased. In our study, the drug leaf yield values obtained from both Tayşi 2002 and Ceylan 2002 cultivars were found to be lower than the results of other studies.

Essential oil rate (%)

The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the essential oil ratio of Tayşi 2002 cultivar are shown in Table 6.

As a result of the statistical analysis, it was seen that the application of different doses of irrigation in the first harvest of 2012 had a significant effect on the essential oil ratio at the level of 5%. Accordingly, the highest essential oil content (4.9%) was obtained in S2 irrigation application. This value formed the first group. Afterwards, a value of 4.4% was determined in S1 and S3 water applications, and the lowest rate (4.3%) was obtained in S4 application. These three values formed the second group. As the applied irrigation dose increased, the essential oil ratio decreased. When the values of the second harvest of the same year were examined, the trial factors did not have a statistically significant effect.

Table 6. The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the essential oil ratio of Tayşi 2002 cultivar (%)

Çizelge 6. Tayşi 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının uçucu yağ oranı üzerine etkileri (%)

Irrigation	2012							2013							
	1.harvest			2.harvest				Annual Average	1.harvest			2.harvest			
	Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)					Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}		0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	Annual Average	
S1	4.4	4.3	4.4b	4.1	3.7	3.9	4.2	4.4b	4.7a	4.5	5.4	4.9	5.1a	4.8	
S2	5.0	4.9	4.9a	4.2	3.9	4.1	4.5	4.7b	4.7a	4.7	5.1	4.2	4.6bc	4.7	
S3	4.4	4.5	4.4b	3.9	3.9	3.9	4.2	4.7b	5.0a	4.8	4.8	4.7	4.7b	4.8	
S4	4.4	4.3	4.3b	3.8	3.8	3.8	4.1	5.6a	4.8a	5.2	3.9	4.5	4.2c	4.7	
Ort	4.5	4.5	4.5	4.0	3.8	3.9	4.2	4.8	4.8	4.8	4.8	4.5	4.6	4.7	
OVERALL AVERAGE															
Irrigation	2012						2013								
	Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)					
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}			
S1	4.3	4.0	4.2	4.9	4.8	4.9									
S2	4.6	4.4	4.5	4.9	4.5	4.7									
S3	4.2	4.2	4.2	4.8	4.9	4.9									
S4	4.1	4.1	4.1	4.8	4.7	4.8									
Overall Average	4.3	4.2	4.3	4.9	4.7	4.8									
LSD(1.hst)	Irrigation*:0.387						IrrigationxN*:0.560								
LSD(2.hst)	N.S.						Irrigation*:0.450								
LSD(Annual average)	N.S.						N.S.								

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

When the table is examined, it could be stated that the irrigation xN interaction in the first harvest in 2013 affected the essential oil ratio at a statistically significant level (5%). It is seen that the highest essential oil ratio (5.6%) is in the S4xN0 combination. It formed the first group among other irrigation applications at N0 fertilizer level. This was followed by the combination of S3xN8 with 5% and S4xN8 with 4.8%. Irrigation applications at N8 fertilizer level formed a single group. The lowest rate (4.4%) was in the S1xN0 combination. When the values obtained in the second harvest in 2013 were subjected to statistical analysis, it was determined that the irrigation application was different at the level of 5%. The highest average essential oil ratio (5.1%) was obtained in S1 irrigation dose, followed by S3 irrigation application with 4.7% and S2 irrigation application with 4.6%. The values in S1 formed the first group, the values in S2 and S3 formed the second group, and the values in S3 and S4 formed the third group. The lowest rate was found in S4 irrigation application with 4.2%. It was determined that the amount of essential oil decreased as the applied irrigation dose increased.

When the general average essential oil ratios of both years were examined, it was seen that they were not affected by the trial factors at a statistically significant level.

The effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the essential oil ratio of Ceylan 2002 cultivar are presented in Table 7.

When Table 7 is examined, it is seen that irrigation and nitrogen applications, which are test factors, did not have a statistically significant effect on 2013 essential oil ratios. Despite this, it is seen that irrigation application has different effects both in terms of annual general average values and in both harvests of 2012.

Table 7. Effects of different irrigation and nitrogen dose applications on the essential oil ratio of Ceylan 2002 variety (%).

Çizelge 7. Ceylan 2002 çeşidinde farklı su ve azot dozu uygulamalarının uçucu yağ oranı üzerine etkileri (%).

Irrigation	2012							2013							
	1.harvest			2.harvest				Annual Average	1.harvest			2.harvest			
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0		80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	Annual Average	
S1	4.3	3.6	3.9b	3.7	3.3	3.5b	3.7	4.5	4.2	4.3	5.6	5.6	5.6	5.0	
S2	4.3	3.7	4.0ab	3.6	3.8	3.7b	3.9	4.6	4.4	4.5	6.0	5.8	5.9	5.2	
S3	4.3	4.6	4.4a	3.7	3.8	3.7b	4.1	4.6	4.8	4.7	5.3	5.6	5.4	5.1	
S4	4.0	3.8	3.9b	4.6	4.6	4.6a	4.3	4.6	4.5	4.5	5.4	5.6	5.5	5.0	
\bar{X}	4.2	3.9	4.0	3.9	3.8	3.8	3.9	4.5	4.4	4.5	5.5	5.6	5.6	5.1	
OVERALL AVERAGE															
Irrigation	2012						2013								
	Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)			Nitrogen (kg/ha)					
	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}	0	80	\bar{X}
S1	4.0	3.5	3.8b	5.1	4.9	5.0	5.1	4.9	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
S2	3.9	3.9	3.9ab	5.3	5.1	5.2	5.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
S3	4.0	4.2	4.1ab	5.0	5.2	5.1	5.0	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
S4	4.3	4.2	4.3a	5.0	5.1	5.1	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
Overall Average	4.1	4.0	4.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
LSD(1.hst)	Irrigation*:0.305						-								
LSD(2.hst)	Irrigation**:0.551						-								
LSD(Yıllık Ort)	Irrigation**:0.353						-								

*: significant at the 5% level, N.S.:not statistically significant

In the first harvest of 2012, the highest essential oil ratio was measured in S3 with 4.4%. This value was followed by the S2 application with 4% and they formed the first group. In the second group, it took place in S2 with 4% and S1 and S4 with 3.9%. In the second harvest, irrigation applications were found to be different, this time at the 1% level of importance. The highest essential oil content was measured in S4 irrigation application and this value (4.6%) formed the first statistical group. The other three values were in the second group. The lowest value was obtained from the S1 application with 3.5%. Here, it was observed that irrigation application increased the essential oil ratio.

If the average data of the second year of the trial (2012) are examined, the highest essential oil ratio was determined in S4 irrigation application with 4.3%, the lowest essential oil ratio was determined in S1 irrigation application with 3.7%.

Ceylan (1976) determined the essential oil ratio as 1.93-2.38 %, Uyanık Güngör et al. (2005), 4.7-5.7%, Avci & Bayram (2013) determined the average essential oil ratio as 2.58-4.00 % in Bornova location, 1.63-3.58 % in Dikili location. Bayram et al. (1998), in their study, stated that the essential oil rate varied between 2.36-3.11% in the first year and 1.74-2.45% in the second year. Bayram et al. (1998) reported that the average essential oil ratios in the plants they collected and grown from different locations were between 1.84-2.42% in the first year and between 2.06-4.82% in the second year. Ceylan et al. (1999) found the essential oil ratio to be 2.61-5.12%. For the diurnal variability research, Can et al. (2020) determined the essential oil ratio of İzmir thyme grown in Uşak to be 2.72% as the average of all

hours. Katar and Katar (2020) in their study in Eskişehir province, where they examined the relationship between ontogenetic variability and essential oil, reported that the highest essential oil rate was 3.60% during 50% flowering period.

In our study, the essential oil ratios of Tayşi 2002 cultivar were consistent with the data of Uyanık Güngör et al. (2005), Ceylan et al. (1999), Ceylan (1976), Avcı & Bayram (2013), Can et al. (2020), Katar & Katar (2020) and Bayram et al. (1998) was found to be higher than the data. The essential oil ratios in Ceylan 2002 cultivar were lower than Uyanık Güngör et al. (2005), Ceylan et al. (1999), and Ceylan (1976), Avcı & Bayram (2013) and Bayram et al. (1998).

CONCLUSIONS

In this study, which was carried out to determine the effects of different irrigation and nitrogen applications on yield and quality in two cultivars (Tayşi 2002, Ceylan 2002) of *Oregano (Origanum onites L.)*, yield and quality criteria of both cultivars were determined differently according to irrigation practices. They gave responses, unaffected by nitrogen application alone.

As the amount of irrigation applied increased, drug herb yield, drug leaf yield increased in both cultivars, and the highest drug herb and drug leaf yield were determined in S3 and S4 applications. In terms of essential oil ratio, nitrogen application alone could not be effective in both varieties, but in general, the ratio of essential oil decreased as irrigation application increased. When the effects of trial factors on drug herb yield, drug leaf yield and essential oil ratio are evaluated in general, it is thought that it will be possible to obtain optimum yield and quality by applying fertilizer and irrigation every 20 days (with S3 irrigation application).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Coordination of Scientific Research Projects of Ege University for its financial support.

REFERENCES

- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:15, Ankara, 451 s.
- Avcı, A.B. & E. Bayram, 2013. Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites L.*) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (1): 13-20.
- Başer, K.H.C., 2001. Her derde deva bir bitki:kekik. Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs,74-77.
- Baydar, H. & O. Arabacı, 2013. Türkiye'nin kekik üretim merkezi olan Denizli'de kültür kekiğinin (*Origanum onites L.*) tarımsal ve teknolojik özellikler. (Web sayfası: <https://docplayer.biz.tr/2465083-Turkiye-nin-kekik-uretim-merkezi-olan-denizli-de-kultur-kekiginin-origanum-onites-l-tarimsal-ve-teknolojik-ozellikleri.html>) (Erişim tarihi: 07.2014).
- Bayram, E., S. Kırıcı, S. Tansı, G. Yılmaz, O. Arabacı, S. Kızıl & İ. Telci, 2010. "Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları, 437-456". Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi (11-15 Ocak 2010, Ankara) Bildirileri, TMMOB, 1356 s.
- Bayram, E., N. Özay, H. Geren & A. Ceylan, 1998. "Aydın ili İzmir kekiği (*Origanum onites L.*) populasyonlarında kemotiplerin belirlenmesi ve seleksiyonu üzerine araştırma, 305-313". Ege Bölgesi I.Tarım Kongresi (7-11 Eylül 1998, Aydın) Bildirileri, T.C. Ziraat Bankası Gn. Md. Basımevi, 686 s.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 480 s.
- Calucci, L., P. Calogero, M. Zandomenoghi, A. Capocchi, P. Silvia, S. Ghiringhelli, F. Saviozzi, S. Tozzi & L. Galleschi, 2005. Effects of gamma-irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. Molecular and Cellular Biochemistry, 272: 29-34.
- Can, M., Katar, N., Duran, D., 2020. Ontogenetik ve diurnal varyabilitenin İzmir kekiği (*Origanum onites L.*)'nin uçucu yağ içeriği ve kompozisyonuna etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (1): 1-12.

- Ceylan, A., 1976. *Origanum smyrnaeum* L.'da verim ve ontogenetik varyabilite. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (2): 139-143.
- Ceylan, A., E. Bayram & H. Geren, 1999. İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) ıslahında geliştirilen klonların agronomik ve kalite özellikleri üzerinde araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (5): 1163-1168.
- Dadalıoğlu, I & G. Akdemir Evrendilek, 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. Journal of Agriculture Food Chemical, 52 (26): 8261-8267. doi: 10.1021/jf049033e. PMID: 15612826.
- Damien Dorman, H.J., O. Bachmayer, M. Kosar & R. Hiltunen, 2003. Antioxidant properties of aqueous extracts from selected lamiaceae species grown in Turkey. Arch Tierernähr., 57 (2): 99-106.
- Davis, P.H., 1982, Flora of Turkey and East Aegean Islands, Edinburg University Press, Edinburg, 948 pp.
- Ekren, S., Ç. Sönmez, Y.S. Kukul Kurttaş, E. Özçakal & E. Bayram, 2011. Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Türlerinde Sulamanın Verim ve Kaliteye Etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir.
- İpek, A., 2007. Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*) Hatlarında Azotlu Gübrelemenin Herba Verimi ve Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, (Unpublished) Doktora Tezi, Ankara, 100 s.
- Katar, D. & B. Gürbüz, 2008. Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)'nda farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının drog yaprak verimi ve bazı özellikler üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (1): 78-81.
- Katar, N. & D. Katar, 2020. Eskişehir ekolojik koşullarında farklı hasat dönemlerinin İzmir kekiği (*Origanum onites*) 'nin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1 (2): 441-451. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.017>
- Kintzios, S. E., 2001. "Oregano, 215-229". In: Handbook of Herbs and Spices (Ed. K.V. Peter). Woodhead Publishing in Food Science and Technology, CRC Press, Cambridge, 360 pp.
- Kovancı, İ., 1990. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Teksir No: 107 (3): 286 s.
- Preuss, H.G., B. Echard, M. Enig, I. Brook & T.B. Elliott, 2005. Minimum inhibitory concentrations of herbal essential oils and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria. Molecular and Cellular Biochemistry, 272 (1-2): 29-34. doi: 10.1007/s11010-005-6604-1. PMID: 16010969.
- TUIK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı, Baharat Bitkileri, (Web sayfası: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2014-16020>) (Erişim Tarihi: Eylül 2014).
- Uyanık Güngör, F., N. Bayraktar & M.D. Kaya, 2005. Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının Kula şartlarında tarımsal ve kalite yönünden karşılaştırılması, Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (2): 196-200.
- Wichtl, M., 1984. Johanniskraut. Teedrogen, Stuttgart, 180 pp.



Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):591-600
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1140350>

Deniz EROĞUL¹

Dorukhan ÇANTAL¹

Hafize KARABIYIK¹

¹ Ege University Agricultural Faculty
Horticulture Department, 35100,
Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
deniz.eroглу@cbu.edu.tr

Keywords: Almond, fatty acids, foliar
fertilization, fruit quality, seaweed, yield

Anahtar sözcükler: Badem, yağ asitleri,
yapraktan gübreleme, meyve kalitesi, deniz
yosunu, verim

Effect of foliar treatments of seaweed on fruit quality and yield in almond cultivation

Badem yetiştiriciliğinde yapraktan deniz yosunu
uygulamalarının meyve kalitesi ve verime etkisi

Received (Alınış): 12.07.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 27.10.2022

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the effect of foliar seaweed treatments on almond cultivation in practice.

Material and Method: The study material consisted of 'Nonpareil' and 'Texas' almond varieties grafted on GF-677 rootstock. 4000 ppm seaweed was applied in the form of foliar spraying on the 10th day after full blooming.

Results: While the nut weights were high in the fruits of the control group in both varieties, the kernel weights were the same in the fruits of the control group and seaweed-treated group. Compared with the control, the nut weights of seaweed-treated almonds were low, while kernel weights were high. Therefore, the kernel ratio of seaweed-treated fruits was found to be 6% higher in the 'Texas' variety and 14% higher in the 'Nonpareil' variety compared to the control group. In addition, seaweed applications increased the yield per tree by 11.18% in the 'Texas' variety and 12.12% in the 'Nonpareil' variety because of increasing the fruit set in almond trees.

Conclusion: According to the obtained results, it was concluded that 4000 ppm seaweed treatment applied in the form of foliar spraying on the 10th day after full blooming in almond cultivation can make positive contributions to almond cultivation.

ÖZ

Amaç: Bu çalışma yapraktan deniz yosunu uygulamalarının pratikte badem yetiştiriciliğine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Çalışma materyalini GF-677 anacına üzerine aşıllı 'Nonpareil' ve 'Texas' badem çeşitleri oluşturmuştur. Tam çiçeklenmeden 10 gün sonra yapraktan spreyleme şeklinde 4000 ppm deniz yosunu uygulaması yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Kabuklu badem ağırlıkları her iki çeşitte de kontrol grubundaki meyvelerde yüksek bulunurken, iç badem ağırlıkları ise kontrol grubu ve deniz yosunu uygulaması yapılan meyvelerde aynı değerde olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında, deniz yosunu uygulaması yapılan bademlerin kabuklu ağırlıkları düşük iken, iç ağırlıkları yüksek olmuştur. Bu nedenle deniz yosunu uygulaması yapılan meyvelerin iç doldurma oranları kontrol grubuna göre 'Texas' çeşidinde %6, 'Nonpareil' çeşidinde %14 daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında, deniz yosunu uygulamaları badem ağaçlarında meyve tutumunu artırarak; Texas çeşidinde %11.18, Nonpareil çeşidinde %12.12 oranında ağaç başına verimi artırmıştır.

Sonuç: Elde edilen sonuçlara göre, badem yetiştiriciliğinde tam çiçeklenmeden 10 gün sonra yapraktan spreyleme şeklinde 4000 ppm uygulanan deniz yosunu uygulamasının olumlu katkıları olacağı sonucuna varılmıştır.

INTRODUCTION

Almond production in Türkiye is increasing day by day. Especially in locations with mild climates in the Aegean Region, closure almond orchards are established. Although almond output is increasing, it is not enough to meet domestic demand, as the country's consumption is high and it is imported. Although there was an increase in production, 56703 tons of imports were realized in 2020 (Trademap, 2020). Therefore, to prevent imports of almonds, it has become mandatory to expand the production areas in our country as well as to carry out applications aimed at improving quality and yield in existing areas.

The high yield that producers receive in almond farming, the high kernel ratio of almond fruit, and the low proportion of twin kernels are among the significant quality parameters. In addition, the composition of fatty acids as a biochemical property is, in particular, one of the factors that affect the taste of fruit in almonds and is a very important factor in human health. The most important fatty acids in almonds are myristic acid, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, and linoleic acid (Kodad et al., 2004). Fatty acids have a lot of positive effects in terms of human health, providing weight control, anti-carcinogen effect, protecting heart health, inhibiting the formation of gallstones (Aune et al., 2016, Barreca et al., 2020). Along with them, almond oil has found extensive uses in cosmetics (Gite et al., 2013). The range of fertilizers used in organic agriculture has expanded in recent years and fertilizers containing seaweed extracts have begun to be produced commercially (Okur et al., 2007). Seaweed cultivation is one of the applications that have started to be used in fruit cultivation in recent years. Seaweed is found in the oceans, seas, and lakes, it is green, brown, and red in color. Different types of seaweed are used in industries such as agriculture, cosmetics, food, and pharmacy. In addition to direct application in fruit growing, seaweed can also be used in combination with other substances by adding it to compost. It has been observed that when seaweed is applied with this method, it increases the water-holding capacity of the soil (Dede et al., 2011). In the structure of seaweed, there are growth-stimulating substances such as IAA, kinetin, zeatin, gibberellins, auxins, and cytokines, as well as micro and macro elements, amino acids, and vitamins (Strik et al., 2003, Zodape et al., 2010). It has been observed that seaweed extracts increase plant development and yield under certain environmental stress factors such as drought, salinity, and low temperature due to the substances contained in them (Yildirim et al., 2008). It has been reported that seaweed extracts provide more fruit set in pome and stone fruit species (Battacharyya et al., 2015). It has been determined in the studies that seaweed has positive contributions to yield, vegetative development, and fruit quality in olive, plum, pear, and strawberry fruit growing with different application methods (Kaya, 2007; Atasay & Turemis, 2008; Colavita et al., 2014; Dundar, 2019). In addition, when seaweed is applied to the leaves, it prevents losses that will occur during harvest in orange, palm, and apple trees (Blunden et al., 1992; Basak, 2008).

Studies on seaweed in almonds are almost nonexistent. Studies related to the use of seaweed as a biostimulant exist in the literature (Pascoalino et al., 2021). Fatty acids are another of the most important factors that make up the quality of almonds. This study aimed to determine the effect of seaweed on yield, fruit quality, and fatty acid content in almond fruits.

MATERIALS and METHOD

Plant material

The research was carried out in the almond orchard with 8 year-old commercial 'Texas' and 'Nonpareil' varieties established with a 6 x 6 m planting gap and grafted on GF-677 rootstock in the Koprubasi district of Manisa province.

Method

In the study, water-soluble seaweed (ATOCROP_s, Doctor Tarsa) was used. The content of seaweed consists of 30% organic matter, 12% potassium oxide, 1.5% alginic acid, and 1 mg/kg gibberellic acid. The

fruits treated with seaweed and control. Applications were carried out in the form of foliar spraying at a rate of 4000 ppm seaweed when foliation began 10 days after full blooming. Applications were made with a pulverizer afternoon. A surfactant was added as 0.04% (Nu-Film-17®, Miller Chemical Corp. USA) including the control treatment. The research was planned as a randomized block design with 3 replicates and 5 trees in each replicate. The pericarp of the almonds harvested from each tree in August was removed, and almonds were dried in a shady place. The yield was determined by weighing the fruits harvested from the trees in each application on a precision scale after drying, and the results were expressed as kg.

The weight of shelled and kernel of almonds were determined by weighting 40 almond samples taken from each replicate using a 0.001 precision scale (Precisa XB320M), the results were given in grams. The width, height, and thickness of the shelled and kernels of almonds were measured on 40 shelled and kernels of almonds using the Mitutoyo MyCAL Lite (700-113) digital caliper, and the results were given in mm. The samples taken from shelled almonds were weighed on a precision scale (Precisa XB 320M) and then these almonds were broken by hand to determine the kernel weights, and the yield percentage (%) was calculated from the formula "weight of kernel*100 / weight of nut". At harvest, total yield was determined as kilograms per tree. The twin (double) kernel ratio was calculated by dividing the number of double kernels determined in broken almonds by the total number of kernels.

The fatty acid composition was determined by using the lipid extracts after methylation to form fatty acid methyl esters (FAME) according to the IUPAC Method No.: 2.301 (IUPOC, 1990) using a Hewlett Packard 6890N gas chromatograph (Agilent, Palo Alto, CA), equipped with a Supelco SP2380 capillary column (60 m x 0.25 mm i.d., 0.20 µm film thickness; Supelco, Bellefonte, PA) and flame ionization detector (FID). Fatty acid™ 37 Component FAME mix (Supelco, Bellefonte, P A) was used for determination of fatty acid fractions. Helium was used as the carrier gas at flow rate of 1.1 ml/min; the split ratio was 1: 20. An autosampler/injector HP7683 B Series was used, and the injector and detector temperatures were 220°C. The oven temperature was programmed at 165°C for 35 min; temperature was then elevated at 5°C per min to 195°C and held for 15 min.

Independent sample t-test has been performed to determine significant differences between varieties and applications. For the two varieties the test has been run regardless of applications, and for the two applications regardless of varieties. Null hypothesis assumes that there is no differences in means between varieties and / or applications ($H_0: \mu_{\text{Texas}} = \mu_{\text{Nonpareil}}; \mu_{\text{Control}} = \mu_{\text{Seaweed}}$), whereas the alternative hypothesis assumes that they are significantly differing from each other.

RESULTS

The effect of seaweed applications on pomological properties of nut and kernel fruits of almonds

When the fruit quality values of the nut almonds were examined, a difference was found between the treatments applied to the varieties. When seaweed was applied to the 'Texas' variety, the fruit width was measured as 16.60 mm in the seaweed-treated almonds, and 17.81 mm in the 'Texas' control group. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, fruit width was measured as 16.39 mm in the seaweed-treated almonds, and 17.39 mm in the 'Nonpareil' control group. In both varieties, there was a decrease in the fruit width between 5.75-6.79% compared to the control. When seaweed was applied to the 'Texas' variety, the fruit thickness was measured as 14.11 mm in the seaweed-treated almonds and as 14.68 mm in the 'Texas' control group. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, the fruit thickness was measured as 12.16 mm in the seaweed-treated almonds and 12.54 mm in the 'Nonpareil' control group. The variation in fruit thickness in both varieties was limited compared to the control (Table 1).

When seaweed was applied to the 'Texas' variety, 26.54 mm fruit length was measured in the seaweed-treated almonds and 29.97 mm was found in the 'Texas' control group, an 11.45% decrease was observed compared to the control. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, 29.37 mm fruit

length was measured in the seaweed-treated almonds and 32.63 mm in the Nonpareil control group. A 10% reduction in fruit length was found in the 'Nonpareil' variety compared to the control. When the fruit length parameter was examined in both varieties, it was observed that the best group was the control group of the 'Nonpareil' variety and the lowest was observed in 'Texas' seaweed-treated group (Table 1). When seaweed was applied to the 'Texas' variety, the nut weight was measured as 2.56 g in the seaweed-treated almonds and as 3.03 g in the 'Texas' control group. Compared to the control, the kernel weight decreased by 15.50% with the application of seaweed. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, the nut weight was measured as 1.81 g in the seaweed-treated almonds and 2.36 g in the 'Nonpareil' control group. There was a 23.30% decrease in the kernel weight in the 'Nonpareil' variety. When the nut weight parameter was examined in both varieties, it was observed that the 'Texas' control group was the best group, followed by the 'Nonpareil' control and 'Texas' seaweed-treated group (Table 1).

Table 1. The effect of seaweed applications on pomological properties of 'Nonpareil' and 'Texas' varieties of shelled almonds

Çizelge 1. Deniz yosunu uygulamalarının 'Nonpareil' ve 'Texas' kabuklu badem çeşitlerinin pomolojik özelliklerine etkisi

Varieties	Applications	Width	Thickness	Length	Weight
Texas	Control	17.81 [*]	14.68 ^{NS}	29.97 ^{**}	3.03 [*]
	Seaweed	16.60	14.11	26.54	2.56
Nonpareil	Control	17.39 [*]	12.54 ^{NS}	32.63 ^{**}	2.36 ^{**}
	Seaweed	16.39	12.16	29.37	1.81

^{NS, *, **} Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or 0.01, respectively.

The kernel quality characteristics of the control almonds and seaweed-treated almonds are given in Table 2. In terms of kernel width, the applications did not create a difference in both varieties. In the 'Texas' variety, the fruit width was determined as 12.69 mm in the control group and 12.47 mm in the seaweed-treated group. In the 'Nonpareil' variety, it was determined as 11.91 mm in control fruits and 11.82 mm in the seaweed-treated group. When the fruit width parameter was examined in both varieties, it was observed that the best group was the control group, but the difference between the varieties and applications was not significant. When seaweed was applied to the 'Texas' variety, fruit thickness was measured as 8.89 mm in the seaweed-treated almonds and 8.07 mm in the 'Texas' control group. The thickness of almond fruits increased by 9.2% in the seaweed-treated 'Texas' fruits. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, the kernel thickness was measured as 7.78 mm in the seaweed-treated group and 6.90 mm in the control group. In the 'Nonpareil' variety, fruit thickness increased by 11.31% with the application of seaweed. The kernel thickness in both varieties increased after seaweed treatments.

When seaweed was applied to the 'Texas' variety, the kernel length was found as 22.06 mm, while it was 24.26 mm in the control group. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, the kernel length was found to be 22.47 mm in the seaweed-treated almonds and 24.52 mm in the control group. The kernel length decreased by 9.06% in the 'Texas' variety compared to the control and 8.36% in the seaweed-treated 'Nonpareil' variety.

When seaweed was applied to the 'Texas' variety, kernel weight was measured as 1.32 g in the seaweed-treated group and 1.37 g in the 'Texas' control group. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, the fruit weight was measured as 1.20 g in the seaweed-treated almonds and 1.23 g in the 'Nonpareil' control group. There was no change in the kernel weights after the treatments.

Also, in the 'Texas' variety, the twin rate was measured as 20% in the control and seaweed-treated almonds. When seaweed was applied to the Nonpareil variety, the growth rate was measured as 0% in the seaweed-treated almonds and 1.5% in the control group. It was observed that the application of seaweed reduces the twin rate only in the Nonpareil variety.

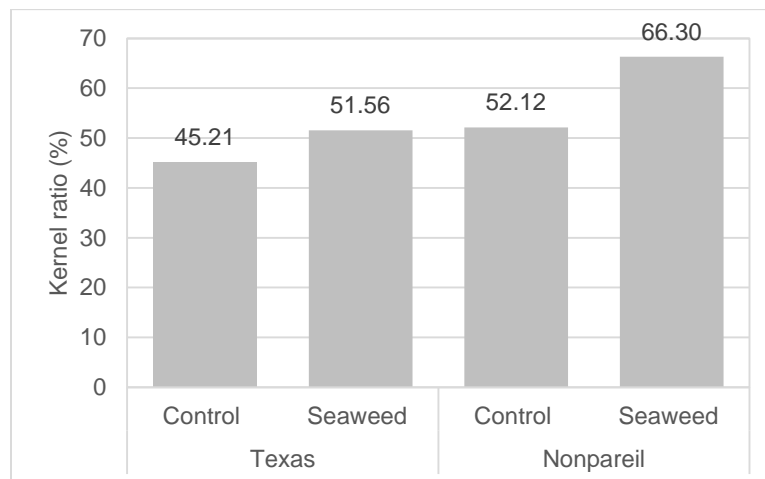
Table 2. The effect of seaweed applications on pomological properties of 'Nonpareil' and 'Texas' varieties of almond kernels**Çizelge 2.** Deniz yosunu uygulamalarının 'Nonpareil' ve 'Texas' çeşitlerinde iç badem pomolojik özelliklerine etkisi

Varieties	Applications	Width	Thickness	Length	Weight
Texas	Control	12.69 ^{NS}	8.07 [*]	24.26 [*]	1.37 ^{NS}
	Seaweed	12.47	8.89	22.06	1.32
Nonpareil	Control	11.91 ^{NS}	6.90 [*]	24.52 [*]	1.23 ^{NS}
	Seaweed	11.82	7.78	22.47	1.20

^{NS, *} Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, respectively.

The effect of seaweed applications on percentage kernel yield in almonds

Seaweed applications increased the percentage kernel yield of almonds. When applying seaweed to the 'Nonpareil' variety. The percentage kernel yield was found to be 66.30% in the seaweed-treated almonds and 52.12% in the control group. In total, an increase of 14% in the percentage kernel yield was achieved with the application of seaweed. When seaweed was applied to the 'Texas' variety, the percentage kernel yield was found to be 51.56% in the seaweed-treated almonds and 45.21% in the control group. There was also a 6% increase in the 'Texas' variety (Figure 1).

**Figure 1.** The effect of seaweed applications on kernel ratio of 'Nonpareil' and 'Texas' varieties**Şekil 1.** Deniz yosunu uygulamalarının 'Nonpareil' ve 'Texas' çeşitlerinde iç randımana etkisi

The effect of seaweed applications on almond yield

When the yield values per tree were examined, a statistically significant difference was determined between the varieties and between the applications (Figure 2). When seaweed was applied to the 'Texas' variety. The yield per tree was measured as 10.00 kg in the seaweed-treated almonds and 8.9 kg in the control group. In other words, it was found that when seaweed was applied to the 'Texas' variety, an increase was achieved in the yield per tree. When seaweed was applied to the 'Nonpareil' variety, 9.9 kg was measured in the seaweed-treated almonds and 8.7 kg in the control group. Thus, it was observed that when seaweed is applied to the 'Nonpareil' variety, it provides an increase in yield per tree. When taking into account both types, the best result was observed in 'Texas' seaweed-treated group, followed by the 'Nonpareil' seaweed-treated group, 'Texas' control group, and 'Nonpareil' control group, respectively (Figure 2).

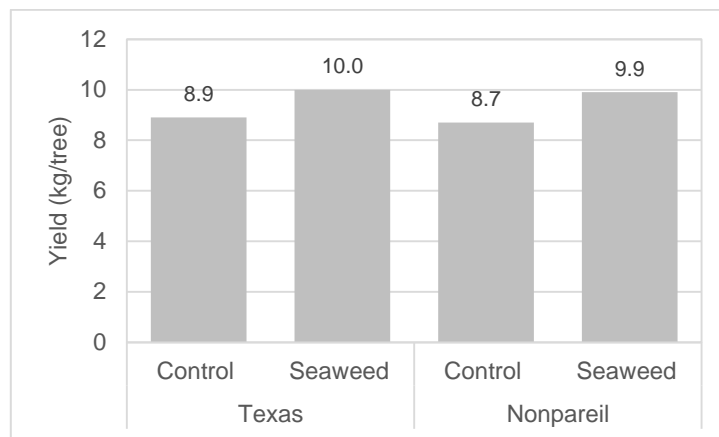


Figure 2. The effect of seaweed applications on yield of 'Nonpareil' and 'Texas' varieties

Şekil 2. Deniz yosunu uygulamalarının 'Nonpareil' ve 'Texas' çeşitlerinde verime etkisi

Effect of seaweed applications on fatty acid content in almonds

When the fatty acid composition was analyzed, it was determined that palmitic acid, which has the highest content of saturated fatty acids, was 6.12-6.63%, followed by stearic acid with 1.28-1.90%. Among the unsaturated fatty acids, oleic acid, which is a monounsaturated fatty acid, was found to be the highest with 67.26-70.93%, followed by linoleic acid, which is a polyunsaturated fatty acid, with 20.28-23.87%. Palmitoleic acid from other unsaturated fatty acids varied between 0.16-0.47%, and Linolenic acid was between 0.11-0.14%. The Oleic/Linoleic acid ratio varied between 2.82-3.49% (Table 3).

Table 3. The effect of seaweed applications on fatty acids of 'Nonpareil' and 'Texas' varieties

Çizelge 3. Deniz yosunu uygulamalarının 'Nonpareil' ve 'Texas' çeşitlerinde yağ asitlerine etkisi

Varieties	Applications	Palmitic acid (C16: 0)	Palmitoleik Acid (C16: 1)	Stearic acid C18: 0)	Oleic acid (C18: 1)	Linoleic acid (C18: 2)	Linolenic acid (C18: 3)	Oleic / Linoleic Ratio
Texas	Control	6.12 ^{NS}	0.16 ^{NS}	1.71 ^{NS}	69.70 ^{NS}	21.75 ^{NS}	0.13 ^{NS}	3.21 ^{NS}
	Seaweed	6.27	0.47	1.61	70.93	20.28	0.14	3.49
Nonpareil	Control	6.24 ^{NS}	0.42 ^{NS}	1.90 ^{NS}	67.26 ^{NS}	23.87 ^{NS}	0.12 ^{NS}	2.82 ^{NS}
	Seaweed	6.63	0.44	1.28	70.26	20.97	0.11	3.35

^{NS}: Nonsignificant.

DISCUSSION

In this study, seaweed applications in almond cultivation were applied on 'Nonpareil' and 'Texas' varieties grafted on GF677 rootstock. The nut weights of seaweed-treated almonds were high in the fruits in the control groups of both varieties, while there was a decrease of 23.30% in the Nonpareil treatment group and a decrease of 15.51% in the Texas treatment group. While the nut weights were higher in the control group, the kernel weights had the same value in the control group and in the seaweed-treated fruits. This shows us that seaweed-treated fruits have higher kernel ratios. And in the 'Nonpareil' variety, this increase was found to be 14% higher, and in the Texas variety, this increase was found to be 6% higher. When fruit sizes were examined, nut lengths of almonds were found to be 10-11.45% higher, fruit width was found to be 5.75-6.79% higher, and fruit thickness was found to be 3.03-3.88% higher in the control group compared to seaweed-treated almonds. But, as for kernel almonds, only the kernel length was found to be 8.36-9.06% higher than in the control group fruits, while there was no change in the fruit

width, it was also determined that the fruit thickness increased by 9.2-11.31%. The yield values increased by 11.18-12.12% per tree depending on the varieties.

Seaweed applications increase fruit set in trees, reduce flower and fruit shedding, as well as provide an increase in yield of up to 30% in fruit trees (Blunden et al., 1992). In studies conducted on pistachios and nuts from hard-shelled fruits, it is reported that the quality characteristics of fruits as well as yield increase with seaweed applications (Ahmadi et al., 2019). It has been found that seaweed applications made 3 weeks after peak blooming also increase the fruit size and fruit weight in cherries, as well as reduce fruit cracking which is a very important quality parameter for cherries (Correia et al., 2017). In a study conducted on olives, the application of seaweed increased the fruit size compared to the control (Dundar, 2019).

The effects of seaweed on yield, development, maturity, and quality values of round seedless grape vineyards were investigated, and it is observed that the dose of seaweed of 2000 mg/kg increases the yield and bunch number of grapes, while reducing grain size (Akman, 1995). Grain size increased in the application of 3000 ppm seaweed in the Cabernet Sauvignon grape variety, while the bunch weight also increased along with it (Koc, 2020). In a study conducted in Clemantine mandarin, there was no change in fruit sizes with the foliar applications of seaweed, while the fruit set ratio and yield per plant increased (Sencopur, 1995). In mandarins, an increase in fruit quality, fruit sizes, and yield was observed by preventing fruit shedding with seaweed application performed at the stage of peak blooming and fruit set (Khan et al., 2022). Seaweed applications were also made on strawberries, and higher yield and size in the fruits were obtained from fertilization programs with seaweed (Atasay & Turemis, 2008). It has been determined that seaweed applications made in the Sweet Charlie strawberry variety increase fruit weight by 20%, yield per plant by 21%, and fruit hardness, which is another important quality parameter, by 13.33% (El-Miniawy et al., 2014). While the fruit set increased by 22.71% in the Gala apple variety with seaweed applications performed 4 times from the peak blooming period to harvest, the average fruit weights also increased by 17% (Basak, 2008). In a seaweed spraying study on pomegranate fruit in February and March, fruit size increased by 12.73%, the number of fruits per tree increased by 9.29%, the average fruit weight increased by 13.43%, and the yield per tree increased by 25.34% (Hussein et al., 2021). With 2% seaweed applications made 4 and 8 weeks after anthesis in palm trees, fruit length increased by 11.93%, fruit diameter by 9.4%, fruit weight by 34.29%, and yield by 44.72% (Omar et al., 2017).

Since all the carbon bonds in saturated fatty acids are saturated with hydrogen, they have a fairly stable structure, and there are no double bonds in their structure. Some saturated fatty acids commonly found in foods are palmitic and stearic acids, which increase the fat content in the blood (Semma, 2002). In this study, the palmitic acid content in the 'Nonpareil' variety was determined as 6.24% in control, 6.63% in the Nonpareil treatment group; Also, in the 'Texas' variety, it was 6.12% in the control and 6.27% in the seaweed-treated fruits in this study. The palmitic acid contents of the fruits obtained in the control and seaweed-treated almonds were found to be similar to each other. Another saturated fatty acid content, stearic acid, differed after the application of seaweed in the "Nonpareil" variety. The stearic acid content of the almonds of the 'Nonpareil' variety, which was treated with seaweed, was found to be 32.63% lower. Reducing the consumption of saturated fats is important for human health in terms of reducing cardiovascular diseases, lowering cholesterol, and preventing weight accumulation (Samur, 2006). In the study, the stearic acid content decreased with seaweed applications in the 'Nonpareil' variety. But there was no difference between the treatments in the Texas variety.

Those with a pair of bonds on the chain of unsaturated fatty acids are monounsaturated, and those with more than one pair of bonds are polyunsaturated fatty acids. Palmitoleic acid, one of the unsaturated fatty acids, ranged from 0.42 to 0.44% in the 'Nonpareil' variety. However, with the application of seaweed, it was determined as 0.16% in the control fruits of the 'Texas' variety and 0.47% in the seaweed-treated fruits. Oleic acid is from monounsaturated fatty acids, while linoleic and linolenic acids are from polyunsaturated

fatty acids. In this study, the amount of oleic acid was found to be 67.50% and 69.70% in Nonpareil and Texas control fruits, respectively; But in the seaweed-treated fruits, it was found to be 70.26% and 70.93%, showing a very slight increase. The amount of linoleic acid was found to be 23.87% and 21.75% in Nonpareil and Texas control fruits, respectively, and 20.97% and 20.28% with seaweed applications, which showed a very slight decrease. There was no difference in the amounts of linolenic acid ranging from 0.11 to 0.14%. Oleic/Linoleic acid ranged from 2.82 to 3.35% in the Nonpareil variety and from 3.20 to 3.49% in the 'Texas' variety. A slight increase was observed with seaweed treatment.

In a study on the Texas variety, oleic, linoleic, palmitic, stearic, palmitoleic, and myristic acid ratio was 69.15%, 20.47%, 7.37%, 2.13%, 0.19%, and 0.03%, respectively (Gulsoy & Balta, 2014). In another study conducted in the Texas variety, the ratio of oleic, linoleic, palmitic, stearic, and oleic/linoleic acid was 74.8%, 15.9%, 5.84%, 2.13%, 4.7%, respectively (Nanos et al., 2002).

There was no significant change in the fatty acid content of almond varieties with seaweed applications. It was reported that there was no change in fatty acids in the seaweed-treated 'Vairo' almond variety, and only linoleic acid amounted to 16.9% and a slight decrease (17.2%) was determined compared to the control (Pascoalino et al., 2021).

The content of fatty acids varies according to the climatic conditions in the region where almonds are grown. In a study conducted in Pozanti-Kamışlı valley and Şanlıurfa-Koruklu regions, the researchers investigated the oil quality in some domestic and foreign almond varieties. It was also reported that the oleic and linoleic acid contents differ between the two regions and this is closely related to climatic conditions (Kafkas et al., 1995).

Fatty acids vary in almonds according to genotypes. The palmitic acid content in almond genotypes selected from the Isparta region was between 6.18 - 8.33%, palmitoleic acid content between 0.33 - 0.91%; stearic acid content between 1.20-2.74%; oleic acid ratio between 64.60-75.47%, and the linoleic acid ratio between 16.05-24.06% (Yildirim et al., 2008). Differences between almond varieties can affect fatty acid content. In a study, different genotypes had the content of oleic acid ranged between from 63.14% to 77.37%, linoleic acid from 15.57% to 28.69%, palmitic acid from 4.68% to 6.48%, stearic acid from 1.45% to 2.56%, linolenic acid from 0.02% to -0.72%, and palmitoleic acid from 0.24 to 0.56%. Also, in the 'Texas' culture variety, oleic acid was 74.59%, linoleic acid 16.60%, palmitic acid 5.77%, stearic acid 2.17%, linolenic acid 0.03%, and palmitoleic acid 0.38%. In the study, which examined the fatty acids of different genotypes together with the 'Texas' variety, there was a high degree of variation between genotypes and culture varieties (Colic et al., 2017).

Oleic/linoleic acid ratio (O/L rate) is employed in detecting the quality of kernels because of its protective effect on lipid oxidation and high oleic acid percentage to enhance the resistance of almond kernels to oxidation during processing, storage, and transport (Zacheo et al., 2000). In this study, the oleic/linoleic acid ratio increased by 15.82% with seaweed applications in the "Nonpareil" variety and by 8.30% in the "Texas" variety.

According to Kodad et al. (2014), almond oil content and composition are primarily determined by genotype, but also by environmental factors. Different regions, different ecological conditions, different growing conditions, and different genetic characteristics are reported to affect the fat content in almonds (Kafkas et al., 1995, Yildirim et al., 2008; Zhu et al., 2015; Colic et al., 2017).

CONCLUSION

The seaweed-treated nut weights were found to be less than that of the the control. However, the kernel ratio was increased with the application of seaweed. This suggests that the application of seaweed promotes cell growth, thereby increasing the kernel ratio. The growth of fruit in almond fruits was positively

affected by seaweed treatments. The thickness of the kernels increased with seaweed treatments. The yield per tree is very important for producers. This application was found to increase the yield per tree.

Differences in variety and environmental conditions affect the composition of almond fatty acids. In this study, there was a decrease in stearic acid from saturated fatty acids in only the seaweed-treated 'Nonpareil' variety, and although the 'Texas' variety was grown in the same ecological and environmental conditions, there was no change. The oleic/linoleic acid ratio, which is a quality criterion in almonds, increased by 15.82% in the 'Nonpareil' variety and by 8.30% in the 'Texas' variety with seaweed treatments. In this study, seaweed treatments did not cause a significant change in the composition of fatty acids of varieties.

When all these results were examined, it was determined that seaweed treatment, which was carried out in the form of foliar spraying at 4000 ppm when foliation begins 10 days after peak blooming, increases the kernel ratio and yield in almonds. In commercial cultivation, foliar seaweed treatments contribute positively to almond cultivation and are recommended to be applied.

REFERENCES

- Ahmadi, S.T., B. Abedy & S.F. Saberli, 2019. Effect of foliar spray with a fertilizer containing amino acids and seaweed extract on quality and yield components of Ahmad Aghaei pistachio. *Pomology Research Scientific Journal*, 4 (2): 95-106.
- Akman, I., 1995. Studies on the Effects of Some Growth Regulators on Round Seedless Vineyards and American Vine Cuttings. E.U. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, (Unpublished) PhD Thesis, Bornova, İzmir, 52 pp.
- Atasay, A. & N. Turemiş, 2008. A study on the applicability of organic strawberry cultivation in Egirdir conditions. *Cukurova University Journal of Natural and Applied Sciences*, 18 (3): 72-81.
- Aune, D., N. Keum, E. Giovannucci, L.T. Fadnes, P. Boffetta & D.C. Greenwood, 2016. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMC Medicine*, 14 (1): 1-14.
- Barreca, D., S.M. Nabavi, A. Sureda, M. Rasekhan, R. Raciti & A.S. Silva, 2020. Almonds (*Prunus Dulcis* Mill. D. A. Webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *Nutrients*, 12 (3): 672 (1-22).
- Battacharyya, D., M.Z. Babgohari, P. Rathor & B. Prithivraj, 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196:39-48.
- Basak, A., 2008. Effect of preharvest treatment with seaweed Products, Kelpak® and Goëmar BM 86®, on fruit quality in apple. *International Journal of Fruit Science*, 8 (1-2): 1-14.
- Blunden, G., C. Whapham & T. Jenkyns, 1992. Seaweed Extracts in Agriculture and Horticulture: Their Origins, Uses and Modes of Action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University of Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire P01, U.K., 202 pp
- Colavita, G.M., N. Spera, V. Blackhall & G.M. Sepulveda, 2014. Effect of seaweed extract on pear fruit quality and yield. XI International Pear Symposium, *Acta Horticulturae*, 9092: 601-607.
- Colic, D.S., M.M.F. Asic., K.B. Lazarevic., G.N. Zec, U.M. Gasi, D.C.D. Zagorac & M.M. Natic, 2017. Fatty acid and phenolic profiles of almond grown in Serbia. *Food Chemistry*, 234: 455-463
- Correia, S., Schouten, R., A.P. Silva & B. Gonçalves, 2017. Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in Plant Science* 8: 2166.
- Dede, OH., G. Dede & S. Ozdemir, 2011. Water retention effect of seaweed. *Sakarya University Journal of Science*, 15 (1): 30-35.
- Dundar, A., 2019. The Effect of Different Soil Improvers on Tree Growth and Fruit Yield and Quality in Organic Olive Cultivation. Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, (Unpublished) Master Thesis, Aydin, 63 pp.
- EI-Miniawy, S.M., M.E. Ragab, S.M. Youssef & A.A Metwally, 2014. Influence of foliar spraying of seaweed extract on growth, yield and quality of strawberry plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 10 (2): 88-94.

- Gite, S.S., J.A. Jadhav, G.A. Zalte & B.R. Saudagar, 2013. A review on oils used in herbal cosmetics research. *J. Topical and Cosmetic Sciences*, 4 (2): 61-64.
- Gulsoy, E. & F. Balta, 2014. Selected from Yenipazar, Bozdogan and Karacasu districts of Aydin province of almond (*Prunus amygdalus* Batch) genotypes, determination of fatty and fatty acid compositions. *Journal of Iğdir University Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 4 (1): 9-14.
- Hussein, S.A., A.M. Noori, M.A. Lateef & C.R. Ismael, 2021. Effect of foliar spray of seaweed (Alga300) and licorice extracts on growth, yield and fruit quality of pomegranate trees *Punica granatum* L. cv. Salimi. *Earth Environ. Sciences*, 761 (1): 1-5.
- Kafkas, S., I.T. Agar., N. Kaska & Y. Tatar, 1995. Pozanti-Kamisli valley and some domestic and foreign adaptation studies were carried out in Sanliurfa-Koruklu lipid content of almond (*Amygdalus communis* L.) cultivars studies on their characterization. *Turkey II. Garden Plants Congress*, 1: 398-402.
- Kaya A., 2007. Effects of Different Organic Fertilizer Applications on Tree and Fruit Characteristics of Giant Plum Varieties. *Gaziosmanpasa University Institute of Science and Technology, Department of Horticulture, (Unpublished) Master Thesis, Tokat*, 101 pp.
- Khan, A.S., M. Munir, T. Shaheen, T. Tassarar, M.A. Rafiq, S. Ali, R. Anwar, R.N.U. Rehman, M.U. Hasan & A.U. Malik, 2022. Supplemental foliar applied mixture of amino acids and seaweed extract improved vegetative growth, yield and quality of citrus fruit. *Scientia Horticulturae*, 296: 10903.
- Koc, M., 2020. The effects of Foliar Seaweed Applied at Different Times and Doses on the Phytochemical Properties of Cabernet Sauvignon Grape Varieties. *Tekirdag Namik Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, (Unpublished) Master Thesis, Tekirdağ*, 62 pp.
- Kodad, O., G. Estopanán, T. Juan, J.M., Alonso, M.T. Espia & R.S.I. Socias, 2014. Oil content, fatty acid composition and tocopherol concentration in the Spanish Almond Genebank Collection. *Scientia Horticulturae*, 177: 99-107.
- Kodad, O., M.S. Gracia Gomez, I. Socias & R. Company, 2004. Fatty acid composition as evaluation criterion for kernel quality in almond breeding. *Acta Horticulturae*, 663: 301-304.
- Nanos. G.D., J. Kazantzis, P. Kefalas, C. Petrakis & G.G. Stavroulakis, 2002. Irrigation and harvest time affect almond kernel quality and composition. *Scientia Horticulturae*, 96: 249-256.
- Okur, N., H.H. Kayikcioglu., G. Tunc & Y. Tuzel, 2007 The effect of some organic amendments using in organic agriculture on microbial activity in soil. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 44 (2): 65-80.
- Omar, A.E.D.K., M.A. Ahmed & A.M. Al-Saif, 2017. Influences of seaweed extract and potassium nitrate foliar application on yield and fruit quality of date palms (*Phoenix dactylifera* L. cv. Sukary). *Advances in Agricultural Science*, 5 (3): 16-22.
- Pascoalino, L.A., F.S. Reis, L. Barros, M.A. Rodrigues, C.M. Correia. L.A. Vieira. I.C.F.R. Ferreira & J.C.M. Barreira, 2021. Effect of plant biostimulants on nutritional and chemical profiles of almond and hazelnut. *Applied Science*, 11 (17): 7778.
- Samur, G., 2006. *Nutrition in Cardiovascular Diseases*. ISBN: 975-590-181-7, Sinem Printing Press, Ankara, 20 pp.
- Semma, M., 2002. Trans fatty acids: Properties, benefits and risks. *Journal of Health Science*, 48 (1): 7-13.
- Sencopur, A., 1995. Effects of GA₃ Foliar Fertilizer Liquid and Powder Seaweed Extract Applications on Yield and Quality in Clementine Mandarin. *Akdeniz University Graduate School of Natural and Applied Sciences, (Unpublished) Master Thesis, Antalya*, 69 pp.
- Strik, W. A., M. S. Novak & J. Van Staden, 2003. Cytokinins in macroalgae. *Plant Growth Regulation*, 41: 13-24.
- TRADEMAP, 2020. Trade Statistics for International Business Development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import&export values, volumes, growth rates, market shares, etc. (Web page: <https://www.trademap.org/Index.aspx>) (Date accessed: June, 2022).
- Yildirim, F.A., A.N. Yildirim, F. Koyuncu & E. Tekintas, 2008. Almond (*Prunus amygdalus* Batsch.) selected in the Isparta region. Some Chemical Properties of Genotypes and Compositions of Fatty Acids¹. *Adnan Menderes University Journal of Faculty of Agriculture*, 5 (1): 19-25.
- Zacheo, G., M.S. Cappello, A. Gallo, A. Santino & A.R. Cappello, 2000. Changes associated with post-harvest ageing in almond seeds. *LWT Food Science and Technology*, 33 (6): 415-423.
- Zhu, Y., K.L. Wilkinson & M.G. Wirthensohn, 2015. Lipophilic antioxidant content of almonds (*Prunus dulcis*). A regional and varietal study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39: 120-127.
- Zodape, S. T., Mukhopadhyay, S., Eswaran, K., M.P. Reddy & J. Chikara, 2010. Enhanced yield and nutritional quality in greengram (*Phaseolus radiata*) treated with seaweed (*Kappapyucus alvarezii*) extract. *Journal of Industrial Research*, 70: 215-219.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):601-609
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1195901>

Kağan TELLİ¹ 

Sibel SOYCAN ÖNEÇ^{1*} 

¹ Tekirdağ Namık Kemal University,
Agricultural Faculty, Department of Animal
Science, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ,
Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
ssonenc@nku.edu.tr

Effects of sour yogurt addition to corn silage on silage fermentation, aerobic stability, and *in vitro* digestibility

Mısır silajına ekşi yoğurt ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi

* This article has been summarized from the first author's master thesis. This article was supported by the Unit of Scientific Research Projects, Tekirdağ Namık Kemal University as project number NKUBAP.03.YL.21.305.

Received (Alınış): 30.10.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 26.11.2022

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the effects of sour yogurt addition on fermentation, aerobic stability, and *in vitro* digestibility of corn silages.

Materials and Methods: The research material consisted of harvested corn in October and sour yogurt. The experimental groups included the control without yogurt added, 10 g sour yogurt (Y10), 20 g sour yogurt (Y20), 30 g sour yogurt (Y30), 40 g sour yogurt (Y40), and 50 g sour yogurt. The sour yogurt was added to 1 kg of fresh corn.

Results: It was found that the amount of crude protein (CP) increased with the addition of yogurt ($p<0.01$). Water soluble carbohydrate (WSC) contents increased in the groups to which yogurt was added at a high level ($p>0.01$). In the study, the highest lactic acid (LA) content was determined as 69.44 and 69.48 g/kg dry matter (DM) in the Y40 and Y50 groups, while the lowest was determined as 64.64 g/kg DM in the control group ($p<0.01$). As the amount of yogurt added to corn increased (except Y50), the amount of ammonia nitrogen decreased ($p<0.01$). The addition of sour yogurt increased the amount of enzyme-soluble organic matter, *in vitro* organic matter digestibility, and metabolic energy (ME) contents of corn silages ($p<0.01$).

Conclusion: From the study conducted, it was concluded that the addition of sour yogurt to corn at the level of 20 and 30 g/kg had a positive effect on the chemical and microbiological properties of silages.

ÖZ

Amaç: Bu araştırma, ekşi yoğurt ilavesinin mısır silajlarının fermantasyonu, aerobik stabilitesi ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırma materyalini ekim ayında biçilmiş mısır ve ekşi yoğurt oluşturmuştur. Deneme gruplarını; yoğurt ilave edilmeyen kontrol, 10 g ekşi yoğurt (Y10), 20 g ekşi yoğurt (Y20), 30 g ekşi yoğurt (Y30), 40 g ekşi yoğurt (Y40) ve 50 g ekşi yoğurt (Y50) oluşturmuştur. Ekşi yoğurt 1 kg taze mısıra ilave edilmiştir.

Araştırma Bulguları: Yapılan çalışmada, yoğurt ilavesiyle ham protein miktarında artma olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Suda çözülebilir karbonhidrat içerikleri ise yoğurdun yüksek düzeyde ilave edildiği gruplarda artmıştır ($p>0.01$). Araştırmada, en yüksek laktik asit içeriği Y40 ve Y50 gruplarında, 69,44 ve 69,48 g/kg kuru madde olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 64,64 g/kg kuru madde olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Mısıra ilave edilen yoğurt oranı arttıkça (Y50 hariç) amonyak azotu miktarı düşmüştür ($p<0.01$). Ekşi yoğurt ilavesi, mısır silajlarının enzimde çözünen organik madde miktarı, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji içeriklerini arttırmıştır ($P<0.01$).

Sonuç: Sonuç olarak, ekşi yoğurdun 20 ve 30 g/kg düzeyinde mısıra ilavesi, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Keywords: Corn, fermentation, silage, sour yogurt

Anahtar sözcükler: Mısır, fermantasyon kalitesi, silaj, ekşi yoğurt

INTRODUCTION

Corn is the most commonly used forage crop in silage production in our country because the WSC content is high, the buffer capacity is low, and the DM content is proportionally high. The quality of the silages obtained by harvesting the corn during the dough stage, which contains 28-42% DM, is high. However, if it is harvested early or late, the fermentation efficiency decreases (Filya, 2001a). It becomes necessary to add additives to the silage material with low fermentation efficiency.

Many chemical and biological additives have been developed for use in silage fermentation. Some additives positively affect silage fermentation, while others stabilize it aerobically. Apart from these, some additives increase the evaluation level of silages by animals by showing a probiotic effect (Kurtoğlu, 2011). In recent years, lactic acid bacteria (LAB) inoculants have been used more widely than chemical additives due to their effectiveness in guaranteeing silage fermentation and their biological origin. During silage fermentation, homofermentative LAB dominance ensures the effective use of WSC in the silage material. It increases the possibility of producing well-fermented silage even when the amount of WSC in the material is critical. However, due to its low effect on aerobic stability, the use of heterofermentative LAB has also started to become widespread (Filya, 2001b).

Yogurt is a fermented dairy product that contains live yogurt cultures formed by the lactic acid fermentation of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* bacteria (Anonymous, 2005; Anonymous, 2006). A study determined that the DM amount of yogurts obtained with yogurt bacteria isolated from yogurts in Iskenderun varied between 14.50-17.64%, protein amount varied between 3.56-4.39%, and fat amount varied between 2.40-3.35%. In addition, the number of *S. thermophilus* was 8.79-9.32 log cfu/ml, and the number of *L. bulgaricus* was 8.3-9.38 log cfu/ml at the beginning of storage. It is reported that on the 21st day of storage, the number of *S. Thermophilus* varies between 8.28-9.09 log cfu/g, and the number of *L. bulgaricus* varies between 7.06-8.51 log cfu/g (Çelik, 2007). It has been reported that the rate of *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* is high in the microbial population of sour yogurt (Tharmaraj & Shah, 2003).

Yogurt is a functional food that is loved and consumed in Türkiye. For this reason, sour yogurts are very common in homes, farms, and markets. In Tekirdağ, it was determined that yogurts that turn sour before their shelf life expires due to their sour taste are separated to be thrown away after about three months of observation. In today's world, where recycling is at the forefront, it is necessary to create alternative uses for yogurts whose shelf life has expired due to their sour taste. Studies have reported that sour yogurts contain active homofermentative LAB (Çelik, 2007). This situation led to the idea that sour yogurts have the potential to be used as a natural alternative to bacterial inoculants, which are commonly used in silage production, and that scientific data can be created by researching the subject.

A limited number of studies on the subject (Kiani et al., 2012) were found in the literature search. Kiani et al. (2012) examined the fermentation course of corn by adding 5% sour yogurt on a dry matter basis. It was reported that sour yogurt significantly decreased corn silage's pH, ash content, and ammonia nitrogen (NH₃-N) values, while Flieg score and crude protein increased. Researchers also stated that the effects of sour yogurt addition on corn silage quality should be investigated together with detailed chemical properties and animal production.

The objective of this study was to determine the effects of adding sour yogurt as a natural source of LAB to corn harvested in October on silage fermentation quality, aerobic stability, and *in vitro* digestibility.

MATERIAL and METHODS

Experimental design and ensiling process

The second product corn (Pioneer 32K61) was cut in the dough stage in October and chopped to 1.5-2 cm. Since the taste of yogurt is sour, it has been paid attention that consumers do not prefer it, and its expiration date is approaching. The fresh corn (FC) contained 23.70% DM, 6.2% CA of DM, 7.8% CP of DM, 117.9 g/kg DM of WSC, 280.1 mEq NaOH kg/DM of buffer capacity (Bc), 2.07 log cfu/g of

Lactobacilli, 2.0 log cfu/g of *Lactococci*, 1.91 log cfu/g of yeast, and 1.93 cfu /g of enterobacter and no mold, with a pH of 5.6. Sour yogurt (natural) had 12.99% DM, 0.97% CA, 5.48% CP, 90.29 g/kg DM of WSC, 115.95 g/kg DM of LA, 3.5 of pH, 4.54 log cfu/g of *Lactobacilli*, 2.0 log cfu/g of *Lactococci*, and 5.0 log cfu/g of yeast, with no mold before ensiling. Experimental groups included the control without yogurt added, 10 g sour yogurt (Y10), 20 g sour yogurt (Y20), 30 g sour yogurt (Y30), 40 g sour yogurt (Y40), and 50 g sour yogurt. The additives were added to 1 kg of fresh corn. The silage was made in a laboratory-scale fermentation system: Approximately 500 g of corn was weighed, and after the corn was placed in oxygen barrier polyethylene bags, it was vacuumed (CAS CVP-260PD) for 25 seconds at a vacuum level of 0.1 mPa (Tan & Büyüktosun, 2016). A total of 24 packages, 4 for each group, were left to ferment for 60 days under laboratory conditions (10-20 °C).

Physical and chemical analysis

Three different observers scored the silages on the day they were opened (60th day) in terms of color, odor, and structure (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft: DLG, Kılıç, 1986). Evaluation according to DLG, 16-20: excellent; 10-15: moderate; 5-9: medium; 0-4: poore. The pH of the silages was determined with a digital pH meter, the buffer capacity according to Playne & McDonald (1966), and LA by the spectrophotometric method (Barker & Summerson, 1941). Silage volatile fatty acids (acetic, butyric, propionic acid) and ethanol were determined by gas chromatography (Agilent Technologies 6890N gas chromatography, Stabilwax-DA, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 um df. Max. Temp: 260°C. Cat. 11023) RL volatile fatty acids and ethanol (Wiedmeier et al., 1987). Ammonia nitrogen and WSC contents were determined according to Anonymous (1986). A neight-day aerobic stability test was carried out on samples developed by Ashbell et al. (1991). Flieg score was calculated from the dry matter and pH values of silages according to the formula below (Kılıç, 1986).

$$\text{Flieg score} = 220 + (2 \times \% \text{ DM} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

According to this index, silage was considered “poor” when it had a score of <20; to be “low” with a score between 21 and 40; to be “medium” with a score between 41 and 60; to be “good” quality with a score between 61 and 80; and to be “excellent” when it had a score between 81 and 100 (Kılıç, 1986).

Microbial populations

Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), *Lactobacilli*, *Lactococci*, yeast, and mold analyzes were determined by the method developed by Seale et al. (1986). MRS agar (de Man Rogosa & Sharpe agar, Merck, Darmstadt, Germany) was used to detect *lactobacilli*. *Lactococci* were determined on M17 agar (Merck) (Meeske et al., 2002). In the enumeration of the yeast, malt extract agar and for enterobacter, violet red bile agar were used. The plates were incubated for three days at 30°C. The TMAB, *Lactobacilli*, *Lactococci*, mold, and yeast numbers of the silages were converted into logarithmic colony form units (cfu/g).

Nutrient analysis and *in vitro* digestibility

Dry matter, crude ash (CA) and organic matter (OM) contents of starting corn and silages were determined according to the weende analysis method (Karabulut & Canbolat, 2005). The crude protein (CP) content of feed samples was determined according to the methods of AOAC (1990). Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), and acid detergent insoluble lignin (ADL) contents were determined according to the methods reported by Van Soest et al. (1991). Pepsin-cellulase digestibility was determined according to a modification method of De Boever et al. (1986). In the technique (VDLUFA,1997), pre-treatment with the pepsin-hydrochloric acid solution followed an incubation in water at 80°C for 45 minutes before the treatment by cellulase (Onozuka R-10 from *Trichoderma viride*, Merck). The solubility of the organic matter in cellulase (ELOS), the cellulase digestibility of the organic matter (DOM), and the insoluble organic matter in cellulase (EULOS) were derived as follows:

$$\text{ELOS (\%)} = \text{DM} - \text{CA} - \text{G}$$

G (%) = Loss upon ashing

$$\text{DOM (\%)} = (\text{ELOS} \times 10^2 / 100 - \text{CA \%})$$

$$\text{EULOS (g/kg)} = 1000 - \text{CA(g/kg DM)} - (\text{ELOS \%} \times 10)$$

The following equation reported by Weissbach et al. (1996) was used to determine the ME contents.

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 13.98 - 0.0147 \times \text{CA} - 0.0102 \times \text{EULOS} - 0.00000254 \times \text{EULOS}^2 + 0.00234 \times \text{RP}$$

CA, EULOS, RP with g/kg DM.

Statistical analyses

The statistical analyses were performed using SPSS software v.18 suite (SPSS, 2009). The effects of different treatments were evaluated using a one-way analysis of variance with Duncan's multiple-range tests. The statistically significant difference was chosen to be $p < 0.01$ (Efe et al., 2000).

RESULTS and DISCUSSION

The physical evaluation results of the silages opened on the 60th day of ensiling are tabulated in Table 1. According to the evaluation, the addition of yogurt to the corn silage had a positive effect on the odor. It did not show any negative effect on the structure and affected the color positively. Especially in the Y20 and Y30 groups, the smell is more pleasant, the color is more vivid and green, and the structure of the leaf-grain integrity has remained as fresh as the first day. When the Flieg scores of this study were compared with Kiani et al. (2012)'s study, it was determined that the higher scores were obtained. The control group's flieg point was higher than the results of Kavut & Soya (2012).

Table 1. Physical evaluation of silages and Flieg scores (n=4)

Çizelge 1. Silajların fiziksel değerlendirilmesi ve Flieg puanları (n=4)

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	p-Value
Smell	8.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	-	-
Structure	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	-	-
Colours	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-
DLG point	14	20	20	20	20	20	-	-
Quality	Moderate	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	-	-
Flieg score	116.12	117.48	122.49	121.32	118.31	118.21	0.84	0.213
Quality	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	-	-

CON: Control no additives, SY10:10 g sour yogurt, SY20:20g sour yogurt, SY30:30 g sour yogurt, SY40:40 g sour yogurt, SY50:50 g sour yogurt. SEM: Standard error of mean. ^{a-d}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p < 0.01$). According to Flieg score, silage was considered "poor" when it had a score of <20; to be "low" with a score between 21 and 40; to be "medium" with a score between 41 and 60; to be "good" quality with a score between 61 and 80; and to be "excellent" when it had a score between 81 and 100.

When the nutrients and cell wall contents of the corn silages were examined (Table 2), it was found that the amount of OM decreased in the experimental groups compared to the control ($p < 0.01$), while the crude ash contents increased. It was determined that the CA content increased with increasing the level of yogurt added to corn. This is because yogurt is rich in mineral substances. However, Kiani et al. (2012) determined a decrease in CA content in the yogurt-added group. This may be due to the usage rate.

Table 2. Chemical compositions of the corn silages (% in DM)**Çizelge 2.** Mısır silajlarının kimyasal kompozisyonu (% KM)

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	p-Value
OM	93.93 ^a	93.05 ^c	93.66 ^b	93.59 ^b	93.54 ^b	93.43 ^b	0.07	<0.001
CP	6.67 ^d	6.70 ^d	6.85 ^{cd}	7.09 ^c	7.57 ^b	7.88 ^a	0.11	<0.001
CA	6.07 ^c	6.95 ^a	6.34 ^b	6.41 ^b	6.46 ^b	6.57 ^b	0.07	<0.001
NDF	59.20 ^a	58.38 ^b	57.43 ^c	54.85 ^d	50.90 ^e	51.11 ^e	0.81	<0.001
ADF	28.86 ^a	28.26 ^b	27.61 ^c	25.84 ^d	25.23 ^e	25.05 ^e	0.37	<0.001
ADL	2.97 ^a	2.53 ^b	2.24 ^b	2.15 ^{bc}	1.71 ^d	1.76 ^{cd}	0.11	<0.001
Hemicellulose	30.34 ^d	30.11 ^a	29.82 ^a	29.02 ^b	25.67 ^c	26.05 ^c	0.47	<0.001
Cellulose	25.90 ^a	25.73 ^{ab}	25.37 ^b	23.69 ^c	23.52 ^c	23.29 ^c	0.27	<0.001

CON: Control no additives, SY10: 10 g sour yogurt, SY20: 20g sour yogurt, SY30: 30 g sour yogurt, SY40: 40 g sour yogurt, SY50: 50 g sour yogurt, OM: Organic matter, CP: Crude protein, CA: Crude ash, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, ADL: Acid detergent lignin. SEM: Standard error of mean. ^{a-e}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p < 0.01$).

In the study, CP increased with the addition of yogurt ($p < 0.01$). This was due to the high CP content of yogurt. Kiani et al. (2012) reported that the addition of 5% sour yogurt caused an increase in the amount of CP and a decrease in $\text{NH}_3\text{-N}$ in corn silages. In the study, sour yogurt increased CP amounts similar to that of Kiani et al. (2012). Despite the increased amount of yogurt in corn silages, $\text{NH}_3\text{-N}$ decreased similarly to that of Kiani et al. (2012). The increase in CP and decrease in $\text{NH}_3\text{-N}$ with the addition of sour yogurt to corn silages may be due to the yogurt's slowing of proteolysis despite the increasing proportion of yogurt. However, the low CP amounts of corn silages were also increased. Also, when large amounts of proteolysis occur in silages, additional protein sources are required even if the total CP of the ratio appears sufficient to achieve optimum milk production. Therefore, proteolysis in silage-making can significantly affect the cost of milk production (Muck, 1988). The NDF, ADF and ADL contents of the corn silages were highest in DM in the control group as 59.20%, 28.86%, 2.97%, respectively, while the lowest were Y40 (50.95%, 25.23%, 1.71%) and Y50 (51.11%, 25.05%, 1.76) groups ($p < 0.01$). Marbun et al. (2020) reported that different LAB inoculants did not significantly affect NDF and ADF in corn silages. There was a decrease in NDF, ADF, and ADL due to the absence of cell walls among the nutritional components of sour yogurt.

Table 3. Fermentation quality of corn silages**Çizelge 3.** Mısır silajlarının fermantasyon kalitesi

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	p-Value
DM, %	22.22 ^b	22.91 ^a	23.41 ^a	22.83 ^a	21.99 ^b	21.94 ^b	0.13	<0.001
pH	3.33	3.33	3.23	3.23	3.27	3.27	0.02	0.493
WSC, g/kg DM	11.23 ^c	10.26 ^{de}	10.03 ^e	10.44 ^d	11.89 ^b	13.36 ^a	0.28	<0.001
LA, g/kg DM	64.64 ^d	66.52 ^c	66.52 ^c	68.36 ^b	69.44 ^a	69.48 ^a	0.43	<0.001
AA, g/kg DM	31.84 ^a	31.13 ^a	28.50 ^b	27.54 ^c	25.67 ^d	23.63 ^e	0.70	<0.001
BA, g/kg DM	1.66 ^a	1.58 ^a	1.44 ^b	1.34 ^c	1.26 ^c	1.15 ^d	0.04	<0.001
PA, g/kg DM	2.12 ^e	2.27 ^d	2.36 ^c	2.44 ^b	2.59 ^a	2.57 ^a	0.04	<0.001
Ethanol, g/kg DM	2.10 ^d	2.22 ^c	2.36 ^b	2.49 ^a	2.55 ^a	2.50 ^a	0.04	<0.001
LA/AA	2.03 ^f	2.14 ^e	2.33 ^d	2.48 ^c	2.71 ^b	2.94 ^a	0.08	<0.001
$\text{NH}_3\text{-N}$, g/kg TN	127.98 ^a	122.03 ^b	114.96 ^c	111.77 ^d	112.57 ^d	116.22 ^c	1.39	<0.001
DM loss, %	1.64	1.37	1.33	1.36	1.44	1.46	0.06	0.814

CON: Control no additives, SY10: 10 g sour yogurt, SY20: 20g sour yogurt, SY30: 30 g sour yogurt, SY40: 40 g sour yogurt, SY50: 50 g sour yogurt, DM: Dry matter, WSC: Water-soluble carbohydrates, LA: Lactic acid, AA: Acetic acid, BA: Butyric acid, PA: Propionic acid, LA/AA: The ratio of lactic acid and acetic acid, $\text{NH}_3\text{-N}$: Ammonia nitrogen, TN: Total nitrogen, DM loss: Dry matter loss, SEM: Standard error of the mean. ^{a-f}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p < 0.01$).

The fermentation quality components of corn silages are given in Table 3. While the DM of fresh corn, which is the starting material of the research, was found to be 23.70%, it was found to be between

21.95%-23.41% at the end of the 60-day fermentation. It was found that sour yogurt increased DM when added at a low level, while DM was similar to control in Y40 and Y50 groups. This may be due to the 12.99% DM content of yogurt. Indeed, Kiani et al. (2012) reported that sour yogurt did not affect the DM contents of corn silage. In a study, it was reported that LAB inoculants did not have a significant effect on DM content (Sucu, 2009). The study determined that pH values were not affected by the addition of yogurt ($p>0.01$). Since corn is in the group of easily ensiled forages, it contains 117.9 g/kg DM WSC in the starting material. The WSC level of the starting material corn is sufficient for good fermentation development (Kurtoğlu, 2011), and it is expected no difference in pH between the groups.

The WSC contents increased in the groups to which yogurt was added at a high level (Table 3). In the study, the highest LA content was determined as 69.44 and 69.48 g/kg DM in the Y40 and Y50 groups, while the lowest was determined as 64.64 g/kg DM in the control group ($p<0.01$). In making ensiled forage, there must be LAB in order not to spoil the silage and sufficient WSC in order for them to produce lactic acid (Filya, 2000). In the study, the addition of yogurt showed an encouraging effect on the development of *Lactobacilli* numbers (Table 4); while the numbers of *Lactobacilli* increased, the yeast numbers in the control and yogurt groups also increased. It has been reported that carbohydrate sources in silage media activate the growth of some anaerobic bacteria, primarily lactic acid bacteria (Bolsen et al., 1996). The increase in *Lactobacilli* and yeast numbers was due to the addition of yogurt with a high WSC content. The WSC content of sour yogurt was determined as 90.29 g/kg DM, and the LA amount was determined as 115.95 g/kg DM. The highest ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) was 127.98 g/kg TN in the control group, while the lowest was 111.77 g/kg TN in the Y30 group ($p<0.01$). As the amount of yogurt added to corn increased, the amount of ammonia nitrogen decreased, but the increase in the level caused an increase in the losses in the form of $\text{NH}_3\text{-N}$ in direct proportion to the increase in the protein content of the Y50 group ($p<0.01$). This result was due to the high CP level of yogurt.

Table 4. Microbiological analysis results of corn silages, log₁₀ cfu/g

Çizelge 4. Mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log₁₀ cfu/g

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	p-Value
<i>Lactobacilli</i>	4.13 ^c	4.42 ^{bc}	5.63 ^a	5.80 ^a	4.61 ^{bc}	4.66 ^b	0.15	<0.001
<i>Lactococci</i>	2.34	2.46	2.78	2.70	2.67	2.76	0.05	0.019
TMAB	4.19	4.21	4.24	4.16	4.53	4.48	0.04	0.003
Yeast	4.27 ^{ab}	4.38 ^a	4.36 ^a	4.03 ^b	4.26 ^{ab}	4.26 ^{ab}	0.03	<0.001
Mould	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
Enterobacter	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-

CON: Control no additives, SY10: 10 g sour yogurt, SY20: 20g sour yogurt, SY30: 30 g sour yogurt, SY40: 40 g sour yogurt, SY50: 50 g sour yogurt, TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria, ND: Not detected, SEM: standard error of the mean. ^{a-c}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p<0.01$).

Microbiological analysis results are given in Table 4. The addition of sour yogurt increased *Lactobacilli* numbers of corn silages, did not affect *Lactococci*, TMAB numbers, and caused a significant ($p<0.01$) decrease in yeast numbers. Mold and enterobacter were not detected in all silages. In studies with homofermentative LAB inoculants, it has been reported that *Lactobacilli* numbers in corn silages generally increase (Muck, 1993; Filya, 2001), their effects on yeast and mold numbers vary and decrease (Filya, 2002a), do not affect (Filya, 2002a, b) or increase (Weinberg, et al., 1993; Kleinschmit et al., 2005). In the study, yeast numbers increased in Y10 and Y20 groups compared to the control, as in Weinberg et al. (1993) and Kleinschmit et al. (2005), but did not affect the Y30, Y40, and Y50 groups, as in Filya (2002a,b). The high yeast numbers in silages were due to the high yeast numbers of corn (1.91 cfu/g) and sour yogurt (5.0 cfu/g), which are the starting materials. Filya (2003) reported *Lactobacilli*, yeast, and mold numbers of fresh corn as 3.86, 4.06, and 2.58 cfu/g, respectively. Despite the low pH of the silages, the high yeast numbers can be explained by the fact that the yeasts are very resistant to extreme environmental conditions (Kurtoğlu, 2011).

The results of the aerobic stability test applied to the silages for eight days are presented in Table 5. The addition of yogurt decreased the amount of DM on the 4th and 8th days of aerobic stability compared to the control and positively affected the pH values ($p<0.01$). The TMAB numbers increased relative to the control group in the aerobic period, encouraging yeast numbers' development. Yeast numbers of the control and yogurt groups were found above the critical level (5 cfu/g) in the aerobic period. Mold growth did not occur on the 4th day of the aerobic period and anaerobic period. On the 4th day of the aerobic period, no significant difference could be determined between the groups in DM and pH, while on the 8th day, the pH value of the control group was lower than the groups with yogurt added. This can be explained by the fact that the amount of mold increased due to the addition of yogurt and prolonged contact with oxygen.

Table 5. Aerobic stability test results of corn silages

Çizelge 5. Mısır silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	<i>p</i> -Value
4.day								
DM, %	21.05	18.97	20.62	20.17	19.90	19.31	0.26	0.159
pH	5.87	6.07	5.83	5.90	5.93	6.03	0.26	0.019
TMAB, cfu/g	6.33 ^{ab}	6.44 ^a	6.33 ^{ab}	6.26 ^{ab}	6.19 ^b	6.37 ^{ab}	0.02	0.003
Yeast, cfu/g	6.32 ^a	6.33 ^a	5.44 ^b	5.26 ^c	5.17 ^c	5.47 ^b	0.12	<0.001
Mould, cfu/g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
8.day								
DM, %	19.97	17.92	19.99	19.62	18.51	18.71	0.35	0.437
pH	5.87 ^b	6.50 ^a	6.37 ^a	6.40 ^a	6.37 ^a	6.47 ^a	0.05	<0.001
TMAB, cfu/g	6.44	6.42	6.41	6.41	6.42	6.32	0.01	0.103
Yeast, cfu/g	6.47	6.41	6.46	6.42	6.36	6.46	0.01	0.03
Mould, cfu/g	2.65 ^a	2.20 ^a	ND	ND	2.53 ^a	2.67 ^a	0.29	<0.001

CON: Control no additives, SY10: 10 g sour yogurt, SY20: 20g sour yogurt, SY30: 30 g sour yogurt, SY40: 40 g sour yogurt, SY50: 50 g sour yogurt, DM: Dry matter, TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria, ND: Not detected, SEM: standard error of the mean. ^{a-c}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p<0.01$).

The ELOS, EULOS, DOM, and ME contents of silages are given in Table 6. The addition of yogurt increased ELOS amounts and was found as 59.17%, 61.27%, 63.22%, 64.42%, 65.25 and 66.07%, respectively, in DM in control, Y10, Y20, Y30, Y40, and Y50 groups ($p<0.01$). The EULOS decreased with the increase of ELOS ($p<0.01$).

Table 6. *In vitro* digestibility and ME contents of corn silages (in DM).

Çizelge 6. Mısır silajlarının *in vitro* sindirilebilirlik ve ME içerikleri (KM'de).

Item	CON	SY10	SY20	SY30	SY40	SY50	SEM	<i>p</i> -Value
ELOS, %	59,17 ^f	61,27 ^e	63,22 ^d	64,42 ^c	65,25 ^b	66,07 ^a	0.58	<0.001
DOM	62,99 ^f	65,85 ^e	67,50 ^d	68,83 ^c	69,76 ^b	70,72 ^a	0.63	<0.001
EULOS	347,60 ^a	317,76 ^b	304,41 ^c	291,73 ^d	282,88 ^e	273,57 ^f	5.96	<0.001
ME _{EULOS}	2391,28 ^f	2421,26 ^e	2470,93 ^d	2496,32 ^c	2515,66 ^b	2532,96 ^a	12.27	<0.001

CON: Control no additives, SY10: 10 g sour yogurt, SY20: 20g sour yogurt, SY30: 30 g sour yogurt, SY40: 40 g sour yogurt, SY50: 50 g sour yogurt, ELOS: Solubility of the organic matter in cellulase; EULOS: Insoluble organic matter in cellulase DOM: The cellulose digestibility of organic matter, ME_{EULOS}: Metabolic energy predicted with EULOS, SEM: standard error of the mean. ^{a-f}: Means with different letters in the same line are statistically significant ($p<0.01$).

In vitro organic matter digestibility of corn silages was increased with the addition of yogurt ($p<0.01$). The addition of yogurt also caused an increase in the ME content of corn silages, and the highest ME was found to be 2532.96 kcal/kg DM in Y50 group. The addition of yogurt to corn during ensiling increased the ME contents ($p<0.01$). Meeske et al. (2002) reported that inoculants numerically increased the *in vitro* DOM content of corn silages. In the study, the addition of yogurt to corn silages

positively affected the feed value. This showed that the use of corn silages with added sour yogurt in ruminant rations ratios has the potential to improve animal productivity.

CONCLUSION

Sour yogurt, which was investigated to determine its potential as an alternative to commercial LAB inoculants, increased *Lactobacilli* numbers and efficacy by promoting LAB development. Accordingly, the conversion of sugars to lactic acid increased, and lactic acid, which was present at a high rate in the medium, decreased the pH. However, proteolysis was inhibited, and the degradation of proteins to ammonia was also reduced. In addition, the amount of organic matter dissolved in the enzyme increased, and the digestibility of organic matter and ME content increased in parallel.

In the study, the high yeast numbers were due to the high yeast numbers of corn and sour yogurt at the beginning. It is suggested that future research should be conducted in order to determine the effects of different silage plants by adding them by diluting at the level of 20 and 30 g/kg and different rates, taking into account the higher dry matter content.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Coordination of Scientific Research Projects of Tekirdağ Namık Kemal University for its financial support and Assoc. Prof. Dr. Önder CANBOLAT.

REFERENCES

- Anonymous, 2006. Türk Standartlar Enstitüsü TS 1330. Yoğurt Standardı. TSE, Ankara, 1-11.
- Anonymous, 1986. The Analysis of Agricultural Material. Third Ed. Reference Book, No: 427, London, 428 pp.
- Anonymous, 2005. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, ilk yayın 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı Resmî Gazete, son yapılan değişiklik 30.06.2005 tarih ve 25861 sayılı Resmi Gazete Ankara: 2005.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists: Arlington, WA, USA, 771 pp.
- Ashbell, G., Z. G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen & B. Horev, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agricultural Engineering, 33: 391-393.
- Barker, S.B. & W.H. Summerson, 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. Journal of Biological Chemistry, 138: 535-554.
- Çelik, E. S., 2007. Geleneksel Yoğurtlardan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Aroma Bileşikleri ve Ekzopolisakkarit Üretimlerinin Belirlenmesi. İzmir Teknoloji Enstitüsü (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- De Boever, J.L., B.G. Cottyn, F.X. Buysse, F.W. Wainmann & J.M. Vanacker, 1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs. Animal Feed Science Technology, 14: 203-214.
- Efe, E., Y. Bek & M. Şahin, 2000. Statistical Methods with Solutions in SPSS. Kahramanmaraş Sütçü İmam University Pub. Kahramanmaraş, Turkey, 209 pp.
- Filya, İ., 2001a. Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir. 55 s.
- Filya İ., 2001b. Silaj fermantasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 87-93.
- Filya, İ., 2002a. Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Veterinary & Animal Science, 26 (4): 815-823.
- Filya, İ., 2002b. Laktik asit ve laktik asit+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. Turkish Journal of Veterinary & Animal Science, 26: 679-687.
- Filya, I., 2003. The Effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. Journal of Applied Microbiology, 95: 1080-1086.

- Kavut, Y.T. & H. Soya, 2012. Ege Bölgesi koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (3): 223-227.
- Kiani, A., R. Fallah & A. Azarfar, 2012. Effect of adding sour yoghurt and dough as bacterial inoculant on quality of corn silage. African Journal of Biotechnology, 11(50):11092-11095.
- Kilic, A., 1986. Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals). Bilgehan Press, İzmir, Turkey, 327 s.
- Kleinschmit, D. H., R. J. Schmidt & L. J. Kung, 2005. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science, 88: 2130-2139.
- Kurtoğlu, V., 2011. Silage and Silage Additives. Aybil Press, Konya-Turkey, 356 s.
- Marbun, T.D., K. Lee, J. Song, C.H. Kwon, D. Yoon, M.S. Lee, J. Kang, C. Lee, S. Cho & E.J. Kim, 2020. Effect of lactic acid bacteria on the nutritive value and *in vitro* ruminal digestibility of maize and rice straw silage. Applied Science, 10: 7801.
- Meeske, R., G. Van der Merwe, J. Greyling & C. Cruywagen, 2002. The effect of adding an enzyme containing lactic acid bacterial inoculant to big round bale oat silage on intake, milk production and milk composition of Jersey cows. Animal Feed Science & Technology, 97: 159-167.
- Karabulut, A. & Ö. Canbolat, 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 520 s.
- Playne, M.J. & P. McDonald, 1966. The buffering constituent of herbage and silage. Journal of Science Food Agriculture, 17: 264-268.
- Seale, D.R., G. Pahlow, S.F. Spoelstra, S. Lindgren, F. Dellaglio & J.F. Lowe, 1990. "Methods for the microbiological analysis of silage, 147". Proceeding of The Eurobac Conference, (12-16 August, Uppsala, Sweden), 164 pp.
- SPSS, 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago, SPSS Inc.
- Sucu, E., 2009. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır Silajının Fermantasyon ve Aerobik Stabilité Özellikleri ile Rumen Ekolojisi Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Doktora Tezi, 134 s.
- Tan, F. & N. Büyüksun, 2016. Effect on density and dry matter losses of vacuum in vacuum-packed polythene bags silage. International Journal of Current Research, 8 (06):33185-33188.
- Tharmaraj, N. & N.P. Shah, 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and propioni bacteria. Journal of Dairy Science, 86: 2288-2296.
- VDLUFA, 1997. Methodenbuch Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchung und Forshung Anstalten (Hrsg.), VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Germany, 190 pp.
- Weinberg, Z.G., G. Ashbell, Y. Hen & A. Azrieli, 1993. The effect of applying lactic acid bacteria ensiling on the aerobic stability of silages. Journal of Applied Bacteriology, 75: 512-518.
- Weißbach, F., S. Kuhla & L. Schmidt, 1996. "Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methodei, 10-115". In: Giesecke, D. (Hrsg.) DLG, 115 pp.
- Wiedmeier, R.D., M.J. Arambel & J.L. Walters, 1987. Effect of orally administered pilocarpine on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. Journal of Dairy Science, 70: 284-289.



Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):611-619
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1162027>

Chinedum Jachinma CHIEMELA¹

Ridwan MUKAILA^{2*}

Ikenna Charles UKWUABA³

¹ University of Nigeria, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 410001, Nsukka, Enugu State, Nigeria

² University of Nigeria, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 410001, Nsukka, Enugu State, Nigeria

³ University of Nigeria, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 410001, Nsukka, Enugu State, Nigeria

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
ridwan.mukaila@unn.edu.ng

Keywords: Beekeeping practice, constraints, gross margin, honeybees, production

Anahtar sözcükler: Arıcılık uygulaması, kısıtlar, brüt kar marjı, bal arıları, üretim

Economics analysis of the use of modern and traditional methods in honey production among farmers in Enugu State Nigeria

Nijerya, Enugu Eyaletindeki çiftçiler arasında bal üretiminde modern ve geleneksel yöntemlerin kullanımının ekonomik analizi

Received (Alınış): 14.08.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 08.12.2022

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to examine the cost and returns on the use of traditional and modern methods of honey production and barriers faced by farmers.

Material and Methods: Primary data was collected from 100 beekeepers using both purposive and random selection techniques. Data was analysed using descriptive statistics and cost and return analysis.

Results: The modern methods of apiculture had a higher honey yield (105.4 litres) than the traditional method (52.3 litres). Also, modern methods had a higher gross margin (₦123,434.54) and benefit-cost ratio (2.99) than traditional methods, with a gross margin of ₦73,055.46 and a benefit-cost ratio of 2.99. The major constraints faced in apiculture include pests, hive theft and vandalism, changing climatic conditions, lack of equipment, and lack of capital.

Conclusion: The modern method of beekeeping was more profitable and the best technique to use in honey production. This study recommends sensitization and training on modern apiculture, the provision of modern equipment, and credit facilities to beekeepers to enable them to adopt the modern method.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, geleneksel ve modern bal üretim yöntemlerinin kullanımının maliyet ve getirilerini ve çiftçilerin karşılaştığı engelleri incelemektir.

Materyal ve Yöntem: Hem gayeli hem de rastgele seçim teknikleri kullanılarak 100 arıcıdan birincil veriler toplanmıştır. Veriler, tanımlayıcı istatistikler ve maliyet ve getiri analizi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırma Bulguları: Modern arıcılık yöntemleri, geleneksel yöntemle (52,3 litre) göre daha yüksek bal verimine (105,4 litre) sahiptir. Ayrıca, modern yöntemlerin brüt kâr (₦123,434,54) ve fayda-maliyet oranı (2,99), geleneksel yöntemlerin brüt kârından (74,055,46) ve fayda-maliyet oranından (2,98) daha yüksektir. Arıcılıkta karşılaşılan başlıca arasında zararlılar, kovan hırsızlığı ve vandalizm, değişen iklim koşulları, ekipman eksikliği ve sermaye eksikliği sayılabilir.

Sonuç: Modern arıcılık yöntemi daha kârlı ve bal üretiminde kullanılacak en iyi tekniktir. Bu çalışma, modern arıcılık konusunda eğitim verilmesini, modern ekipman temini ve çiftçilerin modern yöntemi benimseyebilmeleri için kredi kolaylıkları sağlanmasını önermektedir.

INTRODUCTION

Beekeeping (apiculture), a branch of agriculture that involves the commercial management of bee swarms, is an important sector of agriculture that received little attention in the past. Apiculture requires small land; it is cost-friendly and easy to start as it has low operating costs as compared to other ventures (Verma et al., 2018; Otim et al., 2019). Beekeeping plays a critical role in sustaining the environment, maintaining biodiversity, and economic and social sustainability (Akinmulewo et al., 2017; Vrabcová & Hájek, 2020). It serves as a source of foreign exchange through export (Yeserah et al., 2019) and directly and indirectly provides jobs in both rural and urban areas (DeGrandi-Hoffman et al., 2019).

However, honeybees are well known for their economic value, particularly in the pollination of vegetables, fruits, and seed crops across the world (Akinade, 2019). Thus, beekeeping directly influences crop productivity and can increase productivity by 24% globally (Vrabcová & Hájek, 2020). The products of honeybees include honey, royal jelly, pollen, propolis, beeswax and bee venom (Verma et al., 2018; Popovska et al., 2021). Honey is a valuable part of a healthy diet and lifestyle, especially in this modern day of health challenges. Honey as a product of bees, has been scientifically proven beneficial in the treatment of disorders such as diabetes, asthma, high blood pressure, snakebite, and throat sores (Amssalu, 2002; Demirkaya & Sagdicoglu Celep, 2022). It is also used in the beauty industry, where it aids in the healing of wounds and ulcers.

Over the years, beekeeping has been practised under the traditional method. The traditional approach is based on the use of log hives, gourds, mud pots, and baskets, which cannot be opened for examination, and honey can only be gathered by chasing the bees with smoke. The management approach and tools used in traditional beekeeping differ from those used in modern beekeeping. The modern approach, on the other hand, employs replaceable tops or frames. Bees are encouraged to build combs in this style of bee management, which allows beekeepers to monitor the functioning of existing colonies (Oyerinde & Ande, 2006). Modern beekeeping provides consistent sources of honey and allows small-scale farmers to maintain and regulate bee colonies. It also provides for more skilled and efficient management, as well as greater yields and consistent delivery of bee products to the market (FAO, 2011). Traditional beekeeping, on the other hand, is technically viable and needs less expertise, yet colonies are destroyed in the pursuit of honey. Traditional beekeeping management does not sustain the hive system since immature bees are killed in the process during harvesting; also, the honey produced from the traditional method remains impure and, most of the time, unfit for human consumption (Oyerinde & Ande, 2006).

Beekeeping as an agribusiness venture requires the most productive, profitable, and environmentally friendly management practices (Gurung, 2005). Modern beekeeping practice is environmentally friendly and has to be encouraged when compared with the traditional practice. It is reported that commercial beekeepers in developed countries practice the modern beekeeping method. This is because the modern method allows farmers to harvest about 40 litres of honey on average per hive (Abdullahi et al., 2014). The reverse is the case in most sub-Saharan African countries. According to Holeta Bee Research Center (2004), a modern beehive box has the capacity to produce about 20-30 kg of honey per colony in a year when compared with 5-10 kg of honey per colony per year for the traditional beehive. Modern beekeeping has many advantages, such as it is easy to understand, produces high-quality honey, and improves honey yield production and productivity (Asmiro et al., 2017).

The major problem of beekeeping is associated with the traditional method of honey harvesting. This is because the honey is usually harvested with smoke and fire, and this does not sustain the hive system. It destroys a large number of bees and sometimes leads to bush burning (Gurung, 2005; Oyerinde & Ande, 2006). Furthermore, beekeeping provides beekeepers with sustainable values and uses, but there are many existing problems that vary depending on the environments in which they are located (Edessa, 2002). Identification of these problems would enhance better decision-making and productivity. Although studies were conducted on the economics of beekeeping, Gezahegne (2001) identified cultural practices, changes in climatic factors, socio-economic and ecological factors, as well as the behavior of bees as the problems

associated with beekeeping. Akinade (2019) studied the barriers and prospects of apiculture; he identified theft and environmental influence as the major problems associated with beekeeping. Ajao and Oladimeji (2015) looked at the production, structure, and barriers of traditional beekeeping and hunting activities. Their results showed that the loss of large trees is another important problem in beekeeping as bees nesting in smaller trees are prone to predators and vandalism. The current study revisits the economics of apiculture and adds to the existing knowledge by using current data to compare the profitability of the use of modern and traditional methods of beekeeping.

The need for sustainable and environmentally friendly apiculture, especially in developing countries including Nigeria, motivates this research. Sustainable and environmentally friendly apiculture is possible when the profit associated with the modern production method is known. Therefore, this study contributes to knowledge by comparing the profitability of modern and traditional methods to better inform apiculturists on the need for modern methods of apiculture. This study, in particular, described the socioeconomic characteristics of bee keepers, identified existing beekeeping practices, examined the cost and return of traditional and modern beekeeping practices, and identified the constraints to modern and traditional apiculture practices. This would serve as empirical evidence for policymakers and apiculture researchers on modern beekeeping.

MATERIALS and METHODS

Study area

The study was conducted in the Igbo-Etiti Local Government Area (LGA) of Enugu State, Nigeria due to the significant level of commercial beekeeping activities in the LGA. It has an area of 325 km². It is situated in the dry Savanna climate belt of Enugu State and has coordinates of 6°40'N and 7°22'E on the map of Nigeria. Igbo-Etiti LGA is made up of twelve (12) towns/communities with moderately rolling plains and upland hills. The communities are: Ohodo, Ozalla, Ekwegbe, Umunna, Ohebe dim, Umunko, Diogbe, Ukehe, Ikolo, Aku, Idume, and Ochima. It is bounded in the west by Uzouwani LGA; in the south by Udi LGA; and in the north by Nsukka Local Government and Udeniu LGA. Therefore, Igbo-Etiti LGA has readily available markets for honey as people from other parts of the state and beyond get honey from the LGA.

Sampling techniques

This study employed a two-stage sampling technique. The purposive sampling technique was used in selecting five communities in Igbo-Etiti L.G.A. This was done because of the higher concentration of beekeepers in the communities than the others. The communities selected are Aku, Ohodo, Ozalla, Ukehe, and Umunko. Twenty beekeepers were randomly selected from the five communities, making it hundred (100) respondents in the area.

Data collection

Data was gathered primarily through a well-structured questionnaire which contains beekeepers' socio-economic information, revenue generated from apiculture, costs incurred in apiculture, and barriers faced in apiculture.

Empirical analysis and model specification

Descriptive statistics, including mean, standard deviation, bar chart, and percentages, Likert scale, and gross margin analysis were used in realizing the objectives.

Gross margin (GM) is the return on investment obtained when the operating costs have been removed from the total revenue after the transaction (Mukaila, 2022). It was calculated as follows:

$$GM = Total\ revenue - Total\ variable\ costs \quad (1)$$

Benefit-cost ratio (BCR): It measures financial desirability, the viability and strength of a business, and its benefit (Falola et al., 2022a). When the BCR is higher than 1, the farm is profitable. It is calculated as:

$$BCR = \frac{\text{Total revenue}}{\text{Total variable cost}} \quad (2)$$

Likert scale: The barriers faced in apiculture were identified using a four-point Likert scale. The apiculturists were presented with some barriers and were asked to rank them based on their perceptions. The barriers were ranked as strongly disagree (1), disagree (2), agree (3), and strongly agree (4). A Likert mean score of 2.5 was used to group the barriers as severe and not severe. Thus, barriers with a mean score of less than 2.5 are severe, while those equal to or higher than 2.5 are not severe.

RESULTS and DISCUSSION

Socio-economic characteristics

Age is a crucial socioeconomic feature of farmers as it determines the ability of farmers to work on the farm (Chiemela et al., 2021). The results presented in Table 1 showed that the majority of the beekeepers fall below 40 years of age, and they have an average of 41.1 years of age. This is an indication that beekeeping is dominated by younger and economically active farmers. This could be because the enterprise does not require much start-up capital. This finding is not in conformity with that of Akinade (2019), who found that elderly farmers are more into beekeeping. However, it agrees with Bhatta et al. (2020), who reported that small-scale beekeepers had an average age of 40 years and Saner et al. (2004) reported that small-scale beekeepers had an average age of 43 years.

Table 1. Distribution of respondents by socio-economic characteristics (Source: Field survey, 2021)

Çizelge 1. Katılımcıların sosyo-ekonomik özelliklere göre dağılımı

Socio-economic characteristics	Categories	Frequency	Percentage
Age (mean = 41.1)	21-30	14	14
	31-40	38	38
	41-50	24	24
	51 and above	24	24
Gender	Male	88	88
	Female	12	12
Marital status	Married	82	82
	Single	16	16
	Widow	2	2
Level of education	Tertiary education	20	20
	Secondary education	36	36
	Primary education	30	30
	No formal education	14	14
Household size (mean = 6.2)	1-5	40	40
	6-10	56	56
	Above ten	4	4
Major occupation	Beekeeping	80	80
	Otherwise	20	20
Access to Credit	No	90	90
	Yes	10	10
Cooperative membership	No	98	98
	Yes	2	2

The majority (88%) of the respondents were male, while the rest of them were female. This is a clear indication that male farmers are more into beekeeping than female farmers, which could be a result of a fear of bees stinging among women. The result also showed that the majority (82%) were married, while a few were single (16%) and widowed (2%). Furthermore, the result showed that the beekeepers have some level of education; 36% had secondary education, 30% had primary education, and 20% had tertiary education, while only 14% had no formal education. This can influence their decision-making and adoption of technology positively (Achoja & Ukwama, 2020; Boyacı, 2022; Gbigbi et al., 2022). The result showed that a larger proportion (56%) had household sizes of 6 to 10, 40% fell within the range of one to five, while 2% had more than 10 people. Their average household size of six people is an indication that the household size can serve as cheap labour for their honey production, and this increases their revenue after sales. The majority (80%) of the beekeepers are into beekeeping as a major occupation, while 20% are not into enterprise as a major occupation. The result also revealed that the majority (90%) of the beekeepers did not have access to credit. This could restrict their production to small-scale (Mukaila et al., 2021). Also, the majority (98%) did not belong to cooperative association in the research area for beekeeping. This could affect their ability to get financial assistance (Koşum et al., 2019; Akanbi et al., 2022).

Identification of the existing beekeeping activity

Figure 1 shows that the majority (84%) of the total beekeepers practice traditional beekeeping, whereas (16%) of them practice modern beekeeping. The low number of farmers involved in modern beekeeping practice could be because of a lack of skills involved in modern beekeeping or insufficient capital to embark on the enterprise. It was discovered that both traditional and modern beekeeping are practiced in one way or the other in the study area. In the traditional method, the beekeeper begins their business by attracting a swarm to the hive and sometimes inheriting the hive, whereas in the modern method, the beekeeper purchases the colony. The cost associated with the purchase of a colony and the skills required for its use make most farmers find it easier to practice the traditional beekeeping system. The low use of the modern approach could only indicate the high level of poverty that exists among farmers. In addition, modern beekeeping practices require capital or skills. With the necessary training from agricultural extension officers and adequate grants from government and non-governmental agencies, farmers can be able to acquire and operate modern equipment and techniques in honey production enterprises.

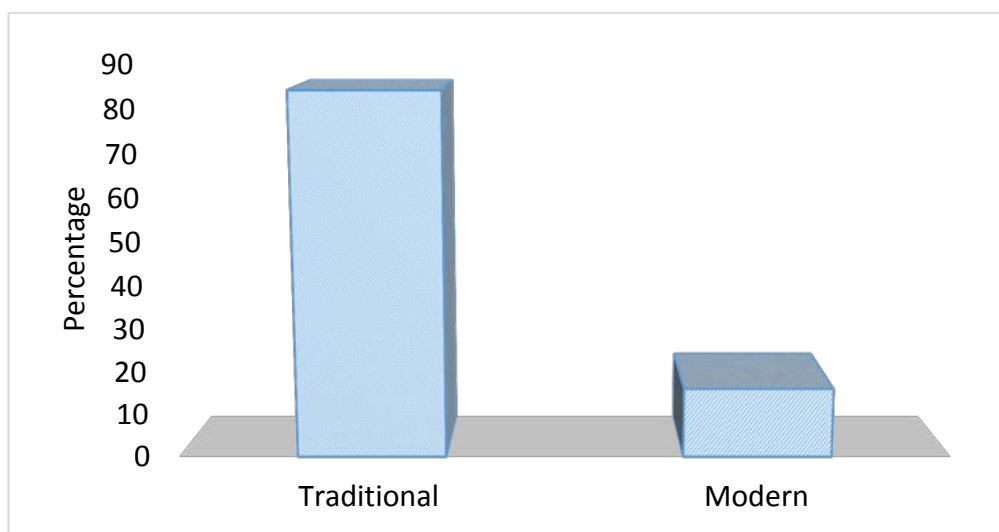


Figure 1. Beekeeping activity among the respondents (Source: Field survey, 2021).

Şekil 1. Ankete katılanların arıcılık uygulamaları

Costs and returns of traditional and modern beekeeping activity

Table 2 presents the costs and returns of traditional and modern beekeeping activity. The modern methods of apiculture had a higher honey yield (105.4 litres per production cycle) than the traditional method (52.3 litres per production cycle). Also, the quality of honey produced by modern methods was better than by traditional methods. Analysis of costs and returns of the traditional method of beekeeping revealed that the average variable cost, total revenue, and gross margin were ₦36,785, ₦109,840.46 and ₦73,055.46, respectively. The average variable cost for modern beekeeping activity was ₦98,630 while the total revenue derived from the enterprise was ₦295,120, and a gross margin value of ₦196,490. The result of the gross margin indicated that the modern beekeeping method was more profitable by ₦123,434.54. This implied that the modern beekeeping practice is more profitable even with the higher production cost compared with the relatively cheaper traditional method. The benefit-cost ratio was 2.99 for the traditional method and 2.99 for the modern method. This further gave credence to the viability of the enterprise. The result aligns with the study in Southwest, Nigeria by Ogunola et al. (2019), Assi et al. (2020) in Côte d'Ivoire and Asmiro et al. (2017) in Ethiopia, who indicated that beekeeping was very profitable. Apart from being a profitable venture for farmers, modern beekeeping practice seems to have other beneficial attributes for the quality and quantity of the honey product, such that it reduces the level of contaminated honey and as well helps to improve the yields of honey produced. It is worth noting that the cost of constructing hives had the highest share of variable costs in apiculture. The low share of labor costs was due to using household members to do most of the activities.

Table 2. Costs and returns of traditional modern apiculture practices (Source: Field survey, 2021)

Çizelge 2. Geleneksel modern arıcılık uygulamalarının maliyetleri ve getirileri

Items	Traditional method		Modern method	
	Value	Percentage share	Value	Percentage share
Quantity (Litres)	52.3		105.4	
Unit price (₦)	2,100.2		2,800	
Revenue (₦)	109,840.46		295,120	
Variable Costs (₦)				
Hive cost (₦)	34,270	0.95	93,845	0.95
Labour cost (₦)	2,100	0.03	1,850	0.02
Transport Cost (₦)	415	0.01	775	0.01
Sugar cost (₦)	-		2,160	0.02
Total variable costs (₦)	36,785		98,630	
Gross Margin (₦)	73,055.46		196,490	
Benefit Cost Ratio	2.99		2.99	

Constraints of beekeeping activity

Table 3 shows that pests are the major problem faced by traditional beekeepers with a mean of 3.32, followed by hive theft (3.24), hive vandalism (3.14), and varying climatic conditions (3.10). This implies that theft, hive vandalism, and varying climatic conditions were rated as the most frequent constraints to the traditional beekeeping system. This finding conforms with the study of Akinade (2019) and Keralem (2005), who reported that theft is a major problem associated with beekeeping. Ajao & Oladimeji (2015) also reported hive vandalism as a major problem in apiculture. In addition, these findings support the findings of Akinade (2019), Edessa (2002), and Gezahegne (2001), who stated that apiculture is affected by environmental factors. The major constraining factors facing modern beekeeping practices are lack of equipment (3.08) and lack of capital (3.04). This is an indication that the modern beekeeping

system requires capital to acquire equipment for the practice. Capital is an important aspect of agribusiness and contributes to farm investments (Falola et al., 2022b). Elzaki & Tian (2020) also reported that a lack of capital is a severe barrier to beekeeping. According to the data presented above, pests, changing climatic conditions, hive vandalism, and hive theft had little impact on modern apiculture. This could be because hives in modern apiculture are well constructed, covered, and placed in a good and secure location. Therefore, apiculturists would benefit from these important features of modern methods. On the other hand, lack of equipment and capital were not severe barriers in traditional beekeeping, which is due to the low capital requirements in the method.

Table 3. Constraints to beekeeping practices (Source: Field survey, 2021)

Çizelge 3. Arıcılıkta karşılaşılan sorunlar

Constraints	Traditional beekeeping		Modern beekeeping	
	Mean	Standard dev.	Mean	Standard dev.
Pests	3.32*	0.60	2.00	0.66
Indiscriminate herbicide application	2.02	0.68	2.30	0.70
Lack of knowledge and skill in modern beekeeping	2.04	0.78	2.08	0.72
Varying climatic conditions	3.10*	0.70	2.13	0.74
Lack of equipment	2.08	0.69	3.08*	0.67
Lack of capital	2.01	0.67	3.04*	0.75
Hive vandalization	3.14*	0.78	2.07	0.66
Hive theft	3.24*	0.84	2.03	0.65

* Above mean value

CONCLUSION

This study focused on the economics of the use of modern and traditional methods of honey production among beekeepers and critically assessed the costs and returns of modern and traditional methods of production in apiculture. Some studies have noted the differences in beekeeping enterprises in terms of practice, but this current study focused on the costs related to the use of traditional and modern honey production methods. Modern beekeeping practices generate long-lasting, high-quality honey and increase honey output. It is also more profitable than the usual way and is simple to grasp and apply. Thus, farmers that adopt the modern approach benefit more in terms of profit, quality of honey output, and ease of production. Even though beekeeping has economic value and helps farmers' livelihoods, the study found that both traditional and modern beekeeping practices suffer from some restrictions, including theft, hive vandalism, changing climatic conditions, a lack of equipment, and a lack of cash.

The following recommendations were made based on the findings:

- There is a need for adequate training of farmers in modern apiculture, the provision of modern beekeeping equipment and credit facilities by government and research institutes. There is also a need for farmers to locate the bee-keeping farm in a secure and favourable environment.
- Beekeepers should be educated on the value of modern apiculture to limit the consumption of contaminated honey, which is harmful to the body. In addition, beekeepers should be encouraged to adopt and use modern beekeeping practices as it is the best approach and strategy to honey production as it boosts both the quantity and quality of honey produced and, as well, makes the honey product readily available for human consumption.

REFERENCES

- Abdullahi, A., J. Isekenegbe & U.S. Mohammed, 2014. Comparative economic analysis of modern and traditional bee-keeping in Lere and Zaria local government areas of Kaduna State, Nigeria. *International Journal of Development and Sustainability*, 3 (5): 989-999.
- Achoja, F. O. & E. Ukwama, 2020. Adoption of Smart Strategies for Enhancing Productivity and Income of West African Dwarf (WAD) Goat Farmers in Southern Nigeria. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (3): 343-350. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.567756>.
- Ajao, A. M. & Y.U. Oladimeji, 2015. Structure, production and constraints of honey hunting and traditional beekeeping activities in Patigi, Kwara state, Nigeria. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences a Entomology*, 8 (1): 41-52.
- Akanbi, S.O., R. Mukaila & A. Adebisi, 2022. Analysis of rice production and the impacts of the usage of certified seeds on yield and income in Cote d'Ivoire. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, Article in Press <https://doi.org/10.1108/JADEE-04-2022-0066>.
- Akinade, T.G., 2019. Prospects and challenges of beekeeping in Potiskum Local Government Area of Yobe State, Nigeria. *International Journal of Innovative Agriculture & Biology Research*, 7 (2): 19-25.
- Akinmulewo, B.O., Y.U. Oladimeji & Z. Abdulsalam, 2017. Assessment of the profitability of improved apiculture in federal capital territory (FCT) Abuja, Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 19 (1): 23-35.
- Amssalu, B.B., 2002. Multivariate Morphometric Analysis and Behaviour of Honeybees (*Apis mellifera*) in the Southern Regions of Ethiopia. Department of Zoology and Entomology, Rhodes University, (Unpublished) PhD Thesis, South Africa, 332 pp.
- Asmiro, A.F., A.T. Kindye, A.M. Mulugeta & A.E. Lijalem, 2017. Adoption and Intensity of Use of Modern Beehives in Wag Himra and North Wollo Zones, Amhara Region, Ethiopia. *Ethiopian Journal of Economics*, 26 (2): 1-30.
- Assi, C.K., G.E. Bolou, S. Savadogo & N.G. Koffi, 2020. Traditional and modern beekeeping practices in the centre of Côte d'Ivoire: the case of the western part of Yamoussoukro. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10 (11): 347-357. <http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.10.11.2020.p10743>.
- Bhatta, S., S. Baral & J.P. Datta, 2020. Economic analysis of honey production in Chitwan District, Nepal. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 15 (1): 132-137.
- Boyacı, M., 2022. Factors affecting the adaptation of farmers to innovations according to extension workers: The case of Aegean Region. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59 (1): 43-59. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.891627>
- Chiemela, C.J., S.N. Chiemela, R. Mukaila, I.C. Ukwuaba & C.C. Nwokolo, 2021. Effects of covid-19 on small-scale agribusiness in Enugu State, Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21 (3): 255-263.
- DeGrandi-Hoffman, G., H. Graham, F. Ahumada, M. Smart & N. Ziolkowski, 2019. The economics of honey bee (Hymenoptera apidae) management and overwintering strategies for colonies used to pollinate almonds. *Journal of Economic Entomology*, 112 (6): 2524-2533. <https://doi.org/10.1093/jee/toz213>.
- Demirkaya, A. & A.G. Sagdicoglu Celep, 2022. Effects of royal jelly on obesity. *Uludag Bee Journal*, 22 (1): 87-95. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.1058101>.
- Edessa, N., 2002. Survey on Honey Production System in West Shoa Zone: (unpublished) Holeta Bee Research Centre (HBRC), Ethiopia, 15 pp.
- Elzaki, E. & G. Tian, 2020. Economic evaluation of the honey yield from four forest tree species and the future prospect of the forest beekeeping in Sudan. *Agroforest System*, 94: 1037-1045. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00478-1>.
- Falola, A., R. Mukaila & J.O. Emmanuel, 2022a. Economic analysis of small-scale fish farms and fund security in North-Central Nigeria. *Aquaculture International*, 30 (6): 2937-2952. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00944-1>.
- Falola, A., R. Mukaila & K.O. Abdulhamid, 2022b. Informal finance: its drivers and contributions to farm investment among rural farmers in Northcentral Nigeria. *Agricultural Finance Review*, 82 (5): 942-959. <https://doi.org/10.1108/AFR-08-2021-0116>.
- FAO, 2011. Beekeeping and Sustainable Livelihoods. FAO Diversification Booklet, Number: One, Second Edition, 72 pp.

- Gbigbi, T.M. & G.O. Ndubuokwu, 2022. Determinants of agricultural insurance patronage among crop farmers in Delta north agricultural zone, Delta State, Nigeria. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59 (2): 235-248. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.883004>
- Gezahegne, K., 2001. "Marketing of honey and bees wax in Ethiopia: past, present and perspective feature, 78-88". 3rd National Annual Conference of the Ethiopian Beekeeper's Association (3-4 September, Addis Ababa). Ethiopian Beekeeper's Association, 11 pp.
- Gurung, M.B., 2005. "Improving the cash income of poor mountain households through *Apis cerana* beekeeping: an experience from Nepal, 1-18". ICIMOD Newsletter from International Centre for International Mountain Development, Khumaltar, Nepal. No. 48 (Autumn 2005), 18 pp.
- Holeta Bee Research Center, 2004. Bee-Keeping Training Manual. Holeta, Ethiopia, 23 pp.
- Keralem, E., 2005. Honey Bee Production System, Opportunities and Challenges in Enebse Sarmidir Woreda (Amhara Region) and Amaro Special Weredo (Southern Nations, Nationalities and People Region), Ethiopia. Alemaya University, (Unpublished) M.Sc. Thesis, Dire Dawa, Ethiopia, 133 pp.
- Koşum, N., T. Taşkın, S. Engindeniz & C. Kandemir, 2019. Goat meat production and evaluation of its sustainability in Türkiye. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (3): 395-407.
- Mukaila, R., 2022. Agricultural entrepreneurship among the youth: The case of youth involvement in rabbit production in Nigeria. *International Entrepreneurship Review*, 8 (1): 35-46. <https://doi.org/10.15678/IER.2022.0801.03>.
- Mukaila, R., A. Falola & L.O. Egwue, 2021. Income diversification and drivers of rural smallholder farmers' income in Enugu State, Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21 (3): 585-592.
- Ogunola A.A., M.O. Agunbiade & E.O. Oluwalana, 2019. Profitability of honey production in Ogun State, Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 7 (12): 345-349.
- Otim O.S., R. Kajobe, J.M. Kungu & R. Echodu, 2019. The socio-economic factors influencing honey production in Uganda. *Global Journal of Agricultural Research*, 6 (2): 1-9.
- Oyerinde, A.A. & A.T. Ande, 2006. Distribution and impact of honeybee pest on colony development in Kwara State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 5 (3): 85-88.
- Popovska, S.D., L. Dimitrov, J. Danihlik, A. Uzunov, M. Golubovski, S. Andonov & R. Brodschneider, 2021. Direct economic impact assessment of winter honeybee colony losses in three European Countries. *Agriculture*, 11 (15): 1-15. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050398>.
- Saner, G., S. Engindeniz, B.Tolon & F.Çukur, 2004, The economic analysis of beekeeping enterprise in sustainable development: a case study of Turkey. *APIACTA* 38: 342-351.
- Verma, T.C., K.C. Meena, S. Aswal & D.K. Singh, 2018. Socio-personal and economic analysis of apiculture enterprise in Hadauoti Region of Rajasthan. *Economic Affairs*, 63 (1): 261-268. <https://doi.org/10.30954/0424-2513.2018.00150.32>.
- Vrabcová, P. & M. Hájek, 2020. The economic value of the ecosystem services of beekeeping in the Czech Republic. *Sustainability*, 12 (23): 1-11. <https://doi.org/10.3390/su122310179>.
- Yeserah, S., A. Jenberie & D. Begna, 2019. Honey marketing, structure and conduct of honey market in Gozamen district, East Gojjam Zone, and Amhara Region. *Cogent Food & Agriculture*, 5 (1): 1620153. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1620153>.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):621-631
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1122265>

Mehmet Kamil MERİÇ^{1*} 

¹ Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksek Okulu, Seracılık Programı, 35700, Bergama, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
m.kamil.meric@ege.edu.tr

Keywords: Sulama, izleme, kablosuz sensör ağı, pompa, uzaktan kontrol

Anahtar sözcükler: Irrigation, monitoring, wireless sensor network, pump, remote control

Pompa istasyonunun kablosuz sensör ağı ile uzaktan yönetimi

Remote management of pump station with wireless sensor network

Received (Alınış): 27.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 25.06.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada sulama pompa istasyonunun uzaktan izlenmesini ve kontrolünü sağlayacak kablosuz sensör ağı kontrol kartı (düğüm noktası) donanım ve yazılımının tasarlanması ve saha testi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Pompa istasyonunda ölçülmesi planlanan parametrelere bağlı olarak prototip PCB tasarımı ve üretimi yapılmış, farklı geliştirme ortamları kullanılarak gömülü yazılım tasarlanmış ve saha testi gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Test sırasında pompa üzerindeki statik ve dinamik su yüksekliği 130.8 - 78 m. arasında değişmiştir. Çıkış basıncının değişimi ile debide ve pompa üzerindeki su yüksekliğinde değişimler gözlenmiş, toplam 7598 m³ su hacmi kaydedilmiştir. Faz ile nötr arası gerilimin her faz için 215 - 235 volt arasında değiştiği, akımın ise pompaların tahrik edildiği anda sıçramalar gösterdiği, stabil çalışma koşullarında ise 72 amper civarında kaldığı belirlenmiştir.

Sonuç: Elde edilen bulgular, geliştirilen kablosuz sensör ağı kontrol kartının donanım ve yazılımının sulama amacıyla kullanılan pompaların izlenmesinde ve kontrolünde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to design and to carry out the field test of the hardware and firmware of the wireless sensor network node that will provide the remote monitoring and control of the pump station of an irrigation system.

Material and Methods: Depending on the parameters planned to be measured at the pump station, a prototype PCB and a firmware was manufactured and designed; and a field test was carried out.

Results: The static and dynamic water height over the pump was changed between 130.8 - 78 m. By the changes in outlet pressure, changes in flowrate and water height over the pump were measured and a total water volume of 7598 m³ was recorded. Phase to neutral voltage varied between 215 - 235 volts in each phase and the current fluctuated while the pump is driven generally remained around 72 ampere.

Conclusion: The developed WSN node hardware and firmware can be effectively used to monitor and control of the pumps utilized for irrigation.

GİRİŞ

Sulama tarımsal üretimde verim artışını sağlayan en önemli girdilerden biridir. İklim değişikliği, nüfus artışı ve kentleşme sonucu su kaynakları üzerindeki baskıların giderek artması nedeniyle ülkemizde toplam su potansiyelinin %77'sini kullanan tarımda (DSİ, 2021) suyun etkin yönetimi gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır.

Basıncılı sulama sistemleri ve suyun basınçla iletimi için gerekli pompa bitki kök bölgesinde optimum nem koşullarını sağlaması, suyun hassas ve etkin kullanımına izin vermesi ve otomasyona uygunluğu nedeniyle günümüzde tarımsal sulamada tercih edilmektedir. Bununla birlikte, kullanımı sırasında sulanacak alanda eş su dağılımının sağlanması ve tıkanma problemlerinin önlenmesi/ geciktirilmesi için yeterli işletme basıncı sağlanmalıdır. Su kaynağından doğrudan yeterli miktar ve basınçta su sağlanmadığı durumda boru hatlarına su pompalar yardımıyla iletilir. Bu amaçla günümüzde basınçlı sulama sistemlerinin çoğunda entegre bir pompa istasyonu bulunmaktadır (Atay vd., 2015; Netafim, 2015).

Pompa istasyonları suyun kaynaktan alınarak sulanacak araziye iletilmesinde kullanılan mühendislik yapılarıdır. Sulanacak alanın büyüklüğü ve aynı anda sulanacak parsel sayısına bağlı olarak bir ya da daha fazla pompa içerebilir. Pompaların güç kaynağı sulama yapılacak alandaki enerji kaynağının durumu ve bu kaynağa ulaşımına bağlıdır. Çoğu zaman, daha az işgücü gerektirmesi ve daha yüksek enerji etkinliği nedeniyle elektrik enerjisi tercih edilmektedir (Atay vd., 2015; Netafim, 2015). Suyun yüzey ya da yeraltı su kaynağından sağlanmasına bağlı olarak yatay ve dikey milli santrifüj pompalar ya da dalgıç pompalar kullanılabilir (Karassik et al., 2007; Scherer, 2022). Suyun iletileceği nokta ile su kaynağı arasında kot farkının bulunması ve basıncın yetersiz kalması durumunda boru hattı üzerine basınç artırıcı hat üstü pompalar da (booster/inline) yerleştirilebilir.

Basıncılı sulama sistemlerinde eş su dağılımının sağlanarak bitki kök bölgesinde yeterli suyun depolanması uygun işletme basıncının sağlanmasına bağlıdır. Bu nedenle pompaların yeterli basınç ve debi üretilebilecek standartta çalıştırılması gereklidir (Dragan, 2022). Yatak aşınması, deformasyon, kuru çalışma, çark aşınması ya da hasarı standart çalışmayı etkileyen pompa arızaları arasındadır ve pompanın etkinliğini azaltarak yetersiz debi ve basınç üretilmesine neden olur (Greene & Casada, 1995; Smajstrla et al., 2002; Mohanty et al., 2013; Herrera-Guachamin & Antonino-Daviu, 2019; Becker et al., 2020). Elektrik kaynağının akım özelliklerinin izlenmesi, kullanım ya da çevresel etkilerden dolayı aşınma sonucu ortaya çıkabilecek bu arızaların önlenmesinde kullanılacak veriler sağlar (Greene & Casada, 1995; Alabied et al., 2017; Irfan et al., 2019; Becker et al., 2020).

Son yıllarda sulamada kullanılan pompaların uzaktan kontrolü ile akım ve gerilim parametrelerinin uzaktan izlenmesi (Sengar & Parakh, 2020; Kuo et al., 2021; Thomas et. al, 2021), farklı ısı pompalarında toplam yük, basınç, akışkan sıcaklığı, enerji vb. parametrelerin uzaktan izlenmesi (Ya-qianq et. al, 2009; Wang et. al, 2020), yağ pompalarının basınç ve debisinin uzaktan izlenmesi (Hussein et. al, 2020) ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Diğer bazı çalışmalarda ise kablosuz sensör ağları (WSN) yardımıyla toplanan verilerin kullanıcıya sunulması amacıyla farklı yazılımlar da geliştirilmiştir (Dubey et al., 2011; Page et al., 2018; Ogidan & Afia, 2019; Karar et al., 2020; Kuo et al., 2021).

Ticari olarak piyasada mevcut bulunan kontrol kartlarından farklı olarak bu çalışmada geliştirilen kablosuz sensör ağı kontrol kartı donanım ve yazılımı basınçlı sulama sistemlerinin izlenmesi ve kontrolü amacıyla geliştirilen daha geniş ölçekli bir sistemin parçasıdır. Bununla birlikte yazılım ile veri iletim aralığı dakika ölçeğinde ayarlanabilmekte hem emme hem de basma hattında basınç okuması yapılabilmekte, donanımın modüler tasarımı sayesinde tüm tasarımının değiştirilmesine gerek kalmadan farklı bir radyo vericisi ve mikroişlemcinin kolaylıkla kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

Bu çalışmada pompaların basınç, debi, sulama suyu, akım ve gerilim gibi hidrolik ve elektriksel parametrelerinin uzaktan izlenmesi ve kontrolü için bir kablosuz sensör ağı kontrol kartı (düğüm noktası) donanımı ve yazılımı geliştirilmiş ve saha testi sunulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma donanım ve yazılım tasarımı ile saha testi olmak üzere 2 aşamada yürütülmüştür.

Kablosuz sensör ağının topolojisi ile donanımın radyo modül (LE70-868, Telit), mikroişlemci (STM32F401RET6, ST Microelectronics) ve eeprom (AT24C512, Microchip) içeren üst katmanı Meriç & Tunalı (2019)'da açıklandığı şekilde tasarlanmıştır. Besleme devresi ile giriş ve çıkış noktalarının bulunduğu alt donanım katmanı ve gömülü yazılım ise ölçülmesi ve kullanılması planlanan parametrelere ve sensörlere bağlı olarak yeniden tasarlanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Pompa düğüm noktası kontrol ve ölçüm parametreleri ile giriş ve çıkış noktaları

Table 1. Control & measurement parameters and input & output connectors

Kontrol / Ölçüm parametresi	Özellik	Sensör / Ekipman tipi	Adet	Açıklama	Birim
Pompa kontrol	Dijital çıkış	12VDC harici röle Omron	4	Toplam 4 adet pompa kontrolü.	Açık / Kapalı
Basınç ölçümü	Analog giriş	4-20 mA basınç sensörü Basma hattı: ATEK BCT 22 serisi, 20 bar piezoresistif basınç transmitteri. Hassasiyet %0.3. Emme hattı: ATEK PTL 110 serisi 25 bar piezoresistif hidrostatik sıvı seviye ölçüm transmitteri. Hassasiyet %0.3.	8	Santrifüj pompalar için 1 adet basma hattında, 1 adet emme hattında olmak üzere 4 pompa için toplam 8 adet. Dalgıç tip pompalar için emme hattına takılacak hidrostatik basınç sensörü kuyu içinde pompa üzerindeki statik ve dinamik su yüksekliğini gösterir.	Bar ve metre
Sulama suyu miktarı ölçümü	Kesme özellikli dijital giriş	Pals sayaç Baylan Woltman Tip W-2	4	-	m ³
Debi ölçümü	-	-	4	İki veri aktarımı arasında ölçülen sulama suyu hacminin bu aralıktaki zamana bölünmesiyle belirlenmektedir.	m ³ /saat
Akım ve gerilim ölçümü	RS485 (A, B, GND), UART üzerinden	Enerji analizörü Entes EPM-06CS True RMS	4	-	Amper ve Volt
Besleme	12-24VDC	-	1	-	Volt

Tüm giriş ve çıkışlar işlemcinin ilgili pinlerine donanım tasarımı aşamasında STMCubeMX (STMicroelectronics) programı yardımıyla görsel olarak bağlanmış, uygunlukları kontrol edildikten sonra devre şeması çizilmiş ve sonrasında prototip baskı devre kartı (PCB) tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir.

PCB üretiminin ardından, STM32CubeIDE (STMicroelectronics) tümleşik geliştirme ortamı ve HAL (Hardware Abstraction Layer - Donanım Soyutlama Katmanı, STMicroelectronics) kütüphanesi kullanılarak düğüm noktasının gömülü yazılımı C/C++ diliyle kodlanmıştır.

Donanım ve yazılım Manisa ilindeki bir tarım işletmesinde, 27.12.2017 - 5.1.2018 tarihleri arasında, bir derin yeraltı su kuyusunun veriminin belirlenmesi ve uygun pompanın seçilmesi çalışması sırasında 10 gün süreyle test edilmiştir. Kuyu, işletme sınırları içinde 38°50'38.13"N, 28°23'19.51"E koordinatlarında, 196 m derinlikte, 200 mm çapındadır. Kuyu içine 180 m derinliğe 50 HP motor gücünde, maksimum 220 m basma yüksekliğine sahip (H_m), etkin çalışma aralığındaki maksimum debisi 64.8 m³/saat olan (bu aralık dışında 76 m³/saat) 18 kademeli dalgıç pompa yerleştirilmiştir (Üstünel S6 D 50/18 döküm dalgıç pompa). Montaj sırasında pompa ile birlikte 1 adet hidrostatik basınç sensörü de pompa derinliğine (180 m) indirilmiştir. Kuyu çıkışında pompa basma hattı üzerine ise 1 adet pals sayaç ve 1 adet basınç sensörü ile basıncı değiştirebilmek (ayarlayabilmek) amacıyla el ile kontrol edilecek 1 adet küresel vana yerleştirilmiştir. Test süresince dalgıç pompa 3 kez çalıştırılmıştır (Çizelge 2).

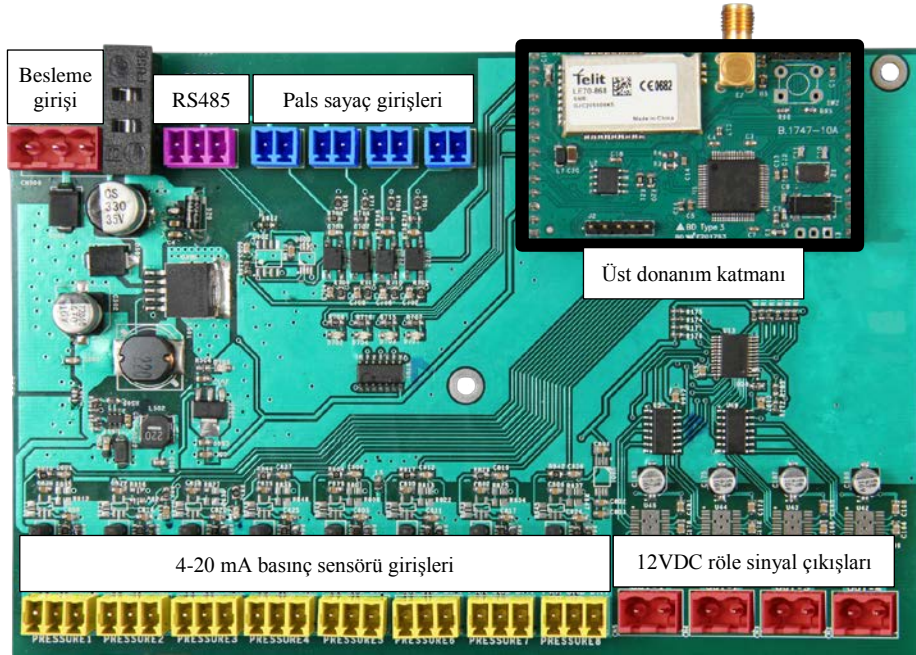
Çizelge 2. Saha testi ve dalgıç pompanın çalışma zamanları**Table 2.** Dates of field test and pump activation

Test aralığı	Çalıştırma adı	Çalıştırma başlama zamanı	Çalıştırma bitiş zamanı
	1. çalıştırma	27.12.2017, 16:00	28.12.2017, 11:15
27.12.2017, 14:57 – 5.1.2018, 13:50	2. çalıştırma	29.12.2017, 10:35	29.12.2017, 15:10
	3. çalıştırma	29.12.2017, 15:30	02.1.2018, 17:15

Veri iletim aralığı test başlangıcı ile 27.12.2017, 18:25 arasında 1 dakika; 27.12.2017, 18:25 ile test sonu arasında 5 dakika olarak seçilmiştir.

Donanım tasarımı

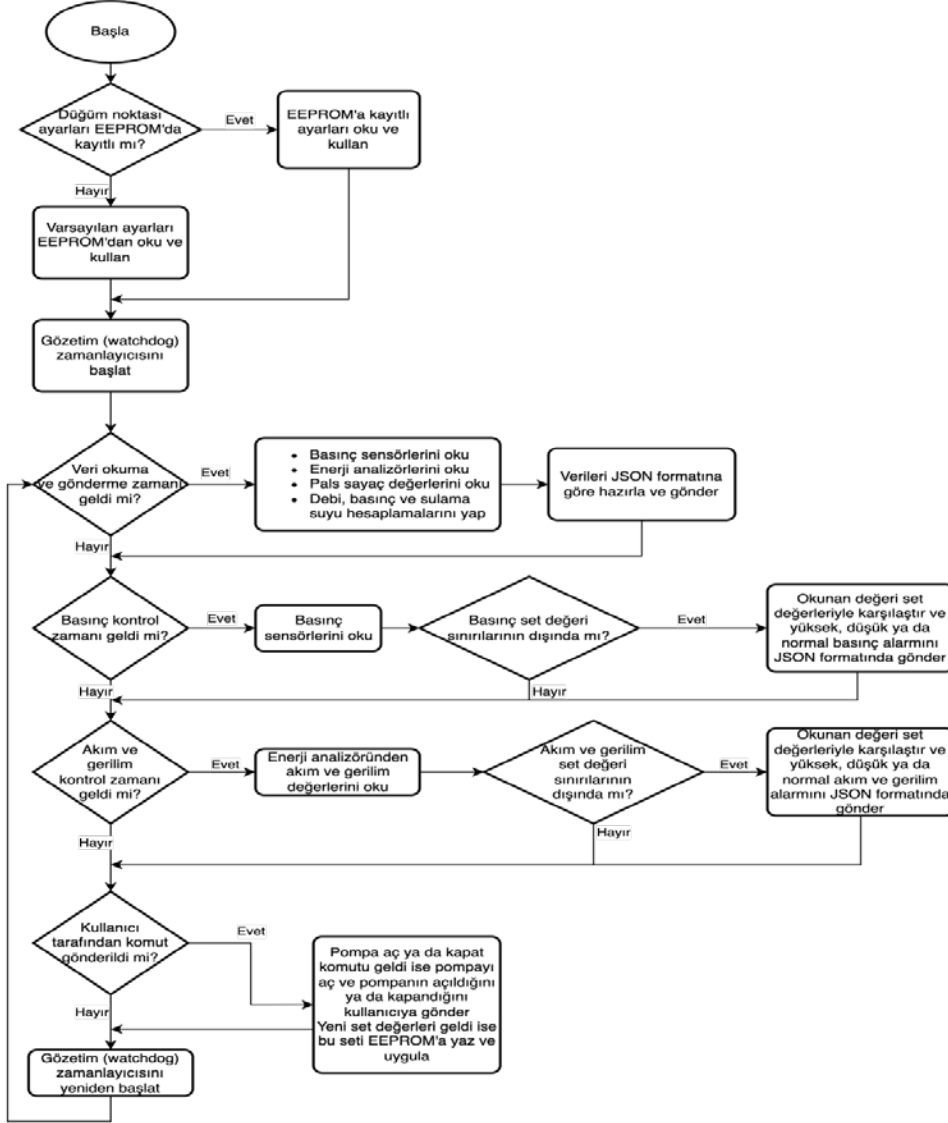
Pompaj tesisi kontrol kartı (pompa düğüm noktası) donanımı 12-24VDC besleme aralığında çalışacak ve 4 pompanın kontrolüne ve izlenmesine izin verecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 1). İlgili elektronik komponentlerin ihtiyaç duydukları farklı çalışma gerilimleri besleme devresi kısmındaki voltaj regülatörleri yardımıyla düzenlenmiştir. Her pompanın ayrı 12VDC harici röle bağlantısı üzerinden tetiklenmesi planlandığı için kart üzerine röle yerleştirilmemiş sadece 12VDC sinyal çıkışları konumlandırılmıştır. Yine her pompa için 1 adet pals sayaç girişi ile biri pompanın basma diğeri emme hattına bağlanmak üzere 2 adet 4-20 mA basınç sensörü girişi yerleştirilmiştir. Emme hattına yerleştirilecek hidrostatik (daldırma tip) basınç sensörü dalgıç pompalarda pompa üzerindeki su yüksekliğini (statik ya da dinamik su yüksekliği) ölçerken, hat üstü (booster/inline) pompalarda emme hattına yerleştirilen basınç sensörü pompanın bulunduğu kotta boru içindeki basıncı ölçmektedir. Pompaların akım ve gerilim parametrelerinin izlenmesi amacıyla harici enerji analizörü okumalarının alınabilmesi için 1 adet RS485 bağlantı noktası da PCB üzerine yerleştirilmiştir.

**Şekil 1.** Pompaj tesisi kontrol kartı (pompa düğüm noktası) genel tasarımı.**Figure 1.** Hardware design of pump node.

Mikroişlemci ve radyo vericisinin bulunduğu üst donanım katmanının alt donanım katmanı ile haberleşmesi 2 sıra halindeki 14 adet pin (toplam 28 adet) aracılığıyla modüler şekilde tasarlanmıştır. Bu tip bir tasarımın herhangi bir arıza ya da değişim durumunda onarım ve/veya değişim maliyetini düşüreceği düşünülmüştür.

Yazılım tasarımı

Yazılım algoritmasının genel yapısı Şekil 2'de verilmiştir. Algoritma ilk olarak eeprom'da herhangi bir ayar seti olup olmadığını denetleyerek, olmadığı durumda varsayılan ayar setini eeprom'a yazar ve kullanır. Eğer ayar seti daha önce kayıtlı ise bu seti okuyarak kullanıma alır. Ayar seti, düğüm noktasına bağlı pompa sayısı ile her pompa için basınç sensörleri, sayaç ve enerji analizörü olup olmadığını, veri gönderim aralığını, basınç kontrol aralığı ile basınç üst ve alt sınır değerlerini, akım ve gerilim kontrol aralığı ile bunların üst ve alt sınır değerlerini içerir.



Şekil 2. Pompaj tesisi kontrol kartı (pompa düğüm noktası) yazılım algoritması.

Figure 2. Software algorithm of pump node.

Ayar seti kontrolünün ardından, ana döngüye girmeden hemen önce bir gözetim zamanlayıcısı (watchdog timer) başlatılır. Bu zamanlayıcı ana döngü içindeki kodun son satırında sıfırlanır ve yeniden çalıştırılır. Ana döngü içinde gözetim zamanlayıcısının yeniden çalıştırılmaması, kodun işleyişi sırasında beklenmedik bir hata olduğu anlamına gelir ve mikroişlemci bu gözetim zamanlayıcısı tarafından yeniden başlatılır.

Ana döngü içinde donanımsal zamanlayıcılar yardımıyla 3 adet ek zamanlayıcı döngüsü de çalıştırılır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Pompaj tesisi kontrol kartı (pompa düğüm noktası) zamanlayıcı döngüleri

Table 3. Pump node timer loops

Döngü adı	Açıklama
Veri iletimi zamanlayıcı döngüsü	Ayar setinde belirtilen zaman aralığında pompa emme hattı basıncı, pompa basma hattı basıncı, debi, sulama suyu hacmi, akım ve gerilim değerleri JSON (JavaScript Object Notation) formatında merkezi toplayıcıya gönderilir.
Basınç kontrolü zamanlayıcı döngüsü	Ayar setinde belirtilen zaman aralığında pompa emme ve basma hatlarında sensör bulunup bulunmamasına bağlı olarak basınç değerleri okunur. Okunan basınç değerleri ayar setinde tanımlanmış basınç üst ve alt sınır değerleriyle karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucu yüksek, düşük veya normal basınç bölgeleri içinde kalınıp kalınmamasına bağlı olarak JSON formatında alarm verisi hazırlanır ve merkezi toplayıcıya gönderilir.
Akım ve gerilim kontrolü zamanlayıcı döngüsü	Ayar setinde belirtilen zaman aralığında enerji analizöründen akım ve gerilim değerleri okunur. Okunan akım ve gerilim değerleri ayar setinde tanımlanmış akım ve gerilim üst ve alt sınır değerleriyle karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucu yüksek, düşük ve normal akım ve gerilim bölgeleri içinde kalınıp kalınmamasına bağlı olarak JSON formatında alarm verisi hazırlanır ve merkezi toplayıcıya gönderilir.

Veri iletim zamanlayıcı döngüsünde belirlenen aralıklarda kullanıcıya pompa emme hattı basıncı (dalgiç pompalar için pompa üzerindeki su yüksekliği - statik ve dinamik su yüksekliği), pompa basma hattı basıncı, debi, sulama suyu miktarı, akım ve gerilim değerleri gönderilir.

Pompaların basınç sensörlerinin okunduğu zamanlayıcı döngüsünde, değerlerin hangi basınç aralığı içinde olduğu kontrol edilir. Buna göre yüksek, düşük ve normal basınç alarmlarının kullanıcıya gönderilip gönderilmeyeceğine karar verilir.

Akım ve gerilim değerlerinin okunduğu zamanlayıcı döngüsünde ise ModbusRTU sorgu protokolü (Çizelge 4) kullanılarak enerji analizöründen akım ve gerilim değerleri alınır. Her biri 16'lı sayı düzeninde 8 bayt şeklinde gönderilen sorgulama veri yapısının 0. baytı analizörün adresini, 1. baytı fonksiyonu (okuma için 0x03;16'lık sayı düzeninde 3 sayısı), 2 ve 3. baytları analizördeki akım ve gerilim için tanımlanmış kayıt adreslerini, 4 ve 5. baytları bu adreslerin uzunluklarını, 6 ve 7. baytları ise oluşturulan veri yapısı için hesaplanan döngüsel artıklık denetimi değerinin (CRC) ilk ve ikinci baytını içermektedir. RS485 bağlantısı üzerinden analizörden gelen cevap evrensel asenkron alıcı verici ara birimi (UART - Universal Asynchronous Receiver Transmitter) tarafından bir kesme ile yakalanıp kod içinde ayıklanarak akım ve gerilim değerleri ilgili değişkenlere aktarılır. Değişkene aktarılan bu değerler yüksek ve düşük akım ve gerilim değerleriyle karşılaştırılarak akım ve gerilim alarmlarının gönderilip gönderilmeyeceği belirlenir.

Çizelge 4. ModbusRTU sorgu protokolü

Table 4. ModbusRTU query protocol

Bayt 0	Bayt 1	Bayt 2	Bayt 3	Bayt 4	Bayt 5	Bayt 6	Bayt 7
Cihaz adresi	Fonksiyon	Register Adresi MSB ¹	Register Adresi LSB ²	Register sayısı MSB ¹	Register sayısı LSB ²	CRC ³ MSB ¹	CRC ³ LSB ²

¹ En büyük değerlikli bayt (Most significant byte).

² En küçük değerlikli bayt (Least significant byte).

³ Döngüsel artıklık denetimi (Cyclic redundancy check).

Pompa düğüm noktasında toplanan tüm bu veriler JSON (JavaScript Object Notation) formatına (ECMA, 2017) dönüştürülerek merkezi toplayıcıya iletilir ve GSM modem ile sunucuya aktarılır.

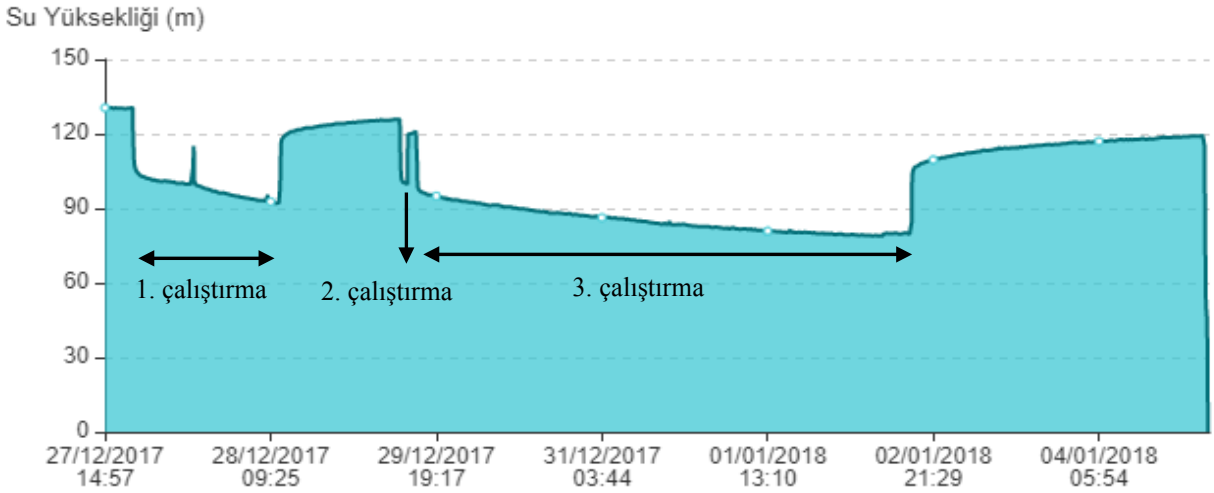
Bu kontrollerden sonra döngüde kullanıcı tarafından uzaktan gönderilen komutlar değerlendirilir. Kullanıcı düğüm noktasına pompa kontrolü (Aç/Kapat) ya da ayar setinin yenilenmesi ile ilgili bir komut gönderdiyse bu işleme alınır. Alınan komutların mikroişlemci tarafından işlenerek başarılı bir şekilde eeproma kaydedildiği bilgisi de yeni bir alarm şeklinde JSON formatında kullanıcıya gönderilir. Ayar setinin değiştirilmesi durumunda düğüm noktasının yeniden başlatılmasına gerek kalmamaktadır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Saha testi: Uzaktan izleme, yönetim ve alınan veriler

Testin başladığı 27.12.2017 tarihinde ilk olarak düğüm noktası, merkezi toplayıcı ve GSM modemin kurulumu tamamlanmıştır. Elektrik kesintisine karşı sistemin veri aktarımını devam ettirebilmesi için pompa düğüm noktası ile toplayıcı ve GSM modemin enerjisi 220 V ile şarj edilen 1'er adet 12VDC 14 Ah akü ile desteklenmiştir. Hazırlıkların ardından aynı gün saat 14:57'de ölçüme başlanmış, kontrol kartı ile toplayıcı arasındaki haberleşmede problem olmadığı belirlendikten sonra saat 16:00'da ilk çalıştırma yapılmıştır.

1. çalıştırma öncesinde dalgıç pompa üzerindeki statik su yüksekliği 130.8 m. ölçülmüştür (Şekil 3). Test süresince pompa çalıştırıldığında bu değer küresel vana ile yapılan basınç ayarlamasına bağlı olarak 3. çalıştırmada 78 m'ye kadar düşmüştür (dinamik su yüksekliği, 2.1.2018, 17:10). Pompanın çalıştırılmadığı 1. ile 2. çalıştırma, 2. ile 3. çalıştırma ve 3. çalıştırma ile test sonu arasındaki sürede statik su yüksekliği sırasıyla 125, 120 ve 120 m'ye kadar yükselmiştir.

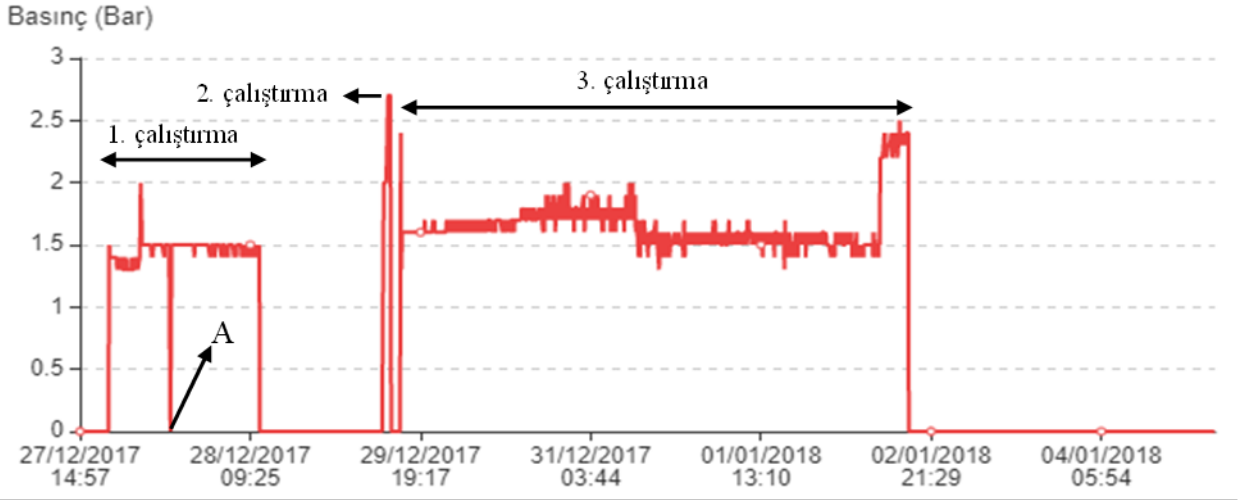


Şekil 3. Test süresince pompaj tesisi kontrol kartında (pompa düğüm noktasında) ölçülen statik ve dinamik su yüksekliği.

Figure 3. Static and dynamic water height in pump node during the test period.

Çıkış basıncının 1.3-2.0 bar arasına ayarlandığı tüm durumlarda (Şekil 4) dinamik su yüksekliğinde zamana bağlı düşüş kaydedilmiştir. Çıkış basıncının 2.7 bara ayarlandığı 2. çalıştırmada dinamik su yüksekliği 100 m olarak belirlenmiş ancak bu çalıştırma daha kısa tutulmuş ve 3. çalıştırmaya geçilmiştir. Çıkış basıncının yaklaşık 2.4 bara ayarlandığı 3. çalıştırmanın sonlarında (2.1.2018, 12:00 – 2.1.2018, 17:15) dinamik su yüksekliği 80 m'de sabit kalmıştır.

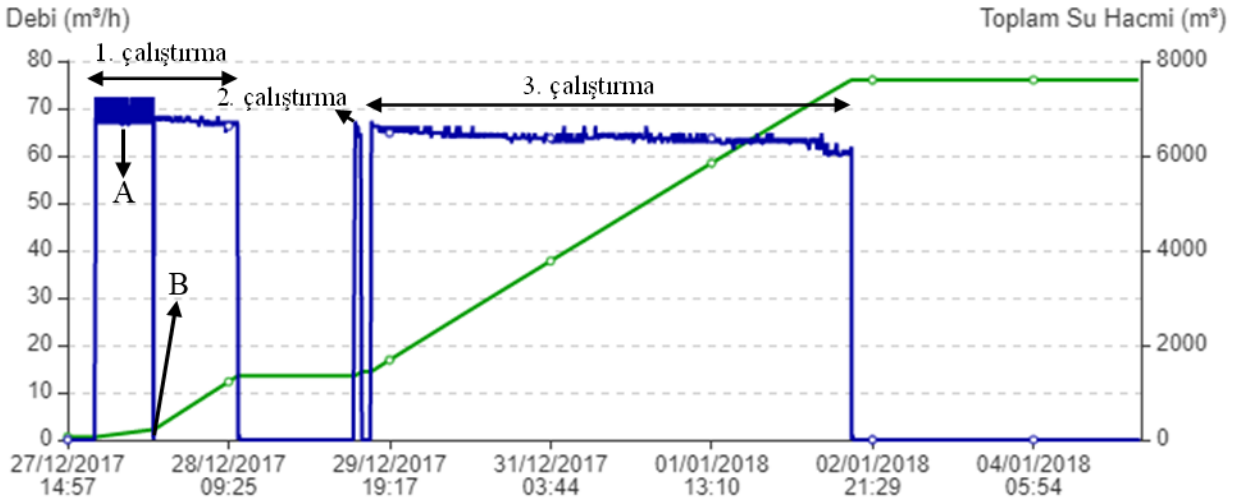
Her çalıştırmada, pompanın uzaktan çalıştırılmasından hemen sonra basınçta ani yükselme kaydedilmiş, özellikle 3. çalıştırma sırasında bu durum belirgin olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 4. Test süresince pompaj tesisi kontrol kartında (pompa düğüm noktasında) ölçülen çıkış basıncı.

Figure 4. Outlet pressure in pump node during the test period.

Basıncın 1.3-1.5 bar arasında tutulduğu 1. çalıştırmada debi $73-65 \text{ m}^3/\text{saat}$ arasında değişmiştir. 3. çalıştırmada, basıncın 1.5-2 bar arasında tutulduğu bölümde debi $66-62 \text{ m}^3/\text{saat}$ arasında dalgalanmış; 2.4 bara ayarlandığı son aşamada ise debi $60 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'e düşmüştür (Şekil 4 ve 5).



Şekil 5. Test süresince pompaj tesisi kontrol kartında (pompa düğüm noktasında) ölçülen debi ve toplam su hacmi.

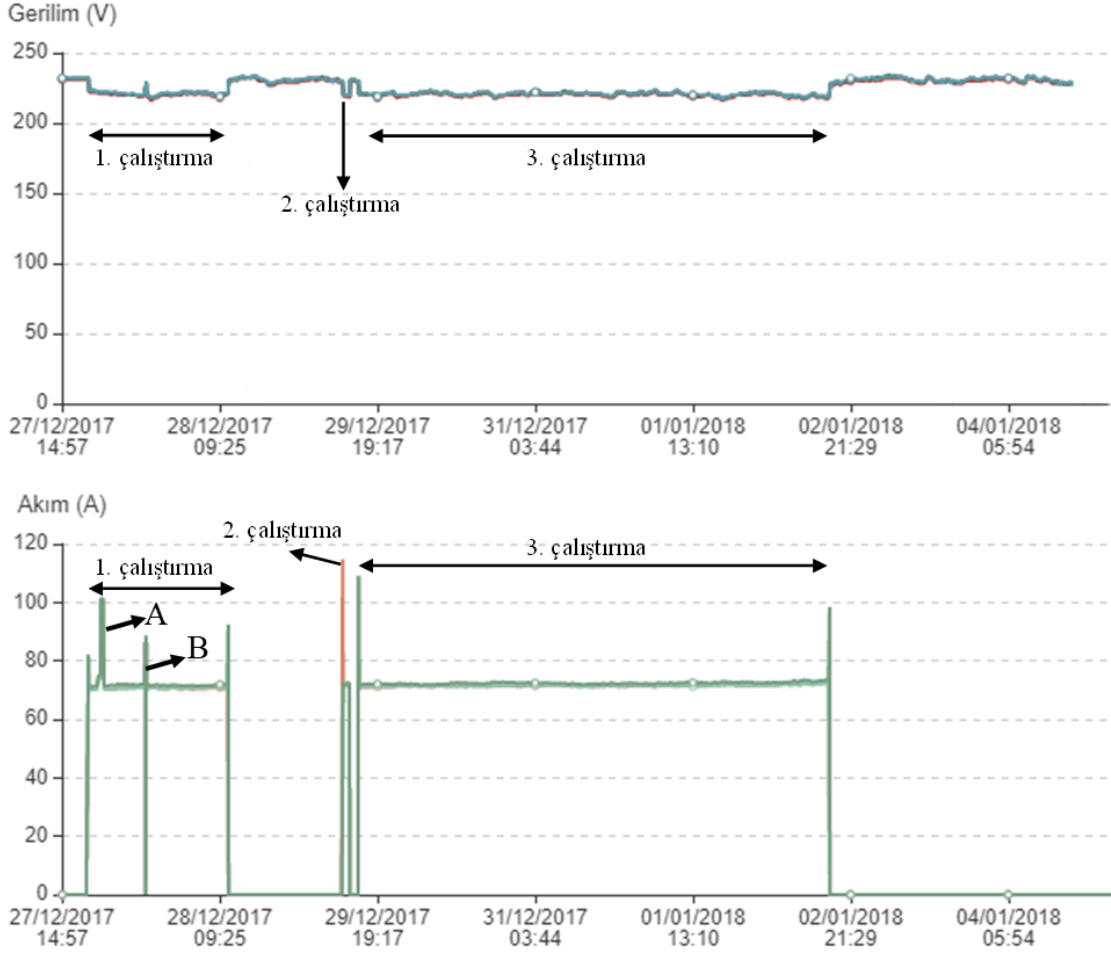
Figure 5. Flowrate and total water volume in pump node during the test period.

Test süresi boyunca toplam 7598 m^3 su hacmi kaydedilmiş bunun 1350 m^3 'ü 1. çalıştırmada, 85 m^3 'ü 2. çalıştırmada, 6163 m^3 'ü ise 3. çalıştırmada gerçekleşmiştir (Şekil 5).

Test sırasında ölçülen elektriksel parametrelere ilişkin değerler Şekil 6'da verilmiştir. 3 faz için faz ve nötr arasında ölçülen gerilim değerleri benzer olarak 215-235 volt arasında değişmekle birlikte, pompanın çalıştığı durumda çalışmadığı duruma göre daha düşük gerilim değerleri kaydedilmiştir.

Pompanın çalıştırıldığı durumda akım değerleri genellikle 72 amperde sabit kalmakla birlikte, kalkış ve duruş anlarında sıçramalar kaydedilmiştir. Bunun yanında, 1. çalıştırma sırasında 27.12.2017, 16:33 - 16:38 saatleri arasında akım yükselmesi kaydedilmiş, bu sırada kuyu çıkış ağzında fiziksel partiküller (çamur)

gözlenmiş ve aynı zamanda debide dalgalanmalar kaydedilmiştir. (Şekil 6. A noktası ve Şekil 5. A noktası). Yine aynı çalıştırma sırasında saat 18:20 ile 18:24 saatleri arasında elektrik panosundan kaynaklanan arıza nedeniyle pompa durmuş, akım önce sıçrama göstermiş ve ardından 0 ampere düşmüştür (Şekil 6. B noktası); düğüm noktasının akü ile beslenmesi nedeniyle bu sırada veri aktarımı devam etmiş ve bu aralıktaki debi ve basınç $0 \text{ m}^3/\text{saat}$ ve 0 bar olarak kaydedilmiştir (Şekil 4. A noktası ve Şekil 5. B noktası).



Şekil 6. Test süresince pompaj tesisi kontrol kartında (pompa düğüm noktasında) ölçülen gerilim ve akım değerleri.

Figure 6. Voltage and current in pump node during the test period.

Kuo et. al (2021) tarafından sulamada kullanılan dalgıç pompanın kontrolü ve izlenmesine yönelik olarak yürütülen çalışmada LoRa radyo modülasyonu kullanan radyo vericisi ile 32-bit ARM mimariye sahip ATMEL mikroişlemcili Arduino Mega geliştirme kartının birleşiminden oluşan bir kontrol kartı geliştirilmiştir. Çalışmada pompanın çalışma ve durma zamanlarında, uzaktan otomasyona bağlı kontrol koşulunda zamanlayıcı ile sağlanan kontrole göre iyileşme kaydedilmiştir. Yine ilgili çalışmada bu çalışmadaki bulgulara benzer olarak pompanın çalışma anında akım değerlerinde sıçramalar kaydedilmiştir.

Geliştirilen kablosuz sensör ağı düğüm noktası donanımı ve yazılımı ile bunların saha testi sonucu elde edilen bulgular, pompa istasyonunun basınç, debi, sulama suyu miktarı, akım ve gerilim parametrelerinin etkin ve başarılı olarak izlenebileceğini, pompaların uzaktan kontrol edilebileceğini ve pompa arızalarının önceden tahmin edilebilmesine yönelik olarak önemli veriler elde edilebileceğini ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın saha testi Teknotar Teknolojik Tarımsal Tesisat ve Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti., donanım tasarımı Devint Bilişim Yazılım Donanım Tic. Ltd. Şti. tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alabied, S., O. Hamomd, A. Daraz, F. Gu & A.D. Ball, 2017. "Fault diagnosis of centrifugal pumps based on the intrinsic time-scale decomposition of motor current signals, 362-367". Proceedings of 23rd International Conference on Automation and Computing (ICAC) (7-8 September 2017, UK), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 745 pp. <https://doi.org/10.23919/ICAC.2017.8082027>
- Atay, Ü., Y. Işiker & B. Yeşilata, 2012. Güneş enerjili damla sulama sistemi arazi performansının deneysel değerlendirilmesi. Mühendis ve Makina, 53(634): 15-20.
- Becker, V., T. Schwamm, S. Urschel & J.A. Antonino-Daviu, 2020. Fault investigation of circulation pumps to detect impeller clogging. Applied Sciences, 10(21): 7550. <https://doi.org/10.3390/app10217550>
- Dragan, R., 2022. Maintenance of pumping station used for irrigation systems - diesel and electric pumps. (Web sayfası: <https://www.rivulis.com/maintenance-of-pumping-station-used-for-irrigation-systems-diesel-and-electric-pumps/>) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- DSİ, 2021. 2021 yılı faaliyet raporu. (Web sayfası: https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/DosyaGaleri/2021_yili_faaliyet_raporu.pdf) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Dubey, V., N. Dubey & S.S. Chouhan, 2011. "Wireless sensor network based remote irrigation control system and automation using DTMF code, 34-37". Proceedings of 2011 International Conference on Communication Systems and Network Technologies (3-5 June 2011, India). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 748 pp. <https://doi.org/10.1109/CSNT.2011.14>
- ECMA, 2017. The JSON data interchange syntax. (Web sayfası: https://www.ecma-international.org/wp-content/uploads/ECMA-404_2nd_edition_december_2017.pdf) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Greene, R.H. & D.A. Casada, 1995. Detection of Pump Degradation. U.S. Nuclear Regulatory Commission, 92 pp.
- Herrera-Guachamin, J. & J. Antonino-Daviu, 2019. "Laboratory experiments for the evaluation of the efficiency of induction motors operating under different electrical and mechanical faults, 6319-6322". Proceedings of IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (14-17 October 2019, Portugal), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 7147 pp. <https://doi.org/10.1109/IECON.2019.8927328>
- Hussein, H.A., A.J. Abdzahraa & Z.M. Mahdi, 2020. Improving the performance of the pump station in pipe line transportation system using PLC controller and remote monitoring. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 765(1): 012050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/765/1/012050>
- Irfan, M., A. Alwadie & A. Glowacz, 2019. Design of a novel electric diagnostic technique for fault analysis of centrifugal pumps. Applied Sciences, 9(23): 5093. <https://doi.org/10.3390/app9235093>
- Karar, M.E., M.F. Al-Rasheed, A.F. Al-Rasheed & O. Reyad, 2020. IoT and neural network-based water pumping control system for smart irrigation. Information Sciences Letters, 9(2): 107-112. <https://doi.org/10.18576/isl/090207>
- Karassik, I., J. Messina, P. Cooper & C. Heald, 2007. Pump Handbook (4th Edition). McGraw Hill, 1824 pp.
- Kuo, Y.W., W.L. Wen, X.F. Hu, Y.T. Shen & S.Y. Miao, 2021. A LoRa-based multisensor IoT platform for agriculture monitoring and submersible pump control in a water bamboo field. Processes, 9(5): 813. <https://doi.org/10.3390/pr9050813>
- Meriç, M.K. & N. Tunali, 2019. Design and implementation of wireless sensor network for monitoring and controlling of filter backflush in drip irrigation system. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(1): 21-30. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.426236>
- Mohanty, A.R., P.K. Pradhan, N.P. Mahalik & S.G. Dastidar, 2013. Fault detection in a centrifugal pump using vibration and motor current signature analysis. International Journal of Automation and Control, 6(3/4): 261-276. <https://doi.org/10.1504/IJAAC.2012.051884>

- NETAFIM, 2015. Drip irrigation handbook: Understanding the basics. (Web sayfası: <https://www.netafim.com/499749/globalassets/products/drippers-and-dripperlines/drip-irrigation-system-handbook.pdf>) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Ogidan, O.K. & K.R. Afia, 2019. "Smart irrigation system with an Android-based remote logging and control, 1-4". Proceedings of 2019 IEEE AFRICON (25-27 September 2019, Ghana). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 1074 pp. <https://doi.org/10.1109/AFRICON46755.2019.9133953>
- Page, P.R., S. Zulu & M.L. Mothetha, 2018. Remote real-time pressure control via a variable speed pump in a specific water distribution system. AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society, 68(1): 20-28. <https://doi.org/10.2166/aqua.2018.074>
- Scherer, T.F., 2022. Irrigation water pumps. (Web sayfası: <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2022-02/ae1057.pdf>) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Sengar, N. & A. Parakh, 2020. Remote control, protection and monitoring of pump for agricultural purposes. International Journal of Innovative Science and Modern Engineering, 6(12): 7-10. <https://doi.org/10.35940/ijisme.L1271.1261220>
- Smajstrla, A.G., D.S. Harrison & J.M. Stanley, 2002. Evaluating irrigation pumping systems. (Web sayfası: <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/15/06/00001/AE12200.pdf>) (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Thomas, E., D. Wilson, S. Kathuni, A. Libbey, P. Chintalapati & J. Coyle, 2021. A contribution to drought resilience in East Africa through groundwater pump monitoring informed by in-situ instrumentation, remote sensing and ensemble machine learning. Science of The Total Environment, 780: 146486. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146486>
- Wang, G., L. Zhao, R. Liang & Z. Liu. Design of remote monitoring system for sewage source heat pump based on PLC and GPRS. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 480(1): 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/480/1/012008>
- Ya-qiang, M., Z. Xiao-li, L. Xiao-qin & D. Zhen-gang, "Design and implementation of the ground source heat pump remote monitoring system, 62-65". Proceedings of Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (10-11 October 2009, China), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 3680 pp. <https://doi.org/10.1109/ICICTA.2009.731>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):633-643
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1098688>

Ruziye KARAMAN^{1*}

Cengiz TÜRKAY¹

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
32260, Çünür, Isparta, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
ruziyekaraman@isparta.edu.tr

Arpada (*Hordeum vulgare* L.) biyogaz atığı uygulamalarının agronomik ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi

Effect of biogas waste applications on agronomic and some quality traits in barley (*Hordeum vulgare* L.)

Received (Alınış): 05.04.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 30.06.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada ahır gübresinden elde edilen biyogaz atığı uygulamalarının, Tarm 92 arpa çeşidinde verim, verim öğeleri ve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırma 2019-20 ve 2020-21 yıllarında Akdeniz iklimi ve karasal iklimin arasında geçiş ikliminin görüldüğü bölgede yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada 0, 1, 2, 3 ve 4 ton da⁻¹ dozlarında biyogaz atığı uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları: Araştırmada incelenen özellikler üzerine biyogaz atığı uygulamaları olumlu etkide bulunmuş, arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu dozdan sonra bazı özelliklerde (başak uzunluğu, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi) azalmalar gözlemlenmiştir. Özellikle tane verimi bakımından, 3 ton da⁻¹ dozunda ortalama 478 kg da⁻¹ ile en yüksek değer elde edilmiş, bu değer arpada verim yönünden üst sınır dozu olduğu belirlenmiştir. Biyogaz atığı uygulamaları, kontrol uygulamasına göre bin tane ağırlığını %10.6, hektolitre ağırlığını %6.0, kül içeriğini %10.5 ve protein içeriğini %8.4 oranında artırmıştır.

Sonuç: Arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı kullanılarak hem verim ve kalite özellikleri üzerinde en iyi sonuçlar alındığı, hem de yenilenebilir enerji atıkları değerlendirildiği ifade edilebilir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the effects of biogas waste applications obtained from barnyard manure on yield, yield components and quality characteristics of Tarm 92 barley variety.

Materials and Methods: The study was carried out as a field experiment in the experimental areas of the Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, located in the region where the transition climate between the Mediterranean climate and the continental climate is observed in 2019-20 and 2020-21. The study was set up in a randomized block design with 4 replications. In the study, biogas waste was applied at doses of 0, 1, 2, 3 and 4 tons da⁻¹.

Results: Biogas waste applications had a positive effect on the properties examined and it was determined that 3 ton da⁻¹ biogas waste application in barley cultivation was effective on yield and quality characteristics. After this dose, decreases were observed in some properties (head length, grain weight per spike, thousand grain weight, test weight and grain yield). Especially in terms of grain yield, the highest value was obtained with an average of 478 kg da⁻¹ at the dose of 3 tons da⁻¹, and it was determined that this value was the upper limit dose in terms of yield in barley. Biogas waste applications increased 1000 seed weight by 10.6%, test weight by 6.0%, ash content by 10.5% and protein content by 8.4% compared to control application.

Conclusion: It can be stated that application of 3 ton da⁻¹ biogas waste in barley cultivation revealed the best results on yield and quality characteristics so that renewable energy wastes are evaluated.

Anahtar sözcükler: Arpa, biyogaz atığı, kalite, verim, verim öğeleri

Keywords: Barley, biogas waste, quality, yield, yield components

GİRİŞ

Arpa (*Hordeum vulgare* L.), dünyada ilk kültüre alınan bitkilerden birisidir. Geniş adaptasyon kabiliyeti sayesinde hem ülkemizde hem de Dünya'da geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de hayvan beslenmesi için son derece önemli olan arpa, doğrudan insan beslenmesinde kullanılmasa da, hayvansal üretim ve yem rasyonlarında önemli protein kaynağı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Payı çok az olmakla birlikte, un ve çeşitli ürünler olarak insan beslenmesi için de tüketilmektedir (Mutlu, 2021). Dünya genelinde ekiliş ve üretim miktarı bakımından arpa tahıllar içerisinde dördüncü, ülkemizde ise ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye 8.3 milyon tonluk (2020 yılı) üretimi ile dünya arpa üretiminin (159 milyon ton) yaklaşık olarak %5'ini gerçekleştirmektedir. Ortalama verimi 268 kg da⁻¹ olup, dünya ortalamasının (304 kg da⁻¹) altındadır (FAO, 2021). Dünya nüfusunun hızla artması, azalan tarım arazileri, insan ve hayvanların beslenme sorunlarının yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Bu nedenlerle bitkisel üretimde birim alan verimi ile ürün kalitesinin artırılması gerekmektedir (Doğan & Kendal, 2012; Gülüt, 2021).

Ülkemizin tarım topraklarında organik madde miktarı giderek azalmaktadır. Nitekim, organik madde içerikleri birçok bölgede %2'den %1'e düşmüş durumdadır (Gümüş & Şeker, 2014). Toprak verimliliğinin azalmasında, organik gübrelemenin yetersizliği, monokültür veya sınırlı ekim nöbeti, anız yakılması gibi işlemler neden olmuştur (Şeker & Karakaplan, 1999). Diğer taraftan topraklara organik madde ilavesi olmaksızın, yalnız kimyasal gübre kullanımı toprakta bulunan değerli organik maddenin daha hızlı mineralizasyonuna da neden olmaktadır (OGÇ, 2018). Bu bağlamda, ülkemizdeki toprakların organik maddenin yetersizliğini gidermek için, organik gübrelerin topraklara uygun dozlarda uygulanması önem arz etmektedir.

Son yıllarda bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan organik gübrelerden birisi de biyogaz atığıdır. Organik madde oranı yüksek; hayvan, bitki, şehir ve endüstriyel atıklardan biyogaz elde edilmektedir (Yaraşır vd., 2018). Biyogaz teknolojisi aracılığıyla çeşitli organik atıkların anaerobik parçalanmasından elde edilen biyogaz atığı dünya çapında büyük ilgi görmektedir (Weiland, 2010; Smith et al., 2014; Nyang'au et al., 2016; Kara vd., 2019; Demirel & Ereku, 2020). Biyogaz atığının, bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan makro ve mikro besinler bakımından zengin olduğu bildirilmektedir (Smith et al., 2014; Kumar vd., 2015; Cao et al., 2016). Nitekim, biyogaz atığının yüksek besin bileşimi, kimyasal gübrelerle kıyasla daha ucuz ve daha güvenli bir alternatif besin kaynağı sağlarken, organik bir gübre olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Odlare et al., 2011; Khan et al., 2012). Ayrıca, biyogaz atığı uygulaması ile bitkilerin azot alımı, büyümesi ve verimi artmakta olup, buna ek olarak bu uygulamanın toprak kalitesini de iyileştirdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Bachmann et al., 2011; Galvez et al., 2012; Alaboz et al., 2021). Bununla birlikte Yaraşır vd. (2018), buğdayda biyogaz atığının uygulamasının m²'deki başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, bayrak yaprak alanı ve tane verimi üzerine önemli etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Ferdous et al. (2020) ise, mısır üzerine inek gübresi veya kümes hayvanı gübresinden elde edilen biyogaz atığının kimyasal gübre ile birlikte uygulanmasının, geleneksel çiftçi uygulamasına kıyasla %20-24 daha yüksek tane verimi, %22-23 daha fazla brüt getiri ve %52-53 daha fazla brüt kar marjı elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma; toprağa farklı dozlarda biyogaz atığı ilavesinin arpada verim, verim öğeleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma; 2019-2020 ve 2020-2021 yılları vejetasyon döneminde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin arasında geçiş ikliminin görüldüğü bölgede yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (37°84' K, 30°54' D, 1035 m) Ziraat Fakültesi deneme alanlarında tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak iki yıldır ekim yapılmayan nadas alanı seçilmiştir. Çalışma alanlarından (0-30 cm) alınan toprak örneklerinde yapılan toprak analizleri sonucunda, ekim yapılan toprakların bünyeleri killi tınlı yapıya sahip, organik maddesi yıllara göre sırasıyla %1.69 ve %1.65, kireç içeriği %25.43 ve %25.50, tuzluluk sorunu

görünmeyen (0.38 ve 0.40 dS m^{-1}) ve hafif alkalın (7.89 ve 7.92) topraklar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada hidrometre yöntemiyle toprak tekstürü (Demiralay, 1993), modifiye edilmiş Walkley Black metoduyla organik madde içeriği (Kacar, 2009), Scheibler kalsimetresi yöntemiyle CaCO_3 içeriği (Kacar, 2009), 1:1 toprak su süspansiyonu metoduyla elektriksel iletkenlik (US Salinity Laboratory Staff, 1954) ve pH değeri (Kacar, 2009) belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda (2019-2020 ve 2020-2021 vejetasyon döneminde) da sıcaklıkların ortalaması (11.4°C ve 12.5°C), uzun yıllar sıcaklık ortalamasının (10.2°C) üzerinde olmuştur. Çalışmada yetiştirme sezonlarında görülen toplam yağış miktarı her iki yılda da (421.5 mm ve 374.9 mm) uzun yıllar toplam yağış miktarından (497.5 mm) daha az olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme yıllarına ve uzun yıllara ait iklim verileri.

Table 1. Climatic data of trial years and long years.

	Ortalama Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)			Toplam Yağış (mm)		
	2019-20	2020-21	Uzun yıllar	2019-20	2020-21	Uzun yıllar
Kasım	9.8	9.3	7.8	28.6	26.5	44.8
Aralık	4.6	6.9	3.6	45.3	35.4	86.7
Ocak	1.4	5.2	1.8	74.1	88.3	81.0
Şubat	3.8	6.5	3.0	71.4	16.3	67.0
Mart	7.7	6.7	6.0	41.3	45.0	58.7
Nisan	11.6	12.7	10.7	24.2	8.0	51.6
Mayıs	16.1	19.6	15.5	92.1	2.3	56.4
Haziran	20.3	19.9	19.9	42.6	144.7	35.5
Temmuz	27.0	25.9	23.4	1.9	8.4	15.8
Ort/Top	11.4	12.5	10.2	421.5	374.9	497.5

Araştırmada Tarm-92 iki sıralı arpa çeşidi tohum materyali olarak kullanılmıştır. Denemede toprağa farklı dozlarda (0, 1, 2, 3 ve 4 ton da^{-1}) biyogaz atığı uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan biyogaz atığı, biyogaz üretim tesisinde, ahır gübresinden elde edilmiş ve Seperatör Pres'den yaklaşık %15 nem ile çıkan atık organik bir materyaldir. Alaboz et al. (2021), tarafından biyogaz atığının organik madde içeriği %46.7, pH değeri 7.70 ve C:N oranı 12.1' olarak belirlenmiştir. Bu atık materyalin P ve K içerikleri %0.84 ve %0.75 iken, Cu, Zn Mn ve Fe içerikleri sırasıyla 15.8, 35, 109 ve 859 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan biyogaz atığının içeriği.

Table 2. Content of biogas waste used in the experiment.

Özellikler	Değerler
Nem (%)	15
Organik Madde (%)	46.7
pH	7.70
C:N	12.1
P (%)	0.84
K (%)	0.75
Cu (mg kg^{-1})	15.8
Zn (mg kg^{-1})	35
Mn (mg kg^{-1})	109
Fe (mg kg^{-1})	859

Tarla denemeleri, tesadüf blokları deneme deseninde göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada, ekimler her iki deneme yılında Kasım ayının ilk haftasında sıra arası 20 cm ve m^2 'ye 500 tohum düşecek şekilde ekim mibzeri ile yapılmıştır. Denemede parseller 5 m uzunluğunda ve 1.2 m genişliğinde dizayn edilmiştir. Çalışmada her bir parselde ekim öncesinde belirtilen dozlarda biyogaz atığı uygulaması yapıldıktan sonra, biyogaz atığı çapa makinesi ile 0-20 cm derinliğe karıştırılmıştır. Çalışmada kontrol parselleri (0 kg da^{-1} biyogaz atığı uygulaması) de dahil olmak üzere, tüm gruplara temel gübreleme olarak 10 kg N da^{-1} ve 6 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulanmıştır (Gümüş ve Akgün, 2021). Çalışmada fosforun tamamı ve

azotun yarısı ekimle birlikte, geri kalan yarısı üst gübre olarak kardeşlenme döneminde verilmiştir. Hasat, her iki yıl Temmuz ayının ortasında yapılmıştır.

Çalışmada parsellerdeki ilk ve son sıradaki ile her iki baştan 50 cm'deki bitkiler kenar tesiri olarak çıkarılmış ve geri kalan bitkiler üzerine ölçümler yapılmıştır. Parselde rastgele seçilen 10 bitki üzerinde bitki boyu (cm), başak uzunluğu (cm), başakta tane sayısı (adet/başak) ve başaktaki tane ağırlığı (g/başak) belirlenmiş, geri kalan bitkilerin hasat-harmanı yapıldıktan sonra elde edilen taneler üzerinde tane verimi (kg da^{-1}), bin tane ağırlığı (g), hektolitreye ağırlığı (kg) belirlenmiştir. Tanelerde ham kül içeriği (%) Yılmaz vd. (2005)'e, protein içeriği (%) Kjeldahl yöntemine göre (Kacar & İnal, 2008) yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin varyans analizleri TOTEMSTAT istatistik paket programında yapılmış ve uygulamalar ile yılların ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Arpada bitki boyunu yıllar, biyogaz atığı dozları ve yıl x uygulama interaksyonu önemli seviyede etkilemiştir. Birinci yıldaki bitki boyu değeri (85.87 cm), ikinci yıla (76.93 cm) göre daha yüksek olmuştur. Biyogaz uygulamaları yönünden ortalama bitki boyu en yüksek 4 ton da^{-1} dozunda (85.96 cm) belirlenmiş olup, 4 ton da^{-1} dozu ile 3 ton da^{-1} (83.90 cm) dozu istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Her iki yılda da bitki boyu kontrol uygulamalarında en düşük değerleri almıştır. Çalışmada ikinci yılda yağış miktarının ilk yıla nazaran düşük olması ve bahar aylarında (Nisan-Mayıs) gerçekleşen yağışların Haziran ayına kayması, buna ek olarak da ortalama sıcaklıkların ikinci yılın (12.5°C) ilk yıla (11.4°C) nazaran daha fazla olması sebebiyle bitki boyu olumsuz olarak etkilenmiştir (Çizelge 1; Çizelge 3). Pek çok araştırmacı tarafından bitki boyunun, iklim faktörleri, toprak verimliliği, ekim normu ve çeşit gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Kün, 1996; Mut vd., 2014; Yaraşır, 2018; Kon, 2019). Ayrıca, bitki boyunun verim ve kalite özellikleri üzerine de önemli etkilerinin olduğu ifade edilmektedir (Kilercioğlu, 2020). Literatür çalışmaları incelendiğinde; pek çok araştırmacı tarafından da artan gübre dozlarına bağlı olarak serin iklim tahıllarında bitki boyunun arttığı bildirilmiştir (Budaklı vd., 2005; Yang et al., 2008; Yaraşır, 2018; Kon, 2019).

Çizelge 3. Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının bitki boyu ve başak uzunluğuna ait ortalamalar.

Table 3. Means of plant height and spike length of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Bitki Boyu (cm)			Başak Uzunluğu (cm)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 kg/da	76.83 d	73.21 c	75.52 C	7.76 d	6.77 c	7.26 D
1 kg/da	89.34 b	75.88 bc	79.85 B	7.94 c	7.12 b	7.53 C
2 kg/da	86.51 bc	77.43 ab	81.77 B	8.27 b	7.49 a	7.88 B
3 kg/da	89.34 b	78.45 a	83.90 A	8.75 a	7.57 a	8.16 A
4 kg/da	92.84 a	79.83 a	85.96 A	8.69 a	7.59 a	8.14 A
Ortalama	85.87 A	76.93 B		8.28 A	7.31 B	
	Yıl: 380.62**; Uygulama: 61.17**; YılxUygulama: 16.29**			Yıl: 865.7**; Uygulama: 111.72** YılxUygulama: 5.43**		

** : $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli

Başak uzunluğu üzerine yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksyonun etkisi önemli bulunmuştur. Birinci yıl ortalama başak uzunluğu 8.28 cm olarak belirlenmiş olup, yağışın yetersizliği ve kuraklığa bağlı olarak ikinci yıl başak uzunluğu (7.31 cm) birinci yıla göre azalmıştır. Biyogaz atığı uygulamalarına göre ortalama başak uzunluğu artış göstermiş olup, 3 ton da^{-1} (8.16 cm) ve 4 ton da^{-1} (8.14 cm) uygulamalarında en yüksek değerleri almıştır. En yüksek başak uzunluğu değerlerini ilk yıl 3 ve 4 ton da^{-1} biyogaz atığı uygulamasında, ikinci yılda ise 2, 3 ve 4 ton da^{-1} biyogaz atığı uygulaması sonucunda elde edilmiştir. Her iki yılda da en kısa başak uzunluğu sadece standart gübreleme yapılan

kontrol parsellerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Başak uzunluğunun tahıllarda yüksek değerlerde olması ve başakçıkların başak ekseninde çok sık dizilmemesi istenilen bir karakterdir. Bu durum tane dolum döneminde tanenin daha kolay şişkinleşmesine ve tane ağırlığının artışına imkan sağlamaktadır (Bilgin & Korkut, 2005). Nitekim çalışmada biyogaz atığı dozlarının artışına paralel olarak başak uzunluğunu genel olarak artış göstermiş, bunun sonucunda da başaktaki tane sayısı, tane ağırlığı ve tane verimi de artmıştır. İlker (2006), arpada tane verimi üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri yüksek olan başak uzunluğunun, seleksiyon kriteri olabileceğini ifade etmiştir. Organik kaynaklı gübrelerin başak uzunluğu ve tane verimi üzerine oldukça etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Kara & Gül, 2013; Mutlu, 2018; Mutlu vd., 2020).

Biyogaz atığı dozlarının, yılların ve interaksiyonun arpada başakta tane sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vejetasyon dönemindeki yağış miktarının fazla olduğu birinci yılda (25.34 adet) başakta tane sayısı daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük ortalama başakta tane sayısı biyogaz atığı dozlarına göre kontrol (22.19 adet) ve 1 ton da⁻¹ (22.55 adet) uygulamalarında tespit edilmiştir. Bunun nedeni 1 ton da⁻¹ biyogaz atığı dozunda bitki besin elementleri miktarının düşük olması gösterilebilir. En yüksek başakta tane sayısı ise 3 (25.33 adet) ve 4 ton da⁻¹ (25.47 adet) biyogaz atığı uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Başakta tane sayısı tane verimine doğrudan etki eden önemli bir karakterdir. Başak uzunluğu ile başakta başakçık sayısına bağlı olarak değişiklik gösteren başakta tane sayısının, fazla olması, istenilen dolgunluk ve irilikte olması istenmektedir (Gürsoy, 2011). Ayrıca organik gübrelerin toprak verimliliğinde sağladıkları avantajlar sayesinde, serin iklim tahılların çiçeklenme, tane dolum dönemlerini ve başakta tane sayısını olumlu yönde etkilemektedir (Asmus et al., 1990). Çalışmada da biyogaz atığı dozlarının artmasıyla birlikte başakta tane sayısı artış göstermiştir. Yaraşır vd. (2018), sıvı biyogaz atığı uygulaması ile birlikte başakta tane sayılarının arttığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Demirel (2018), katı biyogaz atığının başakta tane sayısı üzerine önemli etkileri olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı ait ortalamalar.

Table 4. Means of grain number per ear and grain weight per spike of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Başakta Tane Sayısı (adet/başak)			Başakta Tane Ağırlığı (g/başak)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da ⁻¹	22.75 d	22.00 c	22.19 B	1.11 e	1.00 e	1.05 E
1 ton da ⁻¹	23.20 d	21.90 c	22.55 B	1.17 d	1.02 d	1.10 D
2 ton da ⁻¹	25.55 c	22.55 bc	24.05 AB	1.32 c	1.15 c	1.24 C
3 ton da ⁻¹	27.25 b	23.40 a	25.33 A	1.44 a	1.28 a	1.36 A
4 ton da ⁻¹	27.93 a	23.00 ab	25.47 A	1.37 b	1.21 b	1.29 B
Ortalama	25.34 A	22.50 B		1.28 A	1.13 B	
	Yıl: 374.14 **; Uygulama: 84.48**			Yıl:1167.7**; Uygulama:654.9**		
	YılUygulama: 29.67**			YılUygulama: 5.81**		

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Başakta tane ağırlığı üzerine yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur. Birinci yıldaki başakta tane ağırlığı (1.28 g) ikinci yıla (1.13 g) göre daha yüksek olmuştur. En yüksek ortalama başakta tane ağırlığı 3 ton da⁻¹ (1.36 g) biyogaz atığı dozundan elde edilirken, en düşük ortalama başakta tane ağırlığı ise kontrol uygulamasında (1.05 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Arpada başakta tane ağırlığı, tane verimini etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Sushila & Gajendra (2000)'nin çiftlik gübresinin başakta tane ağırlığını artırdığını ifade etmişlerdir. Cheraghi et al. (2016), ise kontrol uygulamasına göre 1 ton da⁻¹ çiftlik gübresinin başakta tane ağırlığını artırdığını ancak, 2 ton da⁻¹ çiftlik gübresi uygulamasının ise başakta tane ağırlığını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Nitekim yaptığımız çalışmada da biyogaz atığı dozlarının belli bir seviyeye (3 ton da⁻¹) kadar artması ile,

başakta tane ağırlığı da artmış, ancak o seviyeden sonrada yapılan uygulamalar ile başakta tane ağırlığını azalmıştır (Çizelge 4). Ayrıca, literatür çalışmaları incelendiğinde araştırmacılar tarafından arpa çeşitlerinin başakta tane ağırlığının değişik çevre koşullarında farklı tepkiler gösterdiği sonucu ortaya konmuştur (Sirat & Sezer 2005; Koca vd., 2015). Çalışmadaki bulgular ile literatürler arasındaki farklılık, organik materyalin besin içeriğinden, kullanılan çeşidin genetik yapısından veya bölgenin iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Arpada bin tane ağırlığı önemli bir kalite kriteridir. Biyogaz atığı dozlarına göre ortalama bin dane ağırlığı 40.97-45.16 g arasında değişim göstermiş, en yüksek bin tane ağırlığı 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasında, en düşük ise, kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı birinci yılda 4 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasında, ikinci yılda ise 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasında tespit edilmiş, her iki yılda da 3 ve 4 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamaları arasında istatistiki olarak fark oluşmamıştır. En düşük bin tane ağırlığı birinci yılda kontrol ve 1 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasında ikinci yılda ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Diğer taraftan bin tane ağırlığı birinci yıla (44.31 g) göre ikinci yıl (43.25 g) daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Araştırma yıllarına göre bin tane ağırlığının farklılık göstermesinde, yağışın, hava sıcaklığının etkili olduğu düşünülmektedir (Çizelge 1). Arpada bin tane ağırlığının yüksek olması; nişastanın fazlalığını ve tanelerin iri ve dolgun olmasını göstermektedir (Kün, 1996). Bin tane ağırlığı genotipe (Mut vd., 2014), birim alandaki fertil başak sayısına (Çarpıcı & Çelik, 2012), birim alandaki başak sayısına, başaktaki tane sayısına (Öztürk & Akten 1999), yetiştirme tekniklerine (O'Donovan et al., 2012), ekim zamanına (Akdamar et al., 2002; Alam et al., 2007) ve çevre şartlarına (Kızılgeçi vd., 2016) bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Diğer taraftan organik bazı gübrelerin verim ve verim ögeleri üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Kara & Gül, 2013). Yaraşır vd. (2018), ekmeleklik buğdayda sıvı biyogaz atığı dozlarının artmasına paralel olarak bin tane ağırlıklarının arttığını tespit etmişlerdir. Demirel (2018), buğdayda bin tane ağırlığının yüksek olması için katı biyogaz atığının mineral azot ile birlikte uygulanması gerektiğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar elde etmiş olduğumuz bulgular ile uyum içerisindedir.

Çizelge 5. Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına ait ortalamalar.

Table 5. Means of thousand grain weight and test weight of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Bin Tane Ağırlığı (g)			Hektolitre Ağırlığı (kg)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da ⁻¹	42.55 b	39.39 c	40.97 D	68.37 d	63.17 d	65.77 E
1 ton da ⁻¹	43.34 b	43.09 b	43.22 C	69.42 c	64.05 c	66.74 D
2 ton da ⁻¹	44.85 a	43.61 b	44.23 B	70.94 b	65.99 b	68.46 C
3 ton da ⁻¹	45.35 a	45.29 a	45.32 A	72.56 a	66.81 a	69.69 A
4 ton da ⁻¹	45.47 a	44.85 a	45.16 A	72.45 a	66.00 b	69.23 B
Ortalama	44.31 A	43.25 B		70.75 A	65.20 B	
	Yıl: 30.92**;Uygulama: 69.19**			Yıl:5488.7**;Uygulama:397.5**		
	YılıUygulama: 8.61**			YılıUygulama: 12.12**		

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Arpada önemli bir diğer kalite kriteri olan hektolitre ağırlığı üzerine, yılların, biyogaz atığı dozlarının ve interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur. 2019-20 vejetasyon döneminde (birinci yıl) ortalama hektolitre ağırlığı 70.75 kg, 2020-21 vejetasyon döneminde (ikinci yıl) ise ortalama hektolitre ağırlığı 65.20 kg olarak belirlenmiştir. Biyogaz dozlarının ortalaması incelendiğinde bin tane ağırlığına benzer olarak en yüksek hektolitre ağırlığı 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasında, en düşük hektolitre ağırlığı ise sadece standart gübreleme yapılan kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı 2019-20 vejetasyon döneminde 3 ve 4 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasından, 2020-21 vejetasyon döneminde ise 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasından elde edilmiştir. Her iki vejetasyon döneminde kontrol uygulaması en düşük

hektolitre ağırlığı değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 5). Hektolitre ağırlığı, arpada bira ve malt sanayinde kullanıldığı için yüksek olması istenmektedir (Sirat, 2014). Nitekim biyogaz atığı uygulamalarına göre hektolitre ağırlığı genel olarak artış göstermiş, bu artışa bağlı olarak maltlık değerinin de artması beklenmektedir. Hektolitre ağırlığı arpanın çeşidine, kültürel uygulamalara ve çevre şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Gürsoy, 2011; Sirat & Sezer, 2016; Aydoğan vd., 2017). Kandemir (2004), iki sıralı arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlığını ilk yıl 64.3 - 70.8 kg, ikinci yıl ise 61.6 - 69.1 kg olarak belirlemiş, yıllar arasındaki farklılığın yağış miktarından kaynaklandığını ifade etmiştir. Yaraşır vd. (2018), ekmeçlik buğdayda en yüksek hektolitre ağırlığını 3 ton da⁻¹ sıvı biyogaz atığı uygulamasında elde etmişlerdir. Ayrıca, organik kaynaklı gübrelerin hektolitre ağırlığını arttırdığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Mutlu, 2018; Mutlu vd., 2020).

Arpada tane veriminin artırılması en önemli yetiştiricilik amaçlarından birisidir. Uygulamalara göre ortalama tane verimi birinci yıl 444.31 kg da⁻¹, ikinci yıl ise 424.70 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılığın nedeni ikinci yıldaki yağış miktarının oldukça düşük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, birinci yıldaki verim öğelerinin (bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı gibi) yüksek olması tane verimine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Biyogaz atığı dozlarına göre ortalama tane verimi en yüksek 3 kg da⁻¹ (477.98 kg da⁻¹) uygulamasında, en düşük ise kontrol (365.29 kg da⁻¹) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 6). Demirel (2018), buğdayda tane verimi üzerine katı biyogaz atığı uygulamasının olumlu bir etkisinin olduğu bildirmiştir. Yapılan araştırmalarda arpanın tane verimi üzerine çeşitlerin, çevre faktörlerinin ve kültürel uygulamaların etki ettiği rapor edilmiştir (Aydoğan vd., 2011; Kızılgeçi vd., 2016; Altuner vd., 2018; Kızılgeçi vd., 2019). Ayrıca, organik gübrelerin tane verimini arttırdığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Öztürk et al., 2012; Abera et al., 2018; Mutlu, 2021).

Çizelge 6. Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının tane verimine ait ortalamalar.

Table 6. Means of grain yield of different biogas waste application in barley.

Uygulama/Yıl	Tane Verimi (kg da ⁻¹)		
	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da ⁻¹	379.08 d	351.50 e	365.29 E
1 ton da ⁻¹	427.28 c	405.17 d	416.22 D
2 ton da ⁻¹	464.25 b	436.17 c	450.21 C
3 ton da ⁻¹	484.31 a	471.65 a	477.98 A
4 ton da ⁻¹	467.39 b	459.00 b	463.20 B
Ortalama	444.46 A	424.70 B	
Yıl: 344.45**; Uygulama: 1425.79**; Yıl x Uygulama: 13.92**			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Arpada biyogaz atığı dozları ve yıllar ham kül içeriğini istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. İkinci yıldaki ham kül içeriği (%2.59), birinci yıla (%2.49) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). Biyogaz uygulamaları yönünden ham kül içeriği %2.39-2.64 arasında değişim göstermiş, en yüksek ham kül içeriği 4 ton da⁻¹ dozunda belirlenmiş olup, bu doz ile 2 ve 3 ton da⁻¹ dozu uygulamalarının aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Çalışmanın her iki yılında da ham kül oranı kontrol uygulamasında en düşük değerleri almış olup, 1 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulaması ile kontrol uygulaması arasında istatistiki olarak fark belirlenmemiştir. Yaraşır (2018), buğdaya uyguladığı sıvı biyogaz atığı uygulamasına göre ham kül içeriğini %1.33 ile %1.44 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Buna ek olarak, araştırmacı ham kül içeriği, mineral madde zenginliği ile ilişkili olduğunu ve çeşit ile yetiştirme koşullarından etkilendiğini ifade etmiştir. Bulut (2012), ise ham kül içeriğinin yağışlı dönemlerde azaldığını, kurak dönemlerde ise artış gösterdiğini tespit etmiştir. Bu durum, ham kül içeriğinin iklim şartlarından etkilendiğini göstermekte olup, çalışmadan elde edilen veriler ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 7. Arpada farklı biyogaz atığı uygulamasının ham kül oranı ve protein oranı ait ortalamalar.

Table 7. Means of raw ash ratio and protein ratio of different biogas waste applications in barley.

Uygulama/Yıl	Ham Kül Oranı (%)			Protein Oranı (%)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
0 ton da ⁻¹	2.36	2.43	2.39 B	10.01 D	10.58 D	10.30 D
1 ton da ⁻¹	2.40	2.54	2.47 B	10.22 C	10.69 C	10.46 C
2 ton da ⁻¹	2.49	2.67	2.58 A	10.62 B	10.89 B	10.75 B
3 ton da ⁻¹	2.59	2.68	2.63 A	11.03 A	11.24 A	11.13 A
4 ton da ⁻¹	2.62	2.65	2.64 A	11.07 A	11.25 A	11.16 A
Ortalama	2.49 B	2.59 A	2.39 B	10.59 B	10.93 A	
	Yıl: 39.02**; Uygulama: 35.93** YılxUygulama: 2.51 ns			Yıl:285.51**; Uygulama:300.1** YılxUygulama: 14.27**		

** : P≤0.01 düzeyinde önemli; ns: önemli değil

Arpada biyogaz atığı dozlarının, yılların ve yıl x uygulama interaksyonu protein içeriğini 0.01 seviyesinde etkilemiştir. Çalışmanın ikinci yılındaki (%10.93) protein içeriği birinci yıla (%10.59) göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 7). Biyogaz atığı dozlarının artması ile de protein içeriği artmıştır. Her iki yılda da en yüksek protein içeriği 3 ve 4 ton da⁻¹ biyogaz atığı dozlarında, en düşük ise kontrol dozunda belirlenmiştir. Biyogaz atığı uygulamaları protein içeriğini kontrole göre sırasıyla %10.59 ve %6.33 oranlarında artırmıştır. Yolcu (2008), uyguladığı farklı dozlardaki ahır gübresinin protein oranını artırdığını ifade etmiştir. Kara vd. (2019), sorgum x sudan otu meleziine farklı dozlarda (0, 1, 1.5 ve 2 ton da⁻¹) katı biyogaz atığı uygulaması sonucunda en yüksek ham protein oranını 2 ton da⁻¹ uygulamasında elde etmişlerdir. Çalışmada kullanılan biyogaz atığı, ahır gübresinden elde edilmiş olup, yapılan uygulamalar protein oranını düşük miktarlarda olsa da artırmıştır. Birçok araştırmacı artan gübre dozlarına paralel olarak protein oranının da arttığını ifade etmişlerdir (Petrie et al., 2003; Yang et al., 2008; Kara vd., 2019; Kon, 2019).

SONUÇ

Tarımsal üretimde organik gübre kullanımının yaygınlaşması her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Bu amaçla çalışmada hayvansal atıklardan elde edilen alternatif bir gübre olan biyogaz atığı uygulamalarının arpada verim ve kalite üzerine olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Arpa yetiştiriciliğinde 3 ton da⁻¹ biyogaz atığı uygulamasının verim ve kalite özellikleri üzerine en etkili doz olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen önemli verim öğeleri olan bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı ve ağırlığı özelliklerinde ve kalite özelliklerinde de 3 ton da⁻¹ dozunun uygulanması ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak biyogaz tesislerinin yan ürünü olan biyogaz atığının organik gübre olarak kullanımının yaygınlaştırılması, insan ve hayvanların besin kaynaklarından biri olan arpa yetiştiriciliğine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abera, T., T. Tufa, T. Midega, H. Kumbi & B. Tola, 2018. Effect of integrated inorganic and organic fertilizers on yield and yield components of barley in Liben Jawi District. International Journal of Agronomy, 1-7. doi:10.1155/2018/2973286
- Akdamar, M., Ş. Tayyar & A. Gökkuş, 2002. Effects of different sowing times on yield and yieldrelated traits in bread wheat grown in Çanakkale. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 81-87.
- Alaboz, P., O. Dengiz & S. Demir, 2021. Barley yield estimation performed by ANN integrated with the soil quality index modified by biogas waste application. Zemdirbyste-Agriculture, 108 (3): 217-226. doi: 10.13080/z-a.2021.108.028
- Alam, M. Z., S. A. Haider & N. K. Paul, 2007. Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to sowing times. Journal of Bio-Science, 15: 139-145 doi: 10.3329/jbs. v15i0.2154

- Altuner, F., O. Erol & M. Ülker, 2018. Bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 7 (2): 11-22.
- Asmus, F., H. Görlitz, G. Blüttchen, 1990. Ergebnisse aus einem 30 einfluss langjähriger dauerversuch zu fragen der organischen düngung auf tieflehmfelder in gross-kreuz Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 34: 41-46.
- Aydoğan, S., M. Şahin, A. G. Akçacık, B. Demir, S. Hamzaoğlu & İ. Kara, 2017. Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (2): 8-13. doi: 10.15316/SJAFS.2017.13
- Bachmann, S., S. Wentzel & B. Eichler-Löbermann, 2011. Codigested dairy slurry as a phosphorus and nitrogen source for *Zea mays* L. and *Amaranthus cruentus* L. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174 (6): 908-915. doi: 10.1002/jpln.201000383
- Bilgin, O. & K. Z. Korkut, 2005. Bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 57-65.
- Budaklı, E., G. Bayram, M. Türk & N. Çelik, 2005. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2): 1-11.
- Bulut, S., 2012. Ekmeklik Buğdayda Kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28 (5): 441-446.
- Cao, Y., J. Wang, H. Wu, S. Yan, D. Guo, G. Wang & Y. Ma, 2016. Soil chemical and microbial responses to biogas slurry amendment and its effect on Fusarium wilt suppression. Applied Soil Ecology, 107: 116-123. doi: 10.1016/j.apsoil.2016.05.010
- Cheraghi, Y., F. A. Mohyedi & M. Kalhor, 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on yield components of common wheat (*Triticum aestivum* L.). Applied Research in Biological Sciences, 7 (8): 82-86.
- Çarpıcı, E. B. & N. Çelik, 2012. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. distichon) varieties. Notulae Scientia Biologicae, 4 (2): 128-131.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, 131 s.
- Demirel, M. & O. Ereku, 2020. Farklı dozlarda katı biyogaz atıklarının buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: 87-94.
- Demirel, M., 2018. Farklı Dozlarda Katı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 95 s.
- Doğan, Y. & E. Kendal, 2012. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1): 113-121.
- FAO, 2021. Food and agriculture organization of the united nations. (Web sayfası: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>) (Erişim tarihi: Mart 2022).
- Ferdous, Z., H. Ullah, A. Datta, A. Attia, A. Rakshit & S. H. Molla, 2020. Application of biogas slurry in combination with chemical fertilizer enhances grain yield and profitability of maize (*Zea Mays* L.). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51 (19): 2501-2510.
- Galvez, A., T. Sinicco, M. L. Cayuela, M. D. Mingorance, F. Fornasier & C. Mondini, 2012. Short term effects of bioenergy by-products on soil C and N dynamics, nutrient availability and biochemical properties. Agriculture, Ecosystems & Environment, 160: 3-14. doi: 10.1016/j.agee.2011.06.015
- Gülüt, K. Y., 2021. The effect of different fertilizer applications on the spad values of wheat, green part yield and n concentration. Turkish JAF Sci. Tech., 9 (5): 919-925. doi:10.24925/turjaf.v9i5.919-925.4387
- Gümüş, İ. & C. Şeker, 2014. Farklı organik gübrelerin mısır-buğday ekim nöbetinde buğdayın verimine bakiye etkileri. Toprak Su Dergisi, 3 (1):1-5.
- Gümüş, T. & İ. Akgün, 2021. Isparta koşullarında kavuzsuz arpa (*Hordeum vulgare* L. var. nudum) çeşit/hatlarının verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31): 624-628.
- Gürsoy, M., 2011. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) hat ve çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim ve kalite öğelerine etkileri. Ecological Life Sciences, 6 (4): 114-123.

- İlker, E., 2006. Arpa melezlerinde verim ve verim özellikleri arasındaki ilişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43 (3): 1-11.
- Kacar, B. & A. İnal, 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387, 459 s.
- Kandemir, N., 2004. Tokat-Kazova şartlarına uygun maltlık arpa çeşitlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (2): 94-100
- Kara, B. & H. Gül, 2013. Alternatif gübrelerin farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi, verim komponentleri ve kalite özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8: (2): 88-97
- Kara, E., M. Sürmen & H. Erdoğan, 2019. Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5 (2): 355-361. doi: 10.24180/ijaws.621094
- Khan, S.A., L. C. Malav, S. Kumar, M. K. Malav & N. Gupta, 2012. Resource utilization of biogas slurry for better yield and nutritional quality of baby corn. Advances in Agriculture and Environmental Science, 32: 382-394.
- Kızılgöçü, F., M. Yıldırım, C. Akıncı & Albayrak, Ö. 2019. Arpada tane verimi ve kalite özellikleri üzerine genotip ve çevrenin etkileşimi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22 (3): 346-353. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.499013
- Kızılgöçü, F., M. Yıldırım, C. Akıncı & Ö. Albayrak, 2016. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi İğdır University Journal of the Institute of Science, 6 (3): 161-169.
- Kilercioğlu, B., 2020. Güney Marmara Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Kavuzsuz Arpa Çeşidinin (*Hordeum vulgare* L. Var. Nudum hook.ef.) Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 53 s.
- Koca, Y. O., O. Erekul, S. Sabancı, A. Zeybek & A. Yiğit, 2015. Akdeniz kuşağında yetiştirilen arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim unsurları ve tane kalite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (1): 9-15.
- Kon, H. İ. F., 2019. Orta Anadolu Koşullarında, Bazı Arpa çeşitlerinin Verim, Kalite ve Azot Kullanım Randımanlarının Azotlu Gübreleme Miktarlarına Göre Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 115 s.
- Kumar, S., L. C. Malav, M. K. Malav & S. A. Khan, 2015. Biogas slurry: source of nutrients for eco-friendly agriculture. Journal of Extensive Research, 2 (2): 42-46.
- Kün, E., 1996. Tahıllar I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1451, 322 s.
- Mut, Z., A. Sirat & İ. Sezer, 2014. Samsun koşullarında bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) genotiplerinde tane verimi ile başlıca tarımsal özelliklerin belirlenmesi ve stabilite analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (1): 60-69. doi: 10.29133/yyutbd.235917
- Mutlu, A., 2018. The effect of organic fertilizer on spike characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.). JoCREST, 4 (2): 125-134. doi: 10.26579/jocrest-4.2.10
- Mutlu, A., 2021. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). Fresenius Environmental Bulletin, 29 (12): 10840-10846.
- Mutlu, A., T. Taş & A. B. Uçak, 2020. The effect of organic liquid fertilizer given in different periods on grain yield, yield components and quality in durum wheat (*Triticum durum* L.). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8 (9): 2025-2033. doi: 10.24925/turjaf.v8i9.2025-2033.3800
- Nyang'au, J., E. Gatebe, C. Nyagah & S. Ahenda, 2016. Evaluation of biogas slurry as an alternative organic fertilizer: a case study in Kenya. International Journal of Extensive Research, 9: 10-14.
- O'Donovan, J. T., T. K. Turkington, M. J. Edney, P. E. Juskiw, R. H. McKenzie, K. N. Harker, G. W. Clayton, G. P. Lafond, C. A. Grant, S. Brandt, E. N. Johnson, W. E. May & E. Smith, 2012. Effect of seeding date and seeding rate on malting barley production in western Canadian Journal of Plant Science, 92 (2): 321-330. doi: 10.4141/cjps2011-130
- Odlare, M., V. Arthurson, M. Pell, K. Svensson, E. Nehrenheim & J. Abubaker, 2011. Land application of organic waste-effects on the soil ecosystem. Applied Energy, 88 (6): 2210-2218. doi: 10.1016/j.apenergy.2010.12.043

- OGÇ, 2018. Organomineral gübre çalıştay. (Web sayfası: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.sutas.com.tr%2Fuploads%2Fimages%2FTEMA-organomineral-gubre-calistayi-bildirileri.pdf%23page%3D43&clen=7550605&chunk=true) (Erişim tarihi: Mart 2022).
- Öztürk, A. & Ş. Akten, 1999. Kışlık buğdayda bazı morfofizyolojik karakterler ve tane verimine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (2): 409-422.
- Öztürk, A., S. Bulut, N. Yıldız & M. Karaoğlu, 2012. Effects of organic manures and non-chemical weed control on wheat: I-Plant growth and grain yield. The Journal of Agricultural Science, 18 (1): 9-20. doi: 10.1501/Tarimbil_0000001188
- Petrie, S., P. Hayes, K. Rhinhart, N. Blake, J. Kling & A. Corey, 2003. Fertilizer management for winter malting barley. Agricultural Experiment Station, Oregon University Special Report, 1047.
- Sirat, A. & İ. Sezer, 2005. Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (3): 72-81.
- Sirat, A. & İ. Sezer, 2016. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. distichon) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (özel sayı-1): 151-157.
- Sirat, A., 2014. Orta Karadeniz Bölgesi koşullarına uygun maltlık ve yemlik arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 9-17.
- Smith, J., A. Abegaz, R. B. Matthews, M. Subedi, E. R. Orskov, V. Tumwesige & P. Smith, 2014. What is the potential for biogas digesters to improve soil fertility and crop production in Sub-Saharan Africa?. Biomass and Bioenergy, 70: 58-72. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.02.030
- Sushila, R. & G. I. R. I. Gajendra, 2000. Influence of farmyard manure, nitrogen and biofertilizers on growth, yield attributes and yield of wheat (*Triticum aestivum*) under limited water supply. Indian Journal of Agronomy, 45 (3): 590-595.
- Şeker, C. & S. Karakaplan, 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 183-190.
- U.S Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Agricultural Handbook, 60, U.S.D.A.
- Weiland, P., 2010. Biogas production: current state and prespectives. Applied Microbiology and Biotechnology, 85: 849-860. doi: 10.1007/s00253-009-2246-7
- Yang, C. H., S. B. Lee, T. K. Kim, J. H. Ryu, C. H. Yoo, J. J. Lee, J. D. Kim & K. Y. Jung, 2008. The effect of tillage methods after application of liquid pig manure on silage barley growth and soil environment in paddy field. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer, 41 (5): 285-292.
- Yaraşır, N., 2018. Farklı Dozlarda Sıvı Biyogaz Atıklarının Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 75 s.
- Yaraşır, N., O. Ereku & A. Yiğit, 2018. Farklı dozlarda sıvı biyogaz fermentasyon atıklarının ekmeleklik buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin verim ve kalite üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 9-16. doi:10.25308/aduziraat.409364
- Yılmaz, M. F., 2005. Kahramanmaraş Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Farklı Sıra Üzeri Mesafeler ve Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurları ile Tohum Kalitesine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 65 s.
- Yolcu, H., 2008. Kaba yem olarak kullanılan arpa ve buğday çeşitlerinde ahır gübresi uygulamasının morfolojik, verim ve kalite özelliklerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (3): 137-144.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):645-659
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1121972>

ÇİLE YANĞIÇ YÜKSEL¹

Nural KARAGÖZLÜ^{2*}

¹ T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı. Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü, 06430 Ankara

² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140, Yunussemre, Manisa, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
nural.karagozlu@cbu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Ankara, gıda bilinci, gıda güvenliği, tüketici

Keywords: Ankara, food awareness, food safety, consumer

Tüketicilerin gıda güvenliği bilgi ve bilinçlerinin belirlenmesi: Ankara, Etimesgut örneği*

Determination of consumers' food safety knowledge and awareness: The case of Ankara, Etimesgut

* Bu makale ÇİLE YANĞIÇ YÜKSEL'in yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 26.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 16.07.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Ankara İli, Etimesgut İlçesinde yaşayan tüketicilerin gıda güvenliği konusundaki bilgi ve bilinç düzeylerinin ve gıda hazırlama ve tüketim aşamalarındaki bilgi ve bilinç düzeylerinin demografik özelliklerle ilişkisini saptamak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmanın materyalini Ankara İli Merkez Etimesgut İlçesinde yaşayan farklı demografik özelliklere sahip, gönüllü 517 yetişkin bireyle yapılan anket çalışmasının verileri oluşturmuştur. Anket formu dört bölümden oluşmuş; demografik özellikler, tüketicilerin gıda güvenliği ve tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim aşamalarında bilgi ve bilinç düzeyinin saptanmasına yönelik sorular sorulmuştur.

Araştırma Bulguları: Çalışmada tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması amacıyla sorulan sorular sonucunda tüketicilerin %7,9'unun düşük, %77,4'ünün orta ve %14,7'sinin ise yüksek düzeyde bilinçli olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu gruptaki soruların demografik özelliklerle ilişkisine bakılmış olup bilinç düzeyinin cinsiyet ($p<0.05$) ve gelir seviyesi ($p<0.01$) ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkide olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç: Çalışmanın en dikkat çeken sonuçları; gıda güvenliği konusunda bilinçli olan tüketicilerin mutfaktaki yanlış uygulamalarına yönelik verdiği cevaplar oluşturmuştur. Bu sonuçlar bize gıda güvenliği kavramının bilgi ve uygulama alanı olarak parçalara ayrıldığını ve bu parçalardan oluşan bütünün doğru anlaşılması halinde gıda güvenliğinin sağlanabileceğini göstermektedir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the relationship between the consumers habits of knowledge and awareness levels of food safety, consciousness in food preparation and consumption stages of the consumers living in Ankara, Etimesgut.

Material and Methods: The material of the study consisted of the data obtained from the survey conducted with 517 adult volunteers with different demographic characteristics living in the Ankara, Etimesgut. The questionnaire form consisted of four parts and included questions about demographic characteristics, the level of food safety of consumers, and the level of knowledge and awareness of consumers during food preparation and consumption were asked.

Results: As a result of the questions asked to determine the consumer's food preparation and consumption information and consciousness level, it was found that 7,9% of the consumers were low, 77,4% of them were middle, and 14,7% of them were highly conscious. The relationship between the questions in this group and the demographic characteristics were examined and it was concluded that the level of consciousness was statistically significant relation with gender ($p <0.05$) and income level ($p <0.01$).

Conclusion: The most important results of the study were the answers given by the consumers who were conscious about food safety but the practices in the kitchen were wrong. These results show that the concept of food safety is fragmented in terms of knowledge and application and it is believed that if all of these parts is understood correctly, food security can be ensured.

GİRİŞ

Dünyada insanların kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için yeterli ve dengeli miktarda beslenebilmeleri ve bu gıdaların sağlık yönünden güvenli olması gerekir. Gıda güvenliği; gıda kaynaklı hastalıklara neden olan biyolojik, fiziksel, kimyasal tehlikeleri önleyecek şekilde gıdaların işlenmesi, hazırlanması, depolanması ve son tüketiciye sunulmasını tanımlayan bilimsel bir döngüdür. Güvenli gıda ise her türlü bozulma ve bulaşmaya yol açan etkenlerden arındırılarak tüketime uygun hale getirilmiş gıda olarak tanımlanabilir (Erkmen, 2010).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporlarına göre 2018 yılında 820 milyondan fazla insanın açlık çektiği belirtilmektedir. Ayrıca dünyada orta derecede gıda güvensizliğinden etkilenen ve açlık çeken insanlar düşünülüğünde, yaklaşık 2 milyarın üzerinde insanın güvenilir, besleyici ve yeterli bir düzeyde gıdaya erişiminin olmadığı tahmin edilmektedir (FAO, 2018). Gıda güvenliğini etkileyen faktörler gıdada olumsuz sağlık etkilerine neden olma potansiyeline sahip biyolojik, kimyasal veya fiziksel içerikli olabilir. Ortaya çıkan gıda güvenliği risklerinin başarılı bir şekilde tespiti öncelikle bilinçli tüketici, güvenilir veri kaynakları ve gıda güvenliği konusunda etkili stratejilerle sağlanabilir (Ekşi & İşçi, 2012). Tüketicilerin gıda güvenliği açısından üretici markalı gıda maddelerini tüketmeyi tercih ederken (Sapmaz & Yercan, 2015), bu ürünlerin satın alma, tüketim noktasına ulaştırma, depolama, saklama, hazırlama gibi aşamalarda da güvenliğini koruması son derece önemlidir.

Günümüzde diğer tüm alanlarda olduğu gibi, gıda güvenliğinde de riskler ancak bilim odaklı yasal düzenlemelerle yönetilebilmektedir. Gıda güvenliğinin etkin sürdürülebilmesi denetimin dayanağı olan bilimsel bilgilerin güvenli kaynaklardan sağlanmasına bağlıdır. Gıda endüstrisi organizasyonlarının geliştirilebilmesi için gıda güvenliğinin objektif ve uygun bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. (Fujisaki et al., 2019). Bu çerçevede tüketici eğitimi gıda güvenliğinin sağlanmasında odak noktası olmalıdır. Türkiye ve dünyada yapılan çalışmalarla tüketici bilinç düzeyinin ölçülmesi oldukça önemlidir. Bilinç düzeyinin ölçülmesinde ise kısa zamanda sonuç alınan iyi hazırlanmış, geçerlilik ve güvenilirlik seviyesi yüksek anket çalışmalarının kullanılması mevcut durum değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu kapsamda bu çalışmada Ankara İli, Etimesgut İlçesinde yaşayan tüketicilere; demografik özellikleri, gıda ürünlerini satın alma alışkanlıkları, gıda güvenliği konusundaki bilgi ve bilinç düzeyleri ile gıda hazırlama ve tüketim aşamalarındaki bilgi ve bilinç düzeylerini saptamaya yönelik 4 grup altında toplanan sorulardan oluşan anket formu yöneltilmiştir. Çıkan sonuçlar ile tüketicilerin, gıda güvenliği konusundaki bilgi ve bilinç düzeyleri ile gıda hazırlama aşamasında kullandıkları gıda güvenliğine dair uygulamalar belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca belirtilen grup altında sorulan sorular ile tüketicilerin demografik özellikleri arasındaki ilişkisi de araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Rektörlüğü, Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından 30.07.2018 tarihli, 2018/04 sayılı belge numarasıyla onay almıştır.

Materyal

Çalışmanın materyali cinsiyet, yaş, medeni durum, meslek, eğitim ve gelir düzeyi açısından farklı demografik özelliklere sahip Ankara İli Merkez Etimesgut İlçesinde yaşayan gönüllü 517 yetişkin bireyle 2019 yılında yapılan anket çalışmasından sağlanan verilerden oluşmaktadır.

Yöntem

Çalışmada kullanılan anket formu dört bölümden oluşmaktadır.

1. Demografik özellikler
2. Tüketicilerin gıda güvenliği bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması
3. Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim aşamalarında bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması
4. Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyine ilişkin bilgilerinin saptanması

Ankete katılan tüketicilerin anket formunu doldurma süresi yaklaşık 10-15 dakika arasında olmuştur. Anket çalışması yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiş ve yaklaşık 2 ay içerisinde tamamlanmıştır.

Bu çalışmada anket uygulanacak kişi sayısı "Oransal Örnek Hacmi" ile belirlenmiş, %95 güven aralığı ve %5 hata payı kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda anket uygulanacak tüketici sayısı 384 olarak bulunmuştur (Baş, 2005). Örneklem büyüklüğü aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{[N \times t^2 \times p \times q]}{[d^2 \times (N - 1) \times + t^2 \times p \times q]}$$

n = Örneklem alınacak birey sayısı,

N= Hedef kitledeki birey sayısı,

t = Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t Çizelgesine göre bulunan teorik değer

p= İncelenen olayın gerçekleşme olasılığı,

q= İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı,

d= Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen ± örneklem hatası (±%5 kabul edilmiştir.)

Bu bağlamda 2012 TÜİK verilerine göre anketin gerçekleştirildiği Ankara İli Merkez Etimesgut İlçesi nüfusu 566.500'dir.

Bu hedef kitlede %95 güven aralığında D= 0.05 için t değeri 1.96'dır. Çalışmada olayın gerçekleşme (p) ve gerçekleşmeme olasılığı (q) eşit ve 0,50 olarak kabul edilmiştir.

Bu veriler formüle uygulandığında; $\cong 384$ kişi olarak bulunmaktadır.

$$n = \frac{[(566500) \times (1,96^2) \times (0,5) \times (0,5)]}{[(0,05^2) \times (566500 - 1) \times + (1,96^2) \times (0,5) \times (0,5)]}; \cong 384$$

Araştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla anket, Ankara İli Etimesgut İlçesinde 517 gönüllü bireye rastgele örneklem yöntemiyle uygulanmıştır.

İstatistiksel analiz

Veriler SPSS paket programında değerlendirilmiş ve çıkan sonuçlar yorumlanmıştır. Tüm değişkenler için tanımlayıcı istatistikler (ortalamalar ve standart sapmalar veya frekanslar) kullanılmıştır. Demografik özellikler ile satın alma alışkanlıkları, gıda güvenliği bilgi, bilinç düzeyi, gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması arasındaki farklılıkları ve/veya ilişkiyi test etmek için ki-kare (χ^2) testi kullanılmış ve $p < 0,05$ olan bulguların istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde değişken olarak demografik özelliklerden cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi, gelir düzeyi kullanılmıştır. SPSS tabanlı analiz tekniklerinden ki-kare analizleri uygulanmıştır. Ankette gıda güvenliği ile ilgili sorular ise 3'lü Likert ölçeğiyle (Evet / Hayır / Fikrim Yok) değerlendirilmiştir. Anketin son kısmında bulunan gıda güvenliğinin uygulamadaki bilgi ve bilinç düzeyini ölçmeye yönelik olan çoktan seçmeli sorularda ise yüzdelik dağılım çizelgelerinden ve ki-kare testlerinden yararlanılmıştır.

Ayrıca tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması başlığı altında bulunan ve anketimizin son bölümünü oluşturan ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan bölümde yer alan 17 sorudan elde edilen toplam puana göre tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketimi konusunda bilgi ve bilinç düzeyi belirlenmiştir. Her bir soru için doğru cevap veren ya da birden fazla cevabı olan sorular için en az

birine doğru cevap veren tüketici o soru için bilinçli kabul edilmiştir ve “1” puan almıştır. Birden fazla doğru cevabı olan sorular için yanlış cevap verildiği takdirde puan verilmemiştir. Bu kapsamda; 5 ve altı doğru cevap sayısı olan tüketicinin bilinç düzeyi “düşük”, 5 ile 10 doğru cevap veren tüketici “orta”, 10’dan fazla soruya doğru cevap veren tüketiciler ise “yüksek” bilinç düzeyine sahip tüketici olarak değerlendirilmiştir ve bu bilinç düzeyiyle demografik özellikler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla ki-kare testi uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tüketicilerin demografik özellikleri

Anketimize katılan tüketicilerin demografik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun kadın (%56.3), %67.9’unun 26-45 yaş aralığında, %62.3’ünün lise üstü eğitim görmüş olduğu ve %73.3’ünün çalışan kesimden oluştuğu görülmektedir. Cinsiyetlerine göre dağılımları incelendiğinde, %56.3’ünün kadın, %43.7’sinin erkek; yaşlarına göre dağılımları incelendiğinde %10.1’inin 18-25, %43.1’inin 26-35, %24.8’inin 36-45, %16.1’inin 46-55 arasında, %6.0’inin 56 ve üzeri olduğu belirlenmiştir. Öğrenim durumlarına göre dağılımları incelendiğinde %7.9’unun ilkokul, %6.6’sının ortaokul, %23.2’sinin lise, %8.3’ünün ön lisans, %48.0’inin lisans, %6.0’inin lisansüstü; gelir durumlarına göre dağılımları incelendiğinde %9.3’ünün anket çalışması yapıldığı dönemde asgari ücret olan 1.600TL’nin altı, %24.6’sının 1600-2500 TL, %44.9’unun 2500-4000 TL, %21.3’ünün 4001 TL ve üzeri olduğu belirlenmiştir. Medeni durumlarına göre dağılımları incelendiğinde ise, %67.1’inin evli, %30.2’sinin bekar, %2.7’sinin diğer, mesleklerine göre dağılımları incelendiğinde ise %16.4’ünün ev hanımı, %5.6’sının öğrenci, %4.6’sının emekli, %73.3’ünün çalışıyor olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Tüketicilerin gıda güvenliği bilgi ve bilinç düzeyinin saptanması

Anketimizin ikinci bölümünde tüketicilerin gıda güvenliği kavramını alışveriş aşamasında sorgulama ve gıda tüketicisi olarak medyayı bu amaçla hangi düzeyde ve doğruluk derecesinde kullandıklarını belirlemeye yönelik sorulan sorular yer almıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 2’de verilmiştir.

Tüketicilerin gıda güvenliği hakkındaki bilgilerini ölçmeye yönelik olarak hazırlanan sorularda; kalite yönetim sistemlerinin alışveriş aşamasında tüketiciler tarafından nasıl aranabileceğini; ayrıca tüketicilerin bilgi sahibi olmalarında medyanın rolünü ortaya koymak ve gıda ile ilgili şikayetlerini dile getirebilecekleri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Alo Gıda Hattı hakkında bilgi sahibi olup olmadıklarını saptamak hedeflenmiştir.

Bu kapsamda tüketicilerin en yüksek “evet” cevabını %85.88 ile helal gıda sertifikası kavramını duyup duymadıklarına dair soruda verdikleri, bunların da %76.40’ının bu sertifikaya sahip ürünleri tercih ettikleri belirlenmiştir. En yüksek “hayır” cevabı ise %84.14 ile gıda güvenliği için alınan önlemlerin yetersizliği konusunda verilmiştir. Gıda güvenliğini sağlamak üzere uygulanan kalite yönetim sistemleri hakkında tüketicilerin bilgi düzeyini saptamak amacıyla sorulan sorularda; tüketicilerin sadece %29.79’unun kalite yönetim sistemleri, belgelendirme sertifikaları, iyi tarım uygulamaları hakkında bilgi sahibi oldukları, %29.98’inin iyi tarım uygulamalarını kullanan marketleri bildikleri ve buralardan alışveriş yapmayı tercih ettikleri saptanmıştır. Ancak diğer yandan tüketicilerin yaklaşık yarısının (%49.13) kalite yönetim sistemleri, belgelendirme sertifikaları, iyi tarım uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve %21.08’inin de konu hakkında fikri olmadığı ortaya konmuştur. Tüketicilerin %45.65’i Tarım ve Orman Bakanlığının sitesinde ifşa edilen gıda ile ilgili markaları takip ettiklerini ve %84.14’ü gıda güvenliği için alınan önlemlerin yeterli olmadığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Buna karşın katılımcıların sadece %18.18’inin Alo Gıda Hattının telefon numarasını bildikleri ve bilenlerin %20.21’inin Alo Gıda Hattını en az bir defa aradıkları saptanmıştır. Katılımcıların yaklaşık yarısı kalite yönetim sistemleri hakkında bilgi sahibi değilken; %84.14’ünün gıda güvenliği için alınan önlemleri yeterli görmemesi ve sadece %18’inin Alo Gıda Hattı telefon numarasını biliyor olması kişilerin, konu ile ilgili bilgi ve ilgilerinin yetersizliğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Tüketicilerin demografik özelliklerine ilişkin bulgular**Table 1.** Findings on demographic characteristics of consumers

	Cinsiyet	Sayı	Yüzde (%)	
	Kadın	291	56.3	
	Erkek	226	43.7	
	Toplam	517	100.0	
Yaş	18-25	52	10.1	
	26-35	223	43.1	
	36-45	128	24.8	
	46-55	83	16.1	
	56 ve üzeri	31	6.0	
	Toplam	517	100.0	
	Öğrenim Durumu	İlkokul	41	7.9
		Ortaokul	34	6.6
Lise		120	23.2	
Ön lisans		43	8.3	
Lisans		248	48.0	
Lisansüstü		31	6.0	
Toplam		517	100.0	
Gelir Durumu		Asgari ücret altı	48	9.3
	1600-2500	127	24.6	
	2500-4000	232	44.9	
	4001 ve üzeri	110	21.3	
	Toplam	517	100.0	
	Medeni Durum	Evli	347	67.1
Bekâr		156	30.2	
Diğer		14	2.7	
Toplam		517	100.0	
Meslek	Ev hanımı	85	16.4	
	Öğrenci	29	5.6	
	Emekli	24	4.6	
	Çalışıyor	379	73.3	
	TOPLAM		517	100.0

Samsun'da 230 tüketici ile yapılan bir çalışmada tüketicilerin %71'inin (Yalçın, 2012), Tokat'ta 401 kişi ile yapılan bir çalışmada tüketicilerin %44.8'inin (Onurlubaş, 2015), bir başka çalışmada ise 470 öğrenciden sadece %8.7'sinin Alo Gıda Hattını bildiği (Taşdan vd., 2014) bildirilmiştir. Bir başka çalışmada ise tüketicilerin bozuk bir gıda ürünü ile karşılaştıklarında %91'inin şikayet ettiği ve %86'sının sonuç aldığı belirlenmiştir (Taşdan vd., 2014). Diğer yandan Gözener vd. (2009) tüketicilerin %95.56'sının gıda üretimlerinin denetlenmesinde aksaklıklar yaşandığını, gıda üreticisi firmaların yeterince iyi denetlenmediğini ve tüketicilerin %74.60'ünün tükettikleri gıdaları sağlık açısından riskli veya çok riskli olduklarını bildirmiştir.

Çizelge 2. Tüketicilerin gıda güvenliği bilgi ve bilinç düzeyinin saptanmasına ilişkin bulgular**Table 2.** Findings on determining the level of food safety knowledge and awareness of consumers.

Tüketicilerin Gıda Güvenliği Bilinci		Evet	Hayır	Fikrim yok	\bar{X}	s.s.
1.Gıda tarım hayvancılık bakanlığının sitesinde ifşa edilen markaları takip ediyor musunuz?	f	236	226	55	2.02	0.95
	%	45.65	43.71	10.64		
2.Helal gıda sertifikası kavramını duydunuz mu?	f	444	51	22	2.76	0.62
	%	85.88	9.86	4.26		
3.Evet ise bu sertifikalı ürünleri satın almayı tercih eder misiniz?	f	395	43	79	2.68	0.62
	%	76.40	8.32	15.28		
4.Gıda ve gıda güvenliği konusunda TV, radyo vb programları takip ediyor musunuz?	f	311	178	28	2.26	0.94
	%	60.15	34.43	5.42		
5.Medyâ araçlarından öğrendiğiniz bilgilerden etkileniyor musunuz?	f	399	92	26	2.59	0.77
	%	77.18	17.79	5.03		
6.Evet, ise bu programlarda yer alan konuşmacıların paylaşımlarını doğru buluyor musunuz?	f	230	112	175	2.23	0.78
	%	44.49	21.66	33.85		
7.Bu konuşmacıların meslekleri hakkında bilgi sahibi misiniz?	f	204	198	115	2.01	0.88
	%	39.46	38.30	22.24		
8.Medyâ araçları yoluyla edindiğiniz bilgiyi günlük hayatınızda da kullanıyor musunuz ve çevrenizle paylaşıyor musunuz?	f	365	123	29	2.47	0.85
	%	70.60	23.79	5.61		
9.Gıda güvenliği için alınan önlemleri yeterli buluyor musunuz?	f	49	435	33	1.25	0.62
	%	9.48	84.14	6.38		
10.Kalite yönetim sistemleri/ belgelendirme sertifikaları/ iyi tarım uygulamaları hakkında bilgi sahibi misiniz?	f	154	254	109	1.81	0.87
	%	29.79	49.13	21.08		
11.İyi tarım uygulamalarını kullanan marketleri biliyor ve buralardan alışveriş yapıyor musunuz?	f	155	252	110	1.81	0.87
	%	29.98	48.74	21.28		
12.Alo gıda hattının numarasını biliyor musunuz?	f	94	387	36	1.43	0.78
	%	18.18	74.85	6.96		
13.Evet, ise, alo gıda hattını daha önce hiç aradınız mı?	f	19	74	1	1.41	0.81
	%	20.21	78.72	1.06		

Çalışmamızda tüketicilerin gıda güvenliği ve bu konuda medya aracılığıyla bilgilendirme ilişkisini ortaya koymak amacıyla yönelik sorulardan; tüketicilerin %60.15'inin gıda ve gıda güvenliği konusunda TV, radyo vb programları takip ettikleri, %77.18'inin medya araçlarından öğrendikleri bilgilerden etkilendikleri belirlenmiştir. Medyadan etkilenen bu tüketicilerin de %44.49'unun bu programlarda yer alan konuşmacıların paylaşımlarını doğru buldukları, ancak bu konuda bilgilendirme yapan kişilerin meslekleri hakkında %38.30'unun bilgi sahibi olmadıkları (%22.24'ünün de fikri olmadığı); %70.60'ının medyadan edindikleri bilgileri günlük hayatta kullandıkları ve çevrelerinde de paylaştıkları saptanmıştır. Bu veriler medyanın gıda güvenliği konusunda insanların bilgilendirilmesi ve bilinçlenmesi hakkında ne kadar önemli rol oynadığını, konu ile ilgili bilgilendirme yapanların ne kadar doğru kişiler olmaları gerektiğini göstermektedir.

Bulgularımız; Liu et al. (2014), Tiozzo et al. (2018), Badrie et al. (2006), Onurlubaş (2015), Anonymous (2018) ve Oran et al. (2017) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmaların sonuçları incelendiğinde medya araçlarının gıda güvenliği konusunda tüketicinin bilgilendirilmesi ve bilinçlenmesi adına çok etkili olduğu görülmektedir. Güvenli gıdaya ulaşmak için tüketicilere gıda güvenliği kavramını doğru tanıtmak, gıda güvenliği konusunun ciddiyetini anlatmak, gıda güvenliği hakkındaki risk bilgisini yaymak için sosyal medya platformlarının etkin kullanımı son derece önemlidir. Bu nedenle sosyal medya üzerinden yapılan bilgilendirmeler tüketiciler arasındaki doğru bilgiye ulaşma bakımından çok değerlidir. Bu sebepten medya araçlarının iletişim ağlarını genişletip tüm tüketici profillerine uygun "doğru bilgilendirilmeler" yapılarak, tüketicilerin doğru bilinçlendirilmesi hedeflenmelidir.

Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyinin belirlenmesi

Ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan birçok çalışma gıda kaynaklı hastalıkların; uygun olmayan koşullarda yemek hazırlama, çapraz bulaşma, kontamine içerik, uygun olmayan depolama ve tüketicilerin gıda hijyeni/gıda güvenliği bilgisinin yeterli olmamasından önemli ölçüde kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle çalışmanın ikinci bölümünde mikrobiyolojik açıdan gıda güvenliğinin sağlanması ve gıda zehirlenmelerinin ortaya çıkmasında önemli olan; gıda satın alma, depolama, hazırlama gibi aşamalarda önemli olan bazı tüketici alışkanlıklarının uygunluğu saptanmaya çalışılmıştır. Anketin ilk üç bölümünde gıdanın satın alınması ve mutfaka gelinceye kadarki süreç ile ilgili gıda güvenliği hakkında teorik bilgilerin belirlenmesine yönelik sorular sorulurken; son bölümde satın alınan, özellikle dondurulmuş gıdaların kullanımı, taşınması, saklanması, dondurulması, çözündürülmesi, gıdaların mutfakta hazırlanması aşamalarında çapraz bulaşma ve hijyen uygulamaları gibi konulara ilişkin sorular sorulmuş ve tüketicilerin mikrobiyolojik açıdan gıda güvenliğine ne kadar dikkat etmeye çalıştıkları araştırılmıştır. Bu amaçla sorulan sorulara ilişkin bulgular Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde; sorulan toplam 21 soru için gıda güvenliğini sağlamaya yönelik verilen “evet” cevabı; en yüksek ortalamayla “Konserve alırken ambalajın deforme olup olmadığına dikkat ediyor musunuz?” sorusunda ($\bar{x}=2.83$) saptanmıştır. Gıda güvenliğini olumsuz yönde etkilediği bilinen “tahta kaşık kullanıyor musunuz?” sorusunun cevabı ise %91.51 ile “evet” olmuştur. Tahta kaşık kullananlar içinde %25.87 ise kırık veya çatlak tahta kaşık kullandığını belirtmiştir. Çapraz bulaşma açısından önemli bir kaynak olarak değerlendirilen tahta kaşıklar üzerindeki özellikle kırık ve çatlak kısımlar, gıda artıklarının yerleşebildiği ve nemli kaldığında mikroorganizma gelişimi için uygun ortam oluşturmaktadır.

Gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasında önemli yeri olan çapraz bulaşmaya neden olan uygulamalarla ilgili olarak sorulan diğer sorularda katılımcıların %62.16’sı kıyma veya eti kavururken kaşık değiştirmediklerini belirtmiştir. Yine katılımcıların %23.75’i buzdolabında çiğ ve pişmiş yiyeceklerin birbirine temas edip etmemesine dikkat etmediğini, %55.98’i et vb ürünler için kullanılan kesme tahtasını sebze vb için de kullandıklarını belirtmişlerdir. Söz konusu durumların her biri başlı başına çapraz bulaşma etmenidir ve mutfak şartlarında gıda güvenliğini tehlikeye sokan durumları ortaya çıkarmakta, çiğ gıdada bulunabilecek patojen bakterilerin pişmiş veya pişmeden tüketilecek gıdaya bulaşmasına yol açmaktadır. Çapraz bulaşmanın ortaya çıkmasını destekleyici bu davranış ve tutumlar yanında; katılımcıların %58.30’unun kesme tahtasını, %72.20’sinin bulaşık bezini klorlu bir bileşikle dezenfekte ediyor olması, %46.33’ünün kesme tahtasını bulaşık makinesinde yıkıyor olması, %57.92’sinin mutfak havlusunun genelde nemli olmadığını belirtmesi çapraz bulaşma olasılığını azaltıcı etmenler olarak değerlendirilebilir. Çapraz bulaşma üzerine yurt dışında yapılan Mitakakis et al. (2004), Garayoa et al. (2005) ve Anonymous (2018); yurt içinde Uzunöz vd. (2008), Hislop & Shaw (2009), Ergönül (2013), Salıcık vd. (2017)’nin araştırmalarında elde edilen bulgular çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Dondurulmuş ürünlerin gıda güvenliği açısından hatalı kullanılıp kullanılmadığını ortaya koymak üzere sorulan 5 soruda ankete katılanların %64.86’sı dondurulmuş ürün kullandıklarını, %60.42’si dondurulmuş ürünü alışveriş sonunda aldıklarını ve %74.90’ünün eve geldiğinde dondurulmuş ürünün çözünmemiş olduğunu, %82.43’ü de çözünmüş et, tavuk veya balığı tekrar kullanmak üzere dondurmadıklarını belirtmişlerdir.

Jevs̃nik et al. (2008) Slovenya’da 1030 tüketiciye uygulanan anket çalışması sonucu katılımcıların %15.3’ünün soğutulmuş veya dondurulmuş gıdaların eve taşınması için soğutma torbası kullandıklarını, Türk-İncel (2005) 500 gönüllü tüketici ile yaptığı çalışmada katılımcıların %67.8’inin çözünmüş et, tavuk, balık gibi gıdaların kesinlikle tekrar dondurulmaması gerektiğini düşündüklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Tüketicilerin gıda satın alma, depolama ve hazırlama aşamalarındaki bazı alışkanlık ve bilgilerinin saptanmasına ilişkin bilgi ve bilinç düzeylerine ilişkin bulgular

Table 3. Findings on the knowledge and awareness levels off consumers regarding the determination of some habits and knowledge in food purchaisng, storage and preparation stages.

Tüketicilerin Gıda Hazırlama ve Tüketim Bilgi ve Bilinç Düzeyi		Evete	Hayır	Fikrim yok	\bar{X}	s.s.
1.Dondurulmuş ürün kullanıyor musunuz?	f	336	172	10	2.32	0.94
	%	64.86	33.20	1.93		
2.Dondurulmuş ürünleri satın alırken marketten çıkışa yakın zamanda satın almaya dikkat eder misiniz?	f	313	126	79	2.36	0.85
	%	60.42	24.32	15.25		
3.Dondurulmuş ürününüzü eve getirdiğinizde çözülmüş oluyor mu?	f	25	388	105	1.30	0.55
	%	4.83	74.90	20.27		
4.Çözülmüş et, tavuk veya balığı tekrar kullanmak üzere donduruyor musunuz?	f	68	427	23	1.31	0.69
	%	13.13	82.43	4.44		
5.Gıdaların dondurulmasının mikroorganizmaları öldürdüğünü düşünüyor musunuz?	f	199	176	143	2.04	0.85
	%	38.42	33.98	27.61		
6.Eti veya kıymayı kavururken kaşık değiştiriyor musunuz?	f	146	322	50	1.66	0.89
	%	28.19	62.16	9.65		
7.Tahta kaşık kullanıyor musunuz?	f	474	33	11	2.85	0.50
	%	91.51	6.37	2.12		
8.Çatlak veya kırık tahta kaşık kullanıyor musunuz?	f	134	354	30	1.58	0.87
	%	25.87	68.34	5.79		
9.Buzdolabında çiğ ve pişmiş yiyeceklerin birbirine temas etmemesine dikkat ediyor musunuz?	f	360	123	35	2.46	0.85
	%	69.50	23.75	6.76		
10.Et ve ürünleri için kullandığınız kesme tahtanızı sebze vb. için de kullanıyor musunuz?	f	290	200	28	2.17	0.96
	%	55.98	38.61	5.41		
11.Kesme tahtanızı et kestikten sonra klorlu bir bileşikle dezenfekte ediyor musunuz?	f	302	177	39	2.24	0.93
	%	58.30	34.17	7.53		
12.Kesme tahtanızı ve tahta kaşıklarınızı bulaşık makinesinde yıkıyor musunuz?	f	240	246	32	1.99	0.97
	%	46.33	47.49	6.18		
13.Bulaşık bezi veya süngerini klorlu bir bileşikle dezenfekte ediyor musunuz?	f	374	99	45	2.53	0.80
	%	72.20	19.11	8.69		
14.Mutfak havlusu genellikle nemli mi oluyor?	f	165	300	53	1.74	0.91
	%	31.85	57.92	10.23		
15.Piştirilen bir yemeği soğumasını bekledikten sonra (en fazla 1,5 saat içinde) buzdolabına kaldırıyor musunuz?	f	409	69	40	2.66	0.70
	%	78.96	13.32	7.72		
16.Bozulduğundan kuşkulandığınız yiyecekleri tadına bakarak kontrol ediyor musunuz?	f	329	175	14	2.30	0.94
	%	63.51	33.78	2.70		
17.Konserve alırken ambalajın deforme olup olmadığına dikkat ediyor musunuz?	f	455	26	37	2.83	0.49
	%	87.84	5.02	7.14		
18.Evde sebze konserve yapıyor musunuz?	f	254	232	32	2.04	0.97
	%	49.03	44.79	6.18		
19.Evde domatesli, biberli, patlıcanlı karışık kahvaltılık konserve yapıyor musunuz?	f	250	26	242	1.98	0.98
	%	46.72	48.26	5.02		
20.Çiğ yumurta içeren tatlı, mayonez vb. ürünler yapıyor musunuz?	f	417	24	77	1.34	0.72
	%	14.86	80.50	4.63		
21.Öğlen hazırladığınız bir yemeği akşama tüketilinceye kadar açıkta bekletiyor musunuz?	f	395	40	83	1.40	0.75
	%	16.02	76.25	7.72		

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar gıda güvenliği açısından olumlu uygulamalar olarak değerlendirilse de tüketicilerin %38.42'si gıdaları dondurmanın mikroorganizmaları öldürdüğünü düşünmektedir. Oysa gıdaların dondurulması canlı mikroorganizmaların ölümüne neden olmamakta, ancak bazı durumlarda sayıda bir miktar azalma gözlenmektedir (Ünlütürk & Turantaş, 2003). Dondurma işleminin mikroorganizmaların ölümüne neden olduğunu düşünmek, bu kişilerin dondurulmuş gıdaların çözündürüldükten sonra gıda güvenliğini olumsuz etkileyebilecek davranışlar gösterebileceğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda Çin'de katılımcıların %12.4'ü (Shunlong et al. 2016), İrlanda'da %28.6'sı, Ürdün'de %52.2'si (Osaili et al., 2011); Lübnan'da %64.0'ı (Hassan & Dimassi, 2014), Kanada'da %77.0'si (Courtney et al., 2016), Yunanistan'da ise %78.3'ü (Lazou et al., 2012) dondurma işlemiyle mikroorganizmaların tamamen ortadan kalkmayacağını düşündükleri bildirmişlerdir.

Pişirilen yiyecekler mikroorganizmaların üremesini kontrol altında tutmak amacıyla yaklaşık 1.5 saat içinde soğutularak buzdolabına kaldırılmalıdır. Bu kapsamda ankete katılanların %78.96'sı en fazla 1.5 saat içinde pişmiş yiyecekleri buzdolabına kaldırdığını belirtmiştir. Yiyeceklerin büyük bir çoğunluk tarafından uygun olan sürede buzdolabına kaldırılması son derece olumlu bir davranış olarak değerlendirilebilir. Ancak diğer yandan katılımcıların %16.02'si de öğlen hazırlanan yemeği akşama kadar açıkta beklettiklerini belirtmiştir. Türk-İncel (2005) 500 gönüllü tüketici ile yaptığı çalışmada katılımcıların %44'ünün bozulabilir gıdaların depolanması için doğru soğutucu sıcaklığını bilmediklerini saptamıştır.

Bozulma olasılığı bulunan yiyecekler ortamda patojen varsa tüketilmeleri durumunda gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilirler. Bu nedenle bir yemeğin bozulup bozulmadığının anlaşılması amacıyla tadına bakılması riskli bir davranıştır. Çalışmamızda tüketicilerin %63.51'inin bozulduğundan kuşkulandıkları yiyecekleri tadına bakarak kontrol ettiğini saptanmıştır. Türk-İncel (2005) ise çalışmasında tüketicilerin %80.8'inin bozulduğundan şüphe ettikleri yemeklerin atılması gerektiğini düşündüklerini belirtirken; Aygen (2012) ve Yalçın (2012) yaptıkları çalışmalarda tüketicilerin bozulmuş olduğundan kuşku duydukları yiyeceklerin tadına baktıklarını bildirmiştir.

Yine benzeri şekilde tüketicilerin %87.84'ü konserve satın alırken ambalajda deformasyon olup olmadığına bakarken, %49.03'ü evde sebze konserve, %46.72'si domatesli, biberli, patlıcanlı karışık kahvaltılık konserve yaptığını belirtmiştir. Ev koşullarında konserve yapımı özellikle *Clostridium botulinum* başta olmak üzere sporlu bakterilerin ölümünü sağlamadığından son derece tehlikeli ve ölüm oranı yüksek bir tehlike kaynağıdır (Ünlütürk & Turantaş, 2003).

Çalışmada yine gıda güvenliğini mikrobiyolojik açıdan olumsuz etkileyen bir durum olarak katılımcıların % 14.86'sı çiğ yumurtayı tatlı vb ürünlerde kullandığını belirtmiştir. Aygen (2012) yaptığı çalışmada bu oranın %46.8 olduğunu saptamıştır.

Anketimizin son bölümünü oluşturan ve tüketicilerin mutfakta gıda hazırlama aşamasında kullandığı gıda güvenliği bilgilerini daha ayrıntılı ölçmenin amaçlandığı çoktan seçmeli sorulara ait bulgular ise Çizelge 4'de verilmiştir. Bu Çizelge oluşturulurken anket formunda yer alan seçmeli sorulardan en az birine doğru cevap veren tüketici o soru için bilinçli kabul edilmiştir ve "1" puan almıştır. Birden fazla doğru cevabı olan sorular için yanlış cevap verildiği takdirde puan verilmemiştir.

Dondurulmuş ürünlerle ilgili olarak Çizelge 4'de görüldüğü gibi tüketicilere "Dondurulmuş yiyecekleri satın aldıktan sonra kaç saat içinde eve ulaştırıyorsunuz?" ve "Et, tavuk ve balığı nasıl çözündürürsünüz?" sorularına yer verilmiştir. Bu kapsamda tüketicilerin %66.10'unun dondurulmuş yiyecekleri 1 saat içinde eve getirdiği, %67.10'unun et, balık ve tavuğu buzdolabında veya mikrodalga fırında çözündürdükleri belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyine ilişkin bilgilerinin frekans ve yüzde değerleri**Table 4.** Frequency and percentage values of knowledge of food preparation and consumption knowledge and awareness of consumers

Tüketici Bilinci		Bilinçli	Bilinçsiz
1.Güvenliği kavramının aşağıdakilerden hangileri ile ilişkili olduğunu düşünüyorsunuz?	f	210	121
	%	63.40	36.60
2.Dondurulmuş yiyecekleri satın aldıktan sonra kaç saat içinde eve ulaştırıyorsunuz?	f	336	172
	%	66.10	33.90
3.Et, tavuk ve balığı nasıl çözündürsünüz?	f	318	156
	%	67.10	32.90
4.Kesme tahtanızın meteryali nedir?	f	86	355
	%	19.50	80.50
5.Yumurta, eti, balığı veya tavuğu tuttuktan sonra ellerinizi hemen sabunla yıkıyor musunuz veya havluya mı siliyor musunuz?	f	353	157
	%	69.20	30.80
6.Yapılan bir yemeği yemek saatinde ısıttıktan sonra buzdolabına koyuncaya kadar kaç saat geçiyor?	f	244	265
	%	47.90	52.10
7.Bir yemeği genellikle en fazla kaç defa ısıtıyorsunuz?	f	471	43
	%	91.60	8.40
8.Yemeği ne kadar ısıtıyorsunuz?	f	118	396
	%	23.00	77.00
9.Sokaktan çiğ süt alıyor musunuz?	f	242	275
	%	46.80	53.20
10.Kutu (pastörize veya uzun ömürlü süt) alıyor musunuz?	f	452	63
	%	87.80	12.20
11.Ambalajlı yoğurt tüketiyor musunuz?	f	338	174
	%	66.00	34.00
12.Küflenmiş salça, küflenmiş peynir gibi ürünleri kullanıyor musunuz?	f	279	217
	%	56.30	43.80
13.Yumurta aldıktan sonra nasıl saklıyorsunuz?	f	412	86
	%	82.70	17.30
14.Gıda ürünlerinin son kullanma tarihi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?	f	464	49
	%	90.40	9.60

Dondurulmuş ürünlerin satın alınması ve kullanımı ile ilgili olarak yapılan bazı çalışmalara bakıldığında; Ankara'da yapılan bir çalışmada tüketicilerin %24.3'ü (Şanlıer & Şeren, 2005); Samsun'da yapılan çalışmada tüketicilerin %44.78'i (Yalçın, 2012); Ürdün'de yapılan çalışmada ankete katılan öğrencilerin %73.6'sı (Osaili et al., 2011); Yunanistan'da ankete katılan öğrencilerin %55.3'ü (Lazuo et al., 2012); Çin'de yapılan çalışmada tüketicilerin %36.7'si (Shunlong et al., 2016), Lübnan'da üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilerin %59.7'si (Hassan & Dimassi, 2014), İrlanda'da yapılan çalışmada katılımcıların %78.1'i (Moreb et al., 2017) dondurulmuş ürünleri alışverişin sonunda aldıklarını bildirmişlerdir. Türk-İncel (2005) 500 gönüllü tüketici ile yaptığı çalışmada katılımcıların %44'ünün bozulabilir gıdaların depolanması için doğru soğutucu sıcaklığını bilmediklerini ve %67.8'inin ise çözünmüş et, tavuk, balık gibi gıdaların kesinlikle tekrar dondurulmaması gerektiğini düşündüklerini saptamıştır. Jevs'nik et al. (2008) da Slovenya'da 1030 tüketiciye uygulanan anket çalışması sonucu katılımcıların %15.3'ünün soğutulmuş veya dondurulmuş gıdaların eve taşınması için soğutma torbası kullandıklarını bildirmiştir.

Çapraz bulaşma çiğ gıdadan pişmiş veya pişmeden tüketilecek gıdaya olan bulaşma olarak tanımlanabilir. Genellikle et, tavuk, balık gibi bulaşma riskinin yüksek olduğu ve dolayısıyla patojen içerme olasılığının da yüksek olduğu gıdalardan olabilecek çapraz bulaşmalar çeşitli gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilmektedir. Gıda kaynaklı hastalıkların önemli nedenlerinden biri olan gıdaların hazırlanması sırasında çapraz bulaşmanın tüketici tarafından nasıl algılandığını saptamak üzere hazırlanan sorular neticesinde; ankete katılan tüketicilerin sadece %28.19'u eti veya kıymayı kavururken kaşık değiştirdiklerini; %91.51'i tahta kaşık kullandıklarını, %25.87'si çatlak veya kırık tahta kaşık kullandığını bildirmiştir. Diğer yandan katılımcıların %69.50'ü buzdolabında çiğ ve pişmiş yiyeceklerin birbirine temas etmemesine dikkat ettiğini, ancak %55.98'i et ve ürünleri için kullanılan kesme tahtasının sebze vb. için

de kullandığını, fakat %58.30'u kesme tahtasını et vb kestikten sonra klorlu bir bileşikle dezenfekte ettiğini belirtmiştir. %46.33'ü kesme tahtasını ve tahta kaşıklarını bulaşık makinesinde yıkamadığını, %19.11'i bulaşık bezi veya süngerini klorlu bir bileşikle dezenfekte etmediğini, %31.85'i mutfak havlusunun genellikle nemli olduğunu belirtmiştir.

Bruhn & Schutz (1999), çapraz bulaşmayla ilgili olarak tüketicilerin %80'inin çiğ et ile pişmiş et için aynı malzemeyi kullanmadıkları bildirmiştir. Uzunöz vd. (2008), katılımcıların %92.14'ünün mutfak ve mutfakta kullanılan malzemelerin hijyenine dikkat ettiklerini, %67.42'sinin ise çapraz bulaşmayı önlemek amacıyla çiğ tüketilecek, riskli ve pişirilecek gıdalar için, aynı malzemeyi kullanmak zorunda kaldıklarında mutlaka yıkadıklarını belirtmişlerdir. Ergönül (2013) tüketicilerin %99'unun hem çiğ hem de pişmiş gıdalar için aynı ekipmanın kullanılmasının zararlı bir etkisi olmadığını düşündüklerini ve herhangi bir gıda güvenliği riskine de neden olmadığı görüşüne sahip olduklarını, bunun da tüketicilerin çapraz bulaşma gibi gıda güvenliğini doğrudan etkileyen konu hakkında bilgi sahibi olmadıklarını göstermiştir. Salicik vd. (2017) tüketicilerin %52'sinin et kesilen tahtaları aynı zamanda sebze-meyve kesmek için de kullandıklarını bildirmişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada her ürün için ayrı kesme tahtası kullanım durumunun 2014 yılında %65 iken 2015 yılında %55'e gerilediği görülmüştür (Anonymous, 2018).

Anketimize katılan tüketicilerin %69.50'si buzdolabında çiğ ve pişmiş yiyeceklerin birbirine temasından kaçındıklarını belirtirken, %23.75'i bu konuya dikkat etmediklerini belirtmiştir. Mitakakis et al. (2003) Melbourne Avustralya'da 515 aileyle yaptıkları çalışmada katılımcıların hepsinin yiyecek hazırlarken kontaminasyona neden olacak en az bir yanlış davranışta bulduklarını, %81.2'sinin gıdaları buzdolabında doğru bir şekilde saklamadıklarını bildirmiştir. Garayoa et al. (2005) İspanyada üniversite öğrencilerinin %22.2'sinin buzdolabında çiğ ve pişmiş yiyeceklerin birbirine temasından kaçındıklarını bildirmiş; Amerika Birleşik Devletleri'nde 1007 tüketici ile yapılan araştırmada çapraz bulaşmaya ilişkin 2014 yılında tüketicilerin %70'inin çiğ ve pişmiş gıdaların temasından kaçınırken, 2015 yılında %57'sinin kaçındığını bildirmiştir (Anonymous, 2018).

Gıdaların pişirildikten sonra buzdolabına kaldırılmadan önce oda sıcaklığında bekleme süresi, pişme işlemi sırasında veya pişmeden sonra bulaşan mikroorganizmaların üremesi için uygun bir zaman dilimidir. Yiyeceklerin pişirildikten sonra en geç 1.5 saat içerisinde buzdolabına kaldırılması önerilmektedir. Bu kapsamda anketimize katılanların %78,96'sı pişirilen bir yemeği en fazla 1.5 saat içinde buzdolabına kaldırdığını belirtmiştir. Ancak diğer yandan katılımcıların %63.51'inin bozulduğundan kuşkulandıkları yiyecekleri de tadına bakarak kontrol ettikleri saptanmıştır. Aygen (2012) ve Yalçın (2012) çalışmalarında tüketicilerin bozulmuş olduğundan kuşku duydukları yiyeceklerin tadına baktıklarını bildirmiştir.

Anketimize katılan tüketicilerin büyük bir kısmı (%87.84) konserve alırken ambalajın deforme olup olmadığına dikkat ettiğini, %80.50'si çiğ yumurta içeren tatlı, mayonez vb. ürünler yapmadığını; ancak yarısı (%49.03) evde sebze konservesi yaptığını, %48.26'sı evde domatesli, biberli, patlıcanlı karışık kahvaltılık konserve yaptığını belirtmiştir. Ayrıca anketimizi cevaplayan tüketicilerden %76.25'i öğlen hazırladığı bir yemeği akşam tüketilinceye kadar açıkta bekletmediğini bildirmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre gıda hazırlama ve tüketimi konusundaki bilgi ve bilinç düzeyi ile demografik özelliklerden cinsiyet ($p<0.05$) ve gelir düzeyi ($p<0.01$) arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur (Çizelge 5).

Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeylerine göre cinsiyet arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan ki-kare analizi sonucunda, bilinç düzeyi ile cinsiyet arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bilgi ve bilinç düzeyi düşük olan katılımcıların %56.10 oranında cinsiyetlerinin

erkek, bilinç düzeyi orta olan katılımcıların %55 oranında cinsiyeti kadın, bilinç düzeyi yüksek olan katılımcıların da %69.70 oranında cinsiyeti kadın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda kadınların mutfak uygulamaları konusunda erkeklerden daha bilinçli olduklarını göstermiştir. Kaptan (2007), Türk-İncel (2005), Liu & Niyongira (2017), Jevşnik et al. (2008), Ruby et al. (2019), Anonymous (2018), Moreb et al. (2017) araştırmalarında bulgularımıza paralel olarak gıda güvenliği bilgi düzeyinin cinsiyet ile anlamlı bir ilişkide bulunduğu belirterek kadın tüketicilerin erkek tüketicilere kıyasla gıda güvenliği bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Şanlıer (2010), Ankara'da 2144 tüketici ile yaptığı çalışmada, erkekler ve kadınların gıda güvenliği bilgi düzeylerinde çok büyük farklılık görülmezken, kadınların güvenli gıda hazırlama uygulamasında bilgi düzeyinin erkeklere kıyasla daha yüksek olduğunu ($p < 0.05$) bildirmiştir.

Çizelge 5. Tüketicileri gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyi ile cinsiyet arasındaki interaksiyon

Table 5. Interaction between the level of knowledge and awareness in food preparation and consumption and gender of consumers

Cinsiyet	Gıda Hazırlama ve Tüketim Bilgi ve Bilinç Düzeyi			χ^2	p
	Düşük	Orta	Yüksek		
Kadın	n	18	220	8.595	0.015* (* $p < 0.05$)
	%	43.90	55.00		
Erkek	n	23	180		
	%	56.10	45.00		

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre gıda hazırlama ve tüketimi konusundaki bilgi ve bilinç düzeyi ile demografik özelliklerden yaş arasındaki interaksiyon sonuçları Çizelge 6'de verilmiştir. Katılımcıların bilinç düzeyleri ile yaş arasındaki ilişkiyi incelemek için ki-kare analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre bilinç düzeyi ile yaş arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Konuya ilişkin yapılan çalışmalara bakıldığında bizim sonuçlarımızdan farklı olarak Şanlıer (2010), Gündüz vd. (2015) ve Moreb et al. (2017) gıda güvenliği bilgi düzeyinin yaş ile anlamlı bir ilişkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 6. Tüketicileri gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyi ile yaş arasındaki interaksiyon

Table 6. Interaction between the level of knowledge and consciousness in food preparation and consumption and gender of consumers

Yaş	Gıda Hazırlama ve Tüketim Bilgi ve Bilinç Düzeyi			χ^2	p
	Düşük	Orta	Yüksek		
18-25	n	7	41	14.397	0.072
	%	17.10	10.30		
26-35	n	15	168		
	%	36.60	42.00		
36-45	n	8	109		
	%	19.50	27.30		
46-55	n	8	62		
	%	19.50	15.50		
56 ve üzeri	n	3	20		
	%	7.30	5.00		

Katılımcıların bilinç düzeylerine göre eğitim durumu arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan ki-kare analizi sonucunda bilinç düzeyi ile eğitim durumu arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 7). Ünüsan (2007) Konya İli'nde 458 katılımcı ile yaptığı çalışmada, üniversite mezunlarının düşük eğitim seviyeli tüketicilere oranla daha bilgili olduklarını; Ruby et al. (2019) çalışmasında ise yüksek lisans mezunlarının yüksek düzeyde bilgili olduklarını bildirmişlerdir. Kaptan (2007), Uzunöz vd. (2008), Şanlıer (2010), Güven (2010), Moreb et al. (2017) ve Shunlong et al. (2016) gıda güvenliği bilgi düzeyinin eğitim seviyesi ile anlamlı bir ilişkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 7. Tüketicileri gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyi ile eğitim durumu arasındaki etkileşim

Table 7. Interaction between food preparation, consumption knowledge, awareness level and education level of consumers

Eğitim Durumu	Gıda Hazırlama ve Tüketim Bilgi ve Bilinç Düzeyi			χ^2	P	
	Düşük	Orta	Yüksek			
İlkokul	n	1	33	7	10.773	0.375
	%	2.40	8.30	9.20		
Ortaokul	n	5	25	4		
	%	12.20	6.30	5.30		
Lise	n	13	83	24		
	%	31.70	20.80	31.60		
Önlisans	n	2	36	5		
	%	4.90	9.00	6.60		
Lisans	n	18	198	32		
	%	43.90	49.50	42.10		
Lisansüstü	n	2	25	4		
	%	4.90	6.30	5.30		

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre gıda hazırlama ve tüketimi konusundaki bilgi ve bilinç düzeyi ile demografik özelliklerden gelir durumu arasındaki etkileşim sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Tüketicilerin gıda hazırlama ve tüketim bilgi ve bilinç düzeyi ile gelir durumu arasındaki etkileşim

Table 8. Interaction between food preparation, consumption knowledge, awareness level and income status of consumers.

Gelir Durumu	Gıda Hazırlama ve Tüketim Bilgi ve Bilinç Düzeyi			χ^2	p	
	Düşük	Orta	Yüksek			
Asgari ücret altı	n	5	39	4	16.743	0,001* (*p<0.05)
	%	12.20	9.80	5.30		
1600-2500 TL	n	9	91	27		
	%	22.00	22.80	35.50		
2500-4000 TL	n	21	172	39		
	%	51.20	43.00	51.30		
4001 TL ve üzeri	n	6	98	6		
	%	14.60	24.50	7.90		

Katılımcıların bilinç düzeylerine göre gelir durumu arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan ki-kare analizinde, bilinç düzeyi ile gelir durumu arasındaki ilişki anlamlı olarak bulunmuştur ($p<0.01$). Uzunöz vd. (2008) Tokat'ta yaptıkları çalışmada, gelir seviyesi arttıkça gıda güvenliği bilinç düzeylerinin arttığını; Moreb et al. (2017) İrlanda'da yaptıkları çalışmada gıda güvenliği bilgi düzeyinin gelir seviyesi ile anlamlı bir ilişkide bulunmadığını belirtmişlerdir.

SONUÇ

Gıda güvenliği konusunda tüketiciler "tarladan çatala" zincirinin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Bu çalışmada gıda güvenliği bilgisinin uygulama yönünü ölçmeye yönelik sorular sorulara verilen cevaplardan görüldüğü üzere, bilinçli olan tüketicilerin de doğru bildiği birçok yanlış uygulamayla gıda hazırlama işlemlerini gerçekleştirdikleri saptanmıştır. Bu da tüketicilerin gıda güvenliği konusunda bilinçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca etkili gıda güvenliği stratejileri geliştirmek açısından daha çok mutfakta gıda güvenliği ile ilgili çalışmaların yapılması, tüketicilerin doğru bilgilerle donatılmasının gerektiği düşünülmektedir. Çalışmada tüketicilerin gıda kaynaklı hastalık risklerini ortadan kaldırmak için yeterli gıda güvenliği bilgisine sahip olmadıkları ve pratikte uygulamalar sırasında bazı noktalarda boşluk olduğu bunlarında gıda güvenliğini riske sokabileceği görülmüştür. Gıda güvenliğinin sağlanmasında; kamunun desteği ve iş birliğinin yanında, kamuoyu, üniversiteler, medya, sivil toplum

kuruluşları, çiftçiler, gıda sanayicileri gibi paydaşlar çok önemli rol almaktadır. Tüketiciler ise bu zincirin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Fakat gıda güvenliği bilgisinin uygulama alanını ölçmeye yönelik sorulan sorulara verilen cevaplarla bilinçli olan tüketicilerin de aslında doğru bildikleri birçok yanlış uygulamayla gıda hazırlama işlemlerini gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu da tüketicilerin gıda güvenliği konusunda eğitilmeleri gerektiğini ve bilinçlendirilmelerini zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2018. What's your health worth? (Web sayfası: <https://foodinsight.org/wp-content/uploads/2015/05/2015-Food-and-Health-Survey-FINAL.pdf>) (Erişim tarihi: 10.11.2018).
- Aygen, F.G., 2012. Safe food handling: knowledge, perceptions, and self-reported practices of turkish consumers. *International Journal of Business and Management*, 7 (24).
- Badrie, N., A. Gobin, S. Dookeran & R. Duncan, 2006. Consumer awareness and perception to food safety hazards in Trinidad, West Indies. *Food Control*, 17: 370-377.
- Baş, T., 2005. Anket Nasıl Hazırlanır? Uygulanır? Değerlendirilir? 3. Basım, Seçkin Yayıncılık San. Tic. A.Ş., Ankara, 236 s, ISBN: 975-347-324-9.
- Courtney, S.M., S.E. Majowicz & J.A. Dubin, 2016. Food safety knowledge of undergraduate students at a Canadian University: Results of an online survey. *BMC Public Health*, 16 (1147): 2-16.
- Ekşi, A. & A. İşci, 2012. Dünyada açlık olgusu ve çözüm arayışları. *Gıda*, 37 (1): 39-45.
- Ergönül, B., 2013. Consumer awareness and perception to food safety: A consumer analysis. *Food Control*, 32: 461-471.
- Erkmen, O., 2010. Gıda Mikrobiyolojisi. Efil Yayınevi, Ankara, Türkiye, 688 s.
- FAO, 2018. The Future of Food and Agriculture - Alternative pathways to 2050. (Web sayfası: <http://www.fao.org/3/l8429EN/i8429en.pdf>) (Erişim Tarihi:10.05.2022).
- Fujisaki, K., M. Shimpo & R. Akamatsu, 2019. Factors related to food safety culture among school food handlers in Tokyo, Japan: a qualitative study. *Journal of Food Service Business Research*, 22 (1): 66-80.
- Garayoa, R., M. Co'rdoba, I. Garcı'a-Jalo, A. Sanchez-Villegas & A. Vitas, 2005. Relationship between consumer food safety knowledge and reported behavior among students from health sciences in one region of spain. *Journal of Food Protection*, 68 (12): 2631-2636.
- Gözener, B., E.O. Büyükbay & M. Sayılı, 2009. Gıda güvenliği konusunda öğrencilerin bilgi düzeylerinin incelenmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 45-53.
- Gündüz, O & C. Aydoğan, 2015. Önlisans öğrencilerinin gıda güvenliği bilinç düzeyleri üzerine bir araştırma. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 6 (1): 34-44.
- Güven, E., 2010. Yalova İlinde Yaşayan Farklı Eğitim Ve Gelir Düzeyine Sahip Fertlerin Beslenme Alışkanlıkları Ve Gıda Güvenliği Bilgisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 132 s.
- Hassan, H.F. & H. Dimassi, 2014. Food safety and handling knowledge and practices of lebanese university students. *Food Control*, 40: 127-133.
- Hislop, N. & K. Shaw, 2009. Food safety knowledge retention study. *Journal of Food Protection*, 72 (2): 431-435.
- Jevšnik, M., V. Hlebec & P. Raspor, 2008. Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food Control*, 19: 737-745.
- Kaptan, M., 2007. Tüketicilerin Gıda Güvenliği Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin Tespiti. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 80 s.
- Lazou, T., M. Georgiadis, K. Pentieva, A. McKeivitt & E. Iossifidou, 2012. Food safety knowledge and food-handling practices of greek university students: A questionnaire-based survey. *Food Control*, 28: 400-411.
- Liu, A. & R. Niyongira, 2017. Chinese consumers food purchasing behaviors and awareness of food safety. *Food Control*, 79: 185-191.

- Liu, R., Z. Pieniak & W. Verbeke, 2014. Food-related hazards in China: Consumers' perceptions of risk and trust in information sources . *Food Control*, 46: 291-298.
- Mitakakis, T.Z., V. Sinclair, C. K. Fairley, P. K. Lightbody, K. Leder & M. E. Hellard, 2004. Food safety in family homes in Melbourne, Australia. *Journal of Food Protection*, 67 (4): 818-822.
- Moreb, N.A., A. Priyadarshini & A. K. Jaiswal, 2017. Knowledge of food safety and food handling practices amongst food handlers in the Republic of Ireland. *Food Control*, 80: 341-349.
- Onurlubaş, E., 2015. Tüketicilerin Gıda Güvenliği Konusunda Bilinç Düzeylerinin Ölçülmesi: Tokat İli Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, Tokat, 180 s.
- Oran, N.T., H. Toz, T. Küçük, & V. Uçar, 2017. Medyanın kadınların beslenme alışkanlıkları, besin seçimi ve tüketimi üzerindeki etkileri. *Life Sciences (NWSALS)*, 12 (1):1-13.
- Osaili, T.M., B. A. Obeidat, D. O. A. Jamous & H. A. Bawadi, 2011. Food safety knowledge and practices among college female students in north of Jordan. *Food Control*, 22: 269-276.
- Ruby, G.E., F. U. Z. Abidina, S. Lihanb, N. N. Jambaric & S. Raduc, 2019. A cross sectional study on food safety knowledge among adult consumers. *Food Control*, 99: 98-105.
- Salicik, D. & A. Y. Kumral, 2017. Bursa ili kentsel alanında tüketicilerin güvenilir gıda tüketimine yönelik tutumlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (2): 69-82.
- Sapmaz, K. & M. Yercan, 2015. Tüketicilerin market markalı ve üretici markalı gıda ürünü tercihlerinin analizi: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (3):317-325.
- Shunlong, G., W. Xizhuo, Y. Yinsheng & B. Li, 2016. Knowledge of food safety and handling in households: A survey of food handlers in Mainland China. *Food Control*, 64: 45-53.
- Şanlıer, N., 2010. Food safety knowledge and the safe food handling behaviours of female and male consumers. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 26 (3): 653-658.
- Şanlıer, N. & S. Şeren, 2005. Tüketicilerin besin satın alma bilinçlerinin değerlendirilmesi. *Üçüncü Sektör Kooperatifçilik*, 149: 12- 29.
- Taşdan, K., M. Albayrak, B. Gürer, O. O. Özer, K. Albayrak & H. T. Güldal, 2014. Geleneksel gıdalarda tüketicilerin gıda güvenliği algısı: Ankara ili örneği. 4.Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, 2014, Adana.
- Tiozzo, B., A. Pinto, G. Mascarello, C. Mantovani & R. Licia, 2018. Which food safety information sources do Italian consumers prefer? Suggestions for the development of effective food risk communication. *Journal of Risk Research*, 1-13.
- Türk-İncel, E. 2005. Yetişkin Tüketicilerin Besin Güvenliği Konusunda Bilgi ve Davranışları. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 111 s.
- Uzunöz, M., E. Oruç & G. Bal, 2008. Kırsal kadınların gıda güvenliği konusunda bilinç düzeyleri (Tokat ili örneği). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 35-46.
- Ünlütürk, A. & F. Turantaş, 2003. Gıda Mikrobiyolojisi. (3.Basım). Meta Basım Matbaacılık Hiz.ISBN: 975-483-383-4. 606 s.
- Ünüsan, N., 2007. Consumer food safety knowledge and practices in the home in Turkey. *Food Control*, 18: 45-51.
- Yalçın, A., 2012. Tüketicilerin Gıda Güvenliği İle İlgili Tutum ve Davranışları (Samsun İli Örneği). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 128 s.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2022, 59 (4):661-668
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1121102>

Can İNAL¹ 

Harun Raşit Uysal^{2*} 

¹ Pınar Mamülleri A.Ş., Pınarbaşı Mahallesi,
Kemalpaşa Cd. No:317, 35060 Bornova,
İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt
Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir,
Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
harun.uysal@ege.edu.tr

Belirli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*

A research on determination of some chemical and microbiological properties of yoghurts made from cow milk with certain ratios of donkey milk

* Bu makale Can İnal'ın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 25.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 28.07.2022

ÖZ

Amaç: Yapılan bu çalışmada belirli oranlarda eşek sütü ilave edilmiş inek sütünden üretilen yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: 4 grup olarak yürütülen çalışmada; K (%100 inek sütü), A (%10 eşek sütü+%90 inek sütü), B (%20 eşek sütü+%80 inek sütü), C (%30 eşek sütü+%70 inek sütü) grubu örneklem 1., 7., 14. ve 21. günlerde kimyasal, mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Eşek sütünden gelen yüksek laktoz miktarının yoğurtların asitliğinin gelişmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Eşek sütü ilave edilmiş örneklerdeki kalsiyum ve fosfor değerleri, eşek sütü ilave edilmemiş örneklerdekinden düşük bulunmuştur.

Eşek sütü inek sütüne oranla daha yüksek düzeyde laktoferrin ve lizozim içermektedir. Bu durumda lizozim ve laktoferrinin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği ve yükselen asitlik değerinin de bu duruma katkı sağladığı düşünülmektedir.

Sonuç: Çalışmada elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik analiz sonuçları; fermente gıda üretiminde eşek sütünün de üretim alanında bir paya sahip olabileceğini göstermiştir. Eşek sütü için gerek fermente gerekse diğer gıda alanında üretimi ve tüketimi devamlılığa sahip olursa yüksek bir katma değere sahip olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Eşek sütü, yoğurt,
inek sütü

Keywords: Donkey milk, yoghurt, cow's
milk

ABSTRACT

Objective: In this study, chemical and microbiological analyzes of yoghurt produced from cow milk with donkey milk added in certain ratios were performed.

Material and Methods: This study conducted in 4 groups; K (100% cow milk), A (10% donkey milk), B (20% donkey milk), C (30% donkey milk) sample groups were formed and evaluated. They were stored in the cold storage for 21 days and chemical and microbiological analyzes were made on the 1st, 7th, 14th and 21st days of storage.

Results: It was seen that the high amount of lactose from donkey milk played an important role in the development of the acidity of yoghurts. It was found that the calcium and phosphorus values in the samples were lower than those in the samples without donkey milk.

The donkey's milk has more higher lactoferrin and lysozyme than cow's milk. It was seen that higher lysozyme and lactoferrin and increase of acidity content prevent development of yoghurt bacteria

Conclusion: Chemical and microbiological analysis results expressed as a result of the study; showed that donkey milk may also have a place in the production of fermented food. It is thought that it can have a high added value if its production and consumption are continuous in both fermented and other food fields.

GİRİŞ

Anne sütü bebeklerin beslenmesinde yararlanılan en uygun besin olup memeden beslenmenin olası olmadığı zamanlarda anne sütü yerine inek sütü kullanılmaktadır. Ancak inek sütü yirmiden fazla protein içeriği nedeniyle bebeklerde alerjik reaksiyonlara, beslenme ve immünolojik sorunlara yol açabilmektedir (Gjesing et al., 1986; Docena et al., 1996; El-Agamy, 2007). İnek sütündeki kazein ve β - laktoglobulin ana alerjendir (Goldman et al., 1963; Docena et al., 1996; Bernard et al., 1998; Busse et al., 2002; Cocco et al., 2003). Bazı klinik araştırmalar sonucunda, inek sütüne tolerans geliştiremeyen bireylerin eşek sütünü rahatlıkla tüketebildiği ortaya çıkmış ve bebeklerin beslenmesi için mama üreten firmaların eşek sütüne yönelebilecekleri vurgulanmıştır (Motyl et al., 1995).

Bileşimindeki laktozun ve lizozimin yüksek oranda olması sebebiyle, probiyotik laktobasillerin gelişmesinde iyi bir aracı olduğu kanıtlanmıştır, eşek sütünün aynı zamanda probiyotik amaçlarla da kullanılabileceği bir çalışmada açıklanmaktadır (Chiavari et al., 2005).

İnek sütü biyoaktif peptitler açısından güçlü bir kaynak olması sebebiyle antioksidan, antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Bu alanda yürütülen bazı araştırmalarda, eşek sütünün de benzer etkileri olduğu öğrenilmiştir (Tafaro et al., 2007). Antioksidan özellik bakımından eşek sütü, keçi sütünden sonra ilk sırada gelmektedir (Simos et al., 2011).

Eşek sütü, içerisinde yüksek miktarda laktoz ve lizozim bulunduğu için probiyotik *Lactobacillus* ssp.'lerin gelişmesi için uygun bir ortam sağlamakta ve böylece iyi bir probiyotik taşıyıcı görevi göstermektedir. Yüksek laktoz içeriğiyle birlikte *Lactobacillus rhamnosus* gibi probiyotik suşların gelişmesi için uygun ortam sağlaması nedeniyle bağırsak sağlığı üzerinde olumlu bir etki göstermektedir (Coppola et al., 2002).

Laktoferrin, lizozim, immunoglobulinler ve laktoperoksidazlar sütte bulunan antimikrobiyal aktiviteye sahip minör proteinlerdir (Baldi et al., 2005; Yamauchi et al., 2006). Eşek sütü öteki hayvanların sütlerine kıyasla eşsiz bazı özellikleri bünyesinde barındırmaktadır (Malacarne et al., 2002). Sütteki enzimler patojenleri öldürme veya önemli bir kısmını inhibe etme yeteneğine sahiptirler (El-Agamy et al., 1992). Eşek sütünün diğerlerine nazaran daha güçlü inhibe edici aktivitesi bulunmaktadır (Malacarne et al., 2002). Enzimler, eşek sütünün doğal mikroflorasında antimikrobiyal ajanlar olarak bulunmaktadır. Bunlar, tür ve ırklar arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Gaya et al., 1991).

Eşek sütünde bulunan lizozim vücudun ana savunma ajanı olarak görülmektedir (Vincenzetti et al., 2008). Bunu laktoferrin takip etmektedir (Coppola et al., 2002; Zhang et al., 2008). Lizozim ve laktoferrin ile immunoglobulinler, sinerjik etkiyle birlikte bebeklik ve çocukluk döneminde sindirim sistemindeki mikrobiyal gelişmeyi önleyerek enfeksiyonların azalmasında rol oynamaktadırlar (Businco et al., 2000; Baldi et al., 2005).

Proteinlerle birlikte sinerjistik etkili diğer antimikrobiyal ajanlar, eşek sütünün raf ömrünün uzun olmasını sağlamaktadırlar (Saric et al., 2012).

Laktoferrin ve lipopolisakkarit etkileşimi, Gram (-) bakterilerin dıştaki membranlarının yıkılmasına ve geçirgenliklerinin artmasına yol açabilmektedir (Ellison & Giehl, 1991; Farnaud & Evans, 2003; Benkerroum, 2008). Eşek sütündeki lizozim, laktoferrin ile linoleik, laurik, ve oleik asit gibi yağ asitlerinin hem Gram (+) hem de Gram (-) bakterilere karşı antimikrobiyal etki yaptığı bir çalışmada belirlenmiştir (Saric et al., 2014).

Aynı eşek sütünün yaşlıların bağışıklık sistemi üzerinde olumlu bazı etkileri olduğu son zamanlarda belirtilmektedir (Jirillo et al., 2010).

Bu çalışmada belli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütünden yapılan yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan çiğ inek sütü Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık İşletmesinden sağlanmıştır.

Araştırmada dondurularak kurutulmuş olarak Chr. Hansen'in ürettiği *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* DVS yoğurt kültürü kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yağsız süt tozu Pınar Mamülleri A. Ő.'den (Pınarbaşı, İZMİR) alınmıştır.

Eşek sütü Ege Eşek  iftliği,  ıkırıkçı K y  / Edremit'ten alınmıştır. Temin edilen sütler steril güneş işiği koruyucu cam Őiřlerle +4 C'de köpük ve buz destekli koruyucu kutu ambalaj ile laboratuvara getirilmiştir.

Yöntem

Yoğurt  retimi

Yoğurt  retiminde klasik üretim yöntemi kullanılmıştır. Üretim 4 grup Şeklinde yapılmıştır. Gruplar, %100 inek sütü (K), %10 eşek sütü-%90 inek sütü (A), %20 eşek sütü-%80 inek sütü (B), %30 eşek sütü-%70 inek sütü (C) Őeklinindedir.

Çiğ inek sütüne %20 ve çiğ eşek sütüne %40 yağsız süt tozu ilave edilerek çiğ sütlerin kuru madde değerleri %14'e ayarlanmıştır. İnek sütü ile eşek sütüne aynı sıcaklıkta pastörizasyon işlemi uygulanamamıştır. 75 C ve üzeri sıcaklıklar eşek sütünün pıhtılaşmasına neden olduğundan dolayı  n denemeler ile eşek sütü için ideal sıcaklık ve süre 68 C 15 dakika olarak saptanmıştır. İnek sütü 85  C de 20 dakika pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Pastörizasyon sonrası planlanan oranlarda karışım gerçekleştirilmiş ve ardından 4 grup karışım mayalama sıcaklığına (43 C)'ye soğutulmuştur. Bu derecede yukarıda belirtilen starter yoğurt kültürü ile %3 oranında aşılanarak 100'er gramlık gıda için uygun plastik yoğurt kaplarına alınan ve ağızları kapatılan örnekler ve daha sonra 42 C de inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin pH'ı 4.8 olduğunda inkübasyona son verilmiş ve 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 4 C deki soğuk hava deposuna alınmıştır. Soğuk hava deposunda 21 gün boyunca depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çiğ sütte ve yoğurt örneklerinde yapılan analizler

Kuru madde; ürüne işlenecek çiğ sütlerin ve yoğurtların kuru madde analizi gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC 1990).

Yağ; ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların yağ analizi Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Titrasyon asitliği; ürüne işlenecek sütün ve yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden belirlenmiştir (AOAC, 1990).

pH; ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların pH tayini Hanna Instruments, Microprocessor pH-meter (Hanna Instruments ABD, Woonsocket, RI 02895) ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Protein; ürüne işlenecek çiğ sütün ve yoğurtların toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir. Elde edilen azot miktarına ait sonuçlar 6.38 katsayısıyla ile çarpılarak protein içeriği bulunmuştur (AOAC, 1990).

Laktoz; ürüne işlenecek sütün ve yoğurt örneklerinin laktoz değeri polarimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Kül; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların kül tayini gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Kalsiyum ve fosfor içerikleri; Örneklerin kalsiyum ve fosfor içerikleri (AOAC, 1990)'a göre belirlenmiştir.

***Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı;** Yapılan örneklerde *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı MRS (Merck KGaA, 64271 Darmstadt) besi yeri kullanılarak yapılmıştır. Petri kaplarına yapılan ekimler 42°C 'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır (Tharmaraj & Shah, 2003).

***Streptococcus thermophilus* sayımı;** *Streptococcus thermophilus* sayımı, M17 (Merck KGaA, 64271 Darmstadt) agar besyerinde steril petri kaplarına yapılmıştır. Petri kapları 37°C'de 48 saat aerobik inkübasyona bırakılmıştır (Tharmaraj & Shah, 2003).

İstatistiksel analizler; Belirli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütünden üretilen yoğurt örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerinin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır, varyans analizi neticesinde önemli bulunan değişimler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0.05$ düzeyinde bir sapma ile değerlendirilmiştir (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

İnek sütü ve eşek sütüne ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; eşek sütünün kuru madde, yağ, protein, kül, içerikleri inek sütünden daha düşük değerlere sahip olurken, laktik asit değeri ve laktoz daha yüksek değerlere sahip olmuştur. İnek sütü için elde edilen değerler Anonymous (2000)'e uygun bulunmuştur. Eşek sütünün inek sütüne göre daha düşük oranlarda yağ, protein ve kuru madde içerdiği bazı literatürlerce desteklenmektedir (Chiavari et al., 2005; Malacarne et al., 2002).

İnek sütüne belirli oranlarda eşek sütü katılarak üretilen yoğurtların kuru madde, yağ, protein, kül, kalsiyum ve fosfor içerikleri depolama boyunca değişmeyeceği için sadece depolamanın birinci günü tespit edilmiştir.

Yoğurtların kuru madde içerikleri %13.65 ile %14.00 arasında bulunmuştur. Ortaya çıkan farkın inek sütü ve eşek sütünün farklı oranlarda kuru madde içeriğine sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüş olup, eşek sütü oranı yüksek yoğurtların daha düşük kuru madde içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Belirli oranlarda eşek sütü karıştırılan inek sütlerinden yapılan yoğurtlar konusunda çalışma olmadığından deneme yoğurtlarının belirlenen kimyasal ve mikrobiyolojik içeriklerinin başka literatürlerle karşılaştırma olanağı olmamıştır. Bu çalışma bu anlamda bir kaynak niteliğinde olacaktır.

Çizelge 1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek ve eşek sütlerinin bazı özellikleri (n=3)

Table 1. Some properties of raw cow milk and donkey milk used for yoghurt production (n=3)

Özellikler	İnek Sütü	Eşek Sütü
Kuru madde (%)	12.52 ± 0.31	9.01 ± 0.09
Yağ (%)	3.52 ± 0.02	1.44 ± 0.03
Laktik asit (%)	0.16 ± 0.01	2.78 ± 0.05
pH	6.77 ± 0.02	7.02 ± 0.01
Protein (%)	3.09 ± 0.01	1.62 ± 0.14
Laktoz (%)	4.79 ± 0.01	6.00 ± 0.11
Kül (%)	0.69 ± 0.02	0.38 ± 0.02

Süt yağı, sütün ilk ağıza alındığında kendine has tat ve aromasını hissettiren önemli bileşen olmasının yanında insan beslenmesinde etkili bir enerji kaynağıdır. Çizelge 2'den de takip edileceği üzere elde edilen ortalama sonuçlarda yağ değerleri %3.17 ile %3.50 arasında bulunmuştur. Ortaya çıkan farkın inek sütü ve eşek sütünün farklı oranlarda yağ içeriğine sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüş olup, eşek sütü oranı yüksek yoğurtların daha düşük yağ içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir.

Protein insan beslenmesinde birincil öneme sahip besin maddelerinden önemli bir tanesidir. Çizelge 2'de görüleceği üzere elde edilen sonuçlara göre protein değerleri %4,47 ile %4,86 arasında değişmiştir. Bunun sebebinin eşek sütündeki protein miktarının inek sütünden düşük olmasına bağlanabilir.

Yoğurt örneklerinin kül miktarları % 0,67 ile %0,97 arasında değişmiştir. Örneklerdeki eşek sütü oranı arttıkça, kül miktarında azalmalar meydana gelmiştir. Bunun sebebi eşek sütündeki kuru madde dolayısıyla da kül miktarının inek sütünden düşük olması şeklinde açıklanabilir (Çizelge 2).

Eşek sütünün mineral madde içeriği hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmamakla birlikte, hayvanın kendi yavrusunun büyüüp gelişmesi için yeteri miktarda mineral maddeye sahip olduğu bilinmektedir (Tafaro et al., 2007, Fantuz et al., 2012). Çizelge 2'den de görüleceği üzere yoğurt örneklerinde kalsiyum değerleri 149,45-165.95 mg, fosfor değerleri 109,40-126.40 mg aralığında belirlenmiştir. Analizi yapılan A-B-C örneklerinde kalsiyum ve fosfor değerleri, K örneğine göre daha düşüktür. Bunun nedeni olarak oransal olarak eklenen eşek sütünün total bileşimi etkilediği ve değerlerde düşüşe sebep olduğunu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Yoğurt örneklerinin kimyasal bileşimi (n=3)

Table 2. Chemical properties of yoghurt samples (n=3)

Yoğurt Örnekleri	Kuru madde	Yağ	Protein	Kül	Kalsiyum	Fosfor
K	14.00 ± 0.00 ^b	3.50 ± 0.00 ^d	4.86 ± 0.02 ^d	0.96 ± 0.02 ^d	165.95 ± 3.32 ^d	126.40 ± 1.13 ^d
A	13.95 ± 0.07 ^b	3.32 ± 0.00 ^c	4.72 ± 0.03 ^c	0.82 ± 0.03 ^c	160.45 ± 0.35 ^c	123.00 ± 0.84 ^c
B	13.85 ± 0.07 ^b	3.23 ± 0.00 ^b	4.61 ± 0.03 ^b	0.71 ± 0.03 ^b	154.65 ± 0.21 ^b	117.00 ± 0.42 ^b
C	13.65 ± 0.07 ^a	3.17 ± 0.00 ^a	4.47 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.01 ^a	149.45 ± 0.91 ^a	109.40 ± 0.56 ^a

K: Eşek sütü ilave edilmemiş yoğurt örneği, A: %10 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, B: %20 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %30 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği ^{a,b}. Farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Birçok üründe olduğu gibi yoğurtta da pH, tüketim süresini ve ürünün duyu kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. pH ürün içerisindeki serbest kalmış hidrojen iyonları hakkında bilgi vermektedir. Yoğurt gibi fermente gıdalarda bozulma etmenidir (Oysun, 1991).

Çizelge 3'te verilen değerler dikkatlice incelendiğinde 1. depolama gününden 21. depolama gününe kadar geçen sürede bütün örneklerin pH değerlerinde gözle görülür bir azalma mevcuttur. Bu durum normal karşılanmakta, çünkü depolama sırasında da fermentasyon devam etmektedir. Hatta +4°C'de gerçekleştirilen depolamada da fermentasyon durmamakta, sadece minimum düzeye inmektedir.

Örnekler arasındaki değişime bakılacak olursa; 1. depolama gününde en yüksek pH değerine K örneği sahipken, bunu A, B, C örnekleri takip etmiştir.

Laktik asit, sütün memeden çıktığı andan itibaren sütü istenmeyen bakteri gelişimine karşı koruyan doğal bir savunma mekanizmasıdır. Yoğurdu istenmeyen bakteri gelişiminden koruduğu gibi zaman içerisinde miktarındaki yükselme de yoğurdun kendine has olan tat-aroma özelliklerini istenmeyen yönde değiştirmektedir.

Yapılan bu çalışmada varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve sonuçlar yorumlanmıştır. Çizelge 2'de izleneceği gibi yoğurtlardaki eşek sütü oranı yükseldikçe örneklerin % laktik asit değerleri depolama süreleri ile orantılı olarak yükselmiştir. Bilindiği üzere eşek sütünün titrasyon asitliği inek sütünden yüksektir. Bu fark yoğurt örneklerine de yansımıştır.

Çizelge 3. Yoğurt örneklerinin depolama süresinceki kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri (n=3)**Table 3.** Chemical and microbiologic properties of yoghurt samples during the storage period (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri (Storage time)			
	1	7	14	21
pH				
K	4.52 ± 0.02 ^{bc}	4.31 ± 0.01 ^{ab}	4.26 ± 0.02 ^{cb}	4.15 ± 0.00 ^{ca}
A	4.52 ± 0.01 ^{bd}	4.30 ± 0.01 ^{ac}	4.21 ± 0.02 ^{bcB}	4.12 ± 0.00 ^{ba}
B	4.48 ± 0.01 ^{ad}	4.27 ± 0.00 ^{ac}	4.18 ± 0.00 ^{abB}	4.09 ± 0.00 ^{aa}
C	4.46 ± 0.01 ^{ad}	4.29 ± 0.00 ^{ab}	4.16 ± 0.00 ^{ab}	4.10 ± 0.00 ^{aa}
Laktik asit %				
K	4.52 ± 0.02 ^{bc}	4.31 ± 0.01 ^{ab}	4.26 ± 0.02 ^{cb}	4.15 ± 0.00 ^{ca}
A	4.52 ± 0.01 ^{bd}	4.30 ± 0.01 ^{ac}	4.21 ± 0.02 ^{bcB}	4.12 ± 0.00 ^{ba}
B	4.48 ± 0.01 ^{ad}	4.27 ± 0.00 ^{ac}	4.18 ± 0.00 ^{abB}	4.09 ± 0.00 ^{aa}
C	4.46 ± 0.01 ^{ad}	4.29 ± 0.00 ^{ab}	4.16 ± 0.00 ^{ab}	4.10 ± 0.00 ^{aa}
Laktoz %				
K	3.52 ± 0.02 ^{bc}	3.31 ± 0.01 ^{ab}	3.26 ± 0.02 ^{cb}	3.15 ± 0.00 ^{ca}
A	3.52 ± 0.01 ^{bd}	3.30 ± 0.01 ^{ac}	3.21 ± 0.02 ^{bcB}	3.12 ± 0.00 ^{ba}
B	3.48 ± 0.01 ^{ad}	3.27 ± 0.00 ^{ac}	3.18 ± 0.00 ^{abB}	3.09 ± 0.00 ^{aa}
C	3.46 ± 0.01 ^{ad}	3.29 ± 0.00 ^{ab}	3.16 ± 0.00 ^{ab}	3.10 ± 0.00 ^{aa}
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)				
K	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	11.50 ± 0.70 ^{aB}	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	8.50 ± 0.70 ^{aA}
A	10.50 ± 0.70 ^{aC}	13.50 ± 0.70 ^{aB}	9.50 ± 0.70 ^{aB}	7.50 ± 0.70 ^{aA}
B	9.50 ± 0.70 ^{aA}	12.50 ± 0.70 ^{aB}	11.00 ± 1.41 ^{aAB}	9.50 ± 0.70 ^{aA}
C	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	13.00 ± 1.41 ^{aB}	10.00 ± 1.41 ^{aAB}	7.50 ± 0.70 ^{aA}
<i>Streptococcus thermophilus</i> (log kob/g)				
K	9.62 ± 0.05 ^{bc}	9.77 ± 0.01 ^{bb}	9.75 ± 0.50 ^{bb}	9.50 ± 0.07 ^{ac}
A	9.38 ± 0.07 ^{bcC}	9.70 ± 0.00 ^{cb}	9.57 ± 0.00 ^{cb}	9.66 ± 0.70 ^{ab}
B	9.32 ± 0.08 ^{cc}	9.78 ± 0.03 ^{baB}	9.82 ± 0.00 ^{dAB}	9.53 ± 0.70 ^{ab}
C	9.30 ± 0.11 ^{aA}	9.43 ± 0.00 ^{ab}	9.65 ± 0.00 ^{aA}	9.28 ± 0.70 ^{bc}

K: Eşek sütü ilave edilmemiş yoğurt örneği, A: %10 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, B: %20 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %30 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği. ^{a,b,c,d}: Aynı sütun içinde farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05). ^{A,B}: Aynı satır içinde farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Depolama günlerine göre sonuçlar değerlendirildiğinde; eşek sütü ilave edilmiş süttten yapılan yoğurt örneklerinde 21. depolama gününde asitlik değerinin düştüğü gözlenmiştir. Bu durum yükselen asitlik değerinin yoğurt mikroorganizmalarının çalışmasını baskılamış olabileceğini düşündürmektedir.

Yapılan analizlerde ilave edilen eşek sütü miktarı arttıkça laktoz oranının azaldığı görülmektedir. Halbuki eşek sütünün laktoz içeriğinin yüksek olduğu hammadde analizlerinde görülmüştür. Bu azalmanın nedeni olarak eşek sütüne ilave edilen süt tozlarının miktarı göreceli olarak azalması ve eşek sütü örneklerinin yüksek olan laktik asit değerlerine sahip olması gösterilebilir.

Bu çalışmada yoğurtların 21 günlük depolama süreleri içerisinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarındaki değişimler araştırılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 3'te bildirildiği üzere değerlerin 7.50 - 13.50 log kob/g aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örnek arasındaki en yüksek değer A örneğinde görülürken en düşük değer ise C örneğinin 21. gününde görülmektedir.

Depolamanın 1. gününde A örneği en yüksek değeri içerirken, diğer örneklerin (K,B,C) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarları aynı kalmıştır. Depolamanın 7. günü ise bütün örneklerin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarı artarken en yüksek değere yine A örneği sahip olmuştur. Sayılar 14. günden itibaren artan ve azalan bir seyir izlemiştir.

Eşek sütü ilave edilmiş örneklere bakıldığında, laktik asit miktarı yüksek olanların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu da bizim yukarıdaki savımızı güçlendirmektedir.

Yine depolamanın ilerleyen günlerindeki düşüş dikkatlerden kaçmamaktadır. Eşek sütü inek sütüne oranla daha yüksek düzeyde laktoferrin ve lizozim içermektedir (Vincenzetti et al., 2008; Salimei et al., 2004). Bileşiminde fazla miktardaki laktoferrin ve lizozimin etkisi ile mikroorganizma yükünün düşük (104 kob/ml) olduğu bildirilmiştir (Chiavari et al., 2005). Bu durumda lizozim ve laktoferrinin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği ve yükselen asitlik değerinin de bu duruma katkı sağladığı düşünülmektedir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada yoğurtların 21 günlük depolama süreleri içerisinde *S. thermophilus* miktarındaki değişimler araştırılmıştır. Çizelge 3'te de bildirildiği üzere değerlerin 9.28 - 9.82 log kob/g aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki en yüksek değer A örneğinde iken, en düşük değer C örneğinin 21. gününde görülmektedir.

Depolamanın 1. gününde en yüksek sayıya K örneği sahip olmuştur. Bunu A örneği izler iken 7. ve 14. günlerde en yüksek sayıya B örneği ulaşmıştır. Depolama boyunca 7. günden itibaren K örneğinin *S. thermophilus* sayıları azalırken, diğer örneklerde artış ve azalışlar gözlenmiştir. 21. günde en yüksek değere A örneği sahipken, en düşük değeri C örneği içermiştir.

SONUÇ

Belirli oranlarda eşek sütü ilave edilmiş inek sütünden yapılmış yoğurtların kimyasal özellikleri incelendiğinde kuru madde değerinin yoğurttaki eşek sütü oranı arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir. Örneklerin yağ değerlerine bakıldığında eşek sütünün yağ içeriği inek sütünden daha düşük olduğundan bu durum yoğurtlara da yansımıştır. Yoğurtlardaki protein oranı eşek sütü miktarı arttıkça azalmıştır. pH ve titrasyon asitliği verilerine bakıldığında eşek sütünden gelen yüksek laktoz miktarının yoğurtların asitliğinin gelişmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Örneklerdeki kalsiyum ve fosfor değerlerinin, eşek sütü ilave edilmemiş örneklerde olduğundan daha düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Laktik asit miktarı yüksek olanların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının düşük olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen verilere göre *S. thermophilus* sayılarının depolama günleri süresinde artış ve azalışının lizozim ve laktoferrin varlığına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda ifade edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analiz sonuçları; fermente gıda üretiminde eşek sütünün de üretim alanında bir paya sahip olabileceğini göstermiştir. Gerek fermente, gerekse diğer gıda alanında üretimi ve tüketimi devamlılığa sahip olursa yüksek bir katma değere sahip olabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

20025 Proje No'lu yüksek lisans tez çalışmasında maddi destek sağlayan E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederiz..

KAYNAKLAR

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition, AOAC, Arlington, VA, USA, 771 pp.
- Anonymous, 2000. TGG, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Tebliğ No: 2000/6, 14 Şubat 2000, Sayı: 23964. Resmi Gazete, Sayfa: 27.
- Baldı, A., I. Politis, P. Chiara, F. Eleonaro, C. Roubini & V. Dell-Orto, 2005. Biological effects of milk proteins and their peptides with emphasis on those related to the gastrointestinal ecosystem. Journal of Dairy Research, 72 (S1): 66-72.
- Benkerroum, N., 2008. Antimicrobial activity of lysozyme with special relevance to milk. African Journal Biotechnology, 7: 4856-4867.
- Bernard, H., C. Creminon, M. Yvon & J.M. Wal, 1998. Specificity of the human IgE response to the different purified caseins in allergy to cow's milk proteins. International Archives of Allergy and Immunology, 115 (3): 235- 244.
- Businco, L., P.G. Gianpietro, P. Lucenti, F. Lucaroni. C. Pini & G. Di Felice, 2000. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 105: 1031-1034.

- Busse, P.J., K.M. Jarvinen, L. Vila, K. Beyer & H.A. Sampson, 2002. Identification of sequential Ige-binding epitopes on bovine alpha (S2) casein in cow's milk allergic patients. *International Archives of Allergy and Immunology*, 129 (1): 93-96.
- Chiavari, C., F. Coloretti, M. Nanni, E. Sorrentino & L. Grazia, 2005. Use of donkey's milk for a fermented beverage with *lactotabacilli*. *Lait*, 85: 481-490.
- Cocco, R.R., K.M. Jarvinen, H.A. Sampson & K. Beyer, 2003. Mutational analysis of major, sequential Ige-binding epitopes in alpha s₁-casein, a major cow's milk allergen. *Journal Allergy Clinical Immunology*, 112 (2): 433- 437.
- Coppola, R., E. Salimei, M. Succi, E. Sorrentino, M. Nanni, P. Ranieri, R. Belli Blanes & L. Grazia. 2002. Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass' milk. *Annals of Microbiology*, 52: 55-60.
- Docena, G.H., R. Fernandez, F.G. Chirido & C.A. Fossati, 1996. Identification of casein as the major allergenic and antigenic protein of cow's milk. *Allergy*, 51 (6): 412-416.
- El- Agamy, E.I., R. Ruppner, A. Ismail, C. P. Champagne & R. Assaf, 1992. Antimicrobial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*, 59: 169-175.
- El-Agamy, E.I., 2007. The Challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 64-7268.
- Ellison, R.T. & T.J. Giehl, 1991. Killing of gram-negative bacteria by lactoferrin and lysozyme. *Journal of Clinical Investigation*, 88: 1080-1091.
- Fantuz, F., S. Ferraro, L. Todini, R. Piloni, P. Mariani & E. Salimei, 2012. Donkey milk concentration of calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium. *International Dairy Journal*, 24: 143-145.
- Farnaud, S. & R.W. Evans, 2003. Lactoferrin-A Multifunctional protein with antimicrobial properties. *Molecular Immunology*, 40: 395-404.
- Gaya, P., M. Medina & M. Nunez, 1991. Effect of the lactoperoxidase system on *Listeria monocytogenes* behaviour in raw milk at refrigeration temperatures. *Applied and Environmental Microbiology*, 57: 3355-3360.
- Gjesing, B., O. Osterballe, B. Schwartz, U. Wahn & H. Loewenstein, 1986. Allergen-specific IgE antibodies against antigenic components in cow milk and milk substitutes. *Allergy*, 41 (1): 51-56.
- Goldman, A.S., D.W. Anderson, W.A. Sellers, S. Saperstein, W.T. Kniker & S.T. Halpern, 1963. Milk allergy. I. Oral challenge with milk and isolated milk proteins in allergic children. *Pediatrics*, 32: 425-443.
- Jirillo, F., E. Jirillo & T. Magrone, 2010. Donkeys' and goat's milk consumption and benefit to human health with special references to the inflammatory status. *Current Pharmaceutical Design*, 16: 859-863.
- Malacame, A., F. Martuzzi, A. Summuer & P. Mariani, 2002. Protein and fat composition of mare's milk: Some nutritional remarks with reference to human and cow's milk, *International Dairy Journal*, 12 (11): 869-877.
- Motyl, T., T. Ploszaj, A. Wojtasik, W. Kukulka, & M. Podgurniak, 1995. Polyamines in cow's and sow's milk. *Comp Biochemical Physiology*, 111B: 427-433.
- Oysun, G., 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No; 504, İzmir, 230 s.
- Salimei, E., F. Fantuz, R. Coppola, B. Chiofalo, P. Polidori & G. Varisco, 2004. Composition and characteristics of ass's milk. *Animal Research*, 53: 67-78.
- Šarić, L., B.M. Šarić, A.I. Mandić, A.M. Torbica, J.M. Tomić, D.D. Cvetković & D.G. Okanović, 2012. Antibacterial properties of domestic Balkan donkeys' milk. *International Dairy Journal*, 25: 142-146.
- Šarić, L.C., B.M. Šarić, S.T. Kravić, D.V. Plavšić, I.L. Milovanović, J.M. Gubić & N.M. Nedeljković, 2014. Antibacterial activity of domestic Balkan donkey milk toward *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Food Feed Research*, 4: 47-54.
- Simos, Y., A. Metsios, I. Verginadis, A.G. D'alessandro, P. Loudice, E. Jirillo, P. Charalampidis, V. Kouimanis, A. Boulaka, G. Martemucci & S. Karkabounas, 2011. Antioxidant and anti-platelet properties of milk from goat, donkey, and cow: An in-vitro, ex vivo and in vivo study. *International Dairy Journal*, 21: 901-906.
- Tafaro, A., T. Magrone, F. Jirillo, G. Martemucci, A.G. D'Alessandro, L. Amati & E. Jirillo, 2007. Immunological properties of donkey's milk: its potential use in the prevention of atherosclerosis. *Current Pharmaceutical Design*, 13: 3711-3717.
- Tharmaraj N. & N.P. Shah, 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *propionibacteria*, *Journal of Dairy Science*, 86 (7): 2288-96.
- Vincenzetti, S., P. Polidori, P. Mariani, N. Cammertoni, F. Fantuz & A. Vita, 2008. Donkey's milk protein fractions characterization. *Food Chemistry*, 106: 640- 649.
- Yamauchi, R., E. Wada, D. Yamada, M. Yoshikawa & K. Wada, 2006. Effect of B-Lactotension acute stress and fear memory. *Peptides*, 27: 3176-3182.
- Zhang, X., L. Zhao, L. Jiang, M. Dong & F. Ren, 2008. The Antimicrobial activity of donkey milk and its microflora changes during storage. *Food Control*, 19: 1191-119.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4): 669-684
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1093914>

Gözde KOYUÖZ ERDOĞAN^{1*} 

Fethiye GÖDE² 

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, 32000, Merkez, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Ana Bilim Dalı, 32000, Merkez, Isparta, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

gozdekoyuoz@gmail.com

Anahtar sözcükler: Antioksidan, argan yağı, kompleks koaservasyon, mikrokapsül, ölümsüz altın otu

Keywords: Antioxidant, argan oil, complex coacervation, microcapsule, immortelle

Altın otu (*Helichrysum italicum*) esansiyel yağının mikrokapsüle edilmesi ve karakterizasyonu

Microencapsulation and characterization of immortelle (*Helichrysum italicum*) essential oil

Received (Alınış): 27.03.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 06.08.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı altın otu esansiyel yağı ve argan yağı karışımının yanıt yüzey metodolojisi (YYM) koşullarında mikrokapsüle edilmesi ve uygun krem formülasyonundaki antioksidan aktivitesinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem: YYM deney tasarımı kullanılarak, kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsül üretilmiştir.

Araştırma Bulguları: Altın otu esansiyel yağı ve argan yağı karışımı, jelatin/arap zıncı duvarlı mikrokapsüller üretilmiş ve karakterize edilmiştir. Oluşturulan deney tasarımına verilerimiz işlenerek ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Mikrokapsül içeren kremin antioksidan kapasitesi yüksek bulunmuştur.

Sonuç: YYM ile üç farklı parametrede, kompleks koaservasyon yöntemiyle mikrokapsül üretilip, karakterize edilmiştir. Mikrokapsüllerin morfolojik görüntüleri için SEM (taramalı elektron mikroskopu) ve optik mikroskoptan yararlanılmış olup, yapıyı aydınlatmak için GC-MS (gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi) ve FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) kullanılmıştır. Mikrokapsüller kreme eklenip, kremin antioksidan kapasitesi CUPRAC metoduyla yorumlanmıştır. Tüm veriler değerlendirildiğinde altın otu ve argan yağı karışımı kompleks koaservasyon yöntemi kullanılarak başarılı bir şekilde mikrokapsüle edilmiştir. Mikrokapsül içeren kozmetik kremin etkin bir şekilde antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to microencapsulation of a mixture of immortelle essential oil and argan oil under response surface methodology (RSM) conditions and determination of antioxidant activity in the appropriate cream formulation.

Material and Methods: Microcapsule was produced by complex coacervation method using RSM experimental design.

Results: Microcapsules with a mixture of immortelle essential oil and argan oil, with gelatin/gum arabic walls were produced and characterized. ANOVA results were obtained by processing the data obtained in this study. The antioxidant capacity of the cream containing microcapsules was found to be high.

Conclusion: Microcapsules were produced and characterized by complex coacervation method in three different parameters with RSM. SEM (scanning electron microscope) and optical microscope were used for morphological images of microcapsules, and GC-MS (gas chromatography-mass spectroscopy) and FT-IR (Fourier transform infrared spectroscopy) were used to elucidate the structure. Microcapsules were added to the cream and the antioxidant capacity of the cream was interpreted by the CUPRAC method. When all data were evaluated, a mixture of immortelle and argan oil was successfully microencapsulated using the complex coacervation method. It was found that the cosmetic cream containing microcapsules has an effective antioxidant capacity.

GİRİŞ

Bitkiler faydalı özellikleri nedeniyle yüzyıllardır kullanılmaktadır. Bitkisel ürünler ve bunların saflaştırılmış aktif bileşenleri, gıda işleme, ilaç ve kozmetik gibi çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmıştır (Rafinska et al., 2019). Bitkisel ürünler, ilaç endüstrisinde, antimikrobiyal özellikleri açısından çok çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. Örneğin cilt bakım ürünlerinde (Harhaun et al., 2020), biyotipta yara bakımı ve iyileşmede (Renu et al., 2020) yaygın kullanıma sahiptir. Bitkilerden uçucu yağlar ve hidrolatlar gibi farklı bitki metabolitleri elde edilebilir. Uçucu yağlar, bir bitkinin herhangi bir bölümünün damıtılmasıyla veya mekanik bir işlemle (ısı uygulanmadan) elde edilen ürünler olarak tanımlanır (Hamdi vd., 2017). Son çalışmalar, uçucu yağların ve özlerinin (sulu, hidroalkolik, aseton: su) antimikrobiyal, antioksidan, sitotoksik, anti-inflamatuar ve anti-nosiseptif, fitotoksik ve böcek öldürücü aktivitesi ile ilgili özelliklerini göstermiştir (Raimundo et al., 2018). Bitki özleri, bitkinin çeşitli bölümlerinden (yapraklar ve çiçek başları, çiçekler, çiçekli üst kısımlar ve anterleri), farklı çözücüler (aseton, dietil eter, etanol, metanol ve hatta süper kritik CO₂ ile) kullanılarak elde edilebilirken, genellikle çiçeklerden uçucu yağ elde edilebilir (Viegas et al., 2014).

İkincil metabolitler olarak, çeşitli bitki kısımlarından ekstrakte edilen uçucu yağlar, aromatik ve uçucu sıvılardır. Antioksidatif, antimikrobiyal aktiviteleri ve kimyasal bileşimleri ile insan, hayvan ve bitkilerin birçok fizyolojik sürecini etkiler, böylelikle patojenik mikroorganizmaların gelişimine ve serbest radikal hasarına karşı koruma sağlamaktadırlar (Yıldız vd., 2021). En çok üzerinde durulan konulardan biri olan lipid peroksidasyonu, oksijenli ortamda yağ asidi hidrokarbon zincirinin yüksek miktarda serbest radikalli ortamlar oluşturarak oksidasyonu sonucu meydana gelmektedir (Yiğit vd., 2021). Antioksidanlar vücudumuza zarar veren serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesini sağlayarak vücuttaki birçok biyomolekülün zarar görmeden görevini doğru bir şekilde yerine getirmesini sağlamaktadır (Öğretmen, 2022).

Helichrysum italicum solmayan, parlak, sarı renkli salkımları nedeniyle, ölümsüz altın otu, köri bitkisi veya kumlu sonsuz olarak adlandırılan Asteraceae familyasına ait tipik bir Akdeniz bitkisidir (Leonardi et al., 2013; Kladar et al., 2015). Altın otu (*Helichrysum italicum* (Asteraceae)) ürünleri çok çeşitli olmasının yanı sıra önemli özellikler de sunar. Bu bitkiden kimyasal bileşimlerinde büyük farklılıklar gösteren çok çeşitli ürünler hazırlanabilir (Kladar et al., 2015). Son dönemde, altın otu esansiyel yağı, antiproliferatif ve doku yeniden şekillendirme etkileri sergilediği ve böylece yara iyileşme sürecine yardımcı olduğu için kozmetik ürünlerde, özellikle cilt bakım ürünlerinde en popüler bileşenlerden biridir. Ayrıca altın otu esansiyel yağı ciltteki kan dolaşımını uyardığı için yenilenmeyi sağlar ve yaşlanmayı geciktirici etkilere sahiptir (Han et al., 2017). Altın otundan elde edilen uçucu yağ, kozmetikte, özellikle cilt yenileme ve yaşlanma karşıtı tedavilerde ve ayrıca karakteristik kokusu nedeniyle sabun ve parfümlerde kullanılan en popüler uçucu yağlardan biridir (Sarkic & Stappen, 2018). Altın otunun önemli rolü, uçucu yağının parfüm endüstrisinde ve aromaterapide kullanılmasına yansır. Geleneksel tıpta yaraların ve hematoma ve yara izleri gibi cilt durumlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fitokimyasal araştırmalar, altın otu esansiyel yağında; α-pinen, neril-asetat, nerol, α- ve γ-kurkumen gibi terpenlerini bulundurmaktadır. Bununla birlikte, kimyasal bileşim coğrafi köken, bitki örtüsü döngüsü ve taze veya kurutulmuş bitki materyalinin kullanılmasına bağlı olarak değişir (Mastelić et al., 2008; Mancini et al., 2011).

Argan ağacı (*Argania spinosa* L. Skeels) sadece Fas'ta endemik olarak yetiştirilmektedir. Argan yağı 2009'dan beri coğrafi işaretle korunan titiz bir işlemde sonra toplanan argan çekirdeklerinin basitçe soğuk preslenmesiyle hazırlanır (Charrouf et al., 2002; Charrouf & Guillaume, 2018). Argan yağı, tokoferoller ve fitosterollerin yanı sıra yüksek miktarda doymamış yağ asitlerini içermesi dermokozmetik özelliklerini ön plana çıkarmaktadır (Guillaume & Charrouf, 2011; Zaanoun et al., 2014). Ayrıca, bu ağacın farklı kısımları beslenme (Boukhobza & Pichon-Prun, 1988; Moukal, 2004), iyileştirme (Khallouki et al., 2017), cilt nemlendirmesi (Alaoui, 2009; Saadi et al., 2013) ve saç bakımı (Boukhobza & Pichon-Prun, 1988; Kabouss et al., 2002) için kullanılmaktadır. Argan yağının biyolojik özellikleri antiradikal ve antioksidan etkilere sahip olup, kozmetik açıdan yaşlanmayı geciktirdiği ve koruma sağlama özellikleri de bulunur (Marfil et al., 2011). Nispeten yüksek miktarlarda skualen, γ-tokoferol ve doymamış yağ asitleri (linoleik asit, oleik asit) içerir (Tichota et al., 2014).

Mikrokapsülasyon, çekirdek malzemeleri reaktif, aşındırıcı ve dış ortamlardan korumak için, hassas bileşenlerin koruyucu bir matris veya duvar malzemeleri içinde fiziksel olarak zarflanmasına izin veren ve ayrıca serbest bırakma davranışlarının kontrol edildiği bir tekniktir (Kim et al., 2006). Genellikle arap zamkı ve jelatin çeper materyali olarak kullanılan, pH ile hassas bir şekilde kontrol edilebilen, doğal, kolayca bulunabilen, biyolojik olarak parçalanabilen, düşük toksik model amfoterik biyopolimerdir (Yang et al., 2012). Kapsülleme, aktif bir bileşiğin bozulmaya, kontrolsüz difüzyona ve nihayetinde kayba karşı muhafaza edilmesini ve korunmasını sağlamaktadır. Günümüzde, kapsülleme yöntemleri ilaç, kimya, kozmetik, gıda ve baskı endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Madene et al., 2006; Peanparkdee et al., 2016). Örneğin gıda formülasyonlarında, gıda matrisi boyunca bozulma veya göçü önlemek için aromalar kapsülendir (Arenas-Jal et al., 2020); ilaçlar ise biyoyararlanımlarını, tatlarını veya kokularını iyileştirmek için mikrokapsüllere dahil edilebilir (Martínez Rivas et al., 2017). Mikrokapsülasyon yöntemleri arasında kompleks koaservasyon, elde edilen yüksek mikrokapsülasyon verimliliği ve hafif işleme koşulları nedeniyle lipidler için benzersiz bir alternatif oluşturmaktadır (Timilsena et al., 2017).

Kompleks koaservasyon, gıda, tarım, tekstil ve ilaç endüstrilerinde de kapsamlı uygulama ile yağların ve aromaların mikrokapsülasyonu için başarıyla kullanılmıştır (Martins et al., 2014; Timilsena et al., 2019). Çözünen ortamın pH, sıcaklık, iyonik kuvvet veya çözünürlüğünün modifikasyonları tarafından indüklenen birleştirici bir faz ayırma olgusudur (Turgeon et al., 2003). Teknik çok yönlüdür ve kapsüllemiş malzemenin modüle edilmiş salınıma ve artan stabilitesine izin vermenin yanı sıra uçucu maddelerin kaybını önlemek için bileşiklerin bozunmaya karşı korunması için uygundur (Xiao et al., 2014). Kompleks koaservasyon, belirli koşullar altında çözücü itmesi nedeniyle çökeltme eğiliminde olan kompleksler oluşturan zıt yüklü koloidal polimerlerin etkileşimi sonucu oluşur. Sonuç olarak, biri çöktürülmüş koaservatı içeren ve "polimerce zengin" olarak adlandırılan iki faz oluşur, solventin kaldığı diğer çözeltiliye de "polimerce fakir" adı verilir (Kaushik et al., 2015; Strauss & Gibson, 2004). Polimerik bileşikler arasındaki oran, yük yoğunluğu, iyonik kuvvet, çözeltilerin pH'ı, oluşan komplekslerin stabilitesi ve çözünürlüğü dahil olmak üzere koaservasyon işleminde bazı önemli noktalar dikkate alınmalıdır (Rutz et al., 2017). İyi bilinen biyopolimer çifti jelatin ve arap zamkı, performanslarının tahmin edilebilir olduğu ve geleneksel kompleks koaservasyon işlemiyle uygun küresel şekilli mikrokapsüller sağladıklarını hesaba katarak, ikisi karıştırılıp referans sistemi olarak kompleks koaservasyon üzerine yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılır (Prata et al., 2008; Piacentini et al., 2013; Zuanon et al., 2013; Marfil et al., 2018; Shaddel et al., 2018).

YYM (yanıt yüzey metodolojisi), bir ya da daha fazla çıktı yanıtlarını, farklı girdi faktörlerinden ne şekilde etkilediğini ortaya çıkarmakta kullanılan deney tasarımlarından biridir (Bayram vd., 2020). Bu çalışmada, YYM ile deney tasarımı oluşturularak, mikrokapsül üretimi yapılmıştır. Çeper materyali jelatin/arap zamkı, çekirdek materyali, altın otu esansiyel yağı, çekirdek materyalini taşıyıcı olarak ise argan yağı seçilmiş ve uygulanmıştır. Çekirdek materyali olarak, altın otu esansiyel yağı ile argan yağının (1: 4) uygun oranlarda karışımı kullanılmıştır. Deneysel tasarım üç bağımsız değişken (çekirdek materyali miktarı, sıcaklık ve karıştırma hızı) ile hazırlanmıştır. YYM 'ne göre belirlenen parametrelerin optimum koşulda olanı seçilip, uygun krem formülasyonuna ilave edilmiştir. Bu bağlamda altın otu yağı içerikli kremin antioksidan aktivitesi belirlenip, kimya ve kozmetik alanına önemli bir katkı sağlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi'nin sunduğu imkanlar ile 2021-2022 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan kimyasallar, temin edildikleri firmalar ve kullanım amaçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hammadde Bilgileri**Table 1.** Raw Material Information

Kullanılan Kimyasallar	Firma	Kullanım Amacı
Altın Otu Esansiyel Yağı	Ticari olarak temin edildi	Çekirdek Materyali
Argan Yağı	Er-Sa Kimya	Çekirdek Materyali
Arap Zımkı	Merck	Çeper Materyali
Jelatin	Sigma	Çeper Materyali
Boya (CI 42090)	Ticari olarak temin edildi	Çekirdek Materyali
Gluteraldehit	Merck	Çapraz Bağlayıcı
Neokuproine	Merck	Antioksidan Aktivite
Bakır (II) Klorid Dihidrat	Merck	Antioksidan Aktivite
Amonyum Asetat	Merck	Antioksidan Aktivite
Peg-100 Stearat	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Pentaeritritil Distearat	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Miristol Miristat	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Hidrojene Bitkisel Gliseritler	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Kaprilik/Kaprik Trigliserit	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Koko Kaprilat	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Heksildekanol/Heksildesillorat	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Setearil alkol	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Stearik Asit	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Gliserin	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Dehidroasetik Asit/Benzil Alkol	Er-Sa Kimya	Krem Yapımı
Sodyum Metilat	Er-Sa Kimya	Karakterizasyon
Hekzan	Merck	Karakterizasyon

Yöntem

Çalışmada öncelikli olarak MINITAB16 programında YYM yöntemiyle ile deney seti oluşturulmuştur. Farklı parametrelerde mikrokapsüllerin hazırlanması için oluşturulan bu deney setinden yararlanılmıştır. YYM ile oluşturulan deney seti Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. YYM ile oluşturulmuş deney seti**Table 2.** Experiment sets created with YYM

NU	A (g)	B (°C)	C (rpm)
1	1.835	10.000	325.000
2	10.000	10.000	529.125
3	10.000	10.000	120.875
4	10.000	10.000	325.000
5	10.000	18.165	325.000
6	10.000	10.000	325.000
7	18.165	10.000	325.000
8	10.000	1.835	325.000
9	10.000	10.000	325.000
10	15.000	5.000	200.000
11	5.000	5.000	450.000
12	5.000	15.000	200.000
13	15.000	15.000	450.000
14	10.000	10.000	325.000
15	5.000	15.000	450.000
16	15.000	5.000	450.000
17	15.000	15.000	200.000
18	5.000	5.000	200.000
19	10.000	10.000	325.000
20	10.000	10.000	325.000

Deney setine göre, belli bir oranda altın otu esansiyel yağı/ argan yağı (1: 4) içeren mikrokapsüllerin hazırlanması kompleks koaservasyon yöntemine göre yapılmıştır. Kullanılan altın otu esansiyel yağının uçucu bileşenleri GC-MS ile ve argan yağının yağ asitleri bileşimi ise GC-FID ile karakterize edilmiştir. Mikrokapsüllerin karakterizasyonu, optik mikroskop, SEM, FTIR analizleri ile yapılmıştır. Ayrıca, optimum koşullarda elde edilen mikrokapsül, kozmetik amaçlı bir kreme ilave edilmiş ve kremin antioksidan kapasitesi CUPRAC metoduna göre belirlenmiştir.

Mikrokapsüllerin Hazırlanması

Mikrokapsüllerin hazırlanması kompleks koaservasyon yöntemine göre yapılmıştır. 40 °C, 450 rpm'de %1.25 oranlarında jelatin ve arap zıncı çözeltileri hazırlanıp, karıştırılmıştır. 4: 1 oranında argan yağı ve altın otu (1.59 g-18.40 g) mavi boya ile boyanarak hazırlanmıştır. Polimerik çözelti içerisine, yağ karışımı 40°C, 114-535 rpm' de ilave edilmiştir. Ekleme işlemi bitiminde 100 rpm'de 5 dakika karıştırılmıştır. Böylece çekirdek malzeme duvar malzemesi üzerine dispers edilmiştir. pH %10'luk asetik asit (%99'luk) ile 4'e ayarlanmıştır. Oluşan karışım buz banyosunda karıştırılmaya devam edilmiştir. Burada sıcaklık 1.59-18.40°C aralığına düşürülmüştür. Daha sonra sisteme 2 mL glüteraldehit ilave edilmiştir. Antioksidan kapasite tayini için çözeltinin mikrokapsül kısmı alınarak krem formülasyonuna ilave edilmiştir. Elde edilen mikrokapsüller karakterizasyon için saklanmıştır.

Mikrokapsül Veriminin Hesaplanması

Mikrokapsül verim hesabı için literatürdeki benzer çalışmalar yardımıyla oluşturulan denklem 1 kullanılmıştır. Denklemde %EV; Mikrokapsülün verimini, toplam yağ miktarı; Her deney için kullanılan ve miktarı bilinen altın otu esansiyel yağı ve argan yağı miktarını, yüzey yağı miktarı; Kapsülenememiş altın otu esansiyel yağı ve argan yağı miktarını temsil etmektedir.

$$\%EV = \frac{\text{Toplam Yağ Miktarı} - \text{Yüzey Yağı Miktarı}}{\text{Toplam Yağ Miktarı}} \quad (1)$$

Yüzeydeki altın otu esansiyel yağı ve argan yağı miktarı literatürdeki benzer çalışmalar yardımıyla oluşturulan yöntem ile; 50 mL n-hekzan içine mikrokapsül numuneleri eklenmiş ve karışım, mikrokapsül yapısı bozulmadan 7.50 dakika boyunca hafifçe karıştırılmıştır. Oluşturulan çözelti süzgeç kâğıdı ile süzölmüş ve n-hekzan rotary evaporatör yardımıyla ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Yüzeyde bulunan altın otu esansiyel yağı/argan yağı miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır. Bu işlem YYM yardımıyla oluşturulan deney setindeki değişkenlere göre üretilen bütün mikrokapsül ürünlerine uygulanmıştır (Ocak, 2012; Patrickab et al., 2013; Hu et al., 2016; Bayram vd., 2020; Moral vd., 2021).

Yanıt Yüzey Metodolojisi Tasarımı

Altın otu ve argan yağı karışımının mikrokapsülasyonu için kullanılan deney tasarımı, YYM ile üç bağımsız değişken kullanılarak oluşturulmuştur. Merkezi kompozit dizaynda kullanılan bağımsız değişkenler; 5g - 15g çekirdek maddesi miktarı (A), 5°C - 15°C soğutma sıcaklığı (B), 200 rpm - 450 rpm karıştırma hızıdır (C). Merkezi kompozit dizayn ile deney tasarımı MINITAB 16 istatistik programıyla oluşturulmuştur.

Kozmetik Kremin Hazırlanması

Optimum koşullarda elde edilen mikrokapsüller, kozmetik amaçlı kreme ilave edilmiştir. Krem ise Çizelge 3' deki gibi hazırlanmıştır.

Çizelge 3. Krem Formülasyonu

Table 3. Cream Formulation

Faz	Hammadde	%
A	Peg-100 Stearat	6.5
	Pentaeritritil Distearat	2.5
	Miristol Miristat	2
	Hidrojene Bitkisel Gliseritler	3
	Kaprilik/Kaprik Trigliserit	4
	Koko Kaprilat	2
	Heksildekanol/Heksildesillorat	3.5
	Setearil alkol	2
	Stearik Asit	1
B	Su	66
	Gliserin	5
C	Dehidroasetik Asit/Benzil Alkol	0.2
	Mikrokapsül	2.3

Formülasyona göre A fazı ve B fazı bileşenleri 70-80°C 'de ısıtılmıştır. Eritilen A fazı, B fazına ilave edilerek 600-800 rpm'de karışması sağlanıp, oda sıcaklığına gelene kadar karıştırmaya devam edilmiştir. Karışım sıcaklığı 40°C'nin altına düştüğünde C fazı bileşenleri A+B karışımına ilave edilmiştir.

Mikrokapsül İçeren Kozmetik Kremin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Mikrokapsül içeren kremin toplam antioksidan kapasitesi Apak ve arkadaşları tarafından geliştirilen CUPRAC yöntemine (Apak vd., 2004) göre belirlenmiştir. Bakır (II) klorür çözeltisi, 1.0×10^{-2} M olacak şekilde hazırlanmıştır. Amonyum asetat tamponu, 1 M olacak şekilde hazırlanmıştır. Neokuproin (2,9- dimetil-1,10-fenantrolin) çözeltisi, 7.5×10^{-3} M olacak şekilde hazırlanmıştır. 5 gram krem numunesi 50 mL sıcak distile suda çözülmüştür. Elde edilen çözelti 0.45 µm' lik membran filtreden süzülerek oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Bir cam tüp içerisine bakır (II) çözeltisi, neokuproin çözeltisi ve amonyum asetat tamponundan sırasıyla 1'er mL eklenmiştir. Üzerine 0.5 mL örnek çözeltisi ve 0.6 mL (1.1-0.5) distile su ilave edilip tüpler iyice çalkalanmıştır. Toplam hacim 4.1 mL olacak şekilde hazırlanan çözeltiler oda koşullarında ağız kapalı olarak 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda içinde örnek bulunmayan referans çözeltilere karşı 450 nm'de absorban değerleri ölçülmüştür. Ölçümler UV-VIS (Shimadzu, UV-1280, UV-VIS Spectrophotometer) cihazında gerçekleştirilmiştir.

Referans Çözelti: 1 mL Cu (II) + 1 mL Nc + 1 mL NH₄Ac + 1.1 mL H₂O

Örnek Çözelti: 1 mL Cu (II) + 1 mL Nc + 1 mL NH₄Ac + 0.5 mL örnek çözelti + (1.1-0.5) mL H₂O
Mikrokapsül içeren kremin troloks (TR) eşdeğeri toplam antioksidan kapasite değeri hesaplanması eşitlik 2 kullanılarak yapılmıştır.

$$TAC (mmolTR/g - \text{örnek}) = \left(\frac{A}{\epsilon}\right) \times \left(\frac{V_t}{V_0}\right) \times (S.f.) \times \left(\frac{V_0}{m}\right) \quad (2)$$

Eşitlikteki ϵ ; TR bileşiğinin CUPRAC yöntemindeki molar absorplama katsayısı ($16700 \text{ L mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$), A ; 450 nm'de ölçülen örnek absorbanı, V_0 ; Örnek hacmi (mL), V_t ; CUPRAC ölçüm çözeltisinin toplam hacmi (4.1 mL), $S.f.$; Seyreltme faktörü (seyreltme yapılmayacak ise bu faktör "1" alınır), m ; Ekstraksiyon işlemine alınan örnek miktarını (g), V_0 ; Hazırlanan ekstrenin hacmi (mL), simgelemektedir.

Mikrokapsüllerin Karakterizasyonu

Altın otu uçucu yağ bileşenleri GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) ile (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir. Argan yağının yağ asidi bileşimi, gaz kromatografisi (GC) analizi ile belirlendi. Argan yağı, GC analizinden önce yağ asidi metil esterlerine (FAME) dönüştürüldü (Erdoğan ve Gökçe, 2021).

Farklı parametrelerde elde edilen mikrokapsüllerin uçucu yağ analizleri şu şekilde yapılmıştır:

1 mL mikrokapsül numunesi 1 mL hekzan ile 15-20 saniye boyunca çalkalanarak sıvı fazı atılmıştır. Bu şekilde yüzey yağlarından arındırılmıştır. Kalan mikrokapsüle 4 mL hekzan ve 5 mL su ilave edilip, oda sıcaklığında, 20 dakika ultrasonik banyoda çalkalanmıştır. Oluşan faz ayrımından hekzan fazı alınıp, numune olarak kullanılmıştır. Analiz şartları şu şekildedir: GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazı (QP-5050 GC/MS), Quadrapole detektörlü kapiler kolon CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm, 0.25 µm). Fırın sıcaklık programı dakikada 10°C artarak 60°C'den 220°C'ye ulaşmıştır ve 220°C'de 10 dakika kadar beklemiştir. Toplam analiz süresi 60 dakika, enjektör sıcaklığı 240 °C, detektör sıcaklığı 250°C, taşıyıcı gaz Helyum (20 mL dak⁻¹).

Hazırlanan mikrokapsüllerin morfolojik yapısı optik mikroskop (Boeco Bm-2000) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Quanta FEG250 -Thermo Fisher Scientific) ile incelenmiştir. Numunelerin kimyasal yapıları FT-IR (Jasco-FT/IR-4700-Fourier Transform Infrared Spectrometer) spektrometresi ile analiz edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada yanıt yüzey metodolojisi (YYM) kullanılarak üç bağımsız değişkenli (çekirdek materyali miktarı, sıcaklık ve karıştırma hızı) deney seti oluşturulmuştur. Kompleks koaservasyon yöntemiyle, çekirdek materyali olarak seçilen altın otu (ölmez çiçek, *Helichrysum italicum*) esansiyel yağı ve argan (*Argania spinosa* L. Skeels) yağı, mikrokapsül haline getirilmiştir. Mikrokapsül numunelerinin karakterizasyonu için, Optik Mikroskop, SEM, FT-IR ve GC-MS analizlerinden yararlanılmıştır. GC-MS ve GC-FID cihazları ile sabit ve uçucu yağ analizleri yapıp, kapsül içine geçen bileşenlerin oranları bulunmuştur. Ayrıca karakterizasyonu yapılan mikrokapsül, uygun bir krem formülasyonunda kullanılmıştır. Mikrokapsül içeren krem antioksidan tayini için UV-VIS cihazında incelenerek, CUPRAC yöntemine göre antioksidan aktivitesi tayin edilmiştir.

Mikroenkapsülasyon Sonuçlarının Deneysel Tasarımıyla Sonuçları

Altın otu yapı ve argan yağının mikroenkapsülasyon koşulları için deneysel çalışmalar YYM yardımı ile belirlenen parametrelerde ayrı ayrı yapılmıştır. Merkezi kompozit dizayn ile 3 bloklu ve 20 deneyden oluşan bir set oluşturulmuştur. Ayrı ayrı yapılan deneyler sonucunda deneysel olarak yüzde verim bulunmuş ve YYM sonuçları hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda elde edilen yüzde verim Eşitlik 2'de gösterilmiştir. Denklemden çekirdek maddesi miktarı (A), karıştırma hızı (C), soğutma sıcaklığı (B) şeklinde gösterilmiştir. Mikrokapsüllerin, YYM analizi sonucunda elde edilen hesaplanan verim değerleri ve deneysel olarak bulunan verim değerleri birlikte Çizelge 4'te verilmiştir.

$$\%EV = (49.680) + (0.524 * A) + (0.213 * B) + (0.088 * C) - (0.005 * A * A) + (0.007 * B * B) - (0.00007 * C * C) - (0.032 * A * B) + (0.00007 * A * C) - (0.0003 * B * C) \quad (2)$$

Çizelge 4. Mikroenkapsüllerin yanıt yüzey yöntemi ve sonuçları**Table 4.** Response surface method and results of microencapsules

NU	A (g)	B (°C)	C (rpm)	Deneysel EV%	Hesaplanan %EV
1	1.835	10.000	325.000	71.882	73.346
2	10.000	10.000	529.125	79.290	80.047
3	10.000	10.000	120.875	61.798	63.440
4	10.000	10.000	325.000	74.860	74.697
5	10.000	18.165	325.000	72.963	74.694
6	10.000	10.000	325.000	74.157	74.697
7	18.165	10.000	325.000	74.391	75.327
8	10.000	1.835	325.000	74.910	75.579
9	10.000	10.000	325.000	74.650	74.697
10	15.000	5.000	200.000	70.260	70.006
11	5.000	5.000	450.000	77.790	77.682
12	5.000	15.000	200.000	69.560	68.656
13	15.000	15.000	450.000	78.460	78.133
14	10.000	10.000	325.000	74.934	74.697
15	5.000	15.000	450.000	79.450	78.420
16	15.000	5.000	450.000	80.960	80.580
17	15.000	15.000	200.000	69.360	68.184
18	5.000	5.000	200.000	68.250	67.293
19	10.000	10.000	325.000	74.860	74.697
20	10.000	10.000	325.000	74.890	74.697

Çizelge 4 incelendiğinde hesaplanan ve deneysel olarak yüzde verim değerleri birbirine genellikle yakın bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar için ANOVA testi yapılmıştır ve sonuçları Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde elde edilen model ($p < 0.05$) bulunmuştur. Doğrusallık gösteren modelde kare ($p < 0.05$) olup, C*C ($p < 0.05$) değeri önemlidir ancak A*A ve B*B karesinde önemlilik göstermemektedir. Modelde iki yönlü etkileşim önemli değil iken A*B ($p < 0.05$) etkileşimi önemlidir. Uyum eksikliği değerinin ($p = 0.053 > 0.05$) olması veriyle modelin uyumluluğunu göstermektedir. R^2 değeri %98.850 bulunmuştur. Artık dağılımı ile elde edilen normallik testi grafiği Şekil 1'de gösterilmiştir.

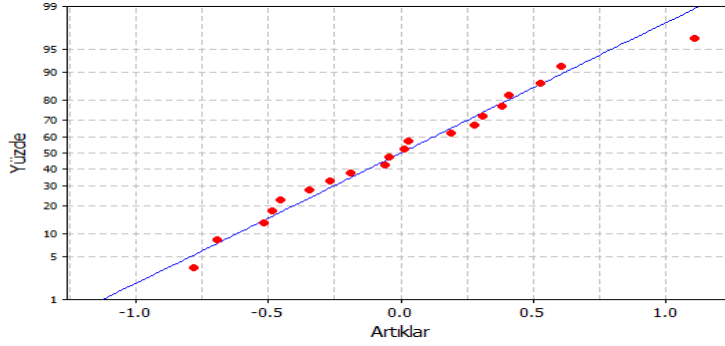
Çizilen artıkların olasılık grafiği incelendiğinde standart sapma ve artıkların ortalaması ($n=20$) 0.000 ± 0.483 şeklindedir. Normallik testlerinden, AD testine göre $p=0.939$ bulunmuştur. Elde edilen sonuca göre artıklar normal dağılım göstermektedir. Argan yağının mikroenkapsülasyonu için belirlenen üç bağımsız değişkenin bir fonksiyonu olarak mikrokapsül verimliliği ile ilişkisini gösteren 3 boyutlu yüzey grafikleri Şekil 2- 4'te gösterilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde; çekirdek maddesinin soğutma sıcaklığı ile birlikte artmasıyla elde edilen deneysel %EV artmış ve belirli bir noktadan sonra tepe noktasına ulaşmış ve azalmıştır. Düşük soğutma sıcaklıklarında grafik tepe bölgesine ulaşmıştır. Şekil 3 incelendiğinde; tüm soğutma sıcaklıklarında karıştırma hızı arttıkça %EV'nin arttığı gözlenmiştir. Şekil 4'e bakıldığında karıştırma hızının çekirdek maddesi miktarı ile beraber artmasıyla elde edilen %EV değeri artmıştır. Şekil 3 ve Şekil 4 birlikte incelendiğinde elde edilen grafikler yardımıyla yanıt yüzey metodolojisi için kompleks koaservasyon yönteminin bağımsız değişkenlerinden seçilen karıştırma hızının yaptığımız tüm deneyler için %EV üzerinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 5. Mikrokapsül üretiminden elde edilen YYM sonuçları için ANOVA sonuçları

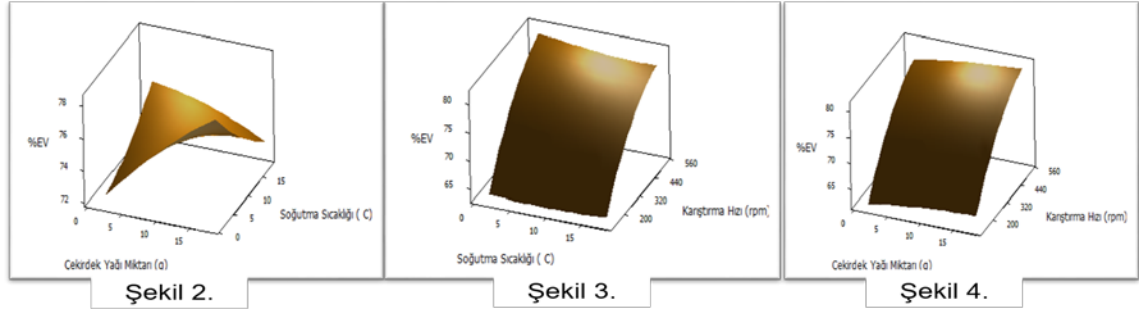
Table 5. ANOVA results for YYM results from microcapsule production

Kaynak	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F-Değeri	P-Değeri
Bloklar	2	10.060	10.060	5.030	9.06	0.009
Regresyon	9	372.928	372.928	41.436	74.65	0.000
Lineerlik	3	350.588	350.588	116.863	210.53	0.000
A	1	4.905	4.905	4.905	8.84	0.018
B	1	0.977	0.977	0.977	1.76	0.221
C	1	344.705	344.705	344.705	620.99	0.000
Kare	3	17.056	17.056	5.685	10.24	0.004
A*A	1	0.070	0.242	0.242	0.44	0.528
B*B	1	0.789	0.358	0.358	0.65	0.445
C*C	1	16.196	16.196	16.196	29.18	0.001
Etkileşim	3	5.285	5.285	1.762	3.17	0.085
A*B	1	5.072	5.072	5.072	9.14	0.016
A*C	1	0.017	0.017	0.017	0.03	0.865
B*C	1	0.195	0.195	0.195	0.35	0.569
Hata	8	4.441	4.441	0.555		
Model	5	4.153	4.153	0.831	8.66	0.053
Uyumsuzluğu						
Saf Hata	3	0.288	0.288	0.096		
Toplam	19	387.429				
R²			R² (adj)		R² (pred)	
		98.850		97.28	89.42	



Şekil 1. Artıkların olasılık grafiği.

Figure 1. Probability graph of residuals.



Şekil 2. X-Y-Z: çekirdek maddesi miktarı (g)-soğutma sıcaklığı (°C)-%EV'e bağlı fonksiyonun 3B yüzey grafiği.

Figure 2. X-Y-Z: 3D surface plot of the function depending on the amount of core material (g)-cooling temperature (°C)-%EV.

Şekil 3. X-Y-Z: soğutma sıcaklığı (°C), karıştırma hızı (rpm)-%EV'e bağlı fonksiyonun 3B yüzey grafiği.

Figure 3. X-Y-Z: 3D surface plot of function based on cooling temperature (°C), mixing speed (rpm)-%EV.

Şekil 4. X-Y-Z: çekirdek madde miktarı (g), karıştırma hızı (rpm)-%EV'e bağlı fonksiyonun 3B yüzey grafiği.

Figure 4. X-Y-Z: 3D surface plot of the function depending on the amount of core material (g), mixing speed (rpm)-%EV.

Yağ asitleri kompozisyonu

Argan yağı cilt ve saç bakım ürünlerinde sıklıkla tercih edilen bir taşıyıcı yağdır. Özellikle yapısında bulundurduğu fitokimyasal aktif maddeler bu yağın kullanımını daha da popüler hale getirmiştir. Özellikle linolenik asit ve linoleik asit gibi esansiyel yağ asitleri hücre sinyalleşmesini sağlayarak hücre zarı akışkanlığına katkıda bulunur (Erdoğan & Gökçe, 2021). Mikrokapsül üretiminde çekirdek materyali olan ve taşıyıcı yağ olarak kullanılan argan yağının yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 6' da sunulmuştur. Verilere göre (Çizelge 6) toplam yağ asitleri kompozisyonun yaklaşık %80'i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Bununla birlikte doymuş yağ asitleri ise argan yağının yaklaşık % 18' i olarak tespit edilmiştir. Literatürde daha önce bildirilen bir çalışmada argan yağının, yağ asidi kompozisyonu; palmitik asit %13.1, stearik asit %5.4, oleik asit %48.2, linoleik asit %32.5 olup, mevcut çalışmamızda sunulan verilerle uyumluluk göstermektedir (Gharby et al., 2021).

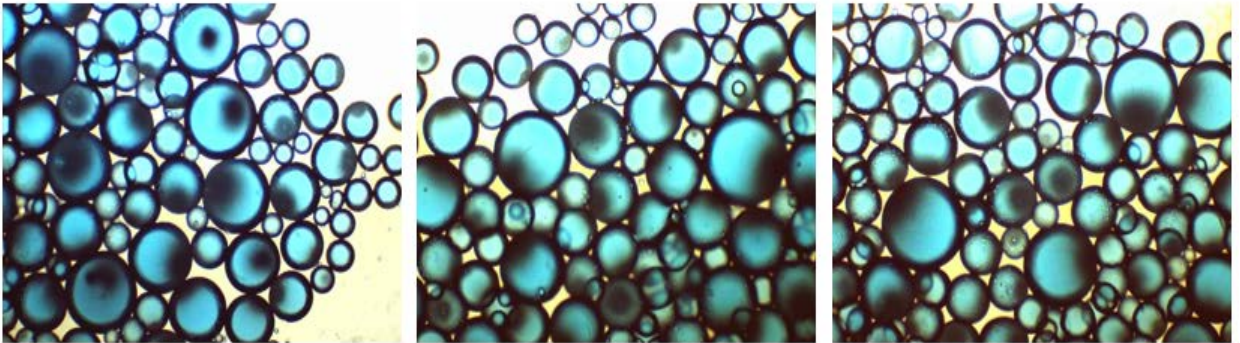
Çizelge 6. Argan yağının yağ asitleri kompozisyonu

Table 6. Fatty acid composition of argan oil

Yağ asitleri	Karbon zincir uzunluğu	% kompozisyon
Oleik asit	C18: 1	47.321
Stearik asit	C18: 0	5.023
Palmitik asit	C16: 0	13.758
Linoleik asit	C18: 2	32.260

Mikrokapsüllerin morfoloji analizi

Deney aşamasında kapsüllerin oluşumunu daha net gözlemlemek için çekirdek materyali olan altın otu esansiyel yağı mavi renge boyanmıştır. Sadece yağda çözünen boya kullanılması, çeper maddesiyle etkileşmemesini ve yapılan kapsülleme işleminin doğruluğunun bir kanıtı olmaktadır. Mikrokapsül numunelerinin morfolojik yapısı optik mikroskop ile incelendiğinde, mikrokapsüllerin dairesel yapıda oldukları gözlenmektedir. Ayrıca, çekirdek materyalinin mavi renkli olduğu Şekil 5 'de görülmektedir. Üretilen kapsüllerin boyutları 5 µm-130 µm arasında ölçülmüştür. SEM cihazında mikrokapsül örneklerinin üçboyutlu görüntüleri elde edilmiştir. Mikrokapsüle ait SEM görüntülerinden mikrokapsülün küresel ve homojen dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Optik mikroskop (Şekil 5) ve SEM (Şekil 6) görüntüleri birbirlerini desteklemiştir.



Şekil 5. Mikrokapsüllerin optik mikroskop görüntüleri.

Figure 5. Optical microscope images of microcapsules.

mikroenkapsülasyon çalışmamızda en baskın bileşenlerinden biri olan neril asetat %5.64-6.47 oranlarında, α -kürkumene ise %1.70-3.64 oranlarında mikrokapsül haline getirilmiştir. Esansiyel yağın içinde en fazla bulunan monoterpenlerden biri olan α -pinen yüzdesel olarak % 27.87-39.40 aralığında kapsüllenmiştir. GC-MS analiziyle elde edilen mikrokapsüle ait bileşenler Çizelge 7'de görülmektedir.

Çizelge 7. GC-MS kromatogramındaki piklere ait veriler

Table 7. Chromatogram of the peaks in GC-MS

	Rt(Alikonma Zamanı)	Bileşen İsmi	%
1	6.620	α -Pinene	31.76
2	7.115	Camphene	0.47
3	8.210	β -Pinene	0.85
4	8.655	β - Myrcene	0.10
5	9.389	α - Phellandrene	0.06
6	9.868	α -Terpinene	0.40
7	10.033	p-Methylanisole	0.00
8	10.219	Cymol	0.28
9	10.447	Limonene	4.11
10	10.598	1,8-Cineole	0.60
11	11.462	Angelate <isobutyl->	0.29
12	11.888	γ -Terpinene	0.89
13	13.330	α -Terpinolene	0.26
14	14.164	Linalool	0.73
15	14.341	Butanoic acid <2-methyl, 3-methylbutyl-> ester	0.09
16	17.197	Ethyl 1-methylcyclopropanecarboxylate	0.94
17	18.923	4-Terpineol	0.21
18	19.885	α -Terpineol	0.13
19	25.736	Hexyl senecioate	0.39
20	30.648	Neryl acetate	5.85
21	30.959	α -Amorphene	0.38
22	31.052	α - Ylangene	0.19
23	31.482	α - Copaene	3.03
24	33.318	α - Cedrene	3.82
25	33.984	Bergamotene < α -trans->	1.20
26	34.206	Caryophyllene	5.47
27	35.245	α - Zingiberene	1.04
28	36.386	Geranyl butyrate	0.97
29	36.640	Farnesene <(E)- β ->	0.19
30	37.015	Acoradien	0.22
31	37.670	2-Isopropenyl-4a,8-dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene	1.35
32	38.114	β - Himachalene	18.43
33	38.272	Curcumene	3.39
34	38.401	Nerolidol	0.86
35	38.567	β - Selinene	6.47
36	39.036	α - selinene	3.24
37	39.288	α - Muurolene	0.14
38	40.088	Di-epi- α - Cedrene	0.60
39	40.508	δ - Cadinene	0.60

Mikrokapsül içeren kozmetik kremin toplam antioksidan kapasitesi CUPRAC metoduna göre değerlendirilmiştir. Toplam antioksidan kapasite milimol Troloks (Tr)/g olarak hesaplanmıştır. Troloks [(\pm)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit], E vitamininin suda çözünür eşdeğeridir (Ree et al., 1999). Troloks, birçok antioksidan yöntemde TEAK (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite) yöntemi olarak kullanılmaktadır (Kose & Ocak, 2020). Mikrokapsül içeren krem numunesinin antioksidan kapasitesi 0.03 ± 0.001 mmolTr/ g-krem olarak hesaplanmıştır. Kozmetik kremin antioksidan özellik göstermesi mikrokapsüle edilmiş esansiyel yağın uçucu yağ bileşenlerinin sayesinde olduğu değerlendirilmiştir. Uçucu yağların antioksidan kapasitesi büyük olasılıkla ana bileşenleri arasındaki

etkileşimden kaynaklanmaktadır (Erdoğan, 2022). Antioksidan bileşenler, gıda, kozmetik ve farmasötik ürünlerin bozulmasına neden olan lipid peroksidasyon sürecini geciktirerek serbest radikalleri süpürebilir ve raf ömrünü uzatabilir (Halliwell, 1996). Mikrokapsül içeren kozmetik kremin antioksidan özellik göstermesi kozmetik uygulamalar için oldukça önemlidir.

SONUÇ

Bu çalışmada, YYM kullanarak altın otu esansiyel yağı ve argan yağı karışımının kompleks koaservasyon yöntemiyle, jelatin/arap zıncı duvarlı mikrokapsül haline getirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda argan yağı taşıyıcı yağ olarak kullanılmıştır. Oluşturulan deney setinde tüm deneyler üç bağımsız değişkene (çekirdek maddesi miktarı; 5g-15g, soğutma sıcaklığı; 5-15°C, karıştırma hızı; 200-450 rpm) göre yapılmıştır. YYM analizi sonucunda en yüksek deneysel verim 15 g çekirdek materyali, 5°C soğutma sıcaklığı ve 450 rpm karıştırma hızında bulunmuştur.

Deney setindeki tüm deneylerde içinde altın otu esansiyel yağı ve argan yağının hapsedilmiş olduğu mikrokapsüllere, çeşitli karakterizasyon işlemleri ile uygulanmıştır. Optik mikroskop ve SEM ile morfolojik analizinden mikrokapsüllerin genellikle düzenli, homojen, dairesel ve benzer boyut yapısına sahip olduğu bulunmuştur. Mikrokapsül boyutlarının 5-130 µm aralığında olduğu gözlenmiştir. FT-IR analizi sonucunda oluşan pikler incelendiğinde, altın otu esansiyel yağı ve argan yağının, üretilen mikrokapsül yapısının içinde bulunduğu görülmüştür. Altın otu esansiyel yağının içinde en fazla bulunan monoterpenler, α-pinen, neril asetat ve α-kurkumendir. GC-MS sonuçlarına göre, üretilen mikrokapsüllerin içinde yüzdesel olarak α-pinen %27.87-39.40 aralığında, neril asetat %5.64-6.47 oranlarında ve α-kurkumen %1.70-3.64 oranlarında bulunmuştur. Üretilen mikrokapsül başarılı bir şekilde krem içine dahil edilerek, 0.03 mmolTr/g-krem değerinde yüksek bir antioksidan aktivitesinin olduğu bulunmuştur. Mikrokapsül haline getirilen altın otu esansiyel yağı ile argan yağı karışımı hem kimya alanında hem de kozmetik alanında önemli bir katkı sağlayarak bu çalışma ile literatüre fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 'FYL-2022-8645' kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alaoui, K., 2009. L'arganier ou la richesse d'un patrimoine. *Phytothérapie*, 7 (3): 150-156. <https://doi.org/10.1007/s10298-009-0382-y>
- Andjić, M., B. Božin, N. Draginić, A. Kočović, J.N. Jeremić, M. Tomović & J. V. Bradić, 2021. Formulation and evaluation of *Helichrysum italicum* essential oil-based topical formulations for wound healing in diabetic rats. *Pharmaceuticals*, 14 (8): 813. <https://doi.org/10.3390/ph14080813>
- Apak, R., K. Güçlü, M. Özyürek & S.E. Karademir, 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26): 7970-7981. <https://doi.org/10.1021/jf048741x>
- Arenas-Jal, M., J.M. Suñé-Negre & E. García-Montoya, 2020. An overview of microencapsulation in the food industry: opportunities, challenges and innovations. *European Food Research and Technology*, 246 (7): 1371-1382. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03496-x>
- Bayram, O., E. Köksal & F. Göde, 2020. Yanıt yüzey metodolojisi şartlarında karabaş otu yağının kompleks koaservasyon yöntemi ile enkapsülasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (2): 508-515. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.687943>
- Boukhobza, M. & N. Pichon-Prun, 1988. L'arganier ressource économique et médicinale pour le Maroc. *Phytothérapie*, 27: 21-26.

- Charrouf, Z. & D. Guillaume, 2014. Argan oil, the 35-years-of-research product. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (10): 1316-1321. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400261>
- Charrouf, Z. & D. Guillaume, 2018. The argan oil project: going from utopia to reality in 20 years. *OCL*, 25 (2): D209. <https://doi.org/10.1051/ocl/2018006>
- Charrouf, Z., D. Guillaume & A. Driouich, 2002. The argan tree, an asset for Morocco. *Biofutur*, 220: 54-57.
- Costa, P., J.M. Loureiro, M.A. Teixeira & A.E. Rodrigues, 2015. Extraction of aromatic volatiles by hydrodistillation and supercritical fluid extraction with CO₂ from *Helichrysum italicum* subsp. *picardii* growing in Portugal. *Industrial Crops and Products*, 77: 680-683. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.042>
- Erdoğan, Ü. & E.H. Gökçe, 2021. Fig seed oil-loaded nanostructured lipid carriers: Evaluation of the protective effects against oxidation. *Journal of Food Processing & Preservation*, 45 (10): e15835. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15835>
- Erdoğan, Ü., 2022. Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of rhizomes of *Zingiber officinale* (ginger) and *Curcuma longa* L.(turmeric). *International Journal of Secondary Metabolite*, 9 (2): 137-148. <https://doi.org/10.21448/ijsm.993906>
- Ferraz, C.A., A.C.A Sousa, D. Caramelo, F. Delgado, A.P. de Oliveira & M.R. Pastorinho, 2022. Chemical profile and eco-safety evaluation of essential oils and hydrolates from cistus ladanifer, *Helichrysum italicum*, *Ocimum basilicum* and *Thymbra capitata*. *Industrial Crops & Products*, 175: 114232. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114232>
- Gharby, S., D. Guillaume, I. Nounah, H. Harhar, A. Hajib, B. Matthäus, & Z. Charrouf, 2021. Shelf-life of Moroccan prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) and argan (*Argania spinosa*) oils: a comparative study. *Grasas y Aceites*, 72 (1): e397-e397. <https://orcid.org/0000-0003-2276-0855>
- Göde, F. & K. Kebapçı, 2014. Gül kokusu içeren mikrokapsüller. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (2): 32-35. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sdufenbed/issue/20801/222018>
- Guillaume, D. & Z. Charrouf, 2011. Argan oil and other argan products: Use in dermocosmetology. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113 (4): 403-408. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000417>
- Halliwell, B., 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annual Review of Nutrition*, 16 (1): 33-50. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.16.070196.000341>
- Hamdi, A., K. Majouli, Y. Vander Heyden, G. Flamini & Z. Marzouk, 2017. Phytotoxic activities of essential oils and hydrosols of *Haplophyllum tuberculatum*. *Industrial Crops and Products*, 97: 440-447. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.053>
- Han, X., C. Beaumont & N. Stevens, 2017. Chemical composition analysis and in vitro biological activities of ten essential oils in human skin cells. *Biochimie Open*, 5: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.biopen.2017.04.001>
- Harhaun, R., O. Kunik, D. Saribekova & G. Lazzara, 2020. Biologically active properties of plant extracts in cosmetic emulsions. *Microchemical Journal*, 154: 104543. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104543>
- Hu, L., J. Zhang, Q. Hu, N. Gao, S. Wang, Y. Sun & X. Yang, 2016. Microencapsulation of brucea javanica oil: characterization, stability and optimization of spray drying conditions. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 36: 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2016.09.008>
- Kabouss, A.E., Z. Charrouf, M. Faid, F.X. Garneau & G. Collin, 2002. Chemical composition and antimicrobial activity of the leaf essential oil of *Argania spinosa* L. *skeels*. *Journal of Essential Oil Research*, 14 (2): 147-149. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699801>
- Kaushik, P., K. Dowling, C.J. Barrow & B. Adhikari, 2015. Microencapsulation of omega-3 fatty acids: A review of microencapsulation and characterization methods. *Journal of Functional Foods*, 19: 868-881. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.06.029>
- Khallouki, F., M. Eddouks, A. Mourad, A. Breuer & R.W. Owen, 2017. Ethnobotanic, ethnopharmacologic aspects and new phytochemical insights into Moroccan argan fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (11): 2277. <https://doi.org/10.3390/ijms18112277>
- Kim, J.C., H.Y. Lee, M.H. Kim, H.J. Lee, H.Y. Kang & S.M. Kim, 2006. Preparation and characterization of chitosan/gelatin microcapsules containing triclosan. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 52 (1): 52-56. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.07.001>
- Kladar, N.V., G.T. Anačkov, M.M. Rat, B.U. Srđeniović, N.N. Grujić, E.I. Šefer & B.N. Božin, 2015. Biochemical characterization of *Helichrysum italicum* (Roth) G. *Don* subsp. *italicum* (Asteraceae) from Montenegro: phytochemical screening, chemotaxonomy, and antioxidant properties. *Chemistry & Biodiversity*, 12 (3): 419-431. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201400174>
- Kose, S. & E. Ocak, 2020. Determination of antioxidant and antimicrobial activity of Herby cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (11): e14841. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14841>

- Leonardi, M., K.E. Ambryszewska, B. Melai, G. Flamini, P.L. Cioni, F. Parri & L. Pistelli, 2013. Essential-oil composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from Elba Island (Tuscany, Italy). *Chemistry & Biodiversity*, 10 (3): 343-355.
- Madene, A., M. Jacquot, J. Scher & S. Desobry, 2006. Flavour encapsulation and controlled release-a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 41 (1): 1-21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00980.x>
- Mancini, E., L. De Martino, A. Marandino, M.R. Scognamiglio & V. De Feo, 2011. Chemical composition and possible in vitro phytotoxic activity of *Helichrysum italicum* (Roth) *Don ssp. italicum*. *Molecules*, 16 (9): 7725-7735. <https://doi.org/10.3390/molecules16097725>
- Marfil, P.H.M., B.B. Paulo, I.D. Alvim & V.R. Nicoletti, 2018. Production and characterization of palm oil microcapsules obtained by complex coacervation in gelatin/gum arabic. *Journal of Food Process Engineering*, 41 (4): e12673. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12673>
- Marfil, R., R. Giménez, O. Martínez, P.R. Bouzas, J.A. Rufián-Henares, M. Mesías & C. Cabrera-Vique, 2011. Determination of polyphenols, tocopherols and antioxidant capacity in virgin argan oil (*Argania spinosa*, *skeels*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113 (7): 886-893. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000503>
- Martínez Rivas, C.J., M. Tarhini, W. Badri, K. Miladi, H. Greige-Gerges, Q.A. Nazari, S.A. Galindo Rodríguez, R.Á. Román, H. Fessi & A. Elaissari, 2017. Nanoprecipitation process: from encapsulation to drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 532 (1): 66-81. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.08.064>
- Martins, I.M., M.F. Barreiro, M. Coelho & A.E. Rodrigues, 2014. Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications. *Chemical Engineering Journal*, 245: 191-200. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.02.024>
- Mastelić, J., O. Politeo & I. Jerković, 2008. Contribution to the analysis of the essential oil of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don.-determination of ester bonded acids and phenols. *Molecules*, 13 (4): 795-803. <https://doi.org/10.3390/molecules13040795>
- Mastelic, J., O. Politeo, I. Jerkovic & N. Radošević, 2005. Composition and antimicrobial activity of *Helichrysum italicum* essential oil and its terpene and terpenoid fractions. *Chemistry of Natural Compounds*, 41 (1): 35-40. <https://doi.org/10.1007/s10600-005-0069-z>
- Moral, E., O. Bayram, E. Köksal, F. Danaş, & G.Ö.D.E. Fethiye, 2021. Kabak çekirdeği yağının kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsülasyonu. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11 (2): 91-97. <https://dergipark.org.tr/pub/karaelmasfen/issue/66240/821902>
- Moukal, A., 2004. L'arganier, *Argania spinosa* L. (skeels), usage thérapeutique, cosmétique et alimentaire. *Phytothérapie*, 2 (5): 135-141. <https://doi.org/10.1007/s10298-004-0041-2>
- Ocak, B., 2012. Complex coacervation of collagen hydrolysate extracted from leather solid wastes and chitosan for controlled release of lavender oil. *Journal of Environmental Management*, 100: 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.01.026>
- Öğretmen, Ö.Y., 2022. *Scilla bifolia* L. (Orman sümbülü) bitki kısımlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7 (1): 9-14. <https://doi.org/10.35229/jaes.980980>
- Patrickab, K.E., S. Abbasa, Y. Lva, I.S.B. Ntsamacd & X. Zhanga, 2013. Microencapsulation by complex coacervation of fish oil using gelatin/SDS/NaCMC. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 23 (1): 17-25.
- Peanparkdee, M., S. Iwamoto & R. Yamauchi, 2016. Microencapsulation: a review of applications in the food and pharmaceutical industries. *Reviews in Agricultural Science*, 4: 56-65. <https://doi.org/10.7831/ras.4.56>
- Piacentini, E., L. Giorno, M.M. Dragosavac, G.T. Vladislavljević & R.G. Holdich, 2013. Microencapsulation of oil droplets using cold water fish gelatine/gum arabic complex coacervation by membrane emulsification. *Food Research International*, 53 (1): 362-372. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.04.012>
- Prata, A.S., M.H. Zanin, M.I. Ré & C.R. Grosso, 2008. Release properties of chemical and enzymatic crosslinked gelatin-gum arabic microparticles containing a fluorescent probe plus vetiver essential oil. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 67 (2): 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2008.08.014>
- Rafińska, K., P. Pomastowski, J. Rudnicka, A. Krakowska, A. Maruška, M. Narkute & B. Buszewski, 2019. Effect of solvent and extraction technique on composition and biological activity of *Lepidium sativum* extracts. *Food Chemistry*, 289: 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.025>
- Raimundo, J.R., D.F. Frazão, J.L. Domingues, C. Quintela-Sabaris, T.P. Dentinho, O. Anjos & F. Delgado, 2018. Neglected Mediterranean plant species are valuable resources: the example of *Cistus ladanifer*. *Planta*, 248 (6): 1351-1364. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2997-4>

- Ree, R., N. Pellegrini, A. Protrggente, A. Pannala, M. Yang & C. Rice-Evans, 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Renu, S., K. S. Shivashangari & V. Ravikumar, 2020. Incorporated plant extract fabricated silver/poly-D, l-lactide-co-glycolide nanocomposites for antimicrobial based wound healing. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 228: 117673. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117673>
- Rutz, J.K., C.D. Borges, R.C. Zambiasi, M.M. Crizel-Cardozo, L.S. Kuck & C.P. Noreña, 2017. Microencapsulation of palm oil by complex coacervation for application in food systems. *Food Chemistry*, 220: 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.194>
- Saadi, B., F. Msanda & H. Boubaker, 2013. Contributions of folk medicine knowledge in Southwestern Morocco: the case of rural communities of imouzzar Ida outanane region. *International Journal of Medicinal Plant Research*, 2 (1): 135-145.
- Sarkic, A. & I. Stappen, 2018. Essential oils and their single compounds in cosmetics-A critical review. *Cosmetics*, 5 (1): 11. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010011>
- Shaddel, R., J. Hesari, S. Azadmard-Damirchi, H. Hamishehkar, B. Fathi-Achachlouei & Q. Huang, 2018. Use of gelatin and gum arabic for encapsulation of black raspberry anthocyanins by complex coacervation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 107: 1800-1810. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.044>
- Strauss, G. & S.M. Gibson, 2004. Plant phenolics as cross-linkers of gelatin gels and gelatin-based coacervates for use as food ingredients. *Food Hydrocolloids*, 18: 81-89. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00045-6)
- Tichota, D.M., A.C. Silva, J.M.S. Lobo & M.H. Amaral, 2014. Design, characterization and clinical evaluation of argan oil nanostructured lipid carriers to improve skin hydration. *International Journal of Nanomedicine*, 9: 3855. <https://doi.org/10.2147/IJN.S64008>
- Timilsena, Y.P., B. Wang, R. Adhikari, & B. Adhikari, 2017. Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs)-rich plant oils using complex coacervation: A review. *Food Hydrocolloids*, 69: 369-381. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.007>
- Timilsena, Y.P., T.O. Akanbi, N. Khalid, B. Adhikari & C.J. Barrow, 2019. Complex coacervation: principles, mechanisms and applications in microencapsulation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 121: 1276-1286. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.144>
- Turgeon, S.L., M. Beaulieu, C. Schmitt & C. Sanchez, 2003. Protein-polysaccharide interactions: phase-ordering kinetics, thermodynamic and structural aspects. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 8 (4-5): 401-414. [https://doi.org/10.1016/S1359-0294\(03\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S1359-0294(03)00093-1)
- Viegas, D.A., A. Palmeira-de-Oliveira, L. Sagueiro, J. Martinez-de-Oliveira & R. Palmeira-de-Oliveira, 2014. *Helichrysum italicum*: from traditional use to scientific data. *Journal of Ethnopharmacology*, 151 (1): 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.11.005>
- Xiao, Z., W. Liu, G. Zhu, R. Zhou & Y. Niu, 2014. A review of the preparation and application of flavour and essential oils microcapsules based on complex coacervation technology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (8): 1482-1494. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6491>
- Yang, Y., M. Anvari, C.H. Pan & D. Chung, 2012. Characterisation of interactions between fish gelatin and gum arabic in aqueous solutions. *Food Chemistry*, 135 (2): 555-561. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.018>
- Yıldız, Ş. & S. Turan, 2021. Timokinon, timol ve karvakrolün antioksidan aktiviteleri ve lipit oksidasyonunu önleme kapasiteleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (1): 108-118. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.773499>
- Yiğit, A. & A. Gökçöl, 2021. Çeltik (*Oryza sativa* L.) tohumlarına uygulanabilecek vigor test yöntemlerinin optimizasyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (4): 599-612. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.886497>
- Zaanoun, I., S. Gharby & I. Bakass, 2014. Kinetic parameter determination of roasted and unroasted argan oil oxidation under rancimat test conditions. *Grasas y Aceites*, 65 (3): e033-e033. <https://doi.org/10.3989/gya.122713>
- Zuanon, L.A.C., C.R. Malacrida & V.R.N. Telis, 2013. Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin-gum arabic. *Journal of Food Process Engineering*, 36 (3): 364-373. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12003>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59(4):685-696

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1115742>

Hürü ALTAN¹ 

Oğuzhan ÇALIŞKAN^{2*} 

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü,
33740, Erdemli, Mersin, Türkiye

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 31060,
Antakya, Hatay, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

ocaliskan@mku.edu.tr

Anahtar sözcükler: Erkencilik, kayısı,
morfolojik, pomolojik, biyokimyasal

Keywords: Earliness, apricot,
morphological, pomological, biochemical

'Alata Yıldızı'x'Bebeco' kayısı melezlerinin fenolojik, bitkisel ve meyve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi*

Evaluation of 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' apricot hybrids in terms of phenology, plant, and fruit quality characteristics

* Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 12.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 11.08.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışma Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Erdemli/Mersin) arazisinde bulunan kayısı ıslah parselindeki 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' (AYxB) melezlerinin fenolojik, bitkisel ve meyve kalite özelliklerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, 'Alata Yıldızı' ve 'Bebeco' çeşitleri ile melezlerine ait 2017 yılında 18 birey ve 2018 yılında da 12 birey incelenmiştir. Ebeveynlerin ve melez bireylerin bitkisel özelliklerinin incelenmesinde UPOV tarafından hazırlanmış olan kayısı deskriptörü kullanılmıştır. Çalışmada ebeveyn ve melez bireylere ait fenolojik gözlemlerden ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu ve hasat tarihi, meyve kalite özellikleri ve meyve kabuk renk özellikleri L, a*, b*, C ve h° değerleri olarak ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma: Çalışma sonucunda, AYxB5 ve AYxB11 melezleri meyvelerini 10 Mayıs'tan önce olgunlaştırarak erkencilik bakımından ümitvar bulunmuştur. Genel olarak, melezlerin ebeveynlerine ait fenolojik, bitkisel ve meyve kabuk renk özelliklerinin sınıf aralıklarında yer almıştır. Ancak, hibritlerdeki meyve ağırlığının ebeveynlerdekine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: AYxB kombinasyonundan elde edilen erkenci genotiplerden daha iyi meyve rengi oluşturmak amacıyla bu genotiplerin kırmızı renkli çeşitlerle melezlenmeleri ve geriye melezleme çalışmalarının yapılabilmesi düşünülmektedir.

ABSTRACT

Objective: This study was carried out to examine the phenological, vegetative and fruit quality characteristics of 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' (AYxB) hybrids in the apricot breeding plot located at the Alata Horticultural Research Institute (Erdemli/Mersin) land.

Material and Methods: In the study, 18 individuals of 'Alata Yıldızı' and 'Bebeco' cultivars and their hybrids were examined in 2017 and 12 individuals in 2018. Apricot descriptor prepared by UPOV was used to examine the vegetative characteristics of the parents and hybrid individuals. In the study, first blooming, full blooming, end of blooming and harvest date, fruit quality characteristics, and fruit skin color characteristics were measured as L, a*, b*, C, and h° values from the phenological observations of parent and hybrid individuals.

Results and Discussion: As a result, AYxB5 and AYxB11 hybrids were found promising in terms of earliness by ripening their fruits before 10th of May. In general, the phenological, vegetative, and fruit skin color traits of the parents were within the class ranges. However, it was determined that the fruit weight of the hybrids was lower than that of the parents.

Conclusion: It is thought that in order to produce better fruit color in the early genotypes obtained from the AYxB combination, these genotypes can be crossed with red colored cultivars and backcrossed studies can be done.

GİRİŞ

Türkiye, 833.398 tonluk kayısı üretimi ile dünya kayısı üretiminin %23'ünü tek başına karşılamaktadır. Bu üretimin %49'u Malatya ilinden karşılanmakta ve üretimin tamamına yakını kuru kayısı ve ürünleri olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, Akdeniz Bölgesi, ekolojinin sağladığı erkencilik nedeniyle, ülkemizin turfanda meyve yetiştiriciliği için önemli alanlara sahiptir (Ercisli, 2009). Bölgede soğuklaması düşük erkenci kayısı, şeftali-nektarin ve erik gibi sert çekirdekli meyve türlerinin hem ülkemizdeki öteki bölgelerden hem de Avrupa'nın önemli meyvecilik ülkeleri olan İspanya, İtalya ve Fransa'dan 10-15 gün daha erken olgunlaştığı bilinmektedir (İmrak vd., 2009; Caliskan et al., 2012). Bu bölgemizde özellikle nisan ayı ortasından itibaren örtü altında başlayan hasat (Caliskan et al., 2019), açık alanda mayısın ilk haftasında 'Mikado', 'Mogador' (Çalışkan vd., 2021a) ve 'Madison' gibi (Çalışkan vd., 2021b) erkenci çeşitlerle devam etmekte ve 'Bebeco' ve 'Çağataybey' gibi orta erkenci çeşitlerle Haziran ortasına (Caliskan et al., 2012) kadar sürmektedir.

Dünya kayısı yetiştiriciliğinde geleneksel olarak kullanılan çeşitlerin kalite ve verim özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik ıslah çalışmaları yapılmakla birlikte, özellikle tüketici tercihleri dikkate alınarak farklı ıslah programları yürütülmektedir. Dünya marketlerinde 'yerel' ve 'güvenli gıda' olarak belirtilen ürünlere artan bir ilgi bulunmaktadır. Kayısı meyvesinin beta-karoten ve enerji değeri yanında potasyum ve demir elementlerince zengin olması besin değerini arttırmaktadır. Bu bakımdan "sağlıklı bir meyve" imajı bulunan kayısıya ilginin devam edeceği öngörülmektedir (Gatti et al., 2009; Paydaş Kargı vd., 2015).

Dünya kayısı ıslah programlarında erken ve geç dönemde olgunlaşan, farklı ekolojik koşullara adapte olabilen, verimli, fiziksel (irilik, kırmızı kabuk rengi ve turuncu etli, sert vb.) ve kimyasal kalitesi (SÇKM, asitlik, tat, aroma vb.) yüksek, kendine verimli, hastalık ve zararlılara tolerant, stres koşullarına adapte olabilen (düşük sıcaklık, kuraklık vb.) yeni genotiplerin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Abbott et al., 2006; Gatti et al., 2009; Reich et al., 2009; Tricon et al., 2009; Zhebentyayeva et al., 2012, Yaman & Uzun, 2020). Bu bakımdan çeşitlerde, erkenci (nisan sonu mayısın ilk haftası), iri meyveli (>30 mm meyve çapı), en az %10 SÇKM içeriğine sahip ve kırmızı renkli çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli olarak dikkate alınmaktadır (Kader, 1999; Abbott et al., 2006; Zhebentyayeva et al., 2012; Ruiz et al., 2018).

Türkiye'de halihazırda yetiştiriciliği yapılan yerel çeşitlerin tamamına yakını 1939'lu yıllarda itibaren başlayan seleksiyon yöntemiyle ıslah edilerek geliştirilmişlerdir (Asma et al., 2017). Bununla birlikte, yeni çeşit geliştirmek amacıyla 1989'lu yıllarda melezleme ıslahı çalışmaları ile yerli ve yabancı çeşitler melezlenerek (Yıldız & Kaşka, 1995) 'Alata Yıldızı', 'Dr. Kaşka', 'Çağataybey', 'Çağrıbey' ve 'Şahinbey' isimleriyle yeni çeşitler geliştirilmiştir (Bircan et al., 2010). Ayrıca, monilya (Gülcan et al., 1999) ve Sharka (Asma, 2012a) gibi hastalıklara tolerant ve geç çiçeklenen (Şahin vd., 2004) çeşitlerin geliştirilmesi gibi ıslah çalışmaları sürdürülmektedir. Bu ıslah programlarından 'Dilbay' (Asma, 2012b) ve 'Eylül' (Asma vd., 2018) çeşitleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte, Türkiye'nin sahip olduğu ekoloji özellikle erkenci sofralık kayısı çeşitlerinin geliştirilmesi yönündeki ıslah çalışmalarının devamlı olmasını zorunlu hale getirmektedir. Mevcut durumda Akdeniz Bölgesi'nde ticari yetiştiricilik alanlarındaki erkenci ve orta erkenci sofralık kayısı çeşitlerinin tamamına yakını yurt dışı orijinli çeşitlerdir. Sekonder orijin alanı içerisinde yer aldığımız kayısıda, tüketici tercihlerine uygun erkenci çeşitlerin geliştirilmesi, bu bağımlılığın azaltılması açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışma, 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' melezleme kombinasyonlarından elde edilen melezlerin fenolojik ve meyve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Erdemli/MERSİN) arazisinde (Enlem: 36°37'29", Boylam: 36°20'15", yükselti: 4 m) bulunan 'Alata Yıldızı' (AY) ve 'Bebeco' (B) çeşitleri ile bu ebeveynlere ait melezler kullanılmıştır. Bu kapsamda, 2017 yılında 18 birey ve 2018 yılında 12 birey incelenmiştir. Çalışma kullanılan melez bireyler 2012 yılında 2x4 m ve çeşitler 5x6 m sıra üzeri ve

sıra arası mesafelerle dikilmiştir. Çalışma alanının soğuklama süresi, standart yöntemle göre, 2017 yılında 803 saat ve 2018 yılında 330 saat olarak gerçekleşmiştir.

Ebeveynlerin ve melez bireylerin bitkisel (ağaç kuvveti, ağaç taş yapısı, tomurcuk oluşum yeri, yıllık sürgün uzunluğu ve kalınlığı ve boğum arası uzunluk) ve çekirdek özelliklerinin (çekirdeğin ete yapışıklık durumu, çekirdek şekli ve tohum tadı) incelenmesi, UPOV (The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) tarafından hazırlanmış olan kayısı deskriptörü (UPOV, 2007) kullanılmıştır.

Çalışma süresince fenolojik gözlemlerden ilk çiçeklenme tarihi (çiçeklerin %5'nin açtığı dönem), tam çiçeklenme tarihi (çiçeklerin %70'nin açtığı dönem) ve çiçeklenme sonu (taç yapraklarının %95'nin döküldüğü dönem) gözlemleri yapılmıştır. Ayrıca, ebeveyn ve melezlerde hasat tarihi, meyve süturundaki rengin yeşilden sarıya dönmesiyle belirlenmiştir (Ayanoglu & Kaska, 1995).

Meyvenin fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri üç tekerrürlü ve her tekerrürde 10'ar meyve olmak üzere toplam 30 meyve üzerinde incelenmiştir. Meyvenin fiziksel kalite özelliklerinden meyve ağırlığı (g); meyve iriliği (eni, boyu ve yükseklik; mm), meyve eti sertliği (kg/cm^2), çekirdek ağırlığı, et/çekirdek oranı ve kimyasal kalite özelliklerinden suda çözünebilir toplam kuru madde içeriği (SÇKM), pH ve asitlik değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, SÇKM/Asit oranı, SÇKM oranının asit oranına bölünmesi ile elde edilmiştir. Meyve renk ölçümleri Minolta renk ölçer (CR-400) ile 3 yinelemeli ve her yinelemede 10 meyvede gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri her meyvenin her iki yanağından yapılmıştır (Caliskan et al., 2012). Renk ölçümleri L, a*, b*, C ve h° değerleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Çalışmada yer alan meyve kalite özelliklerine ait verilerin ortalama, minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile varyasyon katsayıları SAS paket programında (SAS, 2005) hesaplanmıştır. Ebeveynlerde gözlem ve analizler 3'er ağaç üzerinden, melez bireyler ise tek ağaç üzerinden değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Fenolojik gözlemler

Çalışmada kullanılan ebeveynler ile melezlerin fenolojik gözlemleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre, 2017 yılında, en erken ilk çiçeklenme AYxB7, AYxB12 ve AYxB17 genotiplerinde 2 Martta, tam çiçeklenme AYxB15 genotipinde 5 Martta ve çiçeklenme sonu AYxB6, AYxB11 ve AYxB15 genotiplerinde 9 Martta meydana gelmiştir. 2018 yılında, ilk çiçeklenme AYxB12 genotipinde 2 Martta, tam çiçeklenme en erken 2 Mart tarihinde AYxB11 genotipinde ve çiçeklenme sonu en erken 14 Martta AYxB11 genotipinde oluşmuştur. Ebeveynlerin tam çiçeklenmesi 2017 yılında 12 Mart ve 20 Martta ve 2018 yılında 14 Mart ve 25 Martta gerçekleşmiştir. 2017 yılında en erken hasat 8 Mayıs'ta AYxB5 ve AYxB11 genotiplerinde yapılırken, 2018 yılında en erken hasat 10 Mayıs'ta AYxB5 ve AYxB12 nolu genotiplerde yapılmıştır. Hasat tarihleri ebeveynlerde 5-7 Haziran ('Bebeco') ve 6-7 Haziran ('Alata Yıldızı') tarihlerinde olmuştur. Her iki yılda da, AYxB kombinasyonundan elde edilen AYxB11 ve AYxB5 melezlerinin 10 Mayıs'tan önce ve AYxB2, AYxB3, AYxB4, AYxB6, AYxB7, AYxB12 ve AYxB17 melezlerinin 10-25 Mayıs arasında olgunlaşarak ebeveynlerinden daha erken olgunlaştığı gözlemlenmiştir. Görüldüğü üzere, orta erkenci grupta yer alan ebeveynlerin melezlenmesiyle mayısın ilk haftasında olgunlaşan bireylerin elde edilmesi bu iki ebeveynin fenolojik özellikler yönünden heterozigotik kalıtıma sahip oldukları söylenebilir (Audergon et al., 2012; Ruiz et al., 2012). Bu sonuçlara benzer olarak, Egea et al. (2010), orta erkenci 'Rojo Pasi6n'x'Bulida Precoz' ebeveynlerinin melezlenmesinden Mayısın ilk haftasında olgunlaşan 'Mirlo Blanco' ve 'Mirlo Anaranjado' çeşitlerinin geliştirildiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, kayısı melezlerinde erkenciliğin ebeveynlerin soğuklama gereksinimine bağılı olarak dağılım gösterebildiğı ve orta düzeyde (1000 saat) soğuklaması olan ebeveynlerin melezlerinde düşük düzeyde soğuklamalı bireylerin oluşabileceğı Viti et al. (2010) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca, 2018 yılında AYxB6, AYxB13, AYxB14, AYxB16, AYxB18 ve AYxB19 melezlerinde çiçeklenmenin meydana gelmemesinin soğuklamalarını yeterince karşılayamadıklarından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, 2017 yılında 803 saat olarak gerçekleşen soğuklama süresi, 2018 yılında 330 saat olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. AYxB melezlerine ait fenolojik gözlemler**Table 1.** Phenological observations of AYxB hybrids

Genotipler	İlk çiçeklenme		Tam çiçeklenme		Çiçeklenme Sonu		Hasat Tarihi	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
AYxB1	13 Mart	15 Mart	18 Mart	22 Mart	27 Mart	28 Mart	5 Haziran	29 Mayıs
AYxB2	6 Mart	6 Mart	8 Mart	13 Mart	10 Mart	21 Mart	15 Mayıs	10 Mayıs
AYxB3	20 Mart	15 Mart	27 Nisan	22 Mart	2 Nisan	3 Nisan	22 Mayıs	20 Mayıs
AYxB4	6 Mart	9 Mart	9 Mart	16 Mart	20 Mart	25 Mart	23 Mayıs	21 Mayıs
AYxB5	3 Mart	15 Mart	10 Mart	23 Mart	13 Mart	29 Mart	8 Mayıs	10 Mayıs
AYxB6	28 Şubat	-	6 Mart	-	9 Mart	-	15 Mayıs	--
AYxB7	2 Mart	15 Mart	9 Mart	22 Mart	13 Mart	28 Mart	15 Mayıs	21 Mayıs
AYxB8	6 Mart	8 Mart	9 Mart	14 Mart	13 Mart	23 Mart	5 Haziran	21 Mayıs
AYxB10	6 Mart	14 Mart	9 Mart	21 Mart	15 Mart	27 Mart	5 Haziran	1 Haziran
AYxB11	25 Şubat	22 Şubat	6 Mart	2 Mart	9 Mart	14 Mart	8 Mayıs	3 Mayıs
AYxB12	2 Mart	2 Mart	9 Mart	9 Mart	15 Mart	20 Mart	15 Mayıs	10 Mayıs
AYxB13	17 Mart	-	24 Mart	-	2 Nisan	-	6 Haziran	-
AYxB14	13 Mart	-	18 Mart	-	24 Mart	-	7 Haziran	-
AYxB15	28 Şubat	10 Mart	5 Mart	15 Mart	9 Mart	25 Mart	1 Haziran	28 Mayıs
AYxB16	6 Mart	-	13 Mart		20 Mart	-	1 Haziran	-
AYxB17	2 Mart	12 Mart	7 Mart	21 Mart	10 Mart	28 Mart	22 Mayıs	24 Mayıs
AYxB18	13 Mart	-	22 Mart	-	3 Nisan	-	1 Haziran	-
AYxB19	13 Mart	-	22 Mart	-	29 Mart	-	6 Haziran	-
AY	13 Mart	18 Mart	20 Mart	25 Mart	1 Nisan	3 Nisan	7 Haziran	6 Haziran
B	6 Mart	1 Mart	12 Mart	14 Mart	20 Mart	23 Mart	7 Haziran	5 Haziran

Bitkisel özellikler

Melez bireylerin 1'i 'çok zayıf', 12'si 'zayıf' ve 5'i 'orta' ağaç büyüme kuvvetine sahip olurken, "kuvvetli" büyümeye sadece 'Alata Yıldızı' çeşidi sahip olmuştur (Çizelge 2). Ağaç taç yapısı ebeveynlerde "dik" olarak belirlenmekle birlikte, bu özellik melezlerin 8'inde "dik", 5'inde 'tam dik', 4'ünde "az açık" ve 1'inde "yayvan" olarak saptanmıştır. Çiçek tomurcuğu oluşumunun ebeveynlerde spur dallarda (SD) ve yıllık sürgünlerde (YS) meydana geldiği saptanırken, melezlerden AYxB1'de sadece spur dalda, AYxB2, AYxB3, AYxB5, AYxB6, AYxB7, AYxB13 ve AYxB16'da sadece yıllık sürgünlerde çiçek tomurcuğu oluştuğu saptanmıştır. Diğer melezlerde ise hem spur dalda hem de yıllık sürgünde tomurcuk oluştuğu tespit edilmiştir.

Yıllık sürgün uzunluğunun, her iki yılda da AYxB8 melezinde en düşük (sırasıyla, 57 cm ve 58 cm) olduğu belirlenmiştir. Her iki yılda 'Bebeco' çeşidi en yüksek sürgün uzunluğuna (sırasıyla, 209.67 cm ve 211.30 cm) sahip olmuştur. Yıllık sürgün kalınlığı 2017 ve 2018 yıllarında, sırasıyla 4.5 cm ve 4.9 cm, AYxB4 melezinde ölçülmüştür. Melez bireylerin ortalama sürgün kalınlığı değerinin ebeveynlerinden düşük olduğu görülmüştür. Yıllık sürgünlerde en fazla boğum arası uzunluğa, her iki yılda da AYxB12 melezinde (sırasıyla 7 cm ve 6.7 cm) saptanmıştır. Melezlerin boğum arası uzunluklarının ebeveynlerinin değerleri arasında yer almıştır. Sürgün özelliklerine ait varyasyon katsayıları incelendiğinde melez bireyler arasında ciddi farklılıkların olduğu görülmektedir. Nitekim yıllık sürgün kalınlığına ait varyasyon katsayılarının 2017 ve 2018 yıllarında, sırasıyla %33.67 ve %33.38 ile en yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Nesneva (2020), kayısı melezlerinde ağacın büyüme durumunun kontrolünde boğum arası uzunluğun önemli bir özellik olduğunu ve büyümeyi kontrol etmek için boğum arası kısa olan Modesto×Harcot ebeveynlerine ait melezlerin daha zayıf büyüdüğünü belirtmiştir. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak araştırmacı, ebeveynlerin dik büyüme özelliğinin melezlerde de baskın karakter olarak ortaya çıktığını bildirmiştir.

Çizelge 2. AYxB melezlerinin bazı bitkisel özellikleri**Table 2.** Some plant characteristics of AYxB hybrids

Genotip	Ağaç kuvveti	Ağacın taç yapısı	Tomurcuk Oluşum Yeri	Yıllık sürgün uzunluğu (cm)		Yıllık sürgün kalın. (mm)		Boğum arası uzunluk(cm)	
				2017	2018	2017	2018	2017	2018
AYxB1	Zayıf	Tam dik	SD	80	81	5	5.3	3.2	3.5
AYxB2	Zayıf	Tam dik	YS	74	74	4.9	5.1	4.0	4.2
AYxB3	Zayıf	Dik	YS	94	85	10	11	3.2	3.0
AYxB4	Orta	Tam dik	SD ve YS	117	117	4.5	4.9	5.0	5.4
AYxB5	Orta	Dik	YS	150	150	10	11	4.2	3.8
AYxB6	Zayıf	Tam dik	YS	79	82	5	5.4	2.5	2.9
AYxB7	Orta	Dik	YS	138	140	11	11	4.4	4.1
AYxB8	Çok zayıf	Tam dik	SD ve YS	57	58	5	6	3.2	3.4
AYxB10	Zayıf	Dik	SD ve YS	72	74	5	6	3.1	2.9
AYxB11	Zayıf	Dik	SD ve YS	87	85	11	12	3.0	3.5
AYxB12	Zayıf	Dik	SD ve YS	91	89	5.2	5.8	7.0	6.7
AYxB13	Zayıf	Az açık	YS	79	75	10	11	5.0	4.6
AYxB14	Orta	Dik	SD ve YS	83	89	9.6	10.2	6.1	6.0
AYxB15	Orta	Az açık	SD ve YS	66	68	8.2	9	4.0	5.1
AYxB16	Zayıf	Dik	YS	73	85	9.8	9.4	5.3	5.7
AYxB17	Zayıf	Az açık	SD ve YS	78	80	10.2	11	5.1	6.0
AYxB18	Zayıf	Az açık	SD ve YS	82	95	7.3	8	5.0	4.8
AYxB19	Zayıf	Yayvan	SD ve YS	99	110	12	14.1	3.5	3.9
AY	Kuvvetli	Dik	SD ve YS	169.33	171.24	10	11.3	4.1	5.2
B	Orta	Dik	SD ve YS	209.67	211.3	15.73	15	5.2	6.1
Minimum				57.00	58.00	4.50	4.90	2.50	2.90
Maksimum				209.67	211.30	15.73	15.00	7.00	6.70
Ortalama				98.90	100.98	8.47	9.13	4.30	4.54
VK (%)				27.09	26.41	33.67	33.38	28.11	26.68

Meyve kalite özellikleri

'Alata Yıldızı'x'Bebeco' kombinasyonundan elde edilen melez bireylerin meyve ağırlığı değerleri 2017 yılında 18.15 g (AYxB13) ile 87.40 g (AYxB15) ve 2018 yılında 34.85 g (AYxB2) ile 55.00 g (AYxB4) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Ortalama meyve ağırlığı değerleri 2017 yılında 59.86 g olarak belirlenirken, 2018 yılındaki ortalama meyve ağırlığı 48.92 g olarak belirlenmiştir. 2017 yılında en küçük meyve enine 29.16 mm ile AY × B2 sahip olurken, 2018 yılında en küçük meyve enine 38.20 mm ile AY × B8 sahip olmuştur. En büyük meyve boyu 2017 ve 2018 yılında sırasıyla 51.36 mm ve 50.10 mm ile AY × B15 melezinde ölçülmüştür. Meyve yüksekliği 2017 yılında en büyük 52.10 mm ile AY × B15 olurken 2018 yılında 49.51 mm ile AY × B1'de belirlenmiştir. Meyve eti sertliği 2017 de en düşük 0.08 kg/cm² ile AY × B7 genotipinden elde edilirken, 2018 yılında 0.04 kg/cm² ile AYxB3 nolu genotipten elde edilmiştir. Meyve kalite özelliklerinden meyve eti sertliği (sırasıyla, %74.86 ve %74.87) ve meyve ağırlığı (sırasıyla, %30.71 ve %16.28) değerlerine ait varyasyon katsayıları her iki yılda da yüksek olarak bulunmuştur. 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' kombinasyonundan elde edilen melezlerde meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve eti sertliği gibi önemli kalite özellikleri bakımından önemli farklılıklar görülmüştür. Gülcan et al. (2006), 'Hacıhaliloğlu' kayısı çeşidinin farklı melezleme kombinasyonlarında ortalama meyve ağırlığının 30.62–55.71 g arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu sonuçlara benzer olarak Krska et al. (2009), meyve ağırlığının 'Betinka' (65 g) ve 'Minaret' (55 g) melezlemesinden elde edilen bireylerin %75'inin ebeveynlerinden daha az ağırlığa sahip olduğunu belirtmişlerdir. Gorina & Richter (2018) kayısı melezlerinin meyve ağırlığının oluşturan ebeveyn kombinasyonuna bağlı olarak değiştiğini ve melezlerin %40 ile %75'inin orta irilikte meyvelere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Karaat & Serçe (2020), kayısı melezlerinin genel olarak ebeveynlerinin meyve irilikleri arasında normal bir dağılım gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen meyvenin fiziksel özelliklerine ait sonuçların araştırmacıların sonuçlarıyla uyumludur. Bununla birlikte, yetiştirme sezonunda yaşanan iklim koşulları ve teknik-kültürel uygulamaların meyve iriliğini etkilediği bildirilmektedir (Caliskan et al., 2012; Acarsoy Bilgin vd., 2016).

Sofralık kayısı ıslahında meyve iriliği önemli hedeflerden biridir ve bu amaçla iri meyveli ebeveynlerin tercih edilmesi çok önemlidir (Zhebentyayeva et al., 2012). Bununla birlikte, Acarsoy Bilgin vd. (2016), kayısı ıslah programının amacına bağlı olarak (özellikle hastalıklara toleransta) meyve iriliğinin göz ardı edilebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada kullanılan, orta erkenci grupta yer alan AY×B melez popülasyonundaki bireylerin tamamına yakınının taze kayısı standartlarında minimum eşik kabul edilen meyve çapının 30 mm'den büyük olma şartını (OECD, 2010) sağladıkları görülmüştür.

Meyve eti sertliğinin AY×B kombinasyonundaki melezlerde, genel olarak ebeveynlerine benzer değerlerde olduğu ancak daha sert (AY×B4 ve AY×B17) ve daha yumuşak (AY×B2) melezlerinde olduğu görülmüştür. Yıllar arasında görülen farklılık meyvelerin olgunlaşma düzeylerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, Acarsoy Bilgin vd. (2016), kayısı melezlerinin meyve eti sertliklerinin yıllara göre değişim gösterdiğini ve ebeveynin meyve eti sertliğine bağlı olarak melezlerde sertlik durumunun varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. AY×B melezlerinde meyvelerin fiziksel özellikleri

Table 3. Physical characteristics of fruits in AY×B hybrids

Genotipler	Meyve ağırlığı (g)		Meyve eni (mm)		Meyve boyu (mm)		Meyve yüksekliği(mm)		Sertlik (kg/cm ²)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
AY×B1	55.00	53.12	46.91	45.67	48.65	49.52	50.01	49.51	0.19	1.24
AY×B2	43.27	34.85	38.92	29.16	31.50	36.85	32.04	38.85	0.09	0.22
AY×B3	50.83	44.00	43.63	42.02	46.03	39.93	46.87	40.37	0.32	0.04
AY×B4	58.84	55.00	45.10	45.84	47.69	45.19	46.20	44.94	0.61	0.49
AY×B5	52.51	40.14	43.80	38.97	44.36	39.37	45.28	45.38	0.19	1.06
AY×B6	87.38	-	40.98	-	43.23	-	46.92	-	0.17	-
AY×B7	60.82	36.00	35.26	37.60	35.09	40.12	38.02	40.90	0.08	0.15
AY×B8	38.45	52.60	38.51	38.20	38.12	38.09	41.56	40.02	0.10	0.21
AY×B10	41.27	39.32	39.35	35.61	40.15	36.45	47.25	44.12	0.23	0.26
AY×B11	43.09	54.22	42.23	45.15	41.35	44.44	41.62	47.89	0.30	0.52
AY×B12	42.28	52.60	30.11	45.18	32.28	43.12	30.42	47.85	0.24	0.48
AY×B13	18.15	-	30.84	-	28.75	-	32.47	-	0.14	-
AY×B14	66.00	-	49.15	-	47.21	-	45.01	-	0.11	-
AY×B15	87.40	51.87	49.55	46.12	51.36	50.10	52.10	44.12	0.68	0.94
AY×B16	60.14	-	47.21	-	44.42	-	50.55	-	0.17	-
AY×B17	62.46	44.00	51.71	42.79	46.55	42.59	47.13	41.90	0.65	0.52
AY×B18	63.71	-	48.52	-	46.20	-	50.00	-	0.12	-
AY×B19	48.21	-	43.24	-	41.66	-	41.15	-	0.23	-
AY	97.64	68.98	54.53	52.12	53.24	51.47	55.13	53.20	0.41	0.38
B	110.71	87.95	60.80	58.15	54.63	53.26	56.38	54.78	0.17	0.25
Minimum	18.15	34.85	29.16	35.61	28.75	36.45	30.42	38.85	0.08	0.04
Maksimum	87.40	55.00	49.55	46.12	48.65	50.10	52.10	49.51	0.68	1.24
Ortalama	59.86	48.92	43.66	44.13	42.99	43.76	44.68	45.47	0.27	0.50
VK (%)	30.71	16.28	16.45	9.08	15.37	10.78	15.12	7.91	74.86	74.87

AY×B kombinasyonunda 7 melezde çekirdeğin ete 'yapışık' ve 11 melezde 'serbest' yapıda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çekirdek şeklinin 13 melezde 'oval', 3 melezde 'uzun' ve 2 melezde 'yuvarlak' olduğu saptanmıştır. Tohum tadı ebeveynlere benzer olarak melezlerin biri dışında (AY×B14) diğerlerinde 'acı' olarak belirlenmiştir. Çekirdek ağırlığı değerleri, 2017 yılında en yüksek AY×B6'de (7.2 g) ve 2018 yılında en yüksek AY×B7'de (5.1 g) saptanmıştır. 2017 ve 2018 yıllarında en yüksek meyve et/çekirdek oranına sırasıyla 28.57 ve 29.94 değerleri ile AY×B8 melezi sahip olmuştur. Her iki yıldaki ortalama çekirdek ağırlığının 3.80 g ile 3.49 g arasında ve et/çekirdek oranının 15.74 ile 14.97 arasında değiştiği tespit edilmiştir. AY×B melezlemelerinden elde edilen çekirdek ağırlığı (sırasıyla, %34.61 ve %35.98) ve et/çekirdek (sırasıyla, %39.18 ve %42.01) özelliklerinin varyasyon katsayıları yüksek bulunmuştur. Bu melez kombinasyonundaki çekirdek özelliklerinin tohum tadı dışında farklılıklar oluşturduğu söylenebilir.

Çalışmada kullanılan melez kombinasyonlara ait çekirdek özellikleri incelendiğinde, serbestxserbest ve tohum tadı bakımından acıxacı kombinasyonlardan farklı özelliklere sahip bireylerin elde edilmesi bu iki özelliğin çoklu genler tarafından kontrol edilmesinden kaynaklandığını göstermektedir (Sychoy, 1998; Negri et al., 2008). Bu çalışmada kayısıda meyve etinin çekirdeğe bağlılık durumu bakımından 'serbest' özelliğin yapışıklığa baskın olduğunu ve tohum tadının acı olmasının tatlı olmasına baskın olduğunu gösteren sonuçlar Sychoy (1998) ve Negri et al. (2008)'un bulgularıyla da uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, Karayiannis (2010), kayısıda tohum tadının oluşumunda ebeveynlerin orijinlerinin de etkili olduğunu ve Amerikan orijinli olmakla birlikte tatlı tohumlara sahip 'Orange Red' ve acı tohumlu 'Bebeco' melezlenmesinden $\frac{3}{4}$ oranında acı ve $\frac{1}{4}$ oranında tatlı tohumlara sahip melezler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. AYxB melezlerinin çekirdek özellikleri

Table 4. Kernel characteristics of AYxB hybrids

Genotipler	Çekirdeğin ete yapışıklık durumu	Çekirdek şekli	Tohum Tadı	Çekirdek Ağırlığı (g)		Et/Çekirdek Oranı	
				2017	2018	2017	2018
AYxB1	Serbest	Oval	Acı	3.3	3.1	15.66	16.13
AYxB2	Serbest	Oval	Acı	3.0	2.8	13.32	11.44
AYxB3	Yapışık	Oval	Acı	3.4	3.2	13.86	12.75
AYxB4	Serbest	Oval	Acı	3.6	3.2	15.34	16.02
AYxB5	Yapışık	Oval	Acı	3.5	2.1	14.20	18.06
AYxB6	Yapışık	Uzun	Acı	7.2	-	11.18	-
AYxB7	Yapışık	Oval	Acı	5.8	5.1	9.52	6.05
AYxB8	Yapışık	Oval	Acı	1.3	1.7	28.57	29.94
AYxB10	Serbest	Uzun	Acı	4.8	4	7.59	8.75
AYxB11	Yapışık	Oval	Acı	3.4	3	11.59	17.07
AYxB12	Serbest	Oval	Acı	3.0	4	13.09	12.15
AYxB13	Serbest	Oval	Acı	3.4	-	4.40	-
AYxB14	Serbest	Oval	Tatlı	2.8	.	22.57	-
AYxB15	Serbest	Yuvarlak	Acı	4.94	4.4	16.69	11.96
AYxB16	Serbest	Oval	Acı	3.5	-	16.18	-
AYxB17	Serbest	Yuvarlak	Acı	4.46	4.8	13.45	8.1
AYxB18	Serbest	Uzun	Acı	2.99	-	20.37	-
AYxB19	Yapışık	Oval	Acı	3.1	-	14.55	-
AY	Serbest	Oval	Acı	3.7	3.5	25.38	14.42
B	Serbest	Oval	Acı	3.9	4.1	27.38	20.75
Minimum				1.3	1.7	4.40	6.05
Maksimum				7.2	5.1	28.57	29.94
Ortalama				3.80	3.49	15.74	14.97
VK (%)				34.61	35.98	39.18	42.01

AYxB melezlerinin meyve suyundaki SÇKM, pH, asitlik ve SÇKM/Asit oranı değerleri ebeveynlere göre farklılıklar göstermiştir (Çizelge 5). Buna göre, melezlerin SÇKM değerleri 2017 yılında %8.00 (AYxB6) ile %16.60 (AYxB5), 2018 yılında %8.90 (AYxB4) ile %15.10 (AYxB3) arasında; pH değerleri 2017 yılında 3.13 (AYxB7) ve 3.68 (AYxB2), 2018 yılında 3.25 (AYxB7) ile 3.65 (AYxB2) arasında; asitlik oranları 2017 yılında %1.11 (AYxB2) ile %3.25 (AYxB13) ve 2018 yılında %1.21 (AYxB2) ile %2.12 (AYxB5) arasında ve SÇKM/asit değerleri 2017 yılında 3.47 (AYxB17) ile 10.81 (AYxB2) ve 2018 yılında 4.64 (AYxB8) ile 11.02 (AYxB3) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Melezlerde ortalama SÇKM'nin sırasıyla, %11.08 ve %11.06, pH'nın sırasıyla, 3.38 ve 3.44, asitliğin sırasıyla, %2.10 ve %1.67 ve SÇKM/asit değerinin sırasıyla 5.78 ve 6.86 olduğu belirlenmiştir. Bu kombinasyondaki AYxB3, AYxB5 ve AYxB13 bireylerinin özellikle SÇKM içerikleri ebeveynlerinden daha yüksek bulunmuştur. Kimyasal özelliklere ait varyasyon katsayıları, her iki yılda da, en yüksek SÇKM/asit (sırasıyla, %39.62 ve %27.62), asitlik (sırasıyla, %28.87 ve %18.23) ve SÇKM (sırasıyla, %22.31 ve %18.61) özelliklerinde tespit edilmiştir.

Diğer meyve türlerinde benzer olarak kayısıda meyve tadının oluşumu temel olarak şeker/asit oranına bağlıdır. Bu özelliğe ait değerler, kullanılan ebeveynlere göre geniş varyasyon gösterebilmektedir. Bununla birlikte, kayısılarda iyi tada sahip ebeveynlerle melezleme yapıldığında elde edilen melezlerin meyvelerinin SÇKM/asit oranı ebeveynlerinkine göre düşük olabilmektedir (Bassi & Negri, 1991). Gülcan et al. (2006), Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin farklı melezleme kombinasyonlarında SÇKM'nin %16–23 arasında ve asitliğin %0.45–1.53 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ruiz ve ark. (2011) kayısı melezlerinde SÇKM ve asitlik gibi kimyasal özelliklerin çok gen tarafından kontrol edilen özellikler olduğu ve bu nedenle ebeveynlerden farklı özelliklere sahip olunabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Ruiz et al. (2011)'un sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Bununla birlikte, kayısılarda meyvenin kimyasal içeriği olgunlaşma dönemi ve iklim koşulları tarafından da etkilenmektedir (Caliskan et al., 2012).

Çizelge 5. AYxB melezlerinin meyvelerinin kimyasal özellikleri

Table 5. Chemical properties of fruits in AYxB hybrids

Genotipler	SÇKM(%)		pH		Asitlik(%)		SÇKM/Asit	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
AYxB1	12.4	10.2	3.29	3.45	2.2	1.45	5.63	7.03
AYxB2	12	10.5	3.68	3.65	1.11	1.21	10.81	8.67
AYxB3	15	15.1	3.42	3.45	1.8	1.37	8.33	11.02
AYxB4	9.7	8.9	3.17	3.33	2.2	1.86	4.4	4.78
AYxB5	16.6	14.3	3.31	3.35	1.72	2.12	9.65	6.74
AYxB6	8.0	-	3.21	-	1.37	-	5.83	-
AYxB7	8.8	10	3.13	3.25	1.44	1.71	6.11	5.84
AYxB8	9.1	9.1	3.64	3.6	1.66	1.96	5.48	4.64
AYxB10	9.3	10.5	3.55	3.54	2.55	1.41	3.64	7.44
AYxB11	9.06	9.4	3.43	3.45	2.21	1.44	4.07	6.52
AYxB12	8.4	9.2	3.5	3.52	1.85	1.68	4.54	5.47
AYxB13	14.1	-	3.54	-	3.25	-	4.35	-
AYxB14	11.5	-	3.25	-	1.43	-	8.04	-
AYxB15	8.9	11.5	3.51	3.41	2.3	1.52	3.86	7.56
AYxB16	10	-	3.48	-	2.87	-	3.48	-
AYxB17	10	10.1	3.42	3.4	2.88	2.1	3.47	4.8
AYxB18	10.7	-	3.38	-	2.87	-	3.72	-
AYxB19	12	-	3.15	-	2.31	-	5.19	-
AY	10.9	11	3.29	3.38	2.05	1.94	5.31	5.67
B	12.6	13.1	3.14	3.28	1.78	1.67	7.07	7.84
<i>Minimum</i>	8.00	8.90	3.13	3.25	1.11	1.21	3.47	4.64
<i>Maksimum</i>	16.60	15.10	3.68	3.65	3.25	2.12	10.81	11.02
<i>Ortalama</i>	11.08	11.06	3.38	3.44	2.10	1.67	5.78	6.86
<i>VK (%)</i>	22.31	18.61	4.93	3.32	28.87	18.23	39.62	27.62

Renk özellikleri

AYxB kombinasyonunda, 2017 ve 2018 yıllarında, en yüksek 'L' değeri (L değerleri yükseldikçe meyve parlaklığının arttığını ifade etmektedir) sırasıyla 64.01 ve 64.14 ile AY × B8'de saptanmıştır. Meyve kabuk renginin a* değeri yeşilden kırmızıya renk değişimini (negatif değerler rengin yeşil ve pozitif değerler rengin kırmızılığını göstermektedir) ifade etmekte olup, her iki yılda da a* değeri AY × B10'da en yüksek olarak (sırasıyla, 17.14 ve 17.12) ölçülmüştür. Meyve kabuk rengi b* değeri, sarıdan (pozitif değerler) maviye (negatif değerler) renk değişimini ifade etmektedir. 2017 ve 2018 yıllarında en yüksek b* değeri (sarı rengi göstermektedir) 48.36 ile AYxB7 melezinde saptanmıştır. Chroma (C) değeri ne kadar düşük ise renk o kadar yoğun anlamına gelmektedir. Bu bakımdan, 2017 ve 2018 yılında sırasıyla en düşük C değeri 37.15 ve 37.55 ile AYxB5 melezinde tespit edilmiştir. En düşük h^o değeri 2017 ve 2018 yıllarında 69.34 ile AYxB10'da belirlenmiştir. Bu kombinasyonda varyasyon katsayısı a* değerinde (sırasıyla, %72.88 ve %71.91) en yüksek olarak saptanmıştır. Renk verilerine ait sonuçlar değerlendirildiğinde mezelere ait renk

değerlerinin genel olarak ebeveynlerin renk değerleri arasında dağılım gösterdiğini ve melezlerin %80'inin belirgin bir kırmızı yanak oluşturmadığı belirlenmiştir. Bunun, özellikle ana çeşit olan 'Alata Yıldızı'nın belirgin bir kırmızı renge sahip olmamasından da kaynaklandığı ifade edilebilir. Bu sonuç, Couranjou (1991) tarafından kayısı melezlerindeki kabuk üst renginin ebeveynlerin veri aralığında dağılım gösterdiğini (intermeditler kalıtım) belirten bulgularla benzerlik göstermiştir. Bu bulgularla uyumlu olarak Bassi & Audergon (2006), ebeveynlerden birinin kırmızı kabuk rengi bakımından zayıf bir renge sahip olması durumunda, kayısı melezlerinde de iyi bir kabuk rengi oluşmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Cross et al. (2018), kayısı melezlerinde renk oluşumunda kullanılan ebeveyn kombinasyonuna göre renk dağılımında önemli farklılıklar olduğunu ve renk oluşumunun çok gen tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Karaat & Serçe (2020), kayısı melezlerinin renk özelliği bakımından farklılık gösterdiğini ve bu özelliğin yıllara göre değiştiği (Salazar, 2013) ifade edilmiştir.

Çizelge 6. AYxB melezlerinde meyve kabuk renk değerleri

Table 6. Fruit skin color values in AYxB hybrids

Genotipler	L		a*		b*		C		h°	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
AYxB1	58.68	58.99	2.83	3.00	41.75	41.77	41.84	41.88	86.12	85.89
AYxB2	54.19	51.14	2.87	5.32	40.29	38.77	40.39	39.13	85.93	82.19
AYxB3	50.3	50	7.26	6.65	36.69	37.23	37.4	37.82	78.81	79.87
AYxB4	59.54	55.21	1.89	4.95	39.71	41.51	39.75	41.8	87.28	83.2
AYxB5	53.06	45.79	4.32	6.8	36.9	37.13	37.15	37.55	83.32	80.1
AYxB6	56.92	-	4.91	-	45.09	-	45.36	-	83.78	-
AYxB7	61.98	61.98	2.53	2.50	48.36	48.36	48.43	48.4	87.00	87.00
AYxB8	64.01	64.14	3.54	3.50	41.58	41.82	41.73	41.97	85.13	85.22
AYxB10	49.80	49.8	17.14	17.12	45.47	45.47	48.59	48.59	69.34	69.34
AYxB11	56.67	56.26	2.96	2.73	44.81	44.35	44.9	44.43	86.22	86.47
AYxB12	51.44	50.7	13.61	5.63	47.94	40.83	49.83	41.22	74.15	82.16
AYxB13	51.37	-	6.20	-	46.97	-	47.37	-	82.48	-
AYxB14	57.86	-	5.87	-	41.41	-	41.83	-	81.93	-
AYxB15	56.80	55.74	4.04	4.01	43.41	42.56	43.6	42.75	84.68	84.62
AYxB16	60.55	-	5.76	-	51.25	-	51.57	-	83.59	-
AYxB17	59.18	58.69	3.70	3.65	43.28	43.69	43.44	43.84	85.12	85.22
AYxB18	52.22	-	5.29	-	42.18	-	42.51	-	82.86	-
AYxB19	60.42	-	2.85	-	47.1	-	47.19	-	86.53	-
AY	61.33	61.28	1.23	1.50	43.8	42.97	43.82	43	88.39	88.00
B	55.60	54.38	7.20	7.00	41.53	41.38	42.15	41.97	80.16	80.4
Minimum	49.80	45.79	1.89	2.50	36.69	37.23	37.15	37.82	69.34	69.34
Maksimum	64.01	64.14	17.14	17.14	51.25	48.36	51.57	48.59	88.39	87.00
Ortalama	56.62	55.25	5.65	5.81	43.52	42.20	43.98	42.67	82.75	82.31
VK (%)	7.60	10.04	72.88	71.91	9.45	8.60	11.17	9.18	5.64	6.86

SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan 'Alata Yıldızı'x'Bebeco' melezlerinin fenolojik, bitkisel ve meyve kalite özellikleri bakımından büyük bir varyasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ebeveynler Haziran ayının ilk haftasında olgunlaşmasına rağmen, AYxB5 ve AYxB11 melezlerinin 10 Mayıs'tan önce hasat edilmeleri ile çok erkenci oldukları tespit edilmiştir. 20-25 Mayıs'da olgunlaşan AYxB3 melezi yüksek SÇKM içeriği (%15.1) ile ümitvar olarak görülmektedir. Ayrıca, bu melez kombinasyonundan sadece AYxB10 melezinin kırmızı yanak yaptığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, ümitvar bulunan özellikle AYxB5, AYxB11 ve AYxB3 melezlerinin aşılansarak normal bakım koşullarında yetiştirilmesi ile özellikle meyve verim ve kalite özellikleri daha net olarak ortaya çıkarılacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, genotiplerin çeşit ve adaptasyon parseline alınarak 4-5 yıl tekrarlı gözlem ve analizlere devam edilmesi oldukça önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

TAGEM/BBAD/17/A08/P01/01 nolu ve 'Bazı Yerli ve Yabancı Kayısı Çeşitlerinde Melezleme Islahı Üzerine Araştırmalar' başlıklı projesi kapsamında vermiş oldukları destek için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne ve Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkürlerimizi sunuyoruz.

KAYNAKLAR

- Abbott, A.G., T. Zebentenvayeva, L. Georgi, L. Garay, R. Horn, S. Jung, D. Main, J.D. Lalli, V. Decroocq, M.L. Badenes, W.V. Baird & G.L. Reighard, 2006. The Rosaceae genome database: A tool for improving apricot genetics and culture. *Acta Horticulturae*, 717: 201-206. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.717.42>
- Acarsoy Bilgin, N., Y. Evrenesođlu, K.U. Yılmaz, T. Yiğit, R. Kokargöl, K. Gökalp, A. Türkođlu, Ö. Boztepe, E. Kaçar, E. Bilen & A. Mısırlı, 2016. Melez kayısı populasyonunun meyve kalite özellikleri ile ilgili genel değerlendirme. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 53(1): 25-34.
- Asma, B.M., 2012a. Breeding program for plum pox virus resistance in Turkey: Preliminary results. *Acta Horticulturae*, 966: 285-290. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.966.45>
- Asma, B.M., 2012b. A New Early-ripening Apricot, 'Dilbay'. *HortScience*, 47 (9): 1367-1368. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.9.1367>
- Asma, B.M., A. Mısırlı, N. Acarsoy Bilgin & M.Yanar, 2017. Apricot culture and breeding studies in Turkey. *Chronica Horticulturae*, 56: 15-21.
- Asma, B.M., Z.T. Murathan, T. Kan, E.F. Karaat, O. Birhanlı & A. Erdoğan, 2018. Eylül. A new late ripening apricot cultivar for fresh market. *HortScience*, 53(6): 902-903. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13038-18>
- Audergon, J.M., G. Clauzel, A. Blanc, G. Roch, P. Lambert, D. Ruiz, J.A. Campoy, J.A. Salazar, P. Martínez-Gómez, J. Egea, S. Bureau, B. Gouble, M. Bogé, P. Reling, C.M.G.C. Renard, L. Dondini & S. Tartarini, 2012. Inheritance of phenological traits in apricot progenies. *Acta Horticulturae*, 966: 27-35. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.966.3>
- Ayanoglu, H. & N. Kaska, 1995. Preliminary results of local apricot adaptation studies in the Mediterranean region of Turkey. *Acta Horticulturae*, 384: 117-122. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.384.14>
- Bassi, D., & J.M. Audergon, 2006. Apricot breeding: Update and perspectives. *Acta Horticulturae*, 701: 279-294. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.701.43>
- Bassi, D., & P. Negri, 1991. Ripening date and fruit traits in apricot progenies. *Acta Horticulturae*, 291: 133-140. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.293.12>
- Bircan, M., H. Pınar, C. Yılmaz, S. Paydaş Kargı, N. Kaşka & A. Yıldız, 2010. The apricot breeding programme among some Turkish and foreign cultivars. *Acta Horticulturae*, 862: 103-108. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.862.15>
- Caliskan, O., S. Bayazit & A. Sumbul, 2012. Fruit quality and phytochemical attributes of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars as affected by genotypes and seasons. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2): 284-294. <https://doi.org/10.15835/nbha4028044>
- Caliskan, O., K. Gunduz, S. Bayazit, & D. Kilic, 2019. Preliminary results of Mogador apricot cultivar under protected cultivation, 225-230. Third International Mediterranean Congress on Natural Sciences, Health Sciences and Engineering, Book of Proceedings Podgorica, Montenegro, 318 pp.
- Couranjou, J., 1991. Main genetic results from a study of an apricot semi-diallel. *Acta Horticulturae*, 293: 73-85. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.293.8>
- Cross, J.M., F.E. Karaat, F. İnceoğlu, Z.T. Murathan & B.M. Asma, 2018. New late ripening apricot genotypes from a multipurpose apricot breeding programme in Turkey. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 54: 34-38. <https://doi.org/10.17221/159/2016-CJGPB>
- Çalışkan, O., D. Kılıç, & S. Bayazit, 2021a. 'Mikado' ve 'Mogador' kayısı çeşitlerinde Bud Feed uygulamasının meyve tutumu, verim ve meyve kalitesine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2): 345-354. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.907725>

- Çalışkan, O., D. Kılıç, & Ö. Taş, 2021b. 'Madison' kayısı çeşidinde bud feed ve kalsiyum nitrat uygulamalarının erkencilik, meyve verim ve kalitesine etkileri,190-199.. IV. International Agriculture Congress, 16-17 December, Bolu, Türkiye, 326s.
- Egea, J., M. Rubio, J.A. Campoy, F. Dicenta, E. Ortega, M.D. Nortes, P. Martinez-Gomez, A. Molina, J.R. Molina & D. Ruiz, 2010. 'Mirlo Blanco', 'Mirlo Anaranjado', and 'Mirlo Rojo': Three New Very Early-season Apricots for the Fresh Market. *HortScience*, 45(2): 1893-1894. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.12.1893>
- Ercisli, S., 2009. Apricot culture in Turkey. *Scientific Research and Essays*, 4(8): 715-719.
- Gatti, E., B.G. Defilippi, S. Predieri & R. Infante, 2009. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) quality and breeding perspectives. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3): 573-580. <https://doi.org/10.1234/4.2009.2674>
- Gorina, V. & A. Richter, 2018. Specific features of the inheritance of some traits in apricot. *Acta Horticulturae*, 1208: 183-190. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1208.24>
- Gülcan, R., A. Mısırlı & T. Demir, 1999. A research on resistance of Hacıhaliloğlu apricot variety against *Monilinia (Sclerotinia laxa Aderh et Ruhl)* through cross pollination. *Acta Horticulturae*, 488: 675-678. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.488.110>
- Gülcan, R., A. Mısırlı, H. Sağlam, H.A. Ölmez & T. Demir, 2006. New promising apricot hybrids in Turkey. *Acta Horticulturae*, 701: 385-388. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.701.64>
- İmrak, B., A. Küden, A. Sarıeroğulları & A.B. Küden, 2009. Subtropik koşullarda örtüaltı elma yetiştiriciliği. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1): 187-193.
- Kader, A.A., 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae*, 485: 203-208. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.485.27>
- Karaat, F.E. & S. Serçe, 2020. Heritability estimates and the variation of pomological traits, total phenolic compounds, and antioxidant capacity in two apricot progenies. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 44(1): 54-61. <https://doi.org/10.3906/tar-1811-66>
- Karayiannis, I., 2010. Inheritance of sweet kernel taste in apricot. *Acta Horticulturae*, 862: 73-76. [10.17660/ActaHortic.2010.862.9](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.862.9)
- Krska, B., J. Pramuková, & M. Vachůn, 2009. Inheritance of some pomological traits in Minaretx Betinka apricot progeny. *Horticultural Science (Prague)*, 36: 85-91. <https://doi.org/10.17221/32/2008-HORTSCI>
- Negri, P., D. Bassi, E. Magnanini, M. Rizzo & F. Bartolozzi, 2008. Bitterness inheritance in apricot (*P. armeniaca* L.) seeds. *Tree Genetics & Genomes*, 4: 767. <https://doi.org/10.1007/s11295-008-0149-x>
- Nesheva, M., 2020. Inheritance of apricot growth habit in breeding materials. *Acta Horticulturae*, 1290: 221-224. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1290.39>
- OECD, 2010. International Standards for Fruit and Vegetables: Apricots. Organisation for Economic co-Operation and Development (OECD), pp. 1-57.
- Paydaş Kargı, S., E. Kafkas & R. Dikkaya, 2015. Kayısı yetiştiriciliği. *Çağlar Ofset*, 33s.
- Reich, M., C. Renard, G. Clauzel, R. Brand & S. Semon, 2009. Evolution of apricot fruit quality attributes in the new released cultivars. *Acta Horticulturae*, 814: 571-576. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.814.97>
- Ruiz, D., A. Molina, M.D. Nortes, A. Molina, E. Ortega, P. Martínez-Gómez, F. Dicenta, M. Rubio & J. Egea, 2018. New apricot selections from the CEBAS-CSIC breeding program (Murcia, Spain) that broaden fruit ripening time. *Acta Horticulturae*, 1214: 217-220. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1214.38>
- Ruiz, D., J.A. Salazar, M.D. Nortes, P. Martínez-Gómez, J. Egea, J.M. Audergon, G. Clauzel, A. Blanc, P. Lambert, S. Bureau, B. Gouble, M. Reich, P. Reling, C.M.G.C. Renard, L. Dondini & S. Tartarini, 2012. Inheritance of fruit quality traits in apricot progenies. *Acta Horticulturae*, 966: 93-99. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.966.14>
- Ruiz, D., P. Martinez-Gomez, M. Rubio, C. Petri, A. Larios, J.A. Campoy & J. Egea, 2011. Application of biotechnology tools to apricot breeding. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5: 107-117.
- Salazar, J.A., D. Ruiz, J. Egea & P. Martínez-Gómez, 2013. Transmission of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) and analysis of linked quantitative trait loci (QTLs) using simple sequence repeat (SSR) markers. *Plant Molecular Biology Reporter*, 31: 1506-1517. <https://doi.org/10.1007/s11105-013-0625-9>
- SAS, 2005. SAS online doc, version 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC, USA.

- Sychoy, A., 1998. Genetic control and promising sources of some agronomic characters in apricot breeding. *Acta Horticulturae*, 484: 267-271. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.484.47>
- Şahin, M., S. Paydaş, H. Ölmez, M.N. Demirtaş, M. Altındağ & S. Atay, 2004. Melezleme ıslahıyla geç çiçeklenen ve soğuğa dayanıklı kayısı çeşitlerinin elde edilmesi. TAGEM Projesi Sonuç Raporu, Malatya.
- Tricon, D., H. Bourguiba, D. Ruiz, S. Bureau, B. Gouble, M. Grotte, A. Blanc, J.M. Audergon, M. Reich, C. Renard, G. Clauzel, R. Brand & S. Semon, 2009. Evolution of apricot fruit quality attributes in the new released cultivars. *Acta Horticulturae*, 814:571-576. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.814.97>
- UPOV, 2007. Apricot. International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV), Geneva. (Web sayfası: https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/tc/43/tg_70_04_rev_proj_2.pdf) (Erişim tarihi: Mayıs 2016)
- Viti, R., S. Bartolini & G.C. Zanol, 2010. Inheritance of chilling requirement in progenies of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Acta Horticulturae*, 872: 151-158. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.872.18>
- Yaman, M. & A. Uzun, A. 2020. Evaluation of superior hybrid individuals with intra and interspecific hybridization breeding in apricot. *International Journal of Fruit Science*, 20: S2045-S2055. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1852151>
- Yıldız, A. & N. Kaşka, 1995. Sofralık kayısı ıslah çalışmalarından elde edilen umutlu tiplerin bazı kalite özellikleri, 125-129. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (3-6 Ekim 1995, Adana) Bildirileri, Cilt: 1, 482s.
- Zhebentyayeva, T., C. Ledbetter, L. Burgos & G. Llácer, 2012 Apricot, 415-458. In: *Fruit Breeding*. (eds. M.L. Badenes & D.H. Byrne), New York, USA, 662 pp.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4): 697-707
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1117366>

Hakan ALTUNLU^{1*}

Gökçe AYDÖNER ÇOBAN²

Ayşe GÜL³

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Ortaca Meslek Yüksekokulu, Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Bölümü, 48600, Ortaca, Muğla, Türkiye

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100, Merkez, Yozgat, Türkiye

³ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar (Corresponding author):
haltunlu@gmail.com

Anahtar sözcükler: Domates, kuraklık stresi, PEG 6000, su kültürü, tohum çimlendirme testi

Keywords: Tomato, drought stress, PEG 6000, water culture, seed germination

Domates genotiplerinin kuraklık stresine tolerans açısından tohum çimlendirme ve vegetatif gelişme aşamalarında hızlı taranmasına uygun testlerin optimizasyonu

Optimization of suitable tests for rapid screening of tomato genotypes for drought stress tolerance at seed germination and vegetative development stages

Received (Alınış): 16.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 06.10.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, domates genetik kaynaklarının kuraklık stresine karşı hızlı taranması için PEG-6000'in neden olduğu kuraklık stresinin uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, kurağa toleransı yüksek (M28) ve düşük (Alyans) olduğu bilinen iki çeşit test edilmiştir. Çimlendirme testinde iki farklı PEG konsantrasyonu (%4 ve %6) denenmiştir. Fide aşamasındaki test su kültürü tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Denemede (1) kökleri yetiştirme ortamından temizlenmiş çıplak köklü veya (2) kökleri yetiştirme ortamından temizlenmemiş fideler kullanılmıştır. Su kültürüne alınan fidelere 7 gün sonra kuraklık stresi ($\Psi_s = -1.0$ MPa) kademeli olarak (-0.25, -0.5 -0.75 ve -1.0 MPa) her 48 saatte bir artırılarak uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları: Tohum çimlenme testinde, vigor indeksinde kuraklık stresi altında kontrole kıyasla meydana gelen azalma, M28 çeşidinde daha az olmuştur. Su kültüründe, kökleri yetiştirme ortamından temizlenmemiş fideler kullanılması durumunda stres belirtileri beklenen sürede ortaya çıkmamıştır. Kuraklık stresi altında bitki gelişimi, klorofil a ve b, karotenoid içeriği ve yaprak oransal nem içeriğinde meydana gelen azalış ile prolin içeriğinde meydana gelen artış M28 çeşidinde daha düşük olmuştur.

Sonuç: Domates genetik kaynaklarının kuraklık stresine tolerans açısından taranmasında; tohum çimlendirme aşamasında %4'lük PEG-6000, vegetatif gelişme aşamasında durgun su kültüründe PEG-6000 ile $\Psi_s = -1.0$ MPa osmotik stres yaratılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to determine the suitability of drought stress induced by PEG-6000 for rapid screening of tomato genetic resources against drought stress.

Material and Methods: Two cultivars; M28 F₁ and Alyans F₁ known as tolerant and sensitive, respectively; were tested. In seed germination test, two different PEG concentrations (4% and 6%) were compared with the control. The seedling stage test was performed in water culture. In this experiment, (1) bare rooted seedlings of which rooting medium were removed and (2) seedlings with rooting medium were used. Drought dose was $\Psi_s = -1.0$ MPa (full dose) and gradually increased (-0.25, -0.50, -0.75 and -1.0 MPa) every 48 hours from 7 days after planting.

Results: In seed germination test, the decrease in vigor index under drought stress was lower in M28 variety. In water culture, stress symptoms appeared slowly if the seedlings with rooting medium were used. The decrease in plant growth characteristics, and chlorophyll, carotenoid and relative water content and increase in proline content under stress were lower in M28

Conclusion: It was concluded that the seed germination test by 4% PEG-6000 and water culture in which the drought stress was created by PEG-6000 ($\Psi_s = -1.0$ MPa) can be used to screen tomato genetic materials for drought stress tolerance.

GİRİŞ

Son yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak mevsimlerin kayması, sıcaklık artışı, CO₂ konsantrasyonunun artması, sıcak hava dalgaları, kuraklık, sel baskını, su varlığı ve kalitesinin azalması bitkisel üretimde etkili olmakta, özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklık baskısı artmaktadır (George et al., 2015; Sahin et al., 2016; Conti et al., 2019). Küresel iklim değişikliğinin anlaşılmasına yönelik modelleme çalışmaları, 2100 yılına kadar yerküre sıcaklığının ortalama 1-3.5 °C artacağını ve buna bağlı olarak bölgesel aşırı yüksek sıcaklıklar, taşkınlar ve tüm dünya genelinde yaygın ve şiddetli kuraklık olayları gerçekleşeceğine işaret etmektedir (Öztürk, 2015). Bu nedenle, son yıllarda kuraklık stresi tarımda öncelikli araştırma konuları arasında yer almakta; kuraklık stresine tolerant çeşitlerin ıslah edilmesi amacıyla genetik kaynaklar taranmaktadır.

Kuraklık stresi çalışmalarında bitkiler (1) toprakta / substratta, (2) su kültüründe veya (3) agar ortamında yetiştirilmektedir. Toprakta / substratta yetiştirilen bitkilerde kuraklık stresi çalışmalarında, bitki kök bölgesinde su potansiyelini kontrol etmek zor olmaktadır. Bu nedenle su kültürüne dayalı kuraklık stresi ön plana çıkmaktadır. Su kültüründe kuraklık stresi çalışmalarında, biyolojik olarak inert, büyük molekül ağırlığa sahip polimerik ozmolitlerin kullanımı avantajlıdır. Bu nedenle; kuraklık stresi çalışmalarında moleküler ağırlığı 6000 veya daha fazla olan polietilen glikol (PEG) kullanılmaktadır. Agar ortamında yapılan çalışmalarda da kuraklık stresi PEG ile oluşturulmaktadır (Osmolovska et al., 2018). PEG kaynaklı kuraklık, çok sayıda genotipin kuraklık stresine tolerans açısından taranmasına uygun ucuz, kolay ve hızlı bir yöntemdir (Kulkarni ve Deshpande, 2007; Esan et al., 2018; Carvalho et al., 2019).

Solanaceae familyasının üyesi olan domates (*Solanum lycopersicum* L.) tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Wang et al., 2019). Dünya domates üretiminde Çin, Hindistan ve Amerika'dan sonra Türkiye 4. sırada yer almaktadır (TUIK, 2022) Gerek tarla gerekse serada en fazla üretilen sebze türü olan domates bitkisinin su ihtiyacı fazladır. Kuraklık stresi, domates yetiştiriciliğinde, verim ve meyve kalitesinin azalmasına neden olmakta, üretimi sınırlamaktadır. Bu nedenler ile bu çalışmada PEG-6000 ile oluşturulan kuraklık stresinin tohum çimlendirme ve vegetatif gelişme aşamalarında domates gen kaynaklarının kuraklık stresine tolerans bakımından hızlı bir şekilde taranmasına uygunluğu kuraklık stresine toleransları bilinen 2 çeşitte (Altunlu, 2011) test edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ortaca Meslek Yüksekokulu'nda yürütülmüştür. Kuraklık stresine tepkileri bilinen iki domates çeşidi (tolerant M28 F₁ ve duyarlı Alyans F₁) (Altunlu, 2011) test edilmiş ve kuraklık stresi uygulamak amacıyla kimyasal formülü HO(C₂H₄O)_nH olan polietilen glikol 6000 (PEG 6000) kullanılmıştır.

Tohum çimlendirme testi

Deneme 24 Temmuz-6 Ağustos 2018 tarihleri arasında yürütülmüştür. Kuraklık stresi PEG 6000 ile yaratılmış, uygun PEG konsantrasyonunu belirlemek üzere iki farklı konsantrasyon (%4 ve %6) denenmiştir (Kulkarni ve Deshpande, 2007; George et al., 2015). Çimlendirme testi Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) kurallarına göre 40x40 ebadındaki kurutma kağıtları kullanılarak, 4 tekrarlı ve her uygulamada 25 tohum/tekrar (toplamda 100 tohum/uygulama) kullanılarak yapılmıştır (ISTA, 1993). Kontrol uygulamasında kurutma kağıdını nemlendirmek için saf su, kuraklık uygulamalarında ise % 4 veya %6 PEG-6000 çözeltisi kullanılmıştır. Kurutma kağıtları küvetin içerisindeki çözeltiliye (saf su veya PEG dolu) batırılmış ve tüm yüzeyi nemlendirilmiştir. Nemli kağıtlar düz zemine konularak üzerine tohumlar yerleştirilmiş ve ikiye katlanmıştır. Daha sonra rulo şeklinde sarılarak açık kısmı üst tarafa gelecek şekilde 6.5 litre hacimli kaplara (21.5 x 18.5 x 20.5 cm) dik pozisyonda yerleştirilmiştir. Kapların dibinde 2-3 mm PEG çözeltisi veya saf su olacak şekilde ayarlanarak kapakları kapatılmış ve kapların üzeri streç film ile kaplanmıştır. Kaplar 25 °C'ye ayarlı bitki büyüme dolabına yerleştirilmiştir. 14. günde

bitki büyüme dolabından çıkarılarak filtre kağıdı ruloları dikkatli bir şekilde açılarak çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunluğu kaydedilmiştir. Bu verilerden Vigor indeksi; “ (kök uzunluğu + sürgün uzunluğu) x çimlenme yüzdesi” formülüne göre hesaplanmıştır.

Kuraklık stresinin çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunluğu ile vigor indeksine etkisini belirlemek üzere, her çeşitte stres ve kontrol uygulamalarına ait ortalama değerler (M_{stres} ve M_{kontrol}) dikkate alınarak stres tolerans indeksi “STI (%)= $[(M_{\text{stres}})/M_{\text{kontrol}}] \times 100$ ” hesaplanmıştır (Guellim et al., 2019).

Su kültürü

Fideler 1.7 litre hacme sahip, eni 14 cm ve boyu 20 cm olan plastik kaplarda 6 adet fide olacak şekilde, ½ yoğunlukta Hoagland çözeltisinde (pH: 6.5, EC: 1.2 mS/cm) yetiştirilmiştir. Çözeltinin element içeriği şöyledir (mg/L): N 105, P 15.5, K 117, Ca 80, Mg 24, Fe 1.25, Mn 0.25, B 0.25, Cu 0.01, Zn 0.025 ve Mo 0.005 (Gül, 2019). Besin çözeltisi akvaryum pompaları ile havalandırılmış ve seviyesi kuraklık stresi uygulaması öncesinde 2 günde bir kontrol edilerek çözelti ilavesiyle orijinal seviyeye (1 litre) getirilmiştir. Fideler 20.07.2018 tarihinde su kültürüne alınmış ve kuraklık stresine 26.07.2018 tarihinde (4-5 gerçek yapraklı aşamaya ulaşınca) başlanmıştır. Bu denemede (1) kökleri yetiştirme ortamından temizlenmiş çıplak köklü ve (2) kökleri yetiştirme ortamından temizlenmemiş fideler su kültürüne aktarılmıştır (Şekil 1). Kökleri yetiştirme ortamından temizlenmemiş fidelerin denemeye alınmasının nedeni, denemenin hızlı bir şekilde kurulabilmesine olanak tanınmasıdır.



Şekil 1. Su kültüründe çıplak köklü (solda 2 resim) ve kökleri yetiştirme ortamından temizlenmemiş fideler (sağda 3 resim).

Figure 1. Bare rooted seedlings (2 images left) and seedlings with rooting medium (3 images right) in water culture.

Çıplak köklü fidelerin kullanılması durumunda, kabın kapak kısmında 2 cm çapında delikler açılmıştır. Kökleri torftan arındırılan domates fideleri bu açıklıklara küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmişlerdir. Yetiştirme ortamı temizlenmemiş fideler kullanıldığında ise, strafor fide viyolleri yetiştirme kaplarına uygun olacak şekilde kesilmiştir. Viyollerin üzerine, 6 adet fide torfu ile birlikte yerleştirilmiş ve viyollerin plastik kapların içindeki çözelti üzerinde yüzmesi sağlanmıştır.

Kuraklık stresi Altunlu (2011)'ya göre gerçekleştirilmiştir. Ozmotik potansiyel PEG 6000 kullanılarak $\Psi_s = -1.0$ MPa'ya ayarlanmıştır. Bu amaçla saf suya ilave edilecek PEG 6000 miktarı (g/L) Michel ve Kaufmann (1973)'a göre belirlenmiştir. Su kültürüne alınan fideler 7 gün kontrol uygulamasında tutulduktan sonra kuraklık stresine kademeli olarak (-0.25, -0.5, -0.75 ve -1.0 MPa) her 48 saatte bir artırılarak ulaşılmıştır.

Ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi, kuraklık dozu $\Psi_s = -1.0$ MPa uygulandıktan 48 saat sonra yapılmıştır. Alınan örneklerde klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarları, yaprak oransal su kapsamı, prolin miktarı ve bitki gelişim özellikleri (yaprak sayısı, kök ve gövde uzunluğu, kök ve yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları) belirlenmiştir. Klorofil, karotenoid ve prolin içeriği için örnek alınarak -22 °C'de saklanmıştır.

Stres tolerans indeksi: Kuraklık stresinin bitki gelişim özelliklerine (yaprak sayısı, kök ve gövde uzunluğu, kök ve yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları) etkisini belirlemek üzere, her çeşitte stres ve kontrol uygulamalarına ait ortalama değerler (M_{stres} ve M_{kontrol}) dikkate alınarak stres tolerans indeksi "STI (%)" = $[(M_{\text{stres}})/M_{\text{kontrol}}] \times 100$ hesaplanmıştır (Guellim et al., 2019).

Yaprak oransal su içeriği: Her deneysel üniteye ait 3 adet bitkinin yapraklarından disk şeklinde alınan yaprak kesitlerinin yaş ağırlıkları (YA), düşük ışık altında 4 saat saf su içerisinde bekletilip kabaca kurutulduktan sonra turgorlu ağırlıkları (TA) ve 70 °C ayarlı etüvde 24 saat bekletilerek kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir. "Yaprak oransal su içeriği (%) = $[(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$ " formülüne göre hesaplanmıştır (Yamasaki & Dillenburg, 1999).

Yaprak klorofil ve karotenoid içeriği (mg/kg yaş ağırlık): Her deneysel üniteye ait 3 adet bitkinin yapraklarından 0.25 g örnek alınmış, spatül ucuyla CaCO_3 ilave edilip 15 ml % 85'lik aseton ile homojenize edilmiştir. Karışım asetonla 20 ml'ye tamamlanmış ve 5 dk santrifüj edilmiştir. Örnekten üst fazdan 4 ml çekilip, üzerine 12 ml aseton ilave edilmiş, spektrofotometrede 645 ve 663 nm dalga boyunda okunmuştur. Karotenoid tayini için 450 nm okuma yapılmıştır. Elde edilen değerler aşağıdaki formüllere göre mg/kg olarak hesaplanmıştır (Strain & Svec, 1966).

$$\text{Klorofil a (mg/kg)} = [11.64. (A663) - 2.16 (A645)] \times 1000$$

$$\text{Klorofil b (mg/kg)} = [20.97 (A645) - 3.94 (A663)] \times 1000$$

$$\text{Karotenoid (mg/kg)} = [1000 (A470) - 2.27 (Chl a) - 81.4 (Chl b)] / 227 \times 1000$$

Yaprak prolin içeriği ($\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık): 0.5 g yaş bitki örneği alınmış ve % 3'lük sülfosalisilik asit ile parçalanarak filtre edilmiştir. Filtre edilen örnekten 2 ml alınıp üzerine 2 ml asetik asit ve 2 ml ninhidrinreagent konmuştur. Ninhidrinreagent; ninhidrin, asetik asit ve ortofosforik asit kullanılarak hazırlanmıştır. Daha sonra tüplere konulan örnekler 1 saat 100°C'de su banyosunda tutulmuş, reaksiyon buzda sonlandırılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine 4 ml toluen eklenerek vortekslenmiş ve 520 nm'de spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Prolin standartları ile hesaplama yapılarak yaprak prolin içeriği belirlenmiştir (Bates et al., 1973).

Verilerin değerlendirilmesi

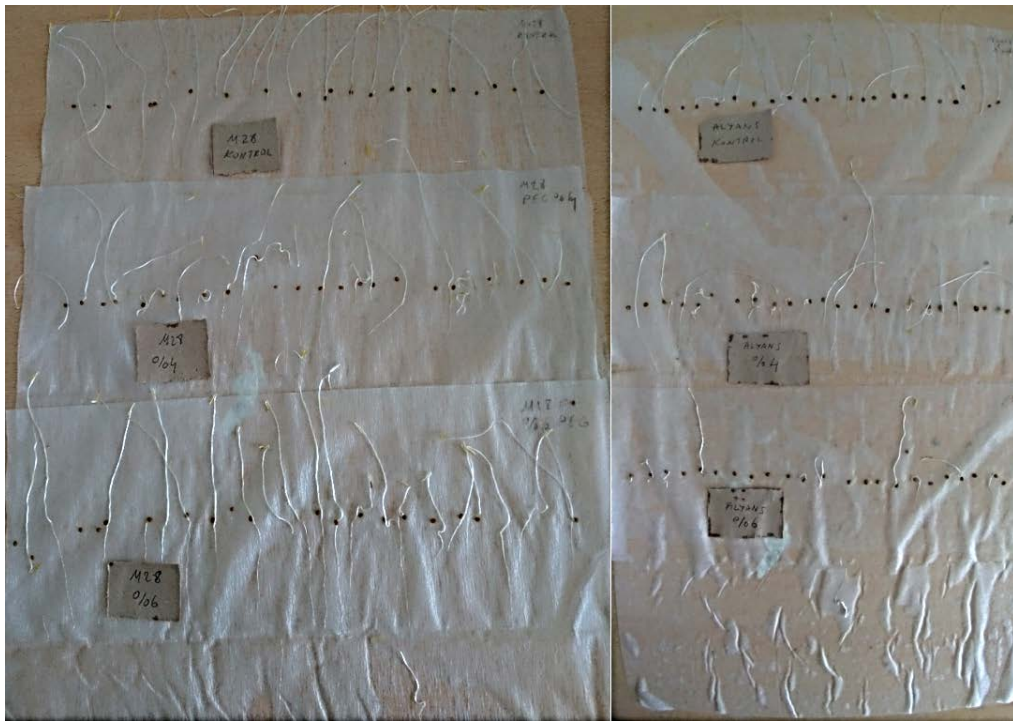
Stres tolerans indeksi ve % değişim oranları ile ilgili verilere varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tohum çimlendirme testi

Tohum çimlendirme aşamasında, PEG-6000 ile oluşturulan kuraklık stresine M28 ve Alyans domates çeşitlerinin tepkileri farklı olmuştur (Şekil 2). Kontrole kıyasla %4 ve %6 PEG-6000 uygulamalarında çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu her iki çeşitte de azalmış olmakla birlikte Alyans çeşidinde azalış oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Vigor indeksinde kuraklık stresi altında %4 ve %6 PEG-6000 uygulamalarında kontrole kıyasla meydana gelen azalma, M28 çeşidinde %35 ve %40; Alyans çeşidinde %56 ve %59 olmuştur. STI değerleri üzerine çeşit faktörünün etkisi önemli bulunmuştur. STI değerlerinin M28 çeşidinde Alyans çeşidine kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Elde edilen sonuçlar, kuraklık stresinin PEG-6000 ile oluşturulduğu tohum çimlendirme testinin kurağa toleransı farklı olan domates çeşitlerini ayırt etmede kullanılabileceğini göstermiştir. Önceki çalışmalarda da (Kulkarni & Deshpande, 2007; Aazami et al., 2010; George et al., 2013; Ghebremariam et al., 2013; Basha et al., 2015; Jokanović & Zdravković, 2015; George et al., 2015; Shamim et al., 2016) domates genotiplerinin kuraklık stresine toleransının belirlenmesinde *in vitro* taramanın uygun olduğu rapor edilmektedir.



Şekil 2. Tohum çimlendirme aşamasında PEG-6000 ile yaratılan kuraklık stresine M28 (solda) ve Alyans (sağda) çeşitlerinin tepkileri: Kontrol (üstte), %4 PEG-6000 (ortada), %6 PEG-6000 (altta).

Figure 2. The responses of M28 (left) and Alyans (right) tomato cultivars to drought stress induced by PEG-6000 at seed germination stage: Control (above), %4 PEG-6000 (in the middle) and %6 PEG-6000 (below)

Çizelge 1. Alyans ve M28 domates çeşitlerinde, PEG-6000 ile yaratılan kuraklık stresi koşullarında tohum çimlendirme testi sonuçları

Table 1. Seed germination test results in Alyans and M28 tomato cultivars under drought stress conditions induced by PEG-6000

		Alyans			M28		
		Kontrol	PEG %4	PEG %6	Kontrol	PEG %4	PEG %6
Çimlenme	%	77	49	47	87	71	68
	STI (%)		63.6	61.0		81.6	78.2
	Ortalama STI **			62.3 b			79.9 a
Kök uzunluğu	cm	6.6	4.1	4.0	6.3	4.8	4.6
	STI (%)		62.3	60.4		75.2	72.5
	Ortalama STI **			61.4 b			73.9 a
Sürgün uzunluğu	cm	9.6	7.0	6.8	9.2	7.6	7.4
	STI (%)		72.7	71.0		82.2	80.1
	Ortalama STI **			71.9 b			81.2 a
Vigor indeksi	%	1244	542	506	1351	875	813
	STI (%)		43.9	41.0		65.1	60.0
	Ortalama STI**			42.5 b			62.6 a

STI değerlerine varyans analizi uygulanmıştır. Tüm özelliklerde çeşit faktörünün etkisi önemli, PEG ve çeşit*PEG önemsiz bulunmuştur. Çizelgede STI değerlerinin çeşide bağlı değişimi (Ortalama STI) ve ortalamalar arasındaki farklılıklar verilmiştir.

** Ortalamalar arasındaki fark %99 güvenle önemlidir.

Denenen %4 ve %6'lık PEG konsantrasyonlarının her ikisinde benzer sonuçlar alınmış olması nedeniyle, domates gen kaynaklarının tohum çimlenme aşamasında, PEG ile yaratılan kuraklık stresine tolerans bakımından test edilmesinde %4 PEG-6000'in uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Jokanović ve

Zdravković (2015), domates tohumlarını petri kaplarının içine yerleştirilen ve damıtılmış su (kontrol) veya %4, %8 ve %12 konsantrasyonunda PEG çözeltileri ile nemlendirilen filtre kağıtları üzerinde 14 gün 25°C'de inkübe ettikleri çalışmanın sonunda, %12 PEG konsantrasyonunun domates genotiplerini tohum çimlendirme aşamasında kuraklığa tolerans bakımından sınıflandırmaya uygun olduğunu rapor etmektedirler. Bununla birlikte, domates tohum çimlendirme aşamasında %2 ile %12 arasında değişen PEG konsantrasyonlarını test eden George et al. (2015) %4'lük konsantrasyonu uygun bulmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuç George et al. (2015)'i desteklemektedir.

Su kültürü denemesi

Fide aşamasında su kültüründe PEG-6000 ile oluşturulan kuraklık stresinin kurağa tolerant ve duyarlı domates çeşitlerini ayırt etmede etkililiğine ilişkin sonuçlar Çizelge 2 ve 3'de sunulmuştur. Bitki köklerinin dikim öncesinde temizlenmesi durumunda, stres belirtileri beklenen sürede ortaya çıkmış, ölçümler ve yapılacak analizler için örnek alımı tam doz kuraklık uygulamasından 48 saat sonra 03.08.2018 tarihinde yapılmıştır. Yetiştirme ortamı temizlenmeden besin çözeltilerinin üzerine strafor viyol ile yerleştirilen fidelerde, aynı tarihte stres belirtileri ortaya çıkmamıştır. Bu nedenle bu uygulamada ölçüm ve analizler 1 hafta sonra 10.08.2018 tarihinde yapılabilmektedir. Bir hafta gecikmeli yapılabilen değerlendirmede; iki çeşit arasında farklılık ortaya çıkmış olmakla birlikte, incelenen bitki gelişim özelliklerinde kontrole kıyasla yüzdesel değişimin dikim öncesinde köklerin temizlendiği uygulamaya kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu durumun, çıplak köklü fideler kullanıldığında bitki köklerinin doğrudan besin çözeltisi ile temas halinde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki yöntemde de, viyolü ile su kültürüne alınan grupta kök yaş ağırlığı ve klorofil b içeriği dışında, M28 çeşidine ait STI değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Su kültüründe PEG ile yaratılan kuraklık stresine Alyans ve M28 domates çeşitlerinin tepkileri: Bitki gelişim özellikleri

Table 2. Responses of Alyans and M28 tomato cultivars to PEG-6000 induced drought stress in water culture: Plant growth characteristics

Kök temizliği*		+				-			
		Alyans		M28		Alyans		M28	
		Kontrol	PEG	Kontrol	PEG	Kontrol	PEG	Kontrol	PEG
Yaprak sayısı	Adet	10.0	6.8	9.9	8.5	10.8	9.3	10.2	9.2
	STI (%)**		68.3 b		85.2 a		86.1 b		90.0 a
Gövde uzunluğu	Cm	19.9	14.4	19.1	15.8	19.9	15.,8	19.0	16.1
	STI (%)**		72.9 b		83.0 a		79.6 b		85.1 a
Kök uzunluğu	Cm	15.5	11.0	14.6	11.1	15.9	12.3	14.6	12.0
	STI (%)**		70.9 b		76.2 a		77.4 b		82.0 a
Gövde yaş ağırlığı	G	5.98	3.26	5.72	4.07	6.22	4.00	5.81	4.59
	STI (%)**		54.6 b		71.1 a		64.2 b		79.1 a
Kök yaş ağırlığı	G	2.58	2.07	2.69	2.33	2.87	2.57	2.93	2.,66
	STI (%)**, öd		80.4 b		86.4 a		89.7		90.8
Gövde kuru ağırlığı	G	0.60	0.43	0.55	0.45	0.65	0.53	0.58	0.51
	STI (%)**		71.4 b		82.6 a		80.6 b		87.8a
Kök kuru ağırlığı	G	0.30	0.21	0.32	0.25	0.36	0.28	0.34	0.28
	STI (%)**		70.0 b		78.1 a		76.4 b		82.1 a

*Kök temizliğine bağlı olarak ayrı varyans analizi yapılmıştır.

** Ortalamalar arasındaki fark %99 güvenle önemlidir.

öd Ortalamalar arasındaki fark istatistiki önem düzeyinde değildir (Kökleri temizlenmeyen grupta kök yaş ağırlığı).

Çizelge 3. Su kültüründe PEG ile yaratılan kuraklık stresine Alyans ve M28 domates çeşitlerinin tepkileri: Fizyolojik özellikler

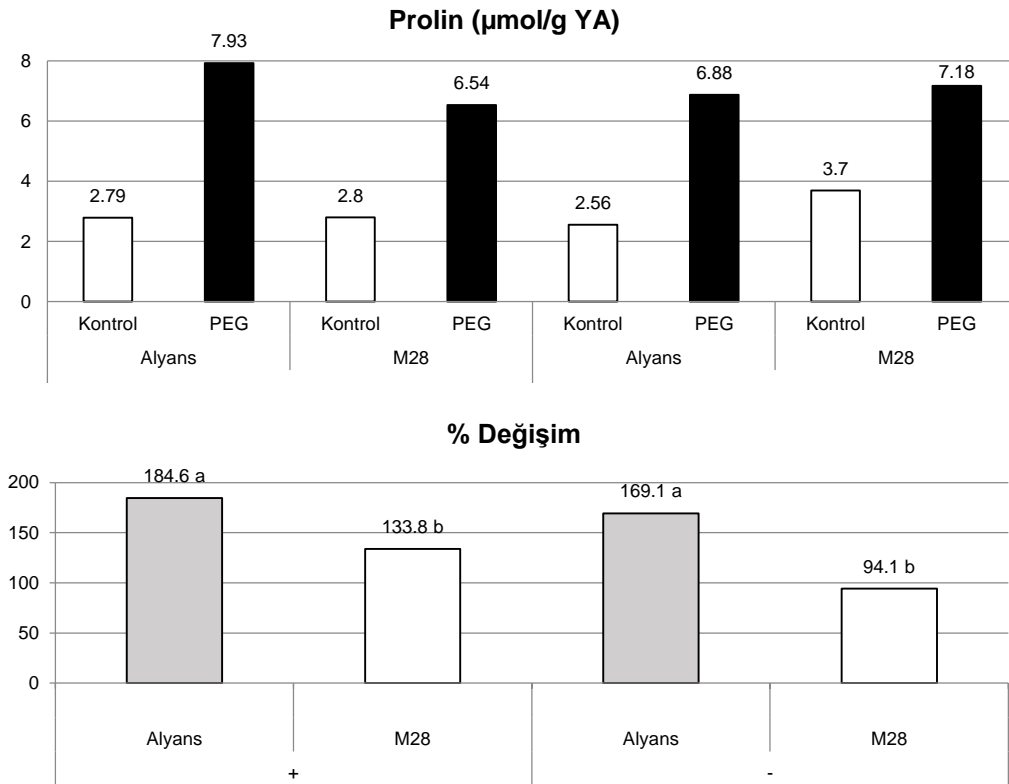
Table 3. Responses of Alyans and M28 tomato cultivars to PEG-6000 induced drought stress in water culture: Physiological features

Kök temizliği		+				-			
		Alyans		M28		Alyans		M28	
		Kontrol	PEG	Kontrol	PEG	Kontrol	PEG	Kontrol	PEG
Klorofil a	mg/kg YA	1402	1029	1345	1083	1397	1088	1364	1091
	STI (%)**		73.4 b		80.5 a		77.8 b		79.9 a
Klorofil b	mg/kg YA	619	505	624	531	613	530	616	540
	STI (%)**, öd		81.5 b		85.0 a		86.5		87.7
Karotenoid	mg/kg YA	37.4	33.7	34.5	34.0	35.6	33.4	33.7	33.3
	STI (%)**		90.0 b		98.4 a		93.8 b		98.8 a
Yaprak oransal su içeriği	%	83.9	48.3	86.0	57.7	85.9	49.3	84.8	52.,8
	STI (%)**		57.7 b		67.0 a		57.3 b		62.3 a

*Kök temizliğine bağlı olarak ayrı varyans analizi yapılmıştır.

** Ortalamalar arasındaki fark %99 güvenle önemlidir.

öd Ortalamalar arasındaki fark istatistiki önem düzeyinde değildir (Kökleri temizlenmeyen grupta klorofil b).



Şekil 3. Su kültüründe PEG ile yaratılan kuraklık stresine Alyans ve M28 domates çeşitlerinin tepkileri: Prolin içeriği (üstte), prolin içeriğinin stres uygulamasında kontrole kıyasla % değişimi (altta).

Figure 3. Responses of Alyans and M28 tomato cultivars to PEG-6000 induced drought stress in water culture: Proline content (above), % changes in proline content under stress conditions compared to the control (below).

Ayrıca fidelerin kökleri temizlenmeden viyol ile besin çözeltisinin üzerine alınması şeklinde denemeye başlanması, denemenin kurulması aşamasında hızlı ve pratik bir yöntem olarak görülmekle birlikte, deneme sonunda kök ağırlığının belirlenebilmesi için köklerin temizlenmesi gerektiğinden ölçüm ve analiz gününde iş yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır.

Kuraklık stresi yaprak sayısı, üst aksam ve kök uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlığını azaltmıştır. PEG ile oluşturulan kuraklık stresine bağlı olarak bitki gelişim kaybı duyarlı olan Alyans çeşidinde tolerant M28 çeşidine göre daha yüksek düzeyde olmuştur (Çizelge 2). Kuraklık stresinin bitki morfolojik özellikleri üzerine olumsuz etkisi önceki çalışmalarda da ortaya konmuştur (Süyüm, 2011; Shamim et al., 2014; Buhroy et al., 2017; Kusvuran & Dasgan, 2017; Aghaie et al., 2018; Esan et al., 2018; Wang et al., 2018; Caşka Kılıçaslan, 2019; Akgül, 2019; Kuşvuran vd., 2020).

Yaprak klorofil a ve b ile karotenoid içeriği ve yaprak oransal nem içeriği PEG ile oluşturulan kuraklık stresi altında, kontrole kıyasla, azalmıştır (Çizelge 3). Test edilen iki çeşitte de kuraklık uygulamasına bağlı olarak prolin içeriği artmıştır. Ancak Alyans çeşidinde stres altında kontrole kıyasla prolin içeriğindeki artışın M28 çeşidine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Bu sonuçlar önceki çalışmaları (Rahman et al., 2004; Zgallai et al., 2005; Süyüm, 2011; Kusvuran & Dasgan, 2017; Buhroy et al., 2017; Aghaie et al., 2018; Noori et al., 2018; Nahar & Ullah, 2018; Caşka Kılıçaslan, 2019; Akgül, 2019) destekler niteliktedir. Kuraklık stresi altında, bitkilerin klorofil pigment içeriğinin azalmasının (Ghorbanli et al., 2012; Kiran vd., 2015; Çelik et al., 2017, Mibei et al., 2017; Hamann et al., 2018; Noori et al., 2018; Bhusal et al., 2019; Aras & Keles, 2019; Akgül 2019; Kuşvuran vd., 2020) nedeni, stresle birlikte reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretilmesi sonucu lipid peroksidasyonun meydana gelmesine bağlı olarak klorofil pigmentlerinin bozulmasıdır (Meher et al., 2018).

Prolin konsantrasyonu, araştırmalarda bitkilerin su stresine girdiğini göstermek için kullanılan bir parametredir ve kuraklık stresi ile birlikte önemli düzeyde artış göstermektedir (Zgallai et al., 2005; Hong-Bo et al., 2006; Mohammadkhani & Heidari, 2008; Ghorbanli et al., 2012; Bohalima, 2017; Buhroy et al., 2017; Çelik et al., 2017; Aghaie et al., 2018; Nahar & Ullah, 2018; Noori et al., 2018; Wang et al., 2018; Caşka Kılıçaslan, 2019; Akgül, 2019).

SONUÇ

Fide aşaması ve sera denemeleri sonucunda kurağa toleransının daha yüksek ve daha düşük olduğu saptanmış olan iki çeşit ile yürütülen bu çalışmada, tohum çimlendirme testi çeşitlerin kurağa tolerans bakımından ayırt edilmesinde beklenen sonucu vermiştir. Kuraklık stresinin %4'lük PEG-6000 ile oluşturulduğu tohum çimlendirme testi, domates genetik kaynaklarının kuraklık stresine toleranslarının belirlenmesine yönelik tarama çalışmalarında kullanılabilir. Domates genotiplerinin fide aşamasında kuraklık stresine tepkisi konusunda yapılacak çalışmalarda, stresin PEG-6000 ($\Psi_s = -1.0$ MPa) ile oluşturulduğu durgun su kültürü kullanılabilir. Su kültürüne alınmadan önce, fidelerin kökleri yetiştirme ortamından arındırılmalıdır.

Fazla sayıda genetik materyalin taranmasına tohum çimlendirme testi ile başlanması ve takiben su kültürü ile genç bitki aşamasındaki denemelere geçilmesi iş gücü ve masrafların yanı sıra deneme hatalarının azaltılmasını sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 117O126 numaralı proje çerçevesinde yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

- Azami, M.A., M. Torabi & E. Jalili, 2010. In vitro response of promising tomato genotypes for tolerance to osmotic stress. *African Journal of Biotechnology*, 9 (26): 4014-4017.
- Aghaie, P., S.A.H. Tafreshi, M.A. Ebrahimi & M. Haerinasab, 2018. Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions. *Scientia Horticulturae*, 232: 1-12.
- Akgül, G., 2019. Biber Fidelerinde Kuraklık ve Tuz Stresinin Bitki Gelişimi, Besin Maddesi İçeriği, Bazı Biyokimyasal ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, Türkiye, 62 s.
- Altunlu, H., 2011. Aşılamanın Domateste Kuraklık Stresi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, İzmir, Türkiye, 206 s.
- Aras, S. & H. Keles, 2019. Responses of apple plants to drought stress. *Journal of Agricultural Studies, Macrothink Institute*, 7 (3): 153-159.
- Basha, P.O., G. Sudarsanam, M.M. Sudhana Reddy & N.S. Sankar, 2015. Effect of PEG induced water stress on germination and seedling development of tomato germplasm. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6 (5): 4044-4049.
- Bates, L.S., R.P. Waldren & I.D. Teare, 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bhusal, N., S.G. Han & T.M. Yoon, 2019. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 246: 535-543.
- Bohalima, A.A.O., 2017. Tuz ve Kuraklık Stresinin Domates Gelişimi Üzerine Etkileri. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu, Türkiye, 91 s.
- Buhroy, S., T. Arumugam, N. Manivannan, P. Irene Vethamoni & P. Jeyakumar, 2017. Correlation and path analysis of drought tolerance traits on fruit yield in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under drought stress condition. *Chemical Science Review and Letter*, 6 (23): 1670-1676.
- Carvalho, M., M. Matos, I. Castro, E. Monteiro, E. Rosa, T. Lino-Neto & V. Carmide, 2019. Screening of worldwide cowpea collection to drought tolerant at a germination stage. *Scientia Horticulturae*, 247: 107-115.
- Caşka Kılıçaslan, S., 2019. Kuraklık Stresinin Fasulyede Bitki Gelişimi ile Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, Türkiye, 46 s.
- Conti, V., L. Mareri, C. Faleri, M. Nepi, M. Romi, G. Cai & C. Cantini, 2019. Drought stress affects the response of Italian local tomato (*Solanum lycopersicum* L.) varieties in a genotype-dependent manner. *Plants (Basel, Switzerland)*, 8 (9): 336.
- Çelik, Ö., A. Ayan & Ç. Atak, 2017. Enzymatic and non-enzymatic comparison of two different industrial tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties against drought stress. *Botanical Studies*, 58 (1): 32.
- Esan, V.I., T.A. Ayanbamiji, J.O. Adeyemo & S. Oluwafemi, 2018. Effect of drought on seed germination and early seedling of tomato genotypes using Polyethylene Glycol 6000. *International Journal of Sciences*, 7: 36-43.
- George, S., N. Minhas, S. Jatoi, S. Siddiqui & A. Ghafoor, 2015. Impact of polyethylene glycol on proline and membrane stability index for water stress regime in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Pakistan Journal of Botany*, 47 (3): 835-844.
- George, S., S.A. Jatoi & U. Siddiqui, 2013. Genotypic differences against peg simulated drought stress in tomato. *Pakistan Journal of Botany*, 45 (5): 1551-1556.
- Ghebremariam, K.M., Y. Liang, C. Li, Y. Li & L. Qin 2013. Screening of tomato inbred-lines for drought tolerance at germination and seedling stage. *Journal of Agricultural Science*, 5 (11): 93-101.
- Ghorbanli, M., M. Gafarabad, T. Amirkian & B.A. Mamaghani, 2012. Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydroascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 3 (2): 651-658.

- Guellim, A., M. Catterou, O. Chabrerie, T. Tetu, B. Hirel, F. Dubois & T. Kichey, 2019. Identification of phenotypic and physiological markers of salt stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) through Integrated Analyses. *Agronomy*, 9 (12): 844.
- Gül, A., 2019. *Topraksız Tarım. Meta Basım*, 146 s.
- Hamann, F.A., S. Czaja, M. Hunsche, G. Noga & A. Fiebig, 2018. Monitoring physiological and biochemical responses of two apple cultivars to water supply regimes with non-destructive fluorescence sensors. *Scientia Horticulturae*, 242: 51-61.
- Hong-Bo, S., C. Xiao-Yan, C. Li-Ye, Z. Xi-Ning, W. Gang, Y. Yong-Bing, Z. Chang-Xing & H. Zan-Min, 2006. Investigation on the relationship of proline with wheat anti-drought under soil water deficits. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 53 (1): 113-119.
- ISTA, 1993. *International Rules for Seed Testing. Rules for Seed Science and Technology*.
- Jokanović, M.B. & J. Zdravković, 2015. Germination of tomatoes under PEG-induced drought stress, *Ratarstvo i povrtarstvo*, 52 (3): 108-111.
- Kıran, S., Ş. Kuşvuran, F. Özkay & F.Ş. Ellialtıoğlu, 2015. Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa dayanım durumlarını belirlemeye yönelik olarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (2): 9-25.
- Kulkarni, M. & U. Deshpande, 2007. Gradient in vitro testing of tomato (*Solanum lycopersicon*) genotype by inducing water deficit: a new approach to screen germplasm for drought tolerance. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (6): 934-940.
- Kusvuran, S. & H.Y. Dasgan, 2017. Drought induced physiological and biochemical responses in *Solanum lycopersicum* genotypes differing to tolerance. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16 (6): 19-27.
- Kuşvuran, Ş., S.U. Kıran & Ö. Altuntaş, 2020. Farklı biber genotiplerinde kuraklığın morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8 (6): 1359-1368.
- Meher, Pabba, S., K. AshokReddy & D. Rao, 2018. Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25 (1): 285-289.
- Mibe, E.K., J. Ambuko, J.J. Giovannoni, A.N. Onyango & W.O. Owino, 2017. Carotenoid profiling of the leaves of selected African eggplant accessions subjected to drought stress. *Food Science & Nutrition*, 5 (1): 113-122.
- Michel, B.E. & M.R. Kaufmann, 1973. The osmotic pressure of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51 (5): 914-916.
- Mohammadkhani, N. & R. Heidari, 2008. Water stress induced by polyethylene glycol 6000 and sodium chloride in two maize cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (1): 92-97.
- Nahar, K. & S.M. Ullah, 2018. Drought stress effects on plant water relations, growth, fruit quality and osmotic adjustment of tomato (*Solanum lycopersicum*) under subtropical condition. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 1 (2): 1-14.
- Noori, M., A.M. Azar, M. Saidi, J. Panahandeh & D.Z. Haghi, 2018. Evaluation of water deficiency impacts on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation in some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) lines. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52 (3): 228-235.
- Osmolovskaya N., J. Shumilina, A. Kim, A. Didio., T. Grishina, T. Bilova, O.A. Keltsieva, V. Zhukov, I. Tikhonovich, E. Tarakhovskaya, A. Frolov & L.A. Wessjohann, 2018. Methodology of drought stress research: experimental setup and physiological characterization. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (4089): 2-25.
- Öztürk, N.S., 2015. Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (5): 307-315.
- Rahman, S.M.L., W.A. Mackay, B. Quebedeaux, E. Nawata, T. Sakuratani, A.S.M.M. Udin & B. Quebedeaux, 2004. Superoxide dismutase and stress tolerance of four tomato cultivars. *HortScience*, 39 (5): 983-986.
- Sahin, U., Y. Kuslu, F.M. Kiziloglu & T. Cakmakci, 2016. Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18 (3): 195-202.

- Shamim, F., K. Khan & S. Khalid, 2016. Comparison among Twelve exotic accessions of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for root and shoot development under Polyethylene Glycol induced water stress. Pakistan Journal of Phytopathology, 28 (2): 161-171.
- Shamim, F., S.M.S. Naqvi, H.R. Athar & A. Waheed, 2014. Screening and selection of tomato genotypes/cultivars for drought tolerance using multivariate analysis. Pakistan Journal of Botany, 46 (4): 1165-1178.
- Strain, H.H. & W.A. Svec, 1966. "Extraction, Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls, 21-66". In: The Chlorophylls (Eds. L.P. Vernon & G.R. Seely). Academic Press N.Y., 679 pp.
- Süyüm, K. 2011. Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 145 s.
- TUİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Web sayfası: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>) (Erişim tarihi: 18 Şubat 2022).
- Wang, C., L. Zhou, G. Zhang, Y. Xu, X. Gao, N. Jiang, L. Zhang & M. Shao, 2018. Effects of drought stress simulated by polyethylene glycol on seed germination, root and seedling growth, and seedling antioxidant characteristics in Job's Tears. Agricultural Sciences, 9 (8): 991-1006.
- Wang, D.C., C.H. Jiang, L.N. Zhang, L. Chen, X.Y. Zhang & J.H. Guo, 2019. Biofilms positively contribute to *Bacillus amyloliquefaciens* 54-induced drought tolerance in tomato plants. International Journal of Molecular Sciences, 20 (24): 6271.
- Yamasaki, S. & L.R. Dillenburg, 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 11 (2): 69-75.
- Zgallai, H., K. Steppe & R. Lemeur, 2005. Photosynthetic, physiological and biochemical responses of tomato plants to polyethylene glycol-induced water deficit. Journal of Integrative Plant Biology, 47 (12): 1470-1478.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4): 709-715
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1126238>

Mustafa YILMAZ¹ 

¹ Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü,
Osmaniye, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
mustafayilmaz80@hotmail.com

Bazı susam (*Sesamum indicum* L.) genotiplerinin Doğu Akdeniz geçit koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi

Determination of yield and yield components of some sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes in the Eastern Mediterranean transitional conditions

* Bu makale Agro International Conference on Agriculture kongresinde sözlü bildirili olarak sunulmuştur.

Received (Alınış): 12.06.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 07.10.2022

ÖZ

Amaç: Doğu Akdeniz geçit kuşağında Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü deneme lokasyonunda 2020-2021 üretim sezonunda yürütülen bu araştırmada, Osmaniye'nin ilçelerinden temin edilen susam genotipleri ve Türkiye'de üretimi yapılan çeşitlerin verim ve verim unsurlarını belirlemek amacıyla ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Denemede bitki materyali olarak 12 farklı susam genotipi (Arslanbey, Baydar 2001, Boydak, Cumhuriyet 99, Düziçi-1, Kadırlı-1, Hatipoğlu, Munganlı 57, Osmaniye-1, Osmanlı 99, Sarısu ve Toprakkale-1) kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrerrürlü olarak düzenlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Araştırmada; kapsül sayısı 64.15 adet/bitki (Düziçi-1) ile 134.73 adet/bitki (Osmaniye-1) arasında değiştiği saptanmıştır. 1000 tohum ağırlığı en düşük 3.17 g ile Düziçi-1 hattı bulunurken, en yüksek ise 4.70 g ile Osmaniye-1 hattı bulunmuştur. Protein oranı %16.76 (Düziçi-1) ile %22.25 (Osmanlı-99) arasında değişirken; yağ oranı %43.31 (Munganlı 57) ile %50.31 (Osmaniye-1) arasında bulunmuştur. Dekara tohum verim bakımından 107.81 kg/da (Düziçi-1) ile 156.31 kg/da (Osmaniye-1) arasında bulunmuştur.

Sonuç: İkinci ürün koşullarında Osmaniye-1, Toprakkale-1 ve Boydak genotipleri Doğu Akdeniz geçit kuşağında ümit var olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte Osmaniye-1 ve Toprakkale-1 genotiplerinin ıslah materyali olarak geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the yield and yield components of some sesame genotypes obtained from the districts of Osmaniye and the Turkish sesame varieties.

Material and Methods: In order to meet the above objective and the study was conducted in the 2020-2021 growing season at the Oil Seed Research Institute location in the Eastern Mediterranean transition zone. Twelve different sesame varieties and lines (Arslanbey, Baydar 2001, Boydak, Cumhuriyet 99, Düziçi-1, Kadırlı-1, Hatipoğlu, Munganlı 57, Osmaniye-1, Osmanlı 99, Sarısu and Toprakkale-1) were used as plant material. The experiment was arranged in a randomized block design with 3 replications.

Results: It was determined that the number of capsules varied between 64.15 (Düziçi-1) and 134.73 (Osmaniye-1). The lowest 1000 seed weight was obtained from Düziçi-1 line with 3.17 g, while the highest was obtained from Osmaniye-1 line with 4.70 g. While the protein ratio varied between 16.76% (Düziçi-1) and 22.25% (Osmanlı-99); oil ratio was varied between 43.31% (Munganlı 57) and 50.31% (Osmaniye-1). In terms of seed yield per hectare, it was found between 107.81 kg ha⁻¹ (Düziçi-1) and 156.31 kg ha⁻¹ (Osmaniye-1).

Conclusion: Under the second crop conditions, the genotypes Osmaniye-1, Toprakkale-1 and Boydak were determined as promising in the Eastern Mediterranean transition zone. However, it was concluded that Osmaniye-1 and Toprakkale-1 lines could be used as breeding material for further improving.

Anahtar sözcükler: Adaptasyon, susam, *Sesamum indicum* L., Osmaniye, verim, verim unsurları

Keywords: Adaptation, sesame, *Sesamum indicum* L., Osmaniye, yield, yield elements

GİRİŞ

Dünyada kültüre alınan en eski yağ bitkilerinden biri olan susam (*Sesamum indicum* L.) diploid kromozom sayısına ($2n=26$) sahiptir. Sarı altın olarak bilinen susamın tam olarak gen merkezi bilinmemekle beraber Hindistan'ın İndus vadisinde yer alan Harappa bölgesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca susam, Anadolu uygarlıkları dönemlerinde bu bölgede kültüre alındığı ve yetiştirildiği tahmin edilmektedir (Arıoğlu, 2014).

Susam tohumunda %55-58 oranında yağ ve %20-30 oranında ise protein içermesinden dolayı önemli bir endüstri bitkisidir. Pres veya ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen susam yağı, içerdiği sesamol ve sesamolin nedeniyle bozulmaya karşı dayanıklıdır. Dengeli yağ asitleri kompozisyonuna sahip olan susamda, doğal olarak bulunan sesamin, sesamol ve sesamolin ile tokoferoller gibi antioksidanlar sayesinde oksitlenmeye karşı yüksek dirence sahiptir. Bununla birlikte E vitamini yönünden zengin olması pek çok türe kıyasla üstün özelliklere sahip olmasını mümkün kılmıştır (Kurt, 2015; Özkil & Üremiş, 2020).

Dünyada susam ekim alanlarında artış meydana gelirken, Türkiye'de ise yıldan yıla azalış görülmüştür. Dünyada 2020 yılında ekim alanı 13.9 milyon ha, üretim 6.8 milyon ton olurken, dekara verim ise 48.72 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de ise ekim alanı 25.5 bin ha, üretim 18.6 bin ton olurken, dekara verim ise 186.48 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de Antalya, Manisa, Muğla, Uşak ve Adana illeri susam üretimin tamamına yakınına yakınını sağlamaktadır (Anonymous, 2022a, b).

Susam bitkisi hem ana ürün hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Çimlenebilmesi için 24°C'lik bir hava sıcaklığına ihtiyaç duymaktadır. Hava sıcaklığının düşmesi, büyümede gerileme ile beraber çiçeklenme başlangıcını da geciktirmektedir. Susamda çiçeklenmenin başlangıcı için 27°C'lik bir hava sıcaklığı gerekmektedir. Yetiştirme süresi içerisinde düşük hava sıcaklığının yanı sıra yüksek hava sıcaklığında (40°C'nin üzerine çıktığında) büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bilhassa çiçeklenme döneminde hava sıcaklığı 40°C'yi bulduğunda döllenme olumsuz etkilenmekte ve bitkide oluşan kapsül sayısı azalmaktadır. Hava sıcaklığı bitkiyi etkilediği gibi tohumun içeriğini de etkilemektedir. Hava sıcaklığındaki düşüşler tohumun yağ içeriği ve kalitesi düşürmekte, özellikle, sesamin ve sesamolin içeriği azalmaktadır. Yetiştirme süresince yüksek sıcaklık ise tohumdaki yağ oranını artış sağlamaktadır. Tropik ve subtropik gibi sıcak iklim kuşaklarında yetiştirme alanı bulan susam, toplam sıcaklık isteği 2.700-3.500°C arasındaki bölgelerde yetiştirilmektedir.

Bu çalışmada; Osmaniye Merkez, Kadırlı, Düziçi ve Toprakkale ilçelerindeki üreticilerden toplanan susam genotipleri ile tescilli çeşitlerin kıyaslanması ve ıslah amacıyla ümit var genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2020-2021 yıllarında, Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü/Osmaniye lokasyonunda 12 farklı (Arslanbey, Baydar 2001, Boydak, Cumhuriyet 99, Düziçi-1, Kadırlı-1, Hatipoğlu, Muganlı 57, Osmaniye-1, Osmanlı 99, Sarısu ve Toprakkale-1) genotipin ikinci ürün koşullarındaki performanslarını belirlemek amacıyla iki yıllık olarak yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Parsellerin uzunluğu 5 m, eni 2.8 m'dir. Her parselde 4 sıra yer almıştır. Sıra arası 70 cm, sıra üzeri ise 10 cm olarak kullanılmıştır. Deneme alanının ön bitkisi buğdaydır. Tarla ekime hazırlık için sonbaharda kulaklı pullukla işlendikten sonra başka bir işlem yapılmamıştır. İlkbaharda yaylı tırmık ve diskaro ile toprak işleme yapılmıştır. Toprak ekim öncesi küçük çapa makinesi ile işlenmiş ve arazi ekime hazır hale getirilmiştir. Susam tohumlarının ekimi elle yapılmış olup, ilk yıl 19 Haziran 2020, ikinci yıl ise 24 Haziran 2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesi saf madde üzerinden dekara 8 kg fosfor ve 4 kg azot olacak şekilde di-amonyum fosfat ve üre gübreleri her parselde homojen bir şekilde uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi gerektiğinde el çapasıyla gerçekleştirilmiştir. Denemede sulamalar hava sıcaklığı ve toprak yapısına göre zamanında ve yeterli miktarda damla sulama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi 2020 yılında en yüksek ortalama sıcaklık Temmuz ayında, 2021 yılında Ağustos ayında, uzun yıllarda ortalama sıcaklık ise en yüksek Ağustos ayında kaydedilmiştir. 2020 yılındaki oransal nem oranının 2021 yılından ve uzun yıllar oransal nem ortalamasından yüksek olduğu kaydedilmiştir. Uzun yıllar yağış toplamının her iki yıldan da yüksek olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 1. Osmaniye ili iklim verileri (2020, 2021 ve uzun yıllar ortalaması)

Table 1. Climate parameters of Osmaniye (2020, 2021 and long-year average)

Aylar	Sıcaklık (°C)			Oransal Nem (%)			Yağış (mm)		
	2020	2021	Uzun Yıllar	2020	2021	Uzun Yıllar	2020	2021	Uzun Yıllar
Haziran	24.3	25.0	25.2	68.7	65.9	62.7	4.3	6.4	42.4
Temmuz	28.7	29.1	27.9	71.7	64.6	66.4	0.0	0.8	19.8
Ağustos	28.5	29.4	28.6	64.0	62.8	64.9	12.7	11.0	10.7
Eylül	28.5	25.7	25.7	61.8	60.8	60.7	0.0	9.6	34.5
Ekim	24.9	21.8	21.2	51.3	48.7	59.1	15.4	9.2	68.0
Ortalama	26.98	26.2	25.72	63.5	60.56	62.76			
Toplam							32.4	37.0	175.4

* Osmaniye Meteoroloji İl Müdürlüğü

Çizelge 2'de görüldüğü gibi araştırma alanının toprakları killi yapıya sahip olup, hafif alkali, orta düzeyde kireçli, organik madde bakımından düşük ve orta kireçli bir yapıya sahiptir. Deneme tarlası eğimsiz olup, rakımı 70 m'dir.

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının kimyasal ve fiziksel özellikleri

Table 2. Chemical and physical properties of the soil of the trial area

Özellikler	Değerler	Yorumlar
pH	8.20	Orta Alkali
Organik Madde (%)	1.10	Düşük
Kireç (%)	9.20	Orta Kireçli
P (kg/da)	3.50	Düşük
K (kg/da)	42.65	Düşük
Ca (ppm)	10700.00	Çok Yüksek
Mg (ppm)	450.24	Orta
Fe (ppm)	9.91	Yüksek
Zn (ppm)	2.28	Yüksek
Tekstür	Killi	

Çalışmada bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, 1000 tohum ağırlığı, tohum verimi, tohum sayısı, protein oranı ve yağ oranı özellikleri incelenmiştir. Tüm veriler her parselin ikinci ve üçüncü sıralarından rastgele seçilen 10 bitki kullanılarak elde edilmiştir. Tohum verimi ise ikinci ve üçüncü sıranın tamamı hasat edilerek elde edilmiştir. Hasat edilen bitkiler, kapsüllerin kurumaya başladığı dönemde hasat edilmiş ve temiz bir yüzeyde kurutulmaya bırakılmışlardır. Denemenin ilk yılı 8 Ekim 2020 tarihinde hasat edilirken, ikinci yılı ise 15 Ekim 2021 tarihinde hasat edilmiştir. Tamamen kuruyan kapsüller daha sonra silkelenerek tohumlar elde edilmiştir.

R istatistik programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen iki yılın ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bitki boyu (cm)

Farklı susam genotiplerinin bitki boyu her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). Bitki boyu 129.56 cm (Arslanbey) ile 173.05 cm (Sarisu) arasında değiştiği saptanmıştır. Öz (2017) bitki boyunun 121.6-157.5 cm arasında değiştiğini; Eryiğit vd. (2016) bitki

boyunun 121.0-147.1 cm arasında değiştiğini; Uzun & Fırat (2005), bitki boyunun 80-193 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Deneme bulgularımızdaki bitki boyu diğer araştırmacıların çalışmalarındaki bitki boyu ile benzerlik göstermiştir.

Dal sayısı (adet/bitki)

Çizelge 3'de görüldüğü gibi farklı susam genotiplerinin dal sayısı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli bulunmuştur. Dal sayısı 3.43 adet/bitki (Osmanlı 99) ile 5.37 adet/bitki (Osmaniye-1) arasında değiştiği saptanmıştır. Alperen (2013) susam dal sayısını 5.12 adet/bitki, Hatipoğlu (2016) dal sayısını 6.9 adet/bitki, Yaraş (2017); bazı susam genotiplerinin dal sayısını 16.3 adet/bitki olarak tespit etmişlerdir. Deneme bulgularımızdaki dal sayısı birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik gösterirken bazı araştırmacıların bulgularından farklı bulunmuştur. Deneme bulgularındaki dal sayısındaki farklılık; çeşit, ekolojik koşullar ve sulama zamanı değişkenliğinden kaynaklanabilir.

Kapsül sayısı (adet/bitki)

Farklı susam genotiplerinin kapsül sayısı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Kapsül sayısı 64.15 adet/bitki (Düziçi-1) ile 134.73 adet/bitki (Osmaniye-1) arasında değiştiği bulunmuştur. Khan et al. (2001) kapsül sayısını 19.47-59.47 adet/bitki arasında değiştiğini; Uzun & Fırat (2005) kapsül sayısını 96-237 adet/bitki; Cürat (2010) kapsül sayısı 38.0-163.8 adet/bitki arasında değiştiğini belirlemiştir. Deneme bulgularımızdaki kapsül sayısı diğer araştırmacıların çalışmalarındaki kapsül sayısı ile benzerlik göstermiştir.

1000 Tohum ağırlığı (g)

Farklı susam genotiplerinin 1000 tohum ağırlığı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4). 1000 tohum ağırlığı çeşit özellikleri bakım ve iklim değişikliğinin önemli bir etken olmakla beraber, 1000 tohum ağırlığı 3.24 g (Arslanbey) ile 4.70 g (Osmaniye-1) arasında değiştiği bulunmuştur. İşler vd. (1997), 1000 tane ağırlığının 2.79-3.28 g arasında değiştiğini; Malik et al. (2003) 1000 tane ağırlığını 2.97-3.42 arasında değiştiğini; Roy et al. (2009) 1000 tane ağırlığını 2.77-3.11 g arasında değiştiği saptamışlardır. Denemede bulunan 1000 tohum ağırlığı bulgularımız diğer araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 3. 2020-2021 yıllarına ait susam bitki boyu, dal sayısı ve kapsül sayısı ortalamaları değerleri

Table 3. Sesame plant height, number of branches and number of capsules average values for the years 2020-2021

Çeşit	Bitki boyu (cm)		Dal sayısı (adet/bitki)		Kapsül sayısı (adet/bitki)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Arslanbey	129.56 d	140.02 de	3.69 c	3.57 cd	108.69 bc	115.42 ab
Baydar 2001	154.82 b	154.88 abc	4.44 b	4.73 ab	104.48 bcd	107.96 b
Boydak	148.05 bc	152.13 bcd	4.71 ab	4.28 abcd	114.59 b	118.38 ab
Cumhuriyet 99	153.56 bc	156.62 abc	3.75 c	3.90 bcd	85.58 fg	84.89 cd
Düziçi-1	147.91 bc	145.10 cde	3.61 c	3.61 bcd	64.15 i	67.41 e
Kadirli-1	148.41 bc	149.82 bcd	4.64 b	4.56 abcd	128.34 a	126.43 a
Hatipoğlu	138.75 cd	145.30 cde	4.53 b	3.91 bcd	93.45 def	89.91 cd
Muganlı 57	154.15 bc	159.92 ab	4.56 b	5.20 a	99.94 cde	82.26 cde
Osmaniye-1	150.82 bc	147.94 bcd	5.33 a	5.37 a	134.73 a	131.90 a
Osmanlı 99	145.33 bc	134.22 e	3.43 c	3.54 d	92.23 ef	92.65 c
Sarısu	173.05 a	166.29 a	4.10 bc	4.29 abcd	79.51 gh	84.17 cd
Toprakkale-1	140.35 bcd	146.96 bcde	4.58 b	4.69 abc	73.30 hi	75.45 de
Ortalama	148.73	149.93	4.28	4.30	98.25	98.07
P	**	**	**	**	**	**
CV	5.42	4.58	8.63	13.49	6.74	9.22

Tohum verimi (kg/da)

Çizelge 4'de görüldüğü gibi farklı susam genotiplerinin tohum verimi her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu saptanmıştır. Susam tohum verimi 107.81 kg/da (Düziçi-1) ile 157.39 kg/da (Boydak) arasında değiştiği bulunmuştur. El-Nakhlawy & Shaheen (2009) tohum veriminin 38.15-86.95 kg/da arasında değiştiğini; Arslan vd. (2014) tohum verimi 55.7-145.6 kg/da arasında değiştiğini saptanmıştır. Baydar (2005) ise tohum verimini 93.6-148.8 kg/da arasında değiştiğini saptamıştır. Deneme bulgularımız Arslan vd. (2017) ve Baydar (2005) tarafından yapılan deneme bulguları ile benzerlik gösterirken, El-Nakhlawy & Shaheen (2009) tarafından bulunan bulgular ile farklılık göstermiştir. Tohum verimi; çeşitlerin genetik yapısı, yetiştirme tekniklerinin değişken olması, iklim ve çevre koşullarının farklı olması, kültürel uygulamaların farklı olması ve toprak koşulları özelliklerinin değişken olmasından kaynaklanabilmektedir (Pusadkar et al., 2015).

Tohum sayısı (adet/kapsül)

Farklı susam genotiplerinin tohum sayısı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4). Tohum sayısı 56.18 adet/kapsül (Osmanlı-99)-91.75 adet/kapsül (Toprakkale-1) arasında değiştiği belirlenmiştir. Uzun & Fırat (2005) tohum sayısının 96-237 adet/bitki arasında değiştiğini; Bürkük & Tunçtürk (2021) tohum sayısının 66.24-81.66 adet/kapsül arasında değiştiğini; Özen (2014) tohum sayısının 12.10-37.40 adet/kapsül arasında değiştiğini saptamıştır. Denemede bulunan tohum sayıları diğer araştırmacılar tarafından bulunan tohum sayılarından farklı bulunmuştur. Tohum sayısındaki bu farklılığın sebebi bitkilerin genetik yapılarındaki farklılığa ve genetik yapının çevresel faktörler ile etkileşimlerinden kaynaklanabilir.

Çizelge 4. 2020-2021 yıllarına ait susam 1000 tohum ağırlığı, tohum verimi ve tohum sayısı ortalamaları değerleri

Table 4. Sesame 1000 seed weight, seed yield and seed number average values for 2020-2021

Çeşit	1000 tohum (g)		Tohum verim (kg/da)		Tohum sayısı (adet/kapsül)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Arslanbey	3.24 e	3.31 f	123.59 cd	128.79 ef	67.50 bcd	72.99 bc
Baydar 2001	3.94 c	3.92 cd	136.14 abc	132.09 de	62.95 bcd	58.82 ef
Boydak	3.40 de	3.54 def	150.21 a	157.39 a	66.50 bcd	72.47 bc
Cumhuriyet 99	3.49 de	3.65 def	130.70 abc	144.70 abcd	68.04 bcd	70.61 bcd
Düziçi-1	3.17 e	3.39 f	107.81 d	128.89 ef	60.96 cd	63.78 def
Kadirli-1	4.16 bc	4.14 bc	147.61 ab	139.14 cde	74.48 bc	66.99 bcde
Hatipoğlu	3.58 d	3.36 f	136.82 abc	142.72 bcde	59.24 cd	59.00 ef
Muganlı 57	3.96 bc	4.16 bc	127.58 bc	117.24 f	64.62 bcd	62.66 def
Osmaniye-1	4.70 a	4.40 ab	151.90 a	156.31 ab	80.39 ab	75.20 b
Osmanlı 99	3.41 de	3.83 cde	140.35 abc	138.56 cde	56.18 d	58.22 f
Sarısu	3.44 de	3.47 ef	146.88 ab	146.62 abc	70.61 bcd	65.53 cdef
Toprakkale-1	4.28 b	4.61 a	148.95 a	150.81 abc	91.75 a	86.09 a
Ortalama	3.73	3.82	137.38	140.27	68.60	67.70
P	**	**	**	**	**	**
CV	4.76	5.78	7.92	5.34	13.32	6.57

Protein oranı (%)

Çizelge 5'de görüldüğü gibi farklı susam genotiplerinin protein oranı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu saptanmıştır. Protein oranı bakımından en az %16.76 ile Düziçi-1 hattı bulunurken, en fazla ise %22.25 ile Osmanlı 99 çeşidi bulunmuştur. Yavaş (2017) protein oranının %21.16-25.00 arasında değiştiğini; Ağaç (2017) protein oranının %15.6-18.0 arasında değiştiğini; Bakal & Arıoğlu (2020), protein oranının %20.9-22.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denememizde bulunan protein oranı, diğer araştırmacıların bulguları ile benzer bulunmuştur.

Çizelge 5. 2020-2021 yıllarına ait susam protein oranı, yağ oranı ortalama değerleri**Table 5.** Sesame protein ratio, oil ratio average values for 2020-2021 years

Çeşit	Protein oranı (%)		Yağ oranı (%)	
	2020	2021	2020	2021
Arslanbey	19.56 cde	20.51 a	47.00 cd	49.62 a
Baydar 2001	21.61 ab	19.70 ab	48.35 abc	50.06 a
Boydak	19.65 cde	20.36 ab	50.22 a	49.17 a
Cumhuriyet 99	18.69 e	20.09 ab	45.77 d	48.66 ab
Düziçi-1	16.76 f	18.34 c	47.53 bcd	48.50 ab
Kadirli-1	20.84 bc	20.25 ab	48.21 abc	46.51 c
Hatipoğlu	20.27 bcd	19.42 b	46.88 cd	44.37 d
Muganlı 57	19.88 cde	20.59 a	43.31 e	46.85 bc
Osmaniye-1	20.40 bcd	19.71 ab	49.47 ab	50.31 a
Osmanlı 99	22.25 a	20.17 ab	49.97 a	49.87 a
Sarısu	19.74 cde	20.43 ab	48.32 abc	45.67 cd
Toprakkale-1	19.13 de	20.38 ab	49.78 ab	49.61 a
Ortalama	19.90	20.00	47.90	48.27
P	**	**	**	**
CV	3.92	2.92	2.5	2.26

Yağ oranı (%)

Farklı susam genotiplerinin yağ oranı her iki yılda da istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 5). Yağ oranı %43.31 (Muganlı 57) ile %49.97 (Osmanlı 99) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yılmaz vd. (2005) yağ oranının %43.42-49.67 arasında değiştiğini; Karaaslan vd. (2002) yağ oranını %43 olduğunu belirlemiştir. Deneme bulgularımız, Yılmaz vd. (2005) ve Karaaslan vd. (2002) tarafından yapılan denemelerle benzer bulunmuştur. Yağ oranı genetik ve çevre koşullarına göre değişkenlik gösterebilir.

SONUÇ

Bu araştırma; 2020-2021 vejetasyon döneminde Doğu Akdeniz geçit kuşağı ekolojik koşullarında farklı susam genotiplerinin verim ve verim unsurlarını araştırmak amacıyla Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü/Osmaniye uygulama arazisinde yürütülmüştür. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, Osmaniye-1, Toprakkale-1 genotipinin ve Boydak hat ve çeşitlerinin Doğu Akdeniz geçit kuşağı için ümit var olduğu görülmüştür. Bununla birlikte bu çeşitlerin ıslah materyali olarak kullanılabilceği durumu öne çıkmıştır.

TEŞEKKÜR

Makale çalışmam sırasında veri analizleri konusunda yardımlarını esirgemeyen Dr. Cenk Burak ŞAHİN'e teşekkür ederim. Arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Ağaç, H.Ü., 2017. Şanlıurfa Koşullarında Bazı Susam (*Sesamum indicum* L.) Genotiplerinin Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Verim Ve Verim Unsurlarına Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Şanlıurfa, 71 s.
- Alperen, H., 2013. Türkiye'nin Farklı Yetiştirilme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Aynı Ekolojik Sartlarda Yetiştirilerek Besin İçeriğinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 105 s.
- Anonymous, 2022a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (Erişim Tarihi: Mayıs 2022).
- Anonymous, 2022b. Türkiye İstatistik Kurumu. (Web sayfası: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&lo_cale=tr) (Erişim tarihi: Kasım 2002).
- Arıoğlu H.H., 2014. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitapları Yayın No: A-70, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 204 s.

- Arslan, H., H. Hatipoğlu & M. Karakuş, 2014. Şanlıurfa yöresinde tarımı yapılan susam genotiplerinden seçilen bazı hatların ikinci ürün koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1 (2): 109-116. <https://doi.org/10.19159/tutad.61304>
- Bakal, H. & H. Arıoğlu, 2020. Tescil edilmiş susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin Çukurova bölgesi ikinci ürün koşullarında bazı önemli tarımsal ve tohum kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. Türkiye 13. Ulusal. I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı: 218-225. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduzfd/issue/52563/657757>
- Baydar, H., 2005. Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikleri. Akdeniz üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 267- 272.
- Bürkük, V. & V. Tunçtürk. 2021. Diyarbakır ekolojik koşullarında tescilli bazı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (1): 98-105. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.740682>
- Cürat, D., 2010. Kilis ve Yöresinde Yetiştirilen Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Siirt, 47 s.
- El-Nakhlawy, F. S. & M. A. Shaheen, 2009. Response of seed yield, yield components and oil content to the sesame cultivar and nitrogen fertilizer rate diversity. Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences Journal, 20 (2): 21-31.
- Eryiğit, T., A.R. Kaya, M. Tunçtürk, R. Aldemir & B. Yıldırım, 2016. "Evaluation of some sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties' performances under micro-climate conditions of Iğdir-Turkey, 276-282". VII International Scientific Agriculture Symposium (6-9 October 2016, Bosnia and Herzegovina), 350 pp.
- Hatipoğlu, H., 2016. Siirt İkinci Ürün Koşullarında Bazı Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Siirt, 53 s.
- İşler, N., H.H. Arıoğlu, E. Boydak & İ. Hacıkamiloğlu, 1996. Şanlıurfa koşullarında 2. ürün olarak yetiştirilecek bazı susam çeşitlerinin önemli tarımsal ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1): 39-50.
- Karaaslan, D., D. Şakar & T. Söğüt, 2002. GAP Bölgesi Susam Materyalinin Karakterizasyonu ve İkinci Ürün Tarımına Uygun Susam Çeşitlerinin Saptanması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Diyarbakır, 27 s.
- Khan, N.I., M. Akbar, K. Mahmood & S. Iqbal, 2001. Characters association and path coefficient analysis in sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Biological Sciences, 1 (3): 99-100. <https://doi.org/10.3923/jbs.2001.99.100>
- Kurt, C., 2015. Bazı Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşit Ve Popülasyonlarının Agronomik, Kalite ve Moleküler Karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı (Basılmamış) Doktora Tezi, Adana, 118 s.
- Malik, M.A, M.F. Saleem, M.A. Cheema & S. Ahmed, 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology, 5 (4): 490-492.
- Öz, M., 2017. Bursa koşullarında ana ürün olarak yetiştirilen bazı susam (*Sesamum indicum* L.) genotiplerinin bazı özelliklerinin incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20 (Özel Sayı): 172-176. DOI: 10.18016/ksudobil.349189
- Özen, Ş., 2014. Yerel susam (*Sesamum indicum* L.) popülasyonları ve tescil edilmiş çeşitlerde bitkisel özellikler ile verim ve verim unsurlarının saptanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 68 s.
- Özkal, M. & İ. Üremiş, 2020. Akdeniz bölgesi tarım alanlarında bulunan akşam sefası (*Ipomoea spp.*) ile tarla sarmaşığı (*Convolvulus spp.*) türlerinin, yaygınlık ve yoğunluk durumları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57 (2): 229-238.
- Pusadkar, P.P., E. Kokiladevi, S.V. Bonde & N.R. Mohite, 2015. Sesame (*Sesamum indicum* L.) importance and its high quality seed oil: a review. Trends in Biosciences, 8 (15): 3900-3906.
- Roy, N., S.M. Abdullah, & M.S. Jahan, 2009. Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. Research Journal of Agriculture & Biological Sciences, 5 (5): 823-827.
- Uzun, B. & U., Fırat, 2005. "Türk susam koleksiyonunun morfolojik ve tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi, 431-436". Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Cilt I., 715 s.
- Yaraş, B.A., 2017. Bazı Susam (*Sesamum indicum* L.) Genotiplerinin Tokat-Kazova Ekolojik Şartlarında Ana Ürün Verim Performanslarının Belirlenmesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 87 s.
- Yılmaz, A., E. Boydak, V. Beyyavaş, İ. Cevheri, H. Haliloğlu & A. Güneş, 2005. "Şanlıurfa ekolojisinde ikinci ürün olarak bazı susam çeşit ve hatlarının yetiştirilme olanaklarının araştırılması, 425-429". Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (5-9 Eylül 2005, Antalya), 1215 s.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):717-732
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1145929>

Senay OĞUZTİMUR*¹ 

Aytuğ Ali DURUHAN¹ 

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık
Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,
34349, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
soquz@yildiz.edu.tr

Coğrafi işaretli ürünlerin bölgesinin ekonomisine ve yenilikçilik kapasitesine etkileri

Effects of geographical indication products on the economy and innovation capacity of the region

Received (Alınış): 20.07.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 10.12.2022

ÖZ

Amaç: Makale coğrafi işaretli (Cİ) ürünlerin, bölgesel ekonomik gelişmedeki etkisini olduğunu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Makale, yerel kapasiteye odaklanan "Üçüncü yol" paradigmasına temellendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: Cİ'li ürünler ile tescillenen bölgelerin ekonomik göstergeleri derlenmiştir. Cİ bağımsız değişken, kişi başına düşen GSYİH, dış ticaret geliri, tasarım, faydalı model, patent, marka ve girişim sayıları bağımlı değişkenler olarak kabul edilmiştir. Bu göstergeler bölgelerimiz bazında sayısallaştırılarak basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: "Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgenin ekonomik kapasitesini etkiler." hipotezi test edilmiştir. Cİ'nin sadece tasarım sayısı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi bulunmamaktadır. Kişi başına düşen GSYİH, dış ticaret geliri, patent, faydalı model, girişim ve marka sayıları ile Cİ'nin ters yönlü ve orta seviyeli ilişkisi bulunmaktadır. Özetle; 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısındaki her birim arttığında, GSYİH, dış ticaret geliri, patent, faydalı model, girişim ve marka sayılarının azaldığı gözlemlenmiştir. 1 milyon kişiye düşen tasarım sayısı ile Cİ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç: Ülkemizde Cİ'nin alındığı bölgelerde, genel itibariyle ekonomik ve yenilikçilik göstergeleri yüksek olmadığı için Cİ'nin bölge ekonomisine katkısı sınırlı olabilmektedir. Ülkemizdeki mevcut gelişme eğiliminde, Cİ'li ürünlerin olanaklarına ilgi duyulmadığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik gelişme gösteren kentler ile Cİ tescilli yapılan kentler; fiziksel ve bilişsel bir birliktelik ve gelişme dinamizmi yakalayamamıştır.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate the effect of geographical indication (GI) products on regional economic development. The article is based on the "Third way" paradigm which focuses on local capacity.

Material and Methods: GI registrations and those regions' economic value were compiled. GI was considered as independent variable and GDP per Capita, foreign trade income; number of design, utility model, patent, brands and enterprise were considered as dependent variables. Simple linear regression analysis was carried out on the basis of regions.

Results: "The effects of the presence of GI in a region on the economic capacity." hypothesis was tested. There is no statistically significant relationship with the number of designs. There is an inverse and moderate relationship between GDP per capita, foreign trade income, number of patents, utility models, enterprises and brands and GI. In summary; it's observed that as each unit of GI per 1 million people increases, number of GDP, foreign trade income, patents, utility models, enterprises and brands decreases.

Conclusion: In the regions with a GI product, the contribution of GI to the regional economy may be limited since the economic and innovation indicators were not high. Therefore, cities with economic development and cities with GI registrations could not achieve a physical and cognitive unity and development dynamism.

Anahtar sözcükler: Bölge ekonomisi,
coğrafi işaret, doğrusal regresyon analizi,
kırsal kalkınma, Türkiye

Keywords: Regional economy,
geographical indication, linear regression
analysis, rural development, Türkiye

GİRİŞ

Dünya üzerinde gelişmiş ülkelerden gelişmemiş ülkelere kadar, tüm ulus devletler bölgeler arası dengesizlik sorununu yaşamaktadır. Ülkemizde de başta Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri olmak üzere, ekonomik ve sosyal yönden dezavantajlı, bölgesel rekabette geride kalan az gelişmiş bölgelerimiz ve illerimiz bulunmaktadır. Güncel bölgesel gelişme paradigmaları; gelişmenin devlet eliyle veya dışarıdan bir etki ile değil, yerel dinamizm ve yerel kapasitenin geliştirilmesi ile gerçekleşmesi gerektiğine dikkati çekmektedir. 1990'lerden itibaren bölgesel gelişme için öne çıkan, Ash Amin'in "Üçüncü Yol" olarak anılan kuramına göre; bir bölgenin gelişmesi için oraya ülkenin başka bölgelerinden kaynak aktarmak yerine, az gelişmiş bölgenin kendi içsel niteliklerini ön plana çıkaracak ve çekici hale getirecek düzenlemeler yapılmalıdır. Bölgelerin kapasitelerini geliştirmek; bölgelerin girişim altyapısını desteklemek, küresel pazarda var olabilmelerini sağlayacak destekler sunmak, bölgelerin yerel gelişme potansiyelini fark etmelerini sağlamak, iç dinamiklerini canlandırmak 3. Yol anlayışının argümanları arasında yer almaktadır. Makalemiz; bu tartışmalara konu olan, (yeni bölgecilik paradigması olarak da anılan) 3. yol anlayışının ülkemiz koşullarında kırsal kalkınmaya yönelik olarak Coğrafi İşaret (Ci) kavramının etkisini ölçmeyi amaçlamaktadır. Ci, belirgin bir niteliği, ünü veya diğer özellikleri bakımından kökenin bulunduğu yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş ürünü gösteren işarettir (Türk Patent Enstitüsü, 2019; Türk Patent Enstitüsü 2020; Türk Patent Enstitüsü 2021). Ci'nin özellikleri bulunduğu bölgenin iklimi ve toprak yapısı gibi doğal özellikleri veya bölge insanın sahip olduğu kültürel faktörlerden kaynaklanmaktadır. Tarım ve gıda ürünlerinin yanı sıra; el sanatları, sanayi ürünleri ve madenler de Ci kapsamına girmektedir (Demir, 2020; Rangnekar, 2003). Ci alınmasının amacı; yerel üretimi, üreticiyi, ürünün kendine has özelliklerini korumak, kırsal kalkınmayı sağlamak, yerel gömülü bilginin ve kültürel değerlerin sürdürülebilirliğini sağlamak, kültürel ve gastronomi turizmini geliştirmek, ürünün kaynakladığı yöreyi markalaştırmak ve tüm bu faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için en önemli unsur olan Ci'li ürünü, taklitçiliğe karşı korumaktır (Yalçın, 2019).

Ülkemizde de uluslararası alanda da Ci'i konu alan çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar; Ci konusuna turizm, kırsal kalkınma, yeme-içme kültürü, toplumsal alışkanlıklar, gastronomi gibi bağlamlarda yaklaşmıştır. Araştırmalarda genellikle kalitatif yöntemlerin tercih edildiği gözlenmiştir (İloğlu 2014; Dokuzlu, 2016). Bu araştırma; konuya bölge ekonomisini geliştirecek bir kırsal kalkınma unsuru perspektifinden yaklaşmayı ve bu alandaki eksikliği tamamlamayı hedeflemektedir (Kan & Gülçubuk 2008; Kan, 2011).

Ci'nin Bölgesel Gelişme Üzerindeki Etkisi

2000'li yıllarla birlikte, kırsal kalkınma anlayışı değişmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Üretim mekânlarının ve organizasyonlarının değişimi, ulaşım olanaklarının gelmesi ile kır sadece tarımsal üretim yapan, kentlere, bilişsel ve fiziksel olarak uzak alanlar olmaktan çıkmış kent ile iç içe geçmiştir (Lopez & Martin, 2006; Treager, 2003; Treager et al., 2007). Kırsal alanda da ürünlerin patentleri alınmakta, markalar oluşturulmakta ve kırdaki tarım dışı etkinliklerin de katkısıyla ekonomik kalkınma arayışı gündeme gelmektedir. Yerel değerlerle küresel pazarda yer aramak, kırsal alanların kalkınması için günümüz şartlarındaki en iyi stratejilerden birisidir (Karaturhan et al., 2018; Casanova, 2004; Sayar & Tunalıoğlu, 2021; Wilson et al., 2000; Çukur & Çukur, 2017; WTO, 1994). Küreselleşmeyi yerel olanakların arkasına alınarak yerel kalkınmayı destekleyecek bir biçimde değerlendirmek gerekir (Van Boekel & Van Logtestijn 2002; Van de Kop et al., 2006; Mercan & Üzülmöz, 2014; Orhan, 2010). Küresel düşünen pazarın çeşitlenmiş ürün ve otantik tat arayışları ile kırsal alanın doğal, özgün, yüksek kaliteli ürünleri bu noktada kesişim sağlayabilir (Doğan, 2015). Bu bakımdan Ci özgün, yerel, otantik değerleri daha görünür kılma etkisi vardır. Ci; Mesleki eğitim olanakları sağlanarak insan kaynağının geliştirilmesi, İstihdam olanakları sunması, STK, kamu ve özel girişimlerin canlanmasını sağlaması, Özel sektör yatırımlarının artırılması ve KOBİ'lerin teşviki ve güçlendirilmesi ile bölgenin ekonomisini geliştirmeye katkı sağlaması gibi katkılar sunarak ekonomik kalkınmaya katkı sağlamaktadır (Delice, 2016; Kara, 2019; Çalışkan & Koç, 2012). Az gelişmiş bölgelerin kısıtlı olan yerel bilgi birikiminin yaşatılması, sürdürülebilir olmasını, kültürel sermayeden nasıl fayda elde edebilecekleri ve sahip oldukları yerel ürünlerin pazarlamasına ve Ci'lerin bölge ekonomilerine olan etkileri hakkında ilgi uyandırması şeklinde destekler (Saturninus, 2002; Tepe, 2008; Yılmazbilen, 2020).

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın modeli, değişkenleri ve hipotezleri

Cİ'nin, 6769 sayılı Sınai Mülkiyet Kanunu'nda, menşe adı veya mahreç işareti olarak tescil edildiği ve tescillenmiş gıda, tarım, maden, el sanatları, sanayi ürünlerini konu aldığı ifade edilmektedir. Ülkemizin zengin tarımsal kapasitesi ve kültürel birikimi sayesinde Cİ geliştirerek değer üretme kapasitesi vardır. Bu değer, ülkenin kalkınmasına da katkı sağlayabilecek, yenilikçilik potansiyelini geliştirebilecek güçtedir.

Yenilikçilik kapasitesinin sürdürülebilir bir biçimde gelişmesi; yeni fikirlerin, yeni ürünlerin, yeni girişimlerle ortaya çıkarılması sayesinde olmaktadır (Brix, 2020). Drucker'a göre 2. Dünya Savaşı'ndan sonra başlayan kapitalist ötesi toplumun temel ekonomik kaynağı; emek, sermaye veya toprak değil, bilgi ve bilginin işlenmesi ile oluşacak ürünlere dayanmaktadır. Bu durumda, yeniliğin iki temel bileşeni, ürün ve süreçte yapılan yeniliktir. Yenilikçilikte, bilginin önemi artmakta, bilgiye dayalı yenilikçi ürün ve fikirler öne çıkmaktadır. Bu bağlamda yenilik ekonomisinin temel sermayesi bilgi olmaktadır (Phelps et al., 2003; Elçi, 2007; Frantzen, 2000). Bir ülkede yenilikçiliğe dayalı ekonominin kurulması için nitelikli ve girişimci işgücüne, yeni ürünlerin üretilmesini ve yayılmasını sağlayan bir ortama, inovasyonu destekleyen ürünlere ihtiyaç bulunmaktadır (Müller, 2012). Cİ, bilgi üretimi konusunda geleneksel ve örtük bilgiden yararlanmakta, yerele özgü birikimi hayata geçirmektedir. Sadece tarımsal ürünleri değil, yasada tarif edildiği gibi maden ve sanayi ürünlerini de konu aldığı için yenilikçilik alanında etkin bir unsur olarak literatürde yer almaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerle; Cİ bağımsız değişkeninin iki grup veri seti ile ilişkisi değerlendirilmiştir: Bağımlı değişken olarak kabul edilen ekonomik göstergeler (1) GSYİH ve (2) Dış Ticaret geliridir. Bağımlı değişken olarak kabul edilen yenilikçilik kapasitesini göstergeleri ise, (1) tasarım, (2) faydalı model, (3) patent, (4) marka ve (5) girişim sayılarıdır. Yenilikçilik kapasitesinin göstergeleri, bu teorik yaklaşımlarla şekillenen literatürden beslenerek oluşturulmuştur.

Cİ'nin kırsal kalkınma ve bölge ekonomisi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi konu alan çalışma; mekânsal ölçek olarak NUTS düzey2 bölgelerinin verilerini baz almıştır. Bu bölge ölçeği, 2002 yılından beri bölge ölçeğindeki çalışmalarda baz alınan, kabul gören ölçektir.

Cİ'nin bölgelerin ekonomik yapısı ve yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkileri kantitatif araştırma yöntemi olan basit doğrusal regresyon modeli kullanılarak test edilmiştir. GSYİH ve Dış Ticaret gelirleri değişkenlerinde kişi başına düşen veriler dikkate alınmışken, Cİ, Patent, Tasarım sayısı, Faydalı Model sayısı, Girişim sayısı ve Marka sayısında (anlamlı rakamlar üzerinden değerlendirme sağlayabilmesi için) 1.000.000 kişi başına düşen değerleri dikkate alınmıştır. Bağımsız değişken olan Cİ'li ürünlerin niteliği ya da miktarına bakılmaksızın tüm Cİ tescilli ürünler çalışmaya dâhil edilmiştir. Cİ verileri; 1997 yılında ilk yasal düzenlemeden 2018 yılına kadar belge alan tüm ürünleri kapsamaktadır. Araştırmanın baz alındığı yılın 2018 yılı olarak seçilmesinin birkaç nedeni vardır: TÜİK'in en geniş kapsamlı veri tabanı 2018 yılına aittir. 2019 yılı sonuna doğru başlayan ve iki yıl tüm üretim ve tedarik zinciri süreçlerini derinden etkileyen COVID süreci, bu araştırmanın hedeflediği genel durum değerlendirmesi bakımından güvenilir olmayan veriler sunacağı kabul edilmiş ve doğru, güvenilir ve gerçek kapasiteye ilişkin veri olması bakımından 2018 yılı verilerine odaklanılmıştır. Ayrıca Türk Patent Esntütüsünün 2019, 2020, 2021 tarihli verilerinden de yararlanılmıştır.

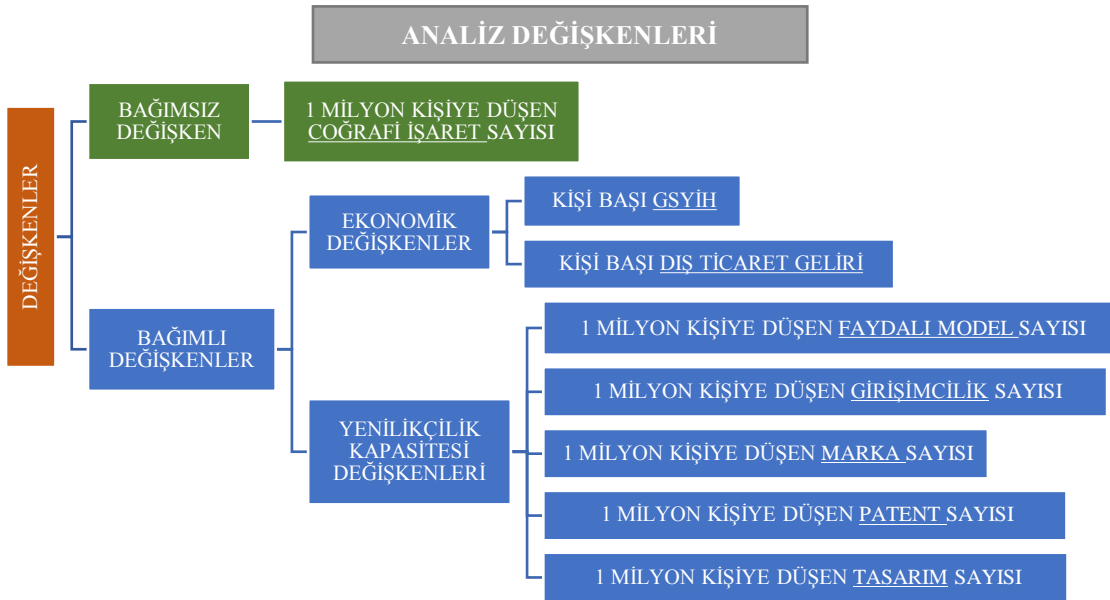
Bu hedefe ulaşmak için şu araştırma sorularının yanıtı aranmaktadır: (I) Cİ'li ürünü olan bölgeler, bu avantajı ekonomik değere dönüştürebiliyor mu? (II) Cİ ürünler, ulusal/küresel pazara arz ederken yenilikçi araçları kullanılıyor mu? Cİ'nin ülkemiz çapında ne kadar değer oluşturabildiği konusu, betimleyici ve açıklayıcı bir araştırma yöntemiyle ele alınmıştır. Bu kapsamda; araştırma modeli ve literatür taraması sonucunda geliştirilen temel araştırma hipotezi:

- Ha: Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgenin ekonomik kapasitesini etkiler. Bu ana hipotez kapsamında oluşturulan alt hipotezler ise aşağıda sunulmuştur:

- H.1 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede kişi başına düşen GSYİH miktarını artırır.
- H.2 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede kişi başına düşen dış ticaret gelirini artırır.
- H.3 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen faydalı model sayısını artırır.
- H.4 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen girişim sayısını artırır.
- H.5 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen marka sayısını artırır.
- H.6 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen patent sayısını artırır.
- H.7 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen tasarım sayısını artırır.

Yöntem, veri toplama süreci ve değişkenlerin incelenmesi

Araştırma sorularının yanıtlarını aramak ve hipotezlerin test etmek için SPSS programından yararlanarak basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Türkiye'nin 26 NUTS2 bölgesine karşılık gelen veriler ile için gerçekleştirilen analiz modeli Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Analizde kullanılan bağımsız ve bağımlı değişkenler.

Figure 1. Independent and dependent Variables Used in the Analysis.

Analizde kullanılan veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Regresyon analizinin birinci ayağında bağımsız değişken olan Cİ adedi ile kişi başına düşen GSYİH ve kişi başına düşen dış ticaret geliri arasında regresyon analizi yapılmıştır. Böylece bölgesel gelişmenin ekonomik yansımalarını görebilmek amaçlanmıştır. Regresyon analizinin ikinci ayağında ise; Cİ Sayısı; 1 Milyon Kişiye Düşen Faydalı Model, Girişim, Marka, Patent ve Tasarım Sayıları ile işleme sokulmuştur. Böylece bölgelerin yenilikçilik alanındaki becerileri ile Cİ ürünleri arasındaki ilişkinin gücü ve yönü incelenmiştir. Analizin her iki ayağında da, 26 NUTS2 bölgesi baz alınmıştır. Bu şekilde iki veri setinin regresyon analizi, bölgelerin hem ekonomik yapılarıyla hem de yenilikçilik kapasitesiyle ayrı ayrı kıyaslama olanağı bulunmuştur.

Ülkemizde bölgeler arasında nüfus ve ekonomik göstergeler bakımından dengesizlik bulunmaktadır. Bu dengesizliğin en uç örneği İstanbul'dur. İstanbul, tek başına ülke nüfusunun %20'sini,

GSYİH'nın yaklaşık %35'ini, dış ticaret gelirin yaklaşık %55'ini oluşturmaktadır. Bu dağılım, yenilikçilik kapasitesinin göstergeleri olan marka, patent, girişim gibi dikkate alınan tüm bağımlı değişkenlere de yansımıştır. Verilerdeki bu dengesizliğin daha kontrollü bir biçimde regresyon analizi sürecine katılabilmesi amacıyla, veriler nüfus ile oranlanmıştır. Kişi başına veya 1 milyon kişi başına düşen bağımlı ve bağımsız değişken değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. 26 NUTS 2 bölgesine göre analiz verileri (Kaynak: TÜİK verilerinden proje kapsamında hazırlanmıştır)

Table 1. Analysis data by 26 NUTS 2 regions (Source: Prepared within the scope of the project from TSI data)

26 NUTS 2 Bölgelerine Göre Analiz Verileri								
BÖLGELER	Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişkenler						
		Ekonomik Göstergeler			Yenilikçilik Kapasitesi Göstergeleri			
	1 Milyon Kişiye Düşen C.i. Sayısı	Kişi Başı GSYİH (1000 TL)	Kişi Başı Dış Ticaret Geliri (TL)	1 Milyon Kişiye Düşen Faydalı Model Sayısı	1 Milyon Kişiye Düşen Girişim Sayısı	1 Milyon Kişiye Düşen Marka Sayısı	1 Milyon Kişiye Düşen Patent Sayısı	1 Milyon Kişiye Düşen Tasarım Sayısı
TR10	0,07	6866	27.385	7,2	61039,9	2543,4	98,1	922,8
TR21	3,33	44,8	4085	4,4	50835,2	502,7	36,1	303,5
TR22	9,05	35,5	2076	4,0	53090,2	497,4	5,7	87,1
TR31	3,47	48,4	11380	3,9	53871,8	1263,7	31,3	338,8
TR32	6,47	35,3	6806	3,9	60473,4	832,8	6,8	200,1
TR33	9,03	34,5	4852	3,9	46519,7	367,0	19,0	265,1
TR41	3,18	45,6	14428	5,6	47298,8	1160,9	56,7	829,0
TR42	4,38	54,5	18881	4,6	44868,8	782,7	46,2	217,1
TR51	1,64	53,7	6707	8,7	50129,3	1184,6	51,2	457,3
TR52	2,44	32,4	4128	5,7	46694,2	1037,6	34,9	597,3
TR61	4,14	39,6	2692	1,3	60187,8	947,2	11,8	153,3
TR62	2,73	30,8	4509	3,0	43382,6	628,6	6,4	118,0
TR63	5,47	26,1	6104	0,3	39346,1	353,6	5,2	92,1
TR71	4,99	28,1	1384	1,2	42750,8	320,5	8,7	42,4
TR72	8,94	30,2	4328	6,1	40137,4	527,0	13,8	1350,9
TR81	6,69	29,9	4180	2,9	41967,6	233,1	2,9	147,1
TR82	14,64	26,0	2021	1,2	40866,8	172,1	13,4	67,1
TR83	7,44	25,8	2690	0,4	42395,5	333,8	6,0	48,5
TR90	8,46	27,6	2760	0,4	44706,1	370,3	7,4	24,3
TRA1	11,97	26,3	121	0	32987,0	182,3	5,5	18,4
TRA2	9,78	17,9	489	0	26355,3	72,0	0	4,4
TRB1	5,11	23,4	1216	0,6	37483,6	305,9	4,5	10,8
TRB2	5,07	15,9	233	0	23646,0	89,0	1,4	4,2
TRC1	9,66	27,5	12223	1,4	38727,1	980,5	18,6	973,3
TRC2	7,96	16,1	482	0,3	25424,8	183,6	1,3	33,7
TRC3	5,25	19,3	2705	0	22977,4	225,5	2,2	6,6
TOPLAM	4,62	40,67	9932	3,8	46899,6	998,9	34,2	411,1

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Cİ sayısı ile GSYİH ilişkisi

1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile kişi başına düşen GSYİH arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olduğu için ($P=0,002$) kurulan regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; Cİ ile GSYİH arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,343 olarak hesaplanmıştır ($R=0,585$ ve $R^2=0,343$). Bu değer, GSYİH'daki değişimin ~%34'ünün modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve kişi başı GSYİH arasındaki regresyon analizi

Table 2. The regression of the number of GIs per 1 million people and GDP per capita

Model Özeti

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,585 ^a	,343	,315	10,32532

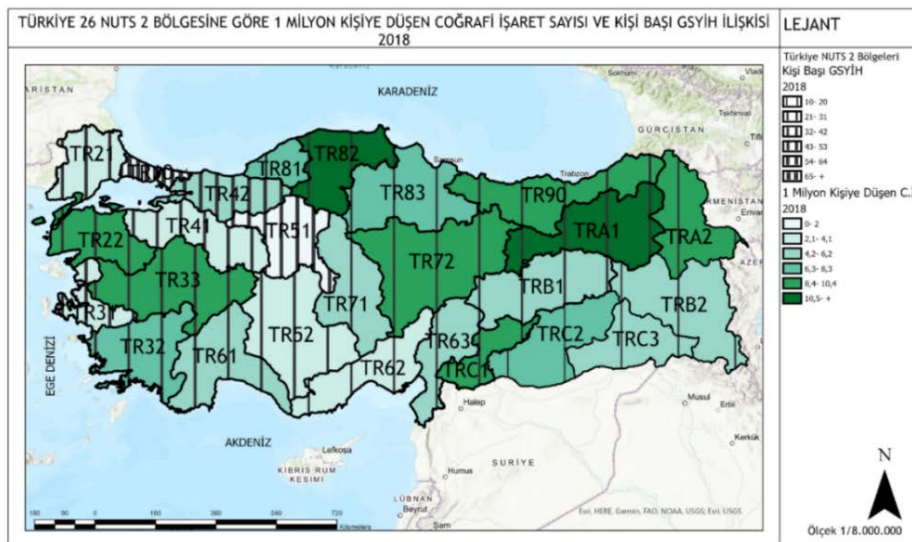
a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı

Katsayılar^a

Model		Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P)
		B	Standart Hata	Beta		
1	(Sabit)	47,015	4,300		10,933	,000
	1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı	-2,163	,611	-,585	-3,538	,002

a. Bağımlı Değişken: Kişi Başı GSYİH

Bu analizde regresyon katsayısının işareti negatif olduğu için, Cİ'nin GSYİH'yı artıran etki oluşturmadığı anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısının 1 birim artması, kişi başına GSYİH miktarının 2,163 birim azaldığı bölgelerde gerçekleşmektedir. Bu durumda; **“H.1 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede kişi başına düşen GSYİH miktarını artırır.”** hipotezi red edilmiştir.



Şekil 2. NUTS 2 bölgelerine göre 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile kişi başına GSYİH ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 2. The relationship of the number of GIs per 1 million people and GDP per capita by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

Analiz sonucu 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ve Kişi Başı GSYİH arasında anlamlı ancak negatif yönlü orta seviyede ilişki olduğu görülmektedir. Cİ sayısının yüksek olduğu yerlerde kişi başına GSYİH düşük, Cİ sayısının düşük olduğu bölgelerde ise kişi başına GSYİH değerleri yüksektir. Bir bölgede Cİ sayısı artarken, kişi başına GSYİH azalmaktadır. Cİ'nin GSYİH'ı düşüren yönde etkisi olduğu iddia edilemez. Ancak GSYİH'sı düşük olan, kırsal karakterli alanlarda Cİ konusuna ilgi duyulduğu hem CBS ortamında hazırlanan haritada, hem de regresyon analizinde doğrulanmıştır. Sonuç olarak, Cİ kentsel karakteri olmayan, çoğunlukla kırsal yapısı hakim bölgeler için kalkınma aracı olarak kabul edilebilir bir değerdir.

Cİ sayısı ile dış ticaret ilişkisi

1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ sayısı ile Kişi Başına düşen Dış Ticaret Geliri arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,050$ olduğu için ($P=0,020$) kurulan regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, Cİ ile dış ticaretin kişi başına düşen değerleri arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,207 olarak hesaplanmıştır ($R=0,455$ ve $R^2=0,207$). Bu değer, GSYİH'daki değişimin yaklaşık %20'sinin modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir (Çizelge 3)

Çizelge 3. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile kişi başı dış ticaret geliri arasındaki regresyon analizi

Table 3. The relationship between the number of GIs per 1 million person and foreign trade income per capita

Model Özeti

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,455 ^a	,207	,174	5891,983

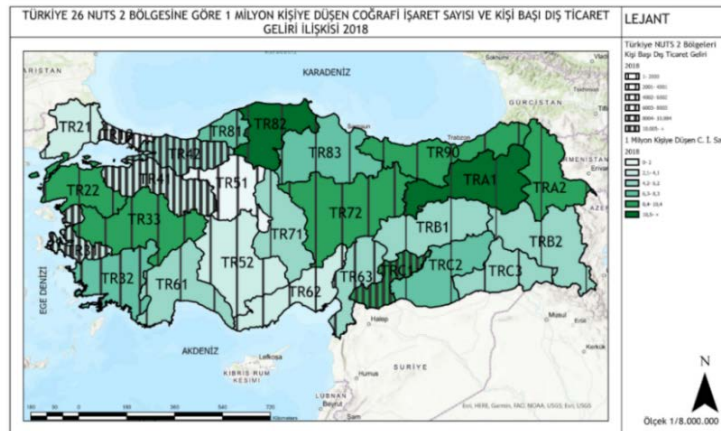
a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı

Katsayı^a

Model		Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P)
		B	Standart Hata	Beta		
1	(Sabit)	10998,993	2453,996		4,482	,000
	1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı	-872,495	348,835	-,455	2,501	,020

a. Bağımlı Değişken: Kişi Başına düşen dış ticaret geliri

Bu analizde regresyon katsayısının işareti negatif olduğu için, Cİ'nin dış ticareti artıran etki oluşturmadığı anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı 1 birim arttığında kişi başına Dış Ticaret geliri miktarı 872,49 birim azalmaktadır. Bu durumda; **"H.2 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede kişi başına düşen dış ticaret gelirini artırır"** hipotezi red edilmiştir.



Şekil 3. NUTS 2 bölgelerinde 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile kişi başına dış ticaret ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 3. The relationship of the number of GIs per 1 million people and foreign trade per capita by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

Analiz sonucunda 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ sayısı ve Kişi Başına düşen Dış Ticaret Geliri arasında anlamlı ve ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum, diğer ekonomik gösterege olan kişi başına düşen GSYİH verisine benzerlik göstermektedir. Şekil 3'te ise, CBS ortamında verilerin çakıştırıldığı haritada, 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısının, ülkemizin doğu ve kuzeyindeki NUTS2 bölgelerinde fazla olduğu görülmektedir. Cİ'nin fazla olduğu bölgede dış ticareti artıran yönde etkisi olduğunu söylemek mümkün değildir. Ülkemizde Kişi Başına Dış Ticaret Gelirinin en yüksek olduğu TR10, TR42, TR41 gibi bölgeler, sanayi ve hizmetler eksenli büyüme modeli ile gelişmeyi benimsedikleri için Cİ bu bölgelerin ekonomilerinde kayda değer bir yer tutmamaktadır.

Cİ sayısı ile faydalı model ilişkisi

1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ile 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olduğu için ($P=0,005$) kurulan regresyon modeli istatikselsel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; Cİ ile Faydalı Model arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,288 olarak hesaplanmıştır ($R=0,537$ ve $R^2=0,288$). Bu değer, 1 Milyon Kişiyeye düşen faydalı model sayısındaki değişimin %29'unun modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir. Çizelge 4'te 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ile 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model adedi arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Çizelge 4. 1 milyon kişiyeye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiyeye düşen faydalı model sayısı arasındaki regresyon analizi

Table 4. The regression of the number of GIs per 1 million people and the number of utility models per 1 million people

Model Özeti

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,537 ^a	,288	,259	2,1476

a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı

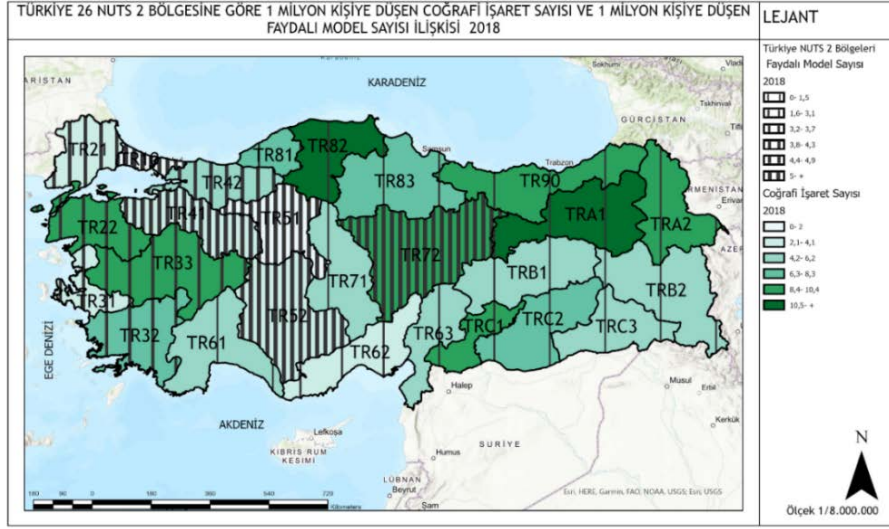
Katsayılar^a

Model		Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P)
		B	Standart Hata	Beta		
1	(Sabit)	5,295	,894		5,920	,000
	1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı	-,396	,127	-,537	-3,118	,005

a. Bağımlı Değişken: 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model Sayısı

Bu analizde regresyon katsayısının işareti negatif olduğu için, Cİ'nin Faydalı Model sayısını artıran etki oluşturmadığı görülmektedir. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiyeye düşen Cİ sayısı 1 birim artması, Faydalı Model miktarının 0,396 birim azalmasına neden olmaktadır. Bu durumda; **"H.3 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen faydalı model sayısını artırır."** hipotezi red edilmiştir.

Analiz sonucunda 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ve 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model Sayısı arasında anlamlı ancak negatif yönlü orta seviyede ilişki olduğu Şekil 4'te de görülmektedir. 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ sayısının en çok olduğu NUTS 2 bölgeleri; TRA1, TR82, TRA2, TRC1, TR22 ve TR90'iken; 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model Sayısının en yüksek olduğu bölgeler; TR51, TR10, TR52, TR41, TR31, TR32 bölgeleridir. Bu iki bölge kümesinin kesişimi yoktur. Regresyon analizinin sonucunu mekansal veriler de desteklemektedir. Analizi sonucuna göre, bir bölgede 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı artarken, 1 Milyon Kişiyeye Düşen Faydalı Model Sayısı azalmaktadır. Bu sonuçlar, Cİ ile elde edilen kazanımın, inovatif bir faydalı model ile ilişkilendirilemediğini göstermektedir.



Şekil 4. NUTS 2 bölgelerine göre 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen faydalı model ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 4. The relationship between the number of GIs per 1 million people and the utility model per 1 million people by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

Cİ sayısı ile girişim ilişkisi

1 Milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 Milyon kişiye düşen girişim arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olduğu için ($P = 0,046$) kurulan regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; Cİ ile Girişim adedi arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,155 olarak hesaplanmıştır ($R = 0,394$ ve $R^2 = 0,155$). Bu değer, Girişim sayısının yaklaşık %15'inin modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir. Çizelge 5'te 1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile 1 milyon kişiye düşen girişim adedi arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Çizelge 5. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiye düşen girişim sayısı arasındaki regresyon analizi

Table 5. The regression of the number of GIs per 1 million people and the number of enterprises per 1 million people

Model Özeti

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,394 ^a	,155	,120	10010,3185

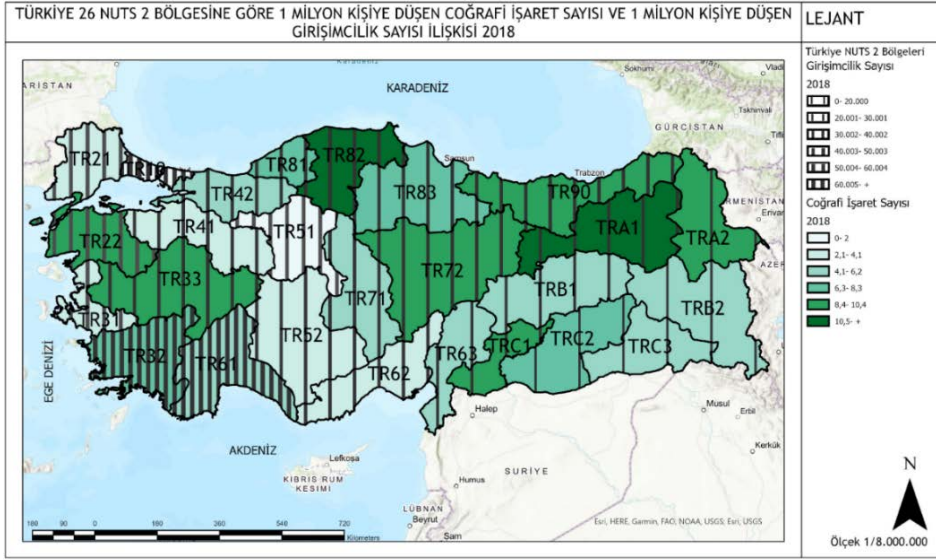
a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı

Katsayılar^a

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı	Standardize Katsayı		t	Anlamlılık Düzeyi (P)
		B	Standart. Hata		
1	(Sabit)	50735,224	4169,273	12,169	,000
	1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı	-1245,368	592,661	-,394	-,046

a. Bağımlı Değişken: 1 Milyon Kişiyeye Düşen Girişim Sayısı

Bu analizde regresyon katsayısının işaretinin negatif olması, Cİ'nin girişim sayısını artıran etki oluşturmadığını göstermektedir. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı 1 birim arttığında bir milyon kişiye düşen girişim sayısı 1245,3 birim azalmaktadır. Bu durumda; "H.4 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen girişim sayısını artırır." hipotezi red edilmiştir.



Şekil 5. NUTS 2 bölgelerine göre 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen girişim ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 5. The relationship between the number of GIs per 1 million people and enterprises per 1 million people by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

Analiz sonucu 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 Milyon Kişiyeye Düşen Girişim Sayısı arasında anlamlı ancak negatif yönlü orta seviyede ilişki olduğu, Şekil 5'te de görülmektedir. Cİ sayısının en yüksek olduğu NUTS2 bölgeleri ülkemizin doğu ve kuzey kesimlerinde yoğunlaşırken (TRA1, TR82, TRA2, TRC1, TR33, TR72 ve TR90 gibi); 1 Milyon Kişiyeye Düşen Girişim sayısı büyükşehirlerde ve ülkemizin kıyı ve batı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır (TR10, TR32, TR61, TR31, TR21, TR51 gibi). Hem Cİ hem de girişim sayısının fazla olduğu bölgeler TR22 ve TR33 bölgeleridir. Girişim yapma eğilimi olan bu bölgelerin, girişimlerinin sektörlerinin Cİ ürün kapsamının dışında olduğu anlaşılmaktadır.

Cİ sayısı ile marka ilişkisi

1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile 1 milyon kişiye düşen Marka adedi arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olduğu için ($P = 0,001$) kurulan regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; Cİ ile Marka arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,390 olarak hesaplanmıştır ($R = 0,625$ ve $R^2 = 0,390$). Bu değer, 1 milyon kişiye düşen marka sayısının yaklaşık %39'unun modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir. Çizelge 6'da 1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile 1 milyon kişiye düşen marka arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Bu analizde regresyon katsayısının işareti negatif olduğu için, Cİ'nin Marka adedini artıran etki oluşturmadığı söylenebilir. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı 1 birim arttığında, 1 milyon kişiye düşen marka sayısında 99,1 birim azalma gözlenmektedir. Bu durumda; **"H.5 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen marka sayısını artırır."** hipotezi red edilmiştir.

Analiz sonucu 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiye düşen marka sayısı arasında anlamlı ve negatif yönlü orta seviyede ilişki olduğu görülmektedir. Cİ sayısının yüksek olduğu bölgeler ile marka sayısının yüksek olduğu bölgeler birbirinden tamamen farklı alanlardır (Şekil 6). Bir bölgede 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı artarken, 1 Milyon kişiye düşen marka sayısı azalmaktadır. Somut bir biçimde Cİ kazanımından elde edilen değer, markaya dönüşmediği görülmektedir.

Çizelge 6. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiye düşen marka sayısı arasındaki regresyon analizi

Table 6. The regression of the number of GIs per 1 million people and the number of brands per 1 million people

Model Özeti

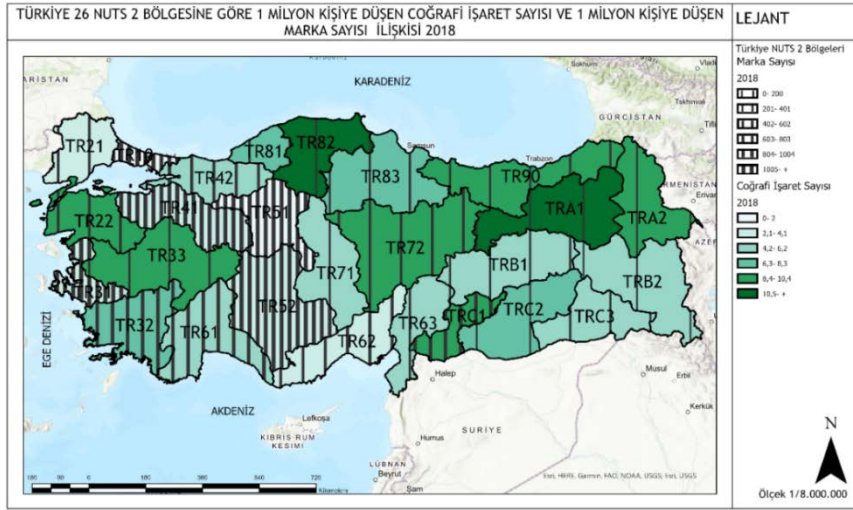
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,625 ^a	,390	,365	427,2626

a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı

Katsayılar^a

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı	Standart Hata	Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P)
1	(Sabit)	1234,243	177,954	6,936	,000
	1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı	-99,111	25,296	-3,918	,001

a. Bağımlı Değişken: 1 Milyon Kişiye Düşen Marka Sayısı



Şekil 6. NUTS 2 bölgelerine göre 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen marka ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 6. Number of GIs per 1 million people and brand relationship per 1 million people by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

Cİ sayısı ile patent ilişkisi

1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile 1 milyon kişiye düşen patent arasında anlamlılık düzeyi (significance) $p < 0,05$ olduğu için ($P=0,002$) kurulan regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon analizi sonuçlarına göre; Cİ ile patent sayısı arasında negatif yönde ve orta seviyede bir ilişki vardır. Modelin açıklama gücü olarak ifade edilen R^2 değeri: 0,341 olarak hesaplanmıştır ($R=0,584$ ve $R^2=0,341$). Bu değer, Patent sayısındaki değişimin yaklaşık %34'ünün modeldeki bağımsız değişken olan Cİ ile açıklandığını göstermektedir. Çizelge 7'de 1 Milyon kişiye düşen Cİ Sayısı ile 1 milyon kişi başına düşen patent sayısı arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Bu analizde regresyon katsayısının işareti negatif olduğu için, Cİ'nin patent sayısını artıran yönde etki oluşturmadığını görülmektedir. Modelde elde edilen regresyon katsayısı açıklanacak olursa, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı 1 birim arttığında 1 milyon kişiye düşen patent değeri 3,983 birim azalmaktadır. Bu durumda; **"H.6 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen patent sayısını artırır."** hipotezi red edilmiştir.

Analiz sonucu 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiye düşen patent sayısı arasında anlamlı ve negatif yönlü orta seviyede ilişki olduğu, Şekil 7’de sunulmuştur. Cİ sayısının yüksek olduğu bölgeler TRA1, TR82, TRA2, TRC1, TR22, TR33, TR72 ve TR90 iken; 1 Milyon Kişiyeye Düşen Patent Sayısının en yüksek olduğu bölgeler; TR10, TR41, TR51, TR42, TR21, TR52, TR31 bölgeleridir. Bu bölgeler birbirinden tümüyle farklı alanlardır. Cİ üretimi, patent sayısının artışı üzerinde etki etmemektedir.

Çizelge 7. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen patent sayısı arasındaki regresyon analizi

Table 7. The regression of the number of GIs per 1 million people and the number of patents per 1 million people

Model Özeti

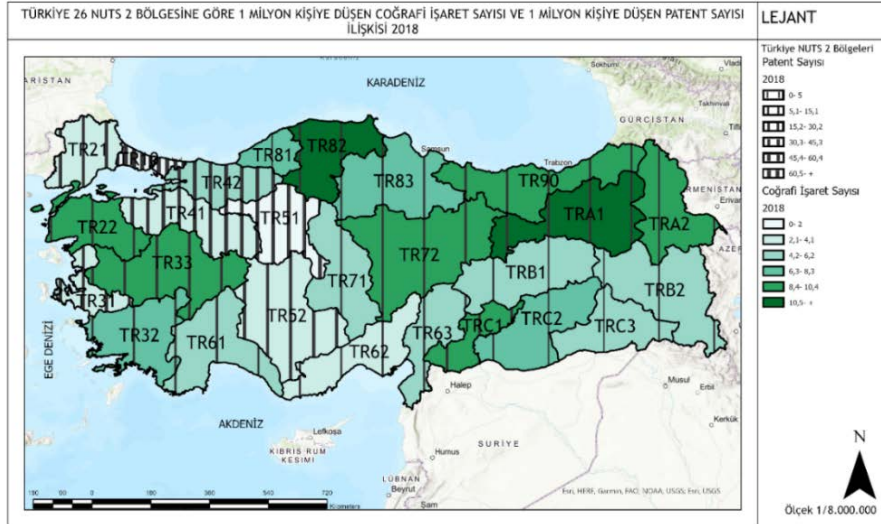
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,584 ^a	,341	,314	19,08311

a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı

Katsayılar^a

Model		Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P)
		B	Standart Hata	Beta		
1	(Sabit)	43,764	7,948		5,506	,000
	1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı	-3,983	1,130	-,584	-3,525	,002

a. Bağımlı Değişken: 1 Milyon Kişiyeye Düşen Patent Sayısı



Şekil 7. NUTS 2 Bölgelerine Göre 1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ile 1 Milyon Kişiyeye Düşen Patent İlişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 7. The Relationship between the Number of GIs Per 1 Million People and the Patents Per 1 Million People by NUTS 2 Regions (Prepared by authors).

Cİ sayısı ile tasarım ilişkisi

1 Milyon Kişiyeye Düşen Cİ Sayısı ile 1 Milyon Kişiyeye Düşen Tasarım Sayısı arasında anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olmadığı için ($p = 0,294$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Çizelge 8’de 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen tasarım sayısı arasındaki ilişkileri gösterilmektedir.

Bu regresyon değerleri, Cİ’in Tasarım sayısını artırmaya yönelik etkisini test etmenin anlamsız olduğunu göstermektedir. Bu durumda; **“H.7 Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgede üretilen tasarım sayısını artırır”** hipotezi red edilmiştir.

Analiz sonucunda 1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı ve 1 Milyon Kişiye Düşen Tasarım Sayısı arasında anlamlı ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. Şekil 8'de de, 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen tasarım sayısının en yüksek olduğu bölgeler birbirinden tümüyle ayrılmaktadır. Bu bulgular, Cİ kazanımının, ürün tasarımına dönüşmeye katkı sağlayamadığını ispat etmektedir.

Çizelge 8. 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ve 1 milyon kişiye düşen tasarım sayısı arasındaki regresyon analizi

Table 8. The regression of the number of GIs per 1 million people and the number of designs per 1 million people

Model Özeti

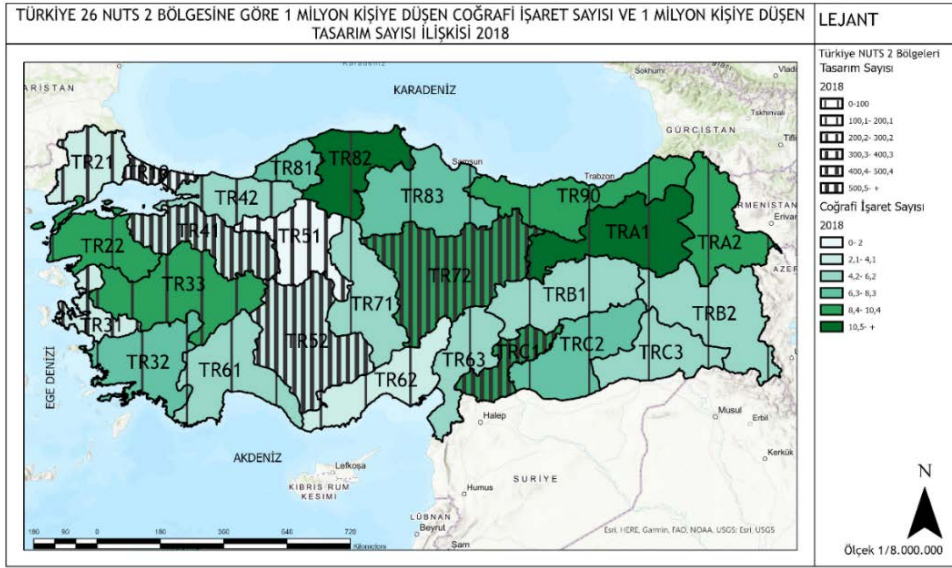
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Standart. Tahmin Hatası
1	,214 ^a	,046	,006	360,5822

a. Tahmin Unsuru: (Sabit), 1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı

Katsayılar^a

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı	Standart Hata	Standardize Katsayı	t	Anlamlılık Düzeyi (P).
1	(Sabit)	423,502	150,182	2,820	,009
	1 Milyon Kişiye Düşen Cİ Sayısı	-22,917	21,348	-,214	,294

a. Bağımlı Değişken: 1 Milyon Kişiye Düşen Tasarım Sayısı



Şekil 8. NUTS 2 bölgelerine göre 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısı ile 1 milyon kişiye düşen tasarım ilişkisi (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Figure 8. The relationship between the number of GIs per 1 million people and the design per 1 million people by NUTS 2 regions (Prepared by authors).

TARTIŞMA

Araştırmanın kavramsal çerçevesi, “üçüncü yol” olarak ifade edilen bölgesel gelişme paradigması üzerine kurulmuştur. Üçüncü yol anlayışı, bir bölgesel gelişme paradigması olarak önceki iki gelişme paradigması olan dengeli ve dengesiz gelişme modellerinden bir kaç yönüyle ayrılmaktadır. Bunlardan en önemlisi; temel amacı olan, bölgesel gelişmeyi sağlamak için bölgenin içsel niteliklerini öne çıkarmasıdır. Bu paradigma kapsamında Cİ konsepti, bölgelerin ihtiyaç duyduğu yerel dinamizmi yaratacak bir unsur olarak kabul edilmiştir. Cİ'in gelişme üzerindeki etkisinin yansıması iki gösterge kümesinde aranmıştır. Bu

göstergelerin ilki bölgenin ekonomisini, ikincisi ise yenilikçilik kapasitesini konu almaktadır. Ülkemizde yenilikçiliğe dayalı ekonominin kurulması için nitelikli ve girişimci işgücüne, yeni ürünlerin üretilmesini ve yayılmasını sağlayan bir ortama, inovasyonu destekleyen ürünlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle, Cİ'in bölgenin ürettiği ekonomik değer (GSYİH), dış ticaret geliri, marka, tasarım, patent, faydalı model ve girişim miktarı üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Araştırmada **“Bir bölgedeki Cİ varlığı, o bölgenin ekonomik kapasitesini etkiler.”** ana hipotezi test edilmektedir. Bu bağlamda araştırmamızın hipotezleri, basit doğrusal regresyon analiziyle test edilmiştir.

Regresyon analizi sonucunda; Cİ'in sadece tasarım sayısı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. Diğer değişkenler olan; kişi başına GSYİH, dış ticaret geliri, patent, faydalı model, girişim ve marka sayıları ile Cİ'in ters yönlü ve orta seviyeli ilişkileri bulunduğu gözlenmiştir. Daha açık bir ifadeyle, modeldeki ifadesiyle; 1 milyon kişiye düşen Cİ sayısındaki her birim arttığında, GSYİH, dış ticaret geliri, patent, faydalı model, girişim ve marka sayılarının azaldığı gözlenmiştir. 1 milyon kişiye düşen tasarım sayısı ile Cİ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ülkemizde Cİ'in alındığı bölgeler, genel itibariyle ekonomik ve yenilikçilik göstergelerinin yüksek olduğu bölgeler değildir. Başka bir ifadeyle, Cİ alındığı bölge ekonomisine katkı sağlamak ve yenilikçilik katmak bakımından sınırlı etkiye sahiptir.

Cİ tescili ülkemizde ağırlıklı olarak Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndedir. Bu bölgeler, düşük yoğunluklu, kırsal karakterli, çoğunlukla küçük ve orta ölçekli kentlerden oluşan yerleşmelerdir. Göç veren bu bölgelerimiz aynı zamanda ekonomik ve sosyal göstergeleri bakımından ülkemizin en az gelişmiş yerleşmeleridir. Kişi sayısı ile oranlayarak Cİ sayısını ele aldığımızda, nüfusu az olan bu bölgelerin Cİ sayısı bakımından avantajlı oldukları gözlenmiştir. Ülkemizin gelişmiş bölgeleri ve özellikle üç büyük kenti; Cİ'li ürün ortaya koyma avantajına sahip değildir. Bu üç büyük kentte Cİ'li ürünlerin, sanayi ürünleri ile ilişkisini kurarak marka, patent vb ekonomik değer üretimi bakımından fayda sağlamadığı gözlenmiştir. Nitekim hem regresyon analizi, hem de haritalara yansıyan değerler bunu doğrulamıştır.

Bu bulgulardan çıkarılacak iki önemli sonuç bulunmaktadır. Ülkemizdeki temel kabul, ağırlıklı olarak sanayi ve hizmetler sektörlerine bağlı bir ekonomik gelişme tasarımıdır. Bu çerçevede, ülkemizdeki büyükşehirler başta olmak üzere kent merkezlerinde endüstriyel üretim yaparak kalkınma arayışı kabul görmektedir. Cİ ise ağırlıklı olarak tarımsal ürünlerin işlenmesiyle elde edilen yiyecek ve ürünleri konu almaktadır. Ülkemizde tescillenen Cİ'in yaklaşık üçte biri gıda ürünleridir ((I) yemek ve çorba, (II) meyve, sebze ve mantarlar, (III) fırıncılık, pastacılık vb. Bu ürünler; çoğunlukla odağında endüstriyel gelişme olmayan kentlerden/bölgelerden elde edilen ürünlerdir. Bu ürünleri üreten kentler endüstriyel üretimin sağladığı ekonomik yüksek katma değeri üretememekte, dolayısıyla GSYİH ve Dış Ticaret gelirleri kısıtlı olmaktadır. Benzer şekilde yenilikçilik kapasitesinin göstergeleri olan marka, patent, faydalı model, tasarım ve girişim bakımından da oldukça geride kalan kentler ve bölgeler göze çarpmaktadır.

Araştırmamızda ulaştığımız diğer bir sonuç ise; dünyanın gelişmiş ülkelerinde kalkınma için bir araç olarak kabul edilen Cİ konusunun, bizim ülkemizin örneğinde henüz bu ekonomik faydayı sağlamaktan uzak olduğudur. Bu bakımdan gelişmiş batı ülkelerinin literatüründe örneklenen uygulamalardan farklı bir sonuç ile karşılaşılmıştır. 1997 yılından beri alınan Cİ tescilleri, ülkemizin geri kalmış bölgelerinde neden ekonomik fayda sağlayamadığı konusunun üzerinde durmak ve buna yönelik strateji geliştirmek gereklidir. Cİ ürün tescil edilmiş, ancak bu ürünler markaya, patente, tasarıma veya girişime dönüşmemiştir. Bu sonuç şaşırtıcı değildir. Zaten ekonomik değere dönüşmemiş olması, “yenilikçilik” başlığı altında incelenen alanlarda da bir değer üretilmediğini gösterir. Az gelişmiş bölgelerimizin yerel potansiyelinin olduğu, ancak ekonomik değere dönüşmekte sorun olduğu açıkça görülmektedir. Cİ'in daha çok alındığı bölgeler; ulusal ve küresel rekabet koşullarını sağlamamakta, bilişsel ve fiziksel olarak zorlanmaktadır. Bu aşamada; bunun sebepleri üzerinde durmak gereklidir. Kırsal alanda yeni ekonominin gereklerini takip edecek; marka oluşturacak; yeni ekonomik araçlar ve teknolojiler ile ürünü pazara sunacak bilgi, beceri, sosyal ağ eksikliği

görülmektedir. Kırsal alanda üretim yapanların demografik yapısının, pazar ekonomisi ile olan ilişkisinin değerlendirilmesi bunun sebebine ilişkin ipuçlarını barındırmaktadır.

Katma değeri düşük, ölçek ekonomisinden yararlanamayan, endüstriyel üretim biçimiyle değil; geleneksel yöntem ve araçlarla üretime konu olan Cİ tescilli ürünlerin pazara ulaştırılması meselesi de ayrı bir problem olarak bu sonucu desteklemektedir. Karayollarının hakim olduğu ülkemizde; ürünlerin yüksek taşıma maliyetleri pazara ulaşmasındaki engeller arasındadır. Dolayısıyla ülkemizde nüfusun odaklandığı büyük kentlere uzak kalan yerleşmelerin fiziksel mesafesi ve ulaşım olanaklarının kısıtlarının da Cİ'li ürünlerin pazarla buluşmasının önündeki engeller arasında olduğu söylenebilir.

Ülkemizde marka geliştiren, girişimci üreten, ürünleri için patent alan ve tasarımlar yapabilmeye becerisi olan kentler/bölgeler ise; endüstriyel üretime veya hizmetler sektörünün belli alt kollarına odaklandıkları için Cİ konusuna ilgi duymamaktadır. Hatta, Cİ'li el emeği, göz nuru, doğal ve atölye tipi ürünler; hayatın hızlı aktığı büyük kentlerdeki tüketimin hızının gerisinde kalmakta; nostaljik ve otantik bir folklorik ürün olmanın ötesine geçmekte zorlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Brix, J., 2020. Building capacity for sustainable innovation: A field study of the transition from exploitation to exploration and back again. *Journal of Cleaner Production*, 268: 122381 (1-12). doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122381
- Casanova, F., 2004. Local development, productive networks and training: Alternative approaches to Train and work for young people. Montevideo: OIT-Cinterfor. (Web sayfası: https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/local_develop.pdf) (Erişim Tarihi: Temmuz 2022)
- Çalışkan, V. & H. Koç, 2012. Türkiye'de coğrafi işaretlerin dağılışı özelliklerinin ve coğrafi işaret potansiyelinin değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17 (28): 193-214. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidcd/issue/2456/31291>
- Çukur, F. & T. Çukur, 2017. Coğrafi işaretli ürünlerin kırsal kalkınma açısından değerlendirilmesi: Muğla ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23 (2): 187-194. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.364914>
- Delice, Ş., 2016. Coğrafi İşaretli Ürünlere Yönelik Pazarlama Stratejileri, Türk Patent Enstitüsü, (Basılmamış) Uzmanlık Tezi, Ankara, 185 s.
- Demir, İ., 2020. Coğrafi İşaretlerin Sosyoekonomik Etkileri. Türk Patent Enstitüsü, (Basılmamış) Uzmanlık Tezi, Ankara, 93 s.
- Doğan, S., 2015. Girişimcilik. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Yayını. İstanbul, 309 s.
- Dokuzlu, S., 2016. Geographical indications, implementation and traceability: Gemlik table olives. *British Food Journal*, 118 (9): 2074-2085. DOI 10.1108/BFJ-09-2015-0341
- Elçi, Ş., 2007. İnovasyon Kalkınma ve Rekabetin Anahtarı. Pelin Ofset, Ankara, 183 s.
- Frantzen, D., 2000. R&D, human capital and international technology spillovers: A cross-country analysis. *Scandinavian Journal of Economics*, 102 (1): 57-75.
- İloğlu, N., 2014. Coğrafi İşaretlerin Tescili ve Denetimi Üzerine Farklı Ülke Sistemlerinin İncelenmesi Ve Türkiye Uygulaması, Türk Patent Enstitüsü, (Basılmamış) Uzmanlık Tezi, Ankara, 142 s.
- Kan, M. & B. Gülçubuk, 2008. Kırsal ekonominin canlanmasında ve yerel sahiplenmede coğrafi işaretler. *Uludağ. Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 57-66.
- Kan, M., 2011. Yerel Düzeyde Ekonomik Kalkınmada Cİ'lerin Kullanımı ve Etkisi: Akşehir Kirazı Araştırması. Ankara Üniversitesi, (Basılmamış) Doktora Tezi, Ankara, 378 s.
- Kara, Y., 2019. Argan yağı kooperatifi Berberi kadınların hayatını değiştirdi. (Web sayfası: <https://sosyalekonomi.org/argan-yagi-kooperatifi-berberi-kadnlarin-hayatini-degistirdi/>) (Erişim tarihi: 15 Eylül 2021).
- Karaturhan, B., A. Uzmay & K.O.Ç. Gökçe, 2018. Türkiye'de kırsal kadınların aile işletmelerinde organik tarımı benimseme olasılığını etkileyen faktörler. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 55 (2): 153-160. DOI: 10.20289/zfdergi.408821

- Lopez, X. & B. Martin, 2006. Tourism and quality agro-food products; an opportunity for the Spanish Countryside. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 97 (2): 166-177.
- Mercan, Ş. O. & M. Üzülmöz, 2014. Coğrafi işaretlerin bölgesel turizm gelişimindeki önemi: Çanakkale ili örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29 (2): 67-94. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deuibfd/issue/22718/242468>
- Müller, M., 2012. Design-driven innovation for sustainability: A new method for developing a sustainable value. *International Journal of Innovation Science*, 4 (1): 11-24.
- Orhan, A., 2010. Yerel değerlerin turizm ürününe dönüştürülmesinde "coğrafi işaretlerin" kullanımı: İzmit pişmaniyesi örneği. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 21 (2): 243-254. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atad/issue/16800/174510>
- Phelps, N. A., D. Mackinnon, I. Stone & P. Braidford, 2003. Embedding the multinationals? Institutions and the development of overseas manufacturing affiliates in Wales and North East England. *Regional studies*, 37 (1): 27-40. DOI: 10.1080/0034340022000033385
- Rangnekar, D., 2003. Geographical Indications. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD), Ceneve, 56 pp.
- Saturninus, K., 2002. Globalisation challenges on local economic development. (Web sayfası: <http://mdpafrika.org.zw/>) (Erişim tarihi: Eylül 2021).
- Sayar, N. & R. Tunalıoğlu, 2021. Aydın ilinde tarımsal amaçlı kooperatiflerin girişimcilik özelliklerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 58 (1): 125-135. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.700334>
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. Ulusal kırsal kalkınma stratejisi (2021-2023). (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/Duyuru/1372/Ulusal-Kirsal-Kalkinma-Stratejisi-2021-2023-Yayimlanmistir>) (Erişim tarihi: Ocak 2022).
- Tepe, S., 2008. Coğrafi İşaretlerin Ekonomik Etkileri. Türk Patent Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, Ankara, 160 s.
- Treager, A., 2003. From Stilton to Vimto: Using food history to re-think typical products in rural development. *Sociologia Ruralis*, 43 (2): 87-98.
- Treager, A., A. Filippo, B. Giovanni & A. Marescotti, 2007. Regional foods and rural development: The role of product qualification. *Journal of Rural Studies*, 23: 12-22. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2006.09.010
- Türk Patent Enstitüsü, 2019. Tasarım. (Web sayfası: <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/resources/temp/293FFE51-B888-4DA7-AE07-3D8E472DB4FA.pdf>) (Erişim tarihi: Ocak 2022).
- Türk Patent Enstitüsü, 2020. Marka bilgilendirme. (Web sayfası: <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/commonContent/MAbout#:~:text=Marka%2C%20bir%20i%C5%9Fletmenin%20mal%20ve,bi%C3%A7imde%20ifade%20edilebilen%2C%20bask%C4%B1%20yoluyla>) (Erişim tarihi: Ocak 2022).
- Türk Patent Enstitüsü, 2020. Patent/faydalı model. (Web sayfası: <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/resources/temp/16E3B1C5-0F40-4980-9AB3-FE43EFF1309D.pdf>) (Erişim tarihi: Ocak 2022).
- Türk Patent Enstitüsü, 2021. Coğrafi işaret nedir? (Web sayfası: <https://ci.turkpatent.gov.tr/sayfa/co%C4%9Frafii%C5%9Faret-nedir>) (Erişim tarihi: Ocak 2021).
- Van Boekel, G. & M. Van Logtestijn, 2002. Applying the Comprehensive LED Approach: The Case of Mozambique. International Labour Office Cooperative Branch, Cenevre, 51 pp.
- Van de Kop, P., D. Sautier & A. Gerz, 2006. Origin-Based Products: Lessons For Pro-poor Market Development. The Royal Tropical Institute-KIT. AmsterdamMontpellier, 104 pp.
- Wilson, N., K. Van Ittersum & A. Fearne, 2000. "Co-operation and co-ordination in the supply chain: a comparison between the Jersey Royal and the Opperdoezer Ronde potato. Proceedings of the 67th EAAE Seminar, 96-102 pp., 28-30 October 1999, Le Mans, Fransa INRA Science and Impact and Univ Degli Studi di Parma
- WTO, 1994. The agreement on trade-related aspects of intellectual property rights. (Web sayfası: http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/27-trips.pdf) (Erişim tarihi: Ağustos 2021).
- Yalçın, D., 2019. Coğrafi İşaretlerin Şehir Markalaşmasına Etkileri: Sakarya İli Örneği. Sakarya Üniversitesi, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 152 s.
- Yılmazbilen, M. M., 2020. Ulusal ve Uluslararası Başarılı Örnekler Işığında Coğrafi İşaretlerin Etkin Yönetimi. Türk Patent Enstitüsü, (Basılmamış) Uzmanlık Tezi, Ankara, 125 s.

Derleme
(Review)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (4):733-744
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1096687>

Figen KIRKPINAR^{1*} 

Helin ATAN¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 35030, Bornova, İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

figen.kirkpinar@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Çevresel etkiler, sindirim sistemi, kümes hayvanları, yem bileşenleri

Keywords: Environmental impacts, digestive system, poultry, feed ingredients

Kanatlı hayvanların beslenmesinde sürdürülebilirlik stratejileri

Sustainability strategies in poultry nutrition

Received (Alınış): 31.03.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 13.06.2022

ÖZ

Hayvansal üretimde sürdürülebilirlik; gelecek nesillerin gıda ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden toplumun mevcut gıda ihtiyaçlarının karşılanması şeklinde tanımlanır. Kanatlı üretimi, hayvansal üretimin diğer alanlarına kıyasla daha çevre dostu olmasına rağmen sera gazları, ötrofikasyon ve asidifikasyon gibi çevresel etkileri göz ardı edilmemelidir. Kanatlı üretim zincirinde, yem üretimi ve nakliye küresel ısınma potansiyalinin %70'ini oluştururken, gübre yönetimi ise ötrofikasyon ve asidifikasyon potansiyalinin %40-60'ını oluşturmaktadır. Sürdürülebilir kanatlı üretiminde, yem üretimi ile besin madde atılımının etkisini azaltmak amacıyla bazı besleme stratejileri geliştirilmektedir. Yem üretimi etkisinin azaltılması amacıyla karma yemlerin "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" kullanılarak oluşturulması, alternatif protein kaynaklarının kullanılması ve hidroponik tarım modellerinin uygulanması çevre dostu ve sürdürülebilir üretim yapmaya olanak sağlamaktadır. Gübre yönetiminin çevresel etkisi ise karma yemlerin ham protein düzeyi azaltılarak, ham selüloz ilavesi, sindirim sisteminin düzenlenmesi ve besin madde sindirilebilirliği artırılarak iyileştirilebilir. Bu derlemede, kanatlı beslemede sürdürülebilirlik stratejileri; yem üretiminin etkileri, besin madde atılımının azaltılması ve iyileştirilmiş sindirim sistemi ile ilişkisi irdelenecektir.

ABSTRACT

Sustainability in animal production is defined as meeting society's current food needs without compromising the ability of future generations to meet their food needs. Poultry production is more environmentally friendly in comparison with other fields in animal production, however; its impacts on the environment such as greenhouse gases, eutrophication, and acidification should not be overlooked. In poultry production chain, feed production and transportation constitute 70% of global warming potential, whereas manure management constitutes 40-60% of eutrophication and acidification potential. Some feeding strategies are developed in sustainable poultry production to reduce the effects of feed production and nutrient excretion. Making compound feed by means of "Life Cycle Assessment" using alternative protein sources and using hydroponic farming models to reduce the impact of feed production enable environmentally friendly and sustainable production. The environmental impact of manure management can be improved by reducing the crude protein level of diets, adding crude fiber, regulating the digestive system and increasing nutrient digestibility. In this review, sustainability strategies in poultry nutrition; the relationship with effects of feed production, reduction of nutrient excretion and improved system will be discussed.

GİRİŞ

Birleşmiş Milletlerin "Dünya Nüfus Beklentileri 2019" (World Population Prospects, 2019) raporuna göre, 30 yıl içerisinde dünya nüfusunun yaklaşık 2 milyar artacağı ve hızlı nüfus artışının küreselleşme, kentleşme ve ekonomik baskılar nedeniyle tüm dünyada gıda üretiminde ve tüketiminde değişikliklere yol açacağı tahmin edilmektedir (UN, 2019). Ayrıca tüketicilerin güvenli ve sürdürülebilir gıda taleplerini karşılamak için su, enerji, toprak ve besin kaynaklarını daha verimli kullanan bitkisel ve hayvansal üretime olan ihtiyacın artacağı öngörülmektedir. Hayvansal üretim; günlük düzeyde kalori (~%17'si) ve protein (~%33'ünü) tüketimimizin önemli bir kısmını oluşturması, artık ve yan ürünleri süt, yumurta ve et gibi yüksek kaliteli hayvansal protein kaynaklarına dönüştürmesi, bitkisel üretim için uygun olmayan alanların değerlendirilmesi ve geleneksel rolü nedeniyle önemlidir (Thornton, 2010; Lusk, 2013). Ancak yoğun hayvansal üretimin bir taraftan milyarlarca insanın gıda ihtiyacını karşılarken diğer taraftan arazi yapısının bozulması, su kirliliğine neden olması ve karbon emisyonunu artırması gibi olumsuz çevresel etkilere yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca çevre ayak izlerinin artması yanı sıra biyolojik çeşitlilik kaybı da yoğun hayvansal üretimin neden olduğu önemli olumsuz etkenlerdendir (Sans & Combris, 2015; Frenette et al., 2017). Bu durumda güvenli, kaliteli ve çevreye daha az zarar veren üretimin esas alınması benimsenmektedir. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından desteklenen "Sürdürülebilir Kalkınma 2030" projesi ile üretimde sürdürülebilirliğin esas alınması gerektiğinin vurgulanması (UNESCO, 2017), Avrupa yasal çerçevelerinin gıda güvenliği ve hayvan refahı ile ilgili giderek artan yaptırımlarda bulunması sonucunda hayvansal üretimde sürdürülebilirliğe olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

İlk olarak King tarafından 1911 yılında tarımda "sürdürülebilirlik" kavramı "kalıcı tarım" şeklinde tanımlanmıştır. Daha sonra ekonomist Gordon Douglass "sürdürülebilirlik" tanımını; çevre, ekonomi ve sosyal kavramları esas alarak gelecek nesillere aktarma fırsatı sağlayan üretim şekli olarak açıklamıştır. İlerleyen zamanlarda Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED, 1987) sürdürülebilirliği, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabileceği, doğaya en az zarar veren ve ekonomiyi esas alan üretim şekli olarak tanımlamıştır (Munasinghe & Shearer, 1995). Günümüzde ise sürdürülebilirlik kavramı 1977 yılında yayımlanan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Tarımsal Araştırma, Yayın ve Öğretim Politikası Yasası esas alınarak sürdürülebilir ekonomi, çevre ve sosyal etkinliğin temel alındığı, gelecek nesillere aktarma imkânı sağlayan üretim şekli olarak açıklanmaktadır. Yoğun hayvansal üretime sahip ve özellikle hayvan besleme yönünden dış kaynaklara bağımlı olan işletmelerde sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğin garanti altına alınması gerekmektedir (FAO, 2014; FEFAC, 2016). Hayvansal üretimde birincil etken olarak çiftliklerde enerji kullanımı ve hayvan barınaklarından salınan sera gazları çevre kirleticiler olarak görülse de özellikle kanatlı üretim işletmelerinde yem üretimi, hammadde bağımlılığı ve gübre yönetimi gibi ikincil etkenler de önemlidir ve sürdürülebilirliği kısıtlamaktadır (Leinonen & Kyriazakis, 2016). Tarımda çevre dostu hayvansal üretimin yetiştirme, refah ve sağlık gibi birçok kriteri olsa da işletme maliyetinin %60-80'ini oluşturan, üretim performansını, hayvan sağlığını, hayvansal ürünü ve çevre ayak izini doğrudan etkileyen hayvan besleme en önemlisi olarak kabul edilmektedir (Herrero et al., 2010).

Ruminantlar, hayvansal protein ihtiyacımızın %51'ini (%67'si süt, %33'ü et) karşılamaktadır (FAO, 2018). Ruminant hayvanların genellikle geniş otlak alanlara ihtiyaç duymaları, arazi kullanımında değişiklikler ve enterik fermantasyon sonucu küresel sera gazı emisyonları artmaktadır. Ruminantların, dünyada insan kaynaklı oluşan sera gazlarının %9'undan sorumlu olduğu belirtilmektedir (Gerber et al., 2013; EPA, 2017). Sera gazı emisyon üretimini azaltmak amacıyla teknolojik işlemler, yetiştirme ve besleme stratejilerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Bu amaçla yüksek kaliteli kaba yemlerin kullanılması, katkı maddeleri (probiyotik, prebiyotik, organik asitler ve sekonder metabolitler) ve yağ ilavesi gibi besleme stratejileri uygulanmaktadır (Niderkorn & Jayanegara, 2021).

Son 30 yılda artış eğilimi gösteren kanatlı işletmeleri kısa üretim döngüsü ve hızlı sermaye getirisi ile küresel endüstriler arasında önemli bir yere sahiptir. Kanatlı sektöründe hammadde işleme, yem üretimi ve gübre yönetimi gibi üretimin her aşamasının çevresel etkilere neden olduğu bilinmektedir

(Lassaletta et al., 2019; MITECO, 2019). Özellikle soya gibi ithal edilen protein kaynaklarına bağımlılık sürdürülebilirliği olumsuz etkilemektedir (Leinonen & Kyriazakis, 2016). Uygun besleme stratejileri, genetik ve ıslah çalışmaları ile bu olumsuz etkiler azaltılarak doğa dostu bir üretim hedeflenmektedir. Yoğun kanatlı üretiminde doğayı en çok etkileyen kaynakların yem üretimi ve gübre yönetimi olduğu, bunun da besleme ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Tallentire et al., 2017; Lassaletta et al., 2019; MITECO, 2019). Bu kaynakları azaltmaya yönelik stratejilerin doğru şekilde planlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Kanatlı üretiminde sürdürülebilirliğe yönelik besleme stratejileri olarak; yem üretiminin etkileri, besin madde atılımı ve sindirim sistemi esas alınmaktadır.

Son yıllarda sürdürülebilir hayvansal üretim için çevre ayak izini azaltacak besleme stratejileri geliştirilmiştir. Bunlardan biri, karma yem hazırlarken yem üretim etkisini azaltmak amacıyla "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" (**LCA; Life Cycle Assessment**), kavramının benimsenmesidir. Bu yöntemin amacı, sadece besin madde ihtiyaçlarını karşılamak ve ekonomik bir karma yem oluşturmak değil ayrıca çevre ayak izini dikkate almaktır (Mackenzie et al., 2016; Garcia-Launay et al., 2018).

Diğer bir besleme stratejisi ise alternatif yem kaynaklarının değerlendirilmesidir. Özellikle hayvansal protein kaynaklarının ve soyanın yerine ikame edilebilecek alternatif yem hammaddelerinin kullanımlarının artırılmasıdır. Topraksız tarım modellerinden biri olan hidroponik sistemin de yem üretiminin çevresel etkisini azaltabileceği bilinmektedir.

Besin madde atılımını azaltmak amacıyla, ham protein düzeyinin azaltılması, ham selüloz ilavesi, hammadde ve yem katkı maddelerinde biyoteknolojik uygulamalar ile besin madde sindirilebilirliğini artırıcı besleme stratejileri uygulanmaktadır (Rojas & Stein, 2017; Pomar & Remus, 2019). Son yıllarda kanatlı hayvanlarda sindirim sistemi sağlığı ile üretim performansı ve çevresel etki arasında pozitif bir ilişki olduğu vurgulanmıştır. Bunun sonucu olarak gelecekte sürdürülebilir karma yem hazırlanmasında hayvan sağlığının ana kriterlerden biri olacağı öngörülmektedir (Celi et al., 2017; Liu et al., 2019).

Sürdürülebilir hayvansal üretimi esas alan Avrupa Komisyonu 2017/302 yasal yürütme kararı ile yoğun domuz ve kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde uygulanacak besleme stratejileri ile çevresel kirliliğin azaltılmasını hedeflemiştir. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi 2010/75 / EU (DOUE, 2017) çerçevesinde (BAT) alınan kararlar doğrultusunda kısıtlı protein ve verimliliği artırmak amacı ile katkı maddelerinin kullanımı gibi bazı stratejilerin benimsenmesini zorunlu kılmıştır.

Bu derlemede, kanatlı üretiminin çevresel etkileri, beslemede sürdürülebilirlik stratejileri; yem hammaddelerinin çevresel etkisinin azaltılması, iyileştirilmiş sindirim sistemi ve besin madde atılımının azaltılması ile ilişkisine yönelik bilgilere ve önerilere yer verilmiştir.

Kanatlı üretiminin çevresel etkileri

Küresel kanatlı sektörü her yıl yaklaşık 606 milyon ton karbondioksit (CO₂-eq) sera gazı emisyonu oluşturmaktadır. Bu sera gaz emisyonlarının başlıcaları Çizelge 1'de verilmiştir. Kanatlı üretiminde sera gazı emisyonunun birincil kaynağı yem üretim aşaması (% 57; gübreleme, makine kullanımı ve nakliye), ikincil kaynağı ise arazi kullanım etkinliği aşaması (etlik piliçlerde % 21.1 yumurtacılar da % 12.7) kabul edilmektedir (Gerber et al., 2013; Malomo et al., 2018). Ayrıca kanatlı üretim zincirinde, enerji tüketiminden kaynaklanan emisyonlar (doğrudan enerji, yemden kaynaklanan CO₂ ve çiftlik sonrası oluşan CO₂) % 35- 40'ını oluşturmasına rağmen gübre yönetim aşamasının (etlik piliçlerde % 6 ve yumurtacılar da % 20) katkısı da göz ardı edilmemektedir (Çizelge 2). Çevresel etkilerin iyileştirilmesi amacıyla enerji tasarrufu, yenilenebilir enerji, karma yemde kullanılan soya fasülyesi küspesi düzeyinin azaltılması gibi stratejiler geliştirilmiştir. Bu çevresel etkileri belirlemek amacıyla bazı tanımlar kullanılmaktadır. Küresel ısınma potansiyeli; herhangi bir sera gazı emisyonunun, CO₂ baz alınarak 100 yıllık bir süre zarfındaki etkisini ifade etmektedir. Ötrofikasyon potansiyeli; besin maddelerinin sızıntı, akış veya atmosferik birikim sonucu su kaynaklarına ulaşması ile su ekosisteminin bozulmasıdır. Aşırı besin madde birikimi ile sucul bitkiler çoğalmaktadır. Kanatlılarda ise suya sızan besin maddeleri nitrat, fosfat ve

atmosfere yayılan amonyak (NH_3) emisyonlarıdır (He et al., 2022). Asidifikasyon potansiyeli ise toprak pH'ındaki potansiyel azalmanın bir göstergesidir. Kanatlı üretiminde ana kaynak, fosil yakıttan oluşan kükürt dioksit ve NH_3 emisyonlarıdır (Leinonen & Kyriazakis, 2016).

Çizelge 1. Kanatlı üretiminde oluşan bazı önemli sera gaz emisyonları

Table 1. Some important gaseous emissions in chicken supply chain

Emisyonlar	Açıklama
Metan (CH_4)	Yanıcı bir sera gazı olup karbondioksit (CO_2)'den 28 kat daha güçlüdür.
Nitröz oksit (N_2O)	CO_2 'den 265 kat daha güçlüdür ve NH_4 'ün NO_3 'e nitrifikasyonu sırasında oluşan bir ara üründür. NO_3 'ün denitrifikasyonu sırasında oksijeni düşük topraklarda uygulanan gübrede (örn. su dolu alanlar) bulunur.
Amonyak (NH_3)	Asitleştirici bir gaz olup protein sindirimi sonucu dışkı ve idrar ile atılmaktadır.
Nitrat (NO_3-)	Gübre uygulamasından sonra (depolama, taşıma, gübreleme) NH_4 / NH_3 'ün nitrifikasyonu ile toprakta oluşur. Sızmaya eğilimli suda çözünür bir iyonudur. İçme suyunda yüksek miktarda konsantrasyon, insan ve hayvanlarda kanda oksijen eksikliğine neden olan azot dioksit zehirlenmesine yol açabilmektedir.
Fosfat (P_2O_5)	Gübrenin yüzeysel akışından ve/veya suda çözünür formun sızmasından kaynaklanır. Açık suların ötrofikasyonuna neden olur (alglerin yoğun büyümesi ve ardından oksijen eksikliğinden balıkların ölümü).

Teenstra et al., 2015.

Çizelge 2. Sera gazı emisyonlarının tavuk eti ve yumurta üretim zincirinden kaynaklanan miktarları (%)

Table 2. Global emissions from chicken meat and egg supply chain by category of emissions (%)

Emisyonlar	Et	Yumurta	Kaynaklar
CO_2	59.4	48.9	Yemler, soya fasülyesi, enerji kullanımı, nakliye
CH_4	1.6	9.0	Gübre yönetimi
N_2O	36.5	41.0	Gübre yönetiminden kaynaklanan doğrudan veya direkt etkiler
Diğerleri	1.4	1.1	Yemler ve dolaylı enerji CO_2 (enerji tüketimi, yemden kaynaklanan ve çiftlik sonrası oluşan CO_2)

Gerber et. al. 2013.

Kanatlı beslemede sürdürülebilirlik stratejilerinin uygulanması

Yem üretiminin çevresel etkisinin azaltılması

Dünya'da ekilebilir arazinin %33'ü yem hammadde üretimi amacıyla kullanılmaktadır (Lassaletta et al., 2019). Bu nedenle karma yemlerin "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" kullanılarak hazırlanması, alternatif protein kaynaklarının kullanılması ve hidroponik üretim gibi stratejiler ile yem ve hammadde üretiminin çevresel etkisinin azaltılabileceği bildirilmiştir (Tallentire et al., 2017; Lassaletta et al., 2019).

Kanatlı beslemede kullanılan karma yemler hayvanların besin madde ihtiyacı ve ekonomik parametreler göz önünde bulundurularak hazırlanmaktadır. Ancak sürdürülebilirlik kavramı ile çevre ayak izi ve salınan sera gazı emisyonlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Günümüzde bu emisyonların olası çevresel etkilerinin belirlenmesi ve hesaplanması için yeni bir çevresel etki değerlendirme yöntemi olan "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" kullanılmaktadır. Bu prensip; yemlerin besin madde içerikleri, ekonomik kriterler, sera gazı emisyonu, ötrofikasyon ve asidifikasyon potansiyelleri, arazi, enerji ve su ihtiyacı ile nakliye gibi pek çok etkeni göz önünde bulundurmaktadır. Bu yaklaşım kanatlı üretiminde yapısal model olarak belirli bir fonksiyonel birimi (örneğin, piliçlerin veya hindilerin 1000 kg yenilebilir karkas ağırlığı veya 1000 adet yumurta) üretmek için gereken tüm girdileri ve etkileri hesaplayabilmektedir. "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" ile yemlerde kullanılan çeşitli hammaddelerin çevresel etkileri hakkında bilgi sağlayan bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Mackenzie et al., 2016; Garcia-Launay et al., 2018; Ziegler et al., 2021; Çizelge 3). Ancak "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" metodunun standartlaşması ve hesaplamasının güvenilirliğinin artması için her ülkenin kendi koşullarına göre uyarlaması gerekmektedir. Bu hesaplama yönteminin geliştirilmesi ile çevre dostu ve refah düzeyi iyileştirilmiş bir üretim yapılabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Farklı hammaddeler için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (ton)**Table 3.** Life Cycle Assessment for different raw materials (tonnes)

Yemler	Sera gazı emisyonu (kg CO ₂ -eq)	Enerji ihtiyacı (Gigajoule GJ)	Asidifikasyon (kg SO ₂ -eq)	Ötrofikasyon (kg PO ₄ -eq)
Tahıllar	207-493	5-24	628-1818	14-42
Tahıl yan ürünleri	533-583	22-25	709-954	45-46
Yağlı tohum ve protein kaynakları	438-484	6-26	1177-3103	24-27
Yemeklik yağ	769-832	8-21	1058-2283	8-24
Bitkisel yağ	1727-2334	20-52	2343-4972	56-78
Hayvansal yan ürünler	557-641	13-13	800-1331	46-63
Böcekler	1317-2205	52-60	13-17	7-10
Algler	683-1810	-	-	-
Mineraller	900-967	14-15	175-205	23-41
Sentetik aminoasitler	6101-11021	144-284	1758-2510	210-311

Méda et al., 2019.

FAO (2014) ve Uluslararası Yem Endüstrisi Federasyonu (IFIF, 2019) raporuna göre, 2050 yılına kadar hayvansal protein ihtiyacının 2 kat ve beyaz et tüketiminin %173 kat artacağı öngörülmektedir. Nüfusun ve yoğun üretimin artması ile gıda rekabeti tahıl fiyatlarının yükselmesine neden olacaktır. Bu durumun üretim maliyetini ve beyaz et tüketimini olumsuz etkileyeceği beklenmektedir (FAO, 2014; Cerisuelo & Calvet, 2020). Sürdürülebilir üretimi hedefleyen işletmelerde, hayvanların protein ihtiyacını dengeli ve çevre dostu yöntemler kullanarak karşılamak başarının kilit unsuru olarak kabul edilmektedir. Kanatlı hayvanlarda bu amaçla kullanılan en önemli protein kaynağı tam yağlı soya fasülyesi ve soya fasülyesi küspesidir. Bu hayvanlarda enterik fermantasyonun oluşmaması ve daha iyi yemden yararlanma oranına (YYO) sahip olmaları nedeniyle en iyi çevre dostu hayvansal üretim dalı olarak kabul edilmesine rağmen (Gerber et al., 2013) karma yemlerde soyanın yoğun olarak kullanılması bu durumu olumsuz etkilemektedir. Soya üretiminin yaygın olarak yapıldığı ABD, Arjantin ve Amazon Havzası'nda ormanlık alanların tarım arazisine dönüştürülmesi, toprak erozyonu, ötrofikasyon, yaygın pestisit kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı ve yüksek sera gazı üretimi gibi etkileri sürdürülebilirliği kısıtlamaktadır. Bunun sonucu olarak günümüzde alternatif protein kaynaklarına olan ilginin arttığı bildirilmiştir (Veldkamp & Bosch, 2015; Lassaletta et al., 2019). Özellikle yoğun üretim sistemlerinde soya yerine alternatif protein kaynağı olarak yerel, yan sanayi ürünleri, algler (Ibekwe et al., 2017; Ansari et al., 2020), böcekler ve solucanlar (Khan et al., 2016) gibi omurgasızların karma yemlere ilavesi ile sürdürülebilir ve çevre dostu bir hayvansal üretimin yapılabileceği bildirilmiştir (Tallentire et al., 2017; Lassaletta et al., 2019).

Hayvansal üretimde gıda ve yem rekabetinin azaltılması, yem üretiminin çevresel etkisinin azaltılması amacıyla hidroponik tarım modeli gündeme gelmiştir. Hidroponik tarım modeli, kısa sürede (yaklaşık 7 gün), topraksız, su ve besin solüsyonu ile bitki yetiştirilmesidir (Naik et al., 2015). Ayrıca pestisit kullanılmaması, ekonomik olması ile toprak, su ve arazi kullanımını optimize ederek sürdürülebilir bir üretim yapmaya olanak sağlamaktadır (Borrero, 2021). Kanatlılarda karma yemlere kaba yem ilavesiyle hayvan refahının iyileştiği, kanibalizmin azaldığı, et ve yumurta kalitesinin arttığı bilinmektedir (Mohammed et al., 2013). Abouelezz et al. (2019) yumurtacı bıldırcınlarda hidroponik olarak üretilen arpa filizi ilavesinin kuluçka randımanı ve taşlık nispi ağırlığını artırdığını belirtmiştir. Ancak yumurta kalite indekslerini ve kan parametrelerini etkilemediğini ifade etmiştir.

İyileştirilmiş sindirim sistemi ve besin atılımının azaltılması

Kanatlı sektörü, yemden yararlanma oranı ve üretim performansını en iyi şekilde değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu amaçla sağlıklı sindirim sistemine sahip hayvanlardan uygun besleme ile maksimum verim sağlanabilmektedir (Celi et al., 2017). Ancak kanatlıların sindirim sisteminin bütünlüğü ve işlevselliği üzerine hayvan sağlığı, çevre, yem ve sindirim sistemi mikrobiyotası gibi bazı faktörler etki göstermektedir. Bu durumda bağırsak mikroflorasını düzenleyen, çevre, konakçı ve mikrobiyota arasında

bir denge sağlayan yem bileşenleri tercih edilmelidir. Hayvanların sindirim sistemi sağlığının korunmasına ve/veya iyileştirilmesine katkıda bulunan bazı besleme stratejileri ise yemlere ham selüloz ilavesi, bazı katkı maddeleri ve biyoaktif bileşiklerin kullanılmasıdır.

Paris Directiva Tehos Anlaşmasına göre çiftlik hayvan gübresi NH_3 , CH_4 ve N_2O gibi sera gaz emisyonu kaynağı olarak kabul edilmektedir (MITECCO, 2019; Işık & Kırkpınar, 2020). Amonyak, özellikle yoğun kanatlı işletmelerinden salınan en önemli hava kirletici sera gazıdır (NRC, 2003). Kanatlı hayvanlarda sindirilememiş besin maddelerinden kaynaklanan NH_3 emisyonunun toprak, su, atmosfer ve sağlık üzerine olumsuz etkilerinin olduğu ve Dünya'da 2017 yılında atmosfere yayılan NH_3 emisyonlarının %8'inin kanatlı üretiminden kaynaklandığı bildirilmiştir. Literatürde, gübreden kaynaklanan sera gazı emisyonunun doğrudan besleme (yem bileşimi, sindirim sistemi, sindirilebilirlik ve bağırsak fermantasyonu) ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Xu, 2014, EPA, 2017; Ferrer et al., 2019; Selle et al., 2020; Huntanen & Huuskonen, 2020). Bu nedenle, ham protein düzeyinin azaltılması, ham selüloz ilavesi ve besin madde sindirilebilirliğinin artırılması amacıyla bazı yem katkı maddelerinin kullanılması gibi besleme stratejileri geliştirilmiştir.

Karma yemlerin ham protein düzeyinin düşürülmesi

Günümüz tavukçuluğunun en büyük sorunlarından biri de kümes içinde oluşan NH_3 gazıdır. Bu gaz çevre kirliliğinin yanısıra tavuklarda asites, mide ve bağırsak hastalıkları, solunum rahatsızlığı, kontak dermatit ve ayak yanmaları gibi birçok sağlık problemine yol açmaktadır. Gübreden yayılan NH_3 emisyonlarının ana kaynağı yemdeki yüksek ham protein (HP) düzeyidir. Sürdürülebilir kanatlı üretiminde NH_3 emisyonunu azaltmak amacıyla karmanın HP düzeyinin düşürülmesi önerilmektedir (Ferguson et al., 1998; Sajejev et al., 2018). Son yıllarda özellikle yoğun üretimde HP düzeyininin düşürülmesi sonucu hem NH_3 emisyonlarının azaldığı hem de hayvan sağlığı, refahı ve büyüme performansından ödün vermeden çevre dostu bir üretim yapma fırsatı sağlanabildiği belirlenmiştir (EPA, 2017; Selle et al., 2020). Ferguson et al. (1998) ve Ospina-Rojas et al. (2012) karma yemlerde HP düzeyinin %1 düşürülmesi ile azot (N) atılımında %13 azalma olduğunu belirtmişlerdir. Etlik piliç karma yemlerinde HP düzeyinin % 2-3 azaltılmasının performansı olumsuz etkilemediği buna karşın, düzeyin %3 'den daha fazla düşürülmesinin ise olumsuz etkilediği ve hayvan vücudunda yağ birikimine neden olduğu ifade edilmektedir (Chrystal et al., 2020a,b). Sürdürülebilir kanatlı işletmelerinde standart besleme normlarından daha düşük HP düzeyi kullanılarak hazırlanan karma yemlere belirli sentetik amino asitlerin (metionin, lizin, ve dalanmış zincirli amino asitler) ilave edilmesi önerilmektedir (Malomo et al., 2013; Ospina- Rojas et al., 2017, 2019; Kop-Bozbay & Ocak, 2020; Kop-Bozbay et al., 2021). Ayrıca, günlük fotoperiyot boyunca dengeli bir karmanın enerji ve protein kaynaklarına erişim süresinin veya bunlar arasında serbest seçimin sunulmasının, sürdürülebilir yumurta tavukçuluğunda uygulanabilir bir strateji olduğu öngörülmektedir (Ocak & Sungu, 2009; Kuhl et al., 2012).

Karma yemlerin ham selüloz düzeyinin yükseltilmesi

Ham selüloz düzeyinin artırılması amacıyla karma yemlere kaba yemlerin ilave edilmesinin amonyak emisyonunu azaltarak hayvan ve çevre üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu bildirilmektedir. Nitekim ham selüloz düzeyinin artırılması ile yumurtacı tavuklarda NH_3 emisyonlarının azaldığı ifade edilmiştir (Roberts et al., 2007; Wu-Haan et al., 2010). Roberts et al. (2007), ticari yumurtacı tavuk yemlerine ham selüloz içeriğini yükseltmek amacıyla ilave edilen DDGS, orta kalitede buğday ve soya fasulyesi kabuğunun gübre ile ilk 7 günde yayılan amonyağı %50 oranında azalttığı ve gübrede pH'ı önemli derecede düşürdüğünü saptamışlardır. Özellikle, yulaf kabukları gibi orta miktarda çözünmeyen ham selüloz içeren hammaddelerin %2 ile %3 oranında karma yeme ilavesinin büyüme performansı, sindirim organı gelişimi, HCl, safra asitleri ve enzim salgılanmasını iyileştirdiği bildirilmiştir (Mateos et al., 2012).

Karma yemlere yem katkı maddeleri ilave edilmesi ve teknolojik işlemler

Kanatlılarda ham selüloz sindirim sisteminin işlevini düzenleyen bileşen ya da antinütrisyonel besin olarak değerlendirilmektedir (Sadeghi et al., 2015). Bunun nedeni ise ham selülozun fiziksel ve kimyasal

yapısının karmaşıklığı ile değişkenliğinden kaynaklanmaktadır (Choct, 2015). Yemdeki ham selüloz suda çözünmeyen (nişasta tabiatında olmayan polisakkaritler) ve suda çözünen (polisakkaritler) olmak üzere iki formda bulunmaktadır. Suda çözünen polisakkaritler bağırsak viskozitesini artırarak besin maddelerinin sindirim sisteminden geçiş hızını azaltır. Bunun sonucunda bağırsakta patojenik bakterilerin büyümesini destekleyen hipoksik oluşabilir (Owusu-Asiedu et al., 2006). Ayrıca karkas ağırlığını ve altlık kalitesini olumsuz etkiler. Bu amaçla karma yemlere bazı enzimlerin ilave edilmesi önerilmektedir (Jacob & Pescatore, 2012). Suda çözünmeyen ham selüloz ise fiziksel ve kimyasal yapıları gerektiğinde inert olmalarına izin vermektedir (Tejeda & Kim, 2021). Kanatlı beslemede yem sindirilebilirliğini iyileştirmek amacı ile kullanılan ekzojen enzimlerin (fitaz, amilaz, glukanaaz, ksilanaz ve proteaz) temel işlevi, doğrudan hidroliz yoluyla yem besinlerinin sindirilebilirliğini iyileştirmeye çalışmak olsa da, yemin lezzetini iyileştirme, bağırsak viskozitesini azaltma ve bazı besinlerin sindirim bölgesini değiştirme gibi etkileri de mevcuttur (Ajila et al., 2012; Cowieson & Roos, 2016). Enzim ilavesi, ileumda besin maddelerinin sindirilebilirliğini artırdığından gübre ile daha az besin maddesinin atılımını sağlaması yanısıra bu substratların zararlı mikroorganizmalarca değerlendirilememesi nedeniyle mikroflara üzerine de olumlu etkiler yaparak hayvan sağlığını iyileştirmektedir Munyaka et al. (2016) karma yemlere ekzojen enzim ilavesinin laktik asit bakterileri ve bütirat düzeyini artırdığını belirtmiştir. Jabbar et al. (2021) etlik piliç yemine 30.000 IU/kg proteaz enzimi ilavesi ile protein sindirilebilirliğinin arttığını belirtmiştir.

Yadav & Jha (2019) bağırsak mikrobiyotasını düzenlemek ve işlevselliğini artırmak amacıyla probiyotik, prebiyotik ve simbiyotik gibi katkı maddelerinin ilave edilmesini önermiştir. Bu stratejilerin çoğu antimikrobiyallerin kullanımını en aza indirmek için geliştirilmiş olsa da, bazı araştırmalar bunların sindirim sisteminin sağlığı, besin maddelerinin sindirilebilirliği ve sera gazı emisyonları üzerinde doğrudan bir etkisi olduğunu bildirmektedir (Liu et al., 2019). Probiyotikler, verildiği hayvanın bağırsaklarında patojen mikroorganizmalara karşı antagonistik etki gösteren, bağırsak mikroflorası üzerine yararlı etkiler oluşturan patojen olmayan gram (+) ve fakültatif anaerob olan, laktik asit üreten canlı, doğal bağırsak bakterileri, maya kültürleri ve hücreleri ile mantarlar, enzimler ve endüstriyel fermantasyon yan ürünlerini içeren yem katkı maddeleridir (Pal, 1999).

Kanatlı hayvanlarda mikroflora stabilitesini korumak amacıyla kullanılan diğer bir katkı maddesi oligosakkaritlerdir (mannanoligosakkaritler, fruktooligosakkaritler, kitosan oligosakkaritler, beta-glukan ve lignin gibi). *Salmonella*, *E. coli* ve *Campylobacter* bakterilerinin gelişimini engellemek amacıyla yemlere ilave edilmektedirler (Mead, 2002). Oligosakkaritler kimyasal yapılarından dolayı sindirim sistemindeki enzimlere dayanıklıdır ve sindirim sisteminin üst kısımlarında parçalanmadan kalın bağırsağa gelirler. Burada yararlı mikroorganizmalar (*Lactobacillus*, *Bifidobacter*, *Bacteroides* gibi) tarafından metabolize edilirken zararlı mikroorganizmalar tarafından değerlendirilemezler.

Doğal olmaları ile son dönemlerde öne çıkan bitkisel ekstraktlar ve esans yağlar antimikrobiyal etkiye, büyümeyi teşvik edici ve yemden yararlanmayı iyileştirici özelliklere sahiptirler (Guo et al., 2003). Ağızdan itibaren sindirim sistemi içerisinde patojen mikroorganizmaların öldürülmesi ve sindirim salgılarının artmasına yardımcı olurlar. Böylece sindirime katkıda bulunurlar. Chowdhury et al. (2018) 0,3 g/kg uçucu yağ (sinnamaldehyd) ilavesinin duodenum, jejunum ve ileumda villus yüksekliğini artırdığı ve *E. Coli* seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir. Polifenollerin (resveratrol) 300 ve 600 mg/kg ilavesi ile yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlığın iyileştiği ve *E. Coli* düzeyinin azaldığı belirtilmiştir (Mohebodini et al., 2018).

Günümüzde hayvan beslemede %100 sindirilebilir besin maddesi içeren bir karma yem oluşturmak mümkün değildir (Cerisuelo & Calvet, 2020). Sürdürülebilir kanatlı üretimi ham protein ve ham selüloz sindirilebilirliğini artırarak sağlanabilmektedir (Rojas & Stein, 2017; Kiarie & Mills, 2019; Olukomaiya et al., 2019). Yemin fiziksel formu ve bileşenleri sindirilebilirlik, emilim ve sindirim sistemi sağlığını önemli düzeyde etkilemektedir (Apajalahti et al., 2004). Bu nedenle besin madde sindirilebilirliğini artırmak amacıyla hammaddelere uygulanan teknolojik işlemler ve katkı maddelerinin kullanımı gündeme gelmiştir (Rojas & Stein, 2017; Cerisuelo & Calvet, 2020). Hammaddelere uygulanan teknolojik işlemler; öğütme,

dehidrasyon, hidrotermal işlemler (peletleme, ekstrüzyon, genleştirme) ve biyoteknolojik uygulamalar (katı kültür fermantasyon) ile sindirilebilirliğin iyileştirilebileceği belirtilmiştir. Öğütme, bileşenlerin partikül boyutunun azaltılması ile besin maddelerinin sindirilebilirliğini artırır (Vukmirovic et al., 2017; Kiarie & Mills, 2019). Genleştirme veya ekstrüzyon ham selüloz sindirilebilirliğini artırmasına rağmen ekonomik olmaması, protein ve aminoasit gibi besin maddelerinin yapısının bozulmasından dolayı pek tercih edilmemektedir (Rojas & Stein, 2017). Katı kültür fermantasyonu ise hammaddelerin protein ve lipid içeriğinin artırılmasını sağlamaktadır (Aljubori et al., 2017). Bu teknoloji, hammaddelerin lignoselülozik içeriğini azaltarak besin maddelerinin biyoyararlanımını artırabilir. Dahası fitik asit ve tanenler gibi antibesinsel faktörlerin içeriğini azaltabilmektedir (Shi et al., 2021). Sürdürülebilirliğin sağlanması için besin madde sindirilebilirliği uygun, pratik ve ekonomik teknolojik işlemlerle artırılabilir.

SONUÇ

Kanatlı sektörü yem üretimi, arazi kullanım etkinliği, gübre yönetimi ve enerji kullanımı ile bir takım çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu amaçla sürdürülebilir kanatlı üretimi çevre, ekonomi ve sosyal açıdan bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Sürdürülebilir besleme, yem üretiminin çevresel etkisini azaltmak, besin madde atılımını azaltmak ve iyileştirilmiş sindirim sistemi ile sağlanabilmektedir. Yem üretiminin çevresel etkisi; karma yemlerin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) esas alınarak hazırlanması, alternatif protein kaynaklarının kullanılması ve hidroponik tarım modeli gibi besleme stratejileri ile azaltılabilmektedir. Gübre yönetimi ise HP düzeyinin azaltılması, ham selüloz ilavesi ve besin madde sindirilebilirliği iyileştirilmesi çevresel etkileri azaltmaktadır. Ayrıca hammaddelere uygulanan teknolojik uygulamalar ve enzim ilavesi besin madde sindirilebilirliği artırabilmektedir. Kanatlı üretimde maksimum verim için sindirim sistemi sağlığı en önemli etmendir. Bu amaçla probiyotik, prebiyotik ve fenolik bileşikler gibi katkı maddeleri kullanılarak iyileştirilmiş sindirim sistemi sağlanmalıdır. Sonuç olarak kanatlı beslenmesinde performans ve sağlıktan ödün vermeden uygun, pratik ve ekonomik stratejiler ile daha çevre dostu üretim yapmak gerekmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında ise konunun geniş kapsamlı ve güncel olduğu görülmektedir.

Kanatlı hayvanların beslenmesinde performans parametrelerinin iyileştirilmesinin yanında, bunun çevreye olan etkilerinin göz önünde bulundurulması ve uygun besleme stratejilerinin uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abouelezz, K.F.M., M.A.M. Sayed & M.A. Abdelnabi, 2019. Evaluation of hydroponic barley sprouts as a feed supplement for laying Japanese quail: Effects on egg production, egg quality, fertility, blood constituents, and internal organs. *Animal Feed Science and Technology*, 252 (6): 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.04.011>
- Ajila, C.M., S.K. Brar, M. Verma, R.D. Tyagi, S. Godbout & J.R. Valéro, 2012. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical reviews in biotechnology*, 32 (4): 382-400. <https://doi.org/10.3109/07388551.2012.659172>
- Aljubori, A., Z. Idrus, A.F. Soleimani, N. Abdullah & L. Juan Boo, 2017. Response of broiler chickens to dietary inclusion of fermented canola meal under heat stress condition. *Italian Journal of Animal Science*, 16 (4): 546-551. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1292830>
- Ansari, F.A., M. Nasr, A. Guldhe, S.K. Gupta, I. Rawat I & F. Bux, 2020. Techno-economic feasibility of algal aquaculture via fish and biodiesel production pathways: A commercial-scale application. *Science of the Total Environment*, 704 (7): 135259. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135259>
- Apajalahti, J., A. Kettunen & H. Graham, 2004. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*, 60 (2): 223-232. <https://doi.org/10.1079/wps200415>
- Borrero, J.D., 2021. Expanding the Level of Technological Readiness for a Low-Cost Vertical Hydroponic System. *Inventions*, 6 (4): 68. <https://doi.org/10.3390/inventions6040068>

- Celi, P., A.J. Cowieson, F. Fru-Nji, R.E. Steinert, A.M. Klünter & V. Verlhac, 2017. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. *Animal Feed Science and Technology*, 234 (1): 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012>
- Cerisuelo, A. & S. Calvet, 2020. Feeding in monogastric animals: A key element to reduce its environmental impact. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 116 (5): 483-506. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.039>
- Choct, M., 2015. Fibre-chemistry and functions in poultry nutrition. *Avicultura*, 28 (30): 113-119.
- Chowdhury, S., G.P. Mandal & A.K. Patra, 2018. Different essential oils in diets of chickens: 1. Growth performance, nutrient utilisation, nitrogen excretion, carcass traits and chemical composition of meat. *Animal Feed Science and Technology*, 236: 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.002>
- Chrystal, P.V., A.F. Moss, A. Khoddami, V.D. Naranjo, P.H. Selle & S.Y. Liu, 2020b. Impacts of reduced-crude protein diets on key parameters in male broiler chickens offered maize-based diets. *Poultry Science*, 99 (1): 505-516. <https://doi.org/10.3382/ps/pez573>
- Chrystal, P.V., A.F. Moss, D. Yin, A. Khoddami, V.D. Naranjo, P.H. Selle et al., 2020a. Glycine equivalent and threonine inclusions in reduced-crude protein, maize-based diets impact on growth performance, fat deposition, starch-protein digestive dynamics and amino acid metabolism in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 261 (114387): 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114387>
- Cowieson, A.J. & F.F. Roos, 2016. Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 221 (1): 331-340. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.04.015>
- EPA, 2017. Air Quality Compliance Agreement for Animal Feeding Operations. (Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-01/documents/web_placeholder.pdf) (Erişim tarihi: Eylül 2019).
- FAO, 2014. Towards a concept of sustainable animal diets: report based on the collated results of a survey of stakeholder views. *FAO Animal Production and Health reports 7*, Rome, Italia. 81 pp. (Erişim adresi: <http://www.fao.org/3/a-i4146e.pdf>) (Erişim tarihi: 15 nisan 2020).
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Erişim adresi: www.fao.org) (Erişim Tarihi:31 Kasım 2018).
- FEFAC, 2016. Vision on animal feed industry: A knowledge driven, reliable partner of a competitive livestock sector. (Erişim adresi: <http://www.fefac.eu/files/67547.pdf>) (Erişim tarihi: 30 Mart 2020).
- Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.J. Ford et al., 1998. The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poultry Science*, 77 (10): 1481-1487. <https://doi.org/10.1093/ps/77.10.1481>
- Ferrer, P., S. Calvet, M. Roca, M. Cambra-López & A. Cerisuelo, 2019. Efecto de la inclusión de pulpa de naranja sobre los rendimientos productivos, los metabolitos fecales y el microbioma intestinal en cerdos de engorde. *XVIII Jornadas sobre Producción Animal*, 7-8 de mayo, Zaragoza, España, pp. 242-244.
- Frenette, E., O. Bahn & K. Vaillancourt, 2017. Meat, dairy and climate change: assessing the long-term mitigation potential of alternative agri-food consumption patterns in Canada. *Environmental Modeling & Assessment*, 22 (1): 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10666-016-9522-6>
- Garcia-Launay, F., L. Dusart, S. Espagnol, S. Laisse-Redoux, D., Gaudré, B. Méda et al., 2018. Multiobjective formulation is an effective method to reduce environmental impacts of livestock feeds. *British Journal of Nutrition*, 120 (11): 1298-1309. <https://doi.org/10.1017/S0007114518002672>
- Gerber, P.J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman et al., 2013. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, İtalya- Roma, 139 pp.
- Guo, C., J. Yang, J. Wei, Y. Li, J. Xu & Y. Jiang, 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23 (12): 1719-1726. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.08.005>
- He, X., Q. Hu, J. Chen, W.Q. Leong, Y. Dai & C.H. Wang, 2022. Energy and environmental risk assessments of poultry manure sustainable solution: An industrial case study in Singapore. *Journal of Cleaner Production*, 130787. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130787>
- Herrero, M., P.K. Thornton, A.M. Notenbaert, S. Wood, S. Msangi, H.A. Freeman et al., 2010. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science*, 327 (5967): 822-825.

- Huhtanen, P. & A. Huuskonen, 2020. Modelling effects of carcass weight, dietary concentrate and protein levels on the CH₄ emission, N and P excretion of dairy bulls. *Livestock Science*, 232: (103896). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103896>
- Ibekwe, A.M., S.E. Murinda, M.A. Murry, G. Schwartz & T. Lundquist, 2017. Microbial community structures in high rate algae ponds for bioconversion of agricultural wastes from livestock industry for feed production. *Science of The Total Environment*, 580 (1): 1185-1196. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.076>
- IFIF, 2019. What is the global feed industry. International Feed Industry Federation Factsheet; International Feed Industry Federation (IFIF): Wiehl, Germany. (Erişim adresi: <https://ifif.org/wp-content/uploads/2019/06/IFIF-Fact-Sheet-October-11th-2019.pdf>) (Erişim tarihi: 11 Ekim 2019).
- Işık, Ö. & F. Kırkpınar, 2020. The Effect of Feeding on Environmental Pollutant Emissions in Broiler Production. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8 (1): 234-238. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i1.234-238.3105>
- Jabbar, A., M. Tahir, R.U. Khan & N. Ahmad, 2021. Interactive effect of exogenous protease enzyme and dietary crude protein levels on growth and digestibility indices in broiler chickens during the starter phase. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (1): 1-5. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02466-5>
- Jacob, J.P. & A.J. Pescatore, 2012. Using barley in poultry diets-A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (4): 915-940. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00557>
- Khan, S., S. Naz, A. Sultan, I.A. Alhaidary, M.M. Abdelrahman, R.U. Khan, et al., 2016. Worm meal: a potential source of alternative protein in poultry feed. *World's Poultry Science Journal*, 72 (1): 93-102. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002627>
- Kırkpınar, F., K. Tan & S. Mert, 2013. Kanatlı Kümes Hayvanlarının Beslenmesinde Kaba Yem Kaynaklarının Kullanılması. 8. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 5-7 Eylül, Çanakkale. Kongre Kitabı, 375-379.
- Kiarie, E.G. & A. Mills, 2019. Role of feed processing on gut health and function in pigs and poultry: conundrum of optimal particle size and hydrothermal regimens. *Frontiers in Veterinary Science*, 6 (2): 19. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00019>
- Kop-Bozbay, C., A. Akdag, H. Atan & N. Ocak, 2021. Response of broilers to supplementation of branched-chain amino acids blends with different valine contents in the starter period under summer conditions. *Animal Bioscience*, 34 (2): 295-305. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0828>
- Kop-Bozbay, C. & N. Ocak, 2020. Posthatch development in response to branched-chain amino acids blend supplementation in the diet for turkey poults subjected to early or delayed feeding. *Journal of Animal and Plant Sciences-JAPS*, 30: 1098-1105. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.5.0125>
- Kuhi, H. D., E. Kebreab & J. France, 2012. Application of the law of diminishing returns to partitioning metabolizable energy and crude protein intake between maintenance and growth in egg-type pullets. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (3): 540-547. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00434>
- Lassaletta, L., F. Estellés, A.H. Beusen, L. Bouwman, S. Calvet, H.J. Van Grinsven et al., 2019. Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways. *Science of the Total Environment*, 665 (1): 739-751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.079>
- Leinonen, I. & I., Kyriazakis, 2016. How can we improve the environmental sustainability of poultry production?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75 (3): 265-273. <https://doi.org/10.1017/S002966511000094>
- Liu, S., J.Q. Ni, A.J. Heber & W.Z. Liang, 2019. Modeling of dynamic ammonia concentrations in two commercial layer hen houses. *Journal of Environmental Informatics*, 33 (1): 56-67. <https://doi.org/10.3808/jei.201700360>
- Lusk, J. L., 2013. Role of technology in the global economic importance and viability of animal protein production. *Animal Frontiers*, 3 (3): 20-27. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0020>
- Mackenzie, S.G., I. Leinonen, N. Ferguson & I. Kyriazakis, 2016. Towards a methodology to formulate sustainable diets for livestock: accounting for environmental impact in diet formulation. *British Journal of Nutrition*, 115 (10): 1860-1874. <https://doi.org/10.1017/S0007114560000763>
- Malomo, G.A., A.S. Madugu & S.A. Bolu, 2018. "Sustainable animal manure management strategies and practices. Agricultural Waste and Residues, 119- 137". Chapters, In: *Agricultural Waste and Residues* (Ed. A. Aladjadjiyan). IntechOpen. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.78645>
- Malomo, G.A., S.A. Bolu, S.G. Olutade & Z.G. Suleiman, 2013. Effects of feeding low protein diets with methionine and lysine supplementation on the performance and nitrogen economy of broilers. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 3 (9): 330-334.

- Mateos, G.G., E. Jiménez-Moreno, M.P. Serrano & R.P. Lázaro, 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (1): 156-174. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477>
- Mead, G.C., 2002. Factors affecting intestinal colonisation of poultry by *Campylobacter* and role of microflora in control. *World's Poultry Science Journal*, 58 (2): 169-178. <https://doi.org/10.1079/wps20020016>
- Méda, B., P. Belloir, A. Narcy & A. Wilfart, 2019. Improving environmental sustainability of poultry production using innovative feeding strategies. *Proceedings of the 22nd European symposium on poultry nutrition*, 10–13 June 2019, Gdańsk, Poland (2019), 82-92 pp.
- MITECO, 2019. Sistema Español de Inventario de Emisiones. Inventario 1990-2017. (Erişim adresi: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-eva-luacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/>) (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2019).
- Mohammed, A.B., S.A. Mohammed, A.F. Ayanlere & O.K. Afolabi, 2013. Evaluation of Poultry Egg Marketing in Kuje Area Council Municipality of FCT Abuja, Nigeria. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3 (1): 068-072. <https://doi.org/10.15580/GJAS.2013.1.101112111>
- Mohebodini, H., V. Jazi, R. Bakhshalinejad, A. Shabani & A. Ashayerizadeh, 2018. Effect of dietary resveratrol supplementation on growth performance, immune response, serum biochemical indices, cecal microflora, and intestinal morphology of broiler chickens challenged with *Escherichia coli*. *Livestock Science*, 229: 3-21 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.008>
- Munasinghe, M. & W. Shearer, 1995. Defining and measuring sustainability: the biogeophysical foundations (No. PB-95-258885/XAB). International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC (United States).
- Munyaka, P.M., N.K. Nandha, E. Kiarie, C.M. Nyachoti & E. Khafipour, 2016. Impact of combined β -glucanase and xylanase enzymes on growth performance, nutrients utilization and gut microbiota in broiler chickens fed corn or wheat-based diets. *Poultry Science*, 95 (3): 528-540. <https://doi.org/10.3382/ps/pev333>
- Naik, P.K., B.K. Swain & N.P. Singh, 2015. Production and utilisation of hydroponics fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32 (1): 1-9.
- National Research Council, (NRC), 2003. Air emissions from animal feeding operations: Current knowledge, future needs. <http://www.nap.edu/catalog/10586.html>
- Niderkorn, V. & A. Jayanegara, 2021. Opportunities offered by plant bioactive compounds to improve silage quality, animal health and product quality for sustainable ruminant production: A Review. *Agronomy*, 11 (1): 86. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010086>
- Ocak, N. & Sungu, M., 2009. Growth and egg production of layer pullets can be affected by the method of supplying energy and protein sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (11): 1963-1968. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3684>
- Olukomaiya, O., C. Fernando, R. Mereddy, X. Li & Y. Sultanbawa, 2019. Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: A review. *Animal Nutrition*, 5 (4): 319-330. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.05.005>
- Ospina-Rojas I.C., A.E. Murakami, C.R.A. Duarte, G.R. Nascimento, E.R.M. Garcia, M.I. Sakamoto et al., 2017. Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. *Poultry Science*, 96: 914-22. <https://doi.org/10.3382/ps/pew319>
- Ospina-Rojas I.C., A.E. Murakami, C.R.A. Duarte, P.C. Pozza, R.M. Rossi & E. Gasparino, 2019. Performance, diameter of muscle fibers, and gene expression of mechanistic target of rapamycin in pectoralis major muscle of broilers supplemented with leucine and valine. *Canadian Journal of Animal Science*, 99: 168-78. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0020>
- Ospina-Rojas, I.C., A.E. Murakami, C. Eyng, R.V. Nunes, C.R.A. Duarte & M.D. Vargas, 2012. Commercially available amino acid supplementation of low-protein diets for broiler chickens with different ratios of digestible glycine+serine: lysine. *Poultry Science*, 91 (12): 3148-3155. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02470>
- Owusu-Asiedu, A.J.F.J., J.F. Patience, B. Laarveld, A.G. Van Kessel, P.H. Simmins & R.T. Zijlstra, 2006. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. *Journal of animal science*, 84 (4): 843-852. <https://doi.org/10.2527/2006.844843x>
- Pal, P.U.C., 1999. Probiotics benefits. *Poultry International*, 38 (12): 40-42.
- Pomar, C. & A. Remus, 2019. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers*, 9 (2): 52-59. <https://doi.org/10.1093/af/vfz006>

- Roberts, S. A., H. Xin, B.J. Kerr, J.R. Russell & K. Bregendahl, 2007. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. *Poultry Science*, 86 (8): 1625-1632. <https://doi.org/10.1093/ps/86.8.1625>
- Rojas, O. J. & H.H. Stein, 2017. Processing of ingredients and diets and effects on nutritional value for pigs. *Journal of animal science and biotechnology*, 8 (1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0177-1>
- Sadeghi, A., M. Toghyani & A. Gheisari, 2015. Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poultry Science*, 94 (11): 2734-2743. <https://doi.org/10.3382/ps/pev292>
- Sajeev, E.P.M., B. Amon, C. Ammon, W. Zollitsch & W. Winiwarter, 2018. Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 110 (1): 161-175. <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9893-3>
- Sans, P. & P. Combris, 2015. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat science*, 109: 106-111. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>
- Selle, P.H., P.V. Chrystal & S.Y. Liu, 2020. The cost of deamination in reduced-crude protein broiler diets. In *Process Australia Poultry Science Symptom* 31: 63-66.
- Shi, H., E. Yang, Y. Li, X. Chen & J. Zhang, 2021. Effect of Solid-State Fermentation on Nutritional Quality of Leaf Flour of the Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.). *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9 (2021): 267. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.626628>
- Tallentire, C.W., S.G. Mackenzie & I. Kyriazakis, 2017. Environmental impact trade-offs in diet formulation for broiler production systems in the UK and USA. *Agricultural Systems*, 154 (5): 145-156. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.03.018>
- Teenstra, E.D., F.E. de Buissonjé, A. Ndambi & D. Pelster, 2015. *Manure Management in the (Sub-) Tropics: training manual for extension workers (No. 919)*. Wageningen UR Livestock Research.
- Tejeda, O. & W. Kim, 2021. Role of dietary fiber in poultry nutrition. *Animals*, 11 (2): 461. <https://doi.org/10.3390/ani11020461>
- Thornton, P.K., 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365 (1554): 2853-2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>
- UN (United Nations), 2019. *Global Sustainable Development Report: The Future is Now: Science for Achieving Sustainable Development*. New York: United Nations.
- UNESCO, 2017. Division for Inclusion, Peace and Sustainable Development, Education Sector. *Education for sustainable development goals; Learning objectives*. (Erişim adresi: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>)
- Vukmirović, D., A. Fišteš, J. Lević, R. Čolović, D. Rakić, T. Brlek et al., 2017. Possibilities for preservation of coarse particles in pelleting process to improve feed quality characteristics. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101 (5): 857-867. <https://doi.org/10.1111/jpn.12489>
- WCED, 1987. World commission on environment and development. *Our common future*, 17 (1): 1-91.
- Wu-Haan, W., W. Powers, R. Angel & T.J. Applegate, 2010. The use of distillers dried grains plus solubles as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. *Poultry science*, 89 (7): 1355-1359. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00471>
- Xu, Y., 2014. *Interaction of dietary coarse corn with litter conditions on broiler live performance and gastrointestinal tract function*. North Carolina State University.
- Yadav, S., & R. Jha, 2019. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *Journal of animal science and biotechnology*, 10 (1):1-11. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0310-9>
- Ziegler, F., K. Nilsson, N. Levermann, M. Dorph, B. Lyberth, A.A. Jessen et al., 2021. Local Seal or Imported Meat? Sustainability Evaluation of Food Choices in Greenland, Based on Life Cycle Assessment. *Foods*, 10(6), 1194.