

YIL:2022 CİLT:2 SAYI:2

Kadirli

## UYGULAMALI BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kadirli Faculty of Applied Science



[www.kadirliubfd.com](http://www.kadirliubfd.com)



**Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi**  
**Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences**  
**ISSN: 2791-9102**

**Year (Yıl): 2022, Volume (Cilt): 2, Number (Sayı): 2**

**Dergi Sahibi / Owner**

Prof. Dr. Turgay UZUN  
Rektör

**Sorumlu Müdür / Director**

Prof. Dr. Nihat ARIKAN  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi  
Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanı

**Baş Editör / Editor in Chief**

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi  
Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü

**Yardımcı Editör / Associate Editor**

Doç. Dr. Önder YAYLA  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi  
Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü



## **Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi**

## **Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences**

**Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi** hakemli bir dergidir.

**Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi** yılda 2 kez yayınlanmaktadır (Haziran ve Aralık).

**Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences** is a peer-reviewed journal.

**Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences** is published two times in a year (June and December).

### **Dergi İçin Yazışma Adresi / Correspondence Address**

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN (Baş editör)

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

e-mail: tugayayasan@osmaniye.edu.tr

**Web link:** <https://kadirliubfd.com/index.php/kubfd/index>



**Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi**  
**Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences**

**Editorial Board**

**(Editör Kurulu)**

Prof. Dr. Nihat ARIKAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANIYE	nihatarikan@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Semra GÜNAY AKTAŞ	Anadolu Üniversitesi, ESKİŞEHİR	semragunay@anadolu.edu.tr
Prof. Dr. Cevdet AVCIKURT	Balıkesir Üniversitesi Turizm Fakültesi, BALIKESİR	cevdet_avcikurt@yahoo.com
Prof. Dr. Kemal BİRDİR	Mersin Üniversitesi Turizm Fakültesi, İÇEL	kemalbirdir@mersin.edu.tr
Prof. Dr. Ayhan CEYHAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, NİĞDE	aceyhan@nigde.edu.tr
Prof. Dr. Oya BERKAY KARACA	Çukurova Üniversitesi, ADANA	obkaraca@cu.edu.tr
Prof. Dr. Murat KÖKSAL	Cumhuriyet Üniversitesi, SİVAS	mkoksal@cumhuriyet.edu.tr
Prof. Dr. Saime KÜÇÜKKÖMÜRLER	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANIYE	saimekucukkomurler@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Hamza Yaşar OCAK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, KÜTAHYA	hyasar.ocak@dpu.edu.tr
Prof. Dr. Ali YAYLI	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi, ANKARA	ali.yayli@hbv.edu.tr
Doç. Dr. Hilal ACAY	Mardin Artuklu Üniversitesi, MARDİN	hilalacay@gmail.com
Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANIYE	cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Emine Serap KIZIL AYDEMİR	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, BİLECİK	serap.kizil@bilecik.edu.tr
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Ahi Evran Üniversitesi, KIRŞEHİR	isa.coskun@ahievran.edu.tr
Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA	dozcan@cu.edu.tr
Doç. Dr. Pembe SABANCIGİL ÖZDER	Doğu Akdeniz Üniversitesi, KIBRIS	pembe.sabancigil@emu.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Benian Pınar AKTEPE	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANIYE	benianaktepe@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Ceren AVCI	Şırnak Üniversitesi, ŞIRNAK	ceren.avci@sirnak.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Aslı Özge ÖZGEN ÇİĞDEMLİ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANIYE	asliozgendemli@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Betül GIDİK	Bayburt Üniversitesi, BAYBURT	betulgidik@bayburt.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Fatih GÜNAY	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, AĞRI	fgunay@agri.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Didem DEMİR KARAKUŞ	Tarsus Üniversitesi, Tarsus-MERSİN	didemdemir@tarsus.edu.tr

Dr. Öğretim Üyesi Aybüke LEBA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	aybukeleba@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Sevdâ İNAN	Namık Kemal Üniversitesi, TEKİRDAĞ	sevdainan@nku.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet POLAT	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K. MARAŞ	mehmetpolat@ksu.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Paşa Mustafa ÖZYURT	Giresun Üniversitesi, GİRESUN	pasa.mustafa@giresun.edu.tr
Dr. Öğr. Üyesi Gülay ZULKADİR	Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, MERSİN	gulayzulkadir@gmail.com
Ar. Gör. Dr. Merve ÖZGÜR GÖDE	Anadolu Üniversitesi, ESKİŞEHİR	merveozgurgode@anadolu.edu.tr
Prof. Dr. Vincenzo TUFARELLİ	DETO – Section of Veterinary Science and Animal Production, University of Bari 'Aldo Moro, ITALY	vincenzo.tufarelli@uniba.it
Assoc. Prof. Dr. Sugiharto SUGİHARTO	Department of Animal Science, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Universitas Diponegoro, Semarang, Central Java, INDONESIA	sugiharto@lecturer.undip.ac.id
Adjunct Prof. Dr. Ana Karoline Ferreira Ignácio CÂMARA	Department of Food Engineering, Federal University of São João del Rei s/n A St. 35701-970 Sete Lagoas, MG – BRAZIL	ana.karoline@ufsj.edu.br
Ass. Prof. Dr. Muhittin ÇAVUŞOĞLU	Northern Arizona University, USA	muhittin@mcavusoglu.com
Dr. Kashif AMİN	Qurtuba University of Science & Information Technology, PAKİSTAN	kamin@qurtuba.edu.pk
Dr. Insaf RIAHI	A Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA Mas Bové), Animal Nutrition Department, Constanti, SPAIN	insaf.riahi1@gmail.com

#### Alan Editörleri /Konu Editörleri

Prof. Dr. Osman KOLA	Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, ADANA	okola@atu.edu.tr
Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, ISPARTA	osmangokdogan@isparta.edu.tr
Doç. Dr. Hakan İNCİ	Bingöl Üniversitesi, BİNGÖL	hakaninci2565@hotmail.com
Doç. Dr. Ülkü BABUŞCU YEŞİL	Yıldız Teknik Üniversitesi, İSTANBUL	yesilulku79@gmail.com
Doç. Dr. Sadrettin YÜKSEL	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ERZURUM	sadrettin71@hotmail.com
Dr. Öğretim Üyesi Selen UYGUNGİL ERDOĞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	selenuygungil@gmail.com

\*Alan editörleri, sayılara göre değişiklik gösterebilir.

#### Yazım Editörü /Spelling Editor

Dr. Öğretim Gör. Merve GÖRE	Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu, İZMİR	merve.gore@ege.edu.tr
-----------------------------	------------------------------------------------------	-----------------------

#### Dil Editörü /Language Editor

Doç. Dr. Pembe ÇÜRÜK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	pembecuruk@osmaniye.edu.tr
----------------------	-----------------------------------------------	----------------------------

### İstatistik Editörü/Statistics Editor

Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniversitesi, BİNGÖL	senolcelik@bingol.edu.tr
----------------------	-----------------------------	--------------------------

### Mizanpaj Editörleri/Layout Editors

Dr. Öğretim Üyesi Sevda İNAN	Namık Kemal Üniversitesi, TEKİRDAĞ	sevdainan@nku.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Demet ÇANGA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	demetcanga@osmaniye.edu.tr
Dr. Ar. Gör. Hatice TÜRK TEN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, SAMSUN	hatice.turkten@omu.edu.tr
Ar. Gör. Helin ATAN	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, İZMİR	helin.atan@hotmail.com

\*Birden fazla rolü olan editörler, tek bir kısımda yazılmıştır.

### Son Okuyucu Editörleri /Final Reader Editors

Dr. Öğretim Üyesi Esra GÜR SOY	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu Hayvan Yetiştirme ve Besleme Anabilim Dalı, AĞRI	egursoy@agri.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Fatma Tülin ÖZBAŞER BULUT	Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, TEKİRDAĞ	ftozbaser@nku.edu.tr
Öğretim Gör. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı, ADANA	nkizildag@cu.edu.tr

\*Birden fazla rolü olan editörler, tek bir kısımda yazılmıştır.

### Hakem listesi (The referees list)

2022 yılı, Cilt 2, Sayı 2'deki hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir.  
Year 2022, Volume 2, Issue 2 list of referees is given below.

(in Degree and Alphabetical order /Unvan ve Alfabetik sıralı)

HAKEMLER	KURUM
Prof. Dr. Nihat ARIKAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, OSMANİYE
Prof. Dr. Mustafa DEMİRKAYA	Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, KAYSERİ
Prof. Dr. Dilek ELMALI	Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, ANTAKYA
Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU	Karadeniz Teknik Üniversitesi Maçka Meslek Yüksekokulu, TRABZON
Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, KIRŞEHİR
Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER	Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ADANA
Prof. Dr. Osman OLGUN	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, KONYA
Prof. Dr. Gaffari TÜRK	Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi, ELAZIĞ
Prof. Dr. Gökay UĞUR	Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, ANKARA
Prof. Dr. Neşe UZEN	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, DİYARBAKIR
Doç. Dr. Sema ALAŞAHAN	Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, ANTAKYA
Doç. Dr. Makbule BAYLAN	Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, ADANA
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, KIRŞEHİR
Doç. Dr. Ülviye ÇEBİ	Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, KIRKLARELİ
Doç. Dr. Ali DÖNER	Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, GAZİANTEP
Doç. Dr. Asuman ARSLAN DURU	Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, UŞAK
Doç. Dr. Hakan İNCİ	Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, BİNGÖL
Doç. Dr. Burçak KAPUR	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, ADANA
Doç. Dr. Adem KAYA	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, ERZURUM

Doç. Dr. Mustafa KAYA	Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi Ve Spor Bölümü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, KAYSERİ
Doç. Dr. Hülya KELEŞ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, OSMANİYE
Doç. Dr. İnci KESİLMİŞ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, OSMANİYE
Doç. Dr. Mustafa Can KOÇ	Mersin Üniversitesi Spor bilimleri Fakültesi Rekreasyon Anabilim Dalı, İÇEL
Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, ADANA
Doç. Dr. Mustafa ÖZDURAN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, KIRŞEHİR
Doç. Dr. Behlül SEVİM	Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu, AKSARAY
Doç. Dr. Servet TEKİN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, K.MARAŞ
Doç. Dr. Murat TEZER	Girne Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, KKTC
Doç. Dr. Önder YAYLA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadırlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, OSMANİYE
Dr. Öğr. Üyesi Emrah CERİT	Hitit Üniversitesi. Spor Bilimleri Fakültesi/Rekreasyon Bölümü, ÇORUM
Dr. Öğretim Üyesi Pelin ÇELİK	Karadeniz Teknik Üniversitesi, TRABZON
Dr. Öğretim Üyesi Merve Özgür GÖDE	Anadolu Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi Ve Mutfak Sanatları Bölümü, ESKİŞEHİR
Dr. Öğretim Üyesi Esra GÜRİSOY	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu, AĞRI
Dr. Öğretim Üyesi Dilek KABAKÇI	Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, MUŞ
Dr. Öğretim Üyesi Gözde KILINÇ	Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokulu, AMASYA
Dr. Öğr. Üyesi İhsan KUYULU	Bingöl Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekreasyon Anabilim Dalı, BİNGÖL
Dr. Öğr. Üyesi Oya MERT	Namık Kemal Üniversitesi, TEKİRDAĞ
Dr. Öğretim Üyesi Negar Ebrahim Pour MOKHTARI	Gaziantep Üniversitesi İslahiye Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, GAZİANTEP
Dr. Öğretim Üyesi Özlem SARAL	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, RİZE
Dr. Öğretim Üyesi Başar SEVİNDİK	İzmir Demokrasi Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, İZMİR
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Deniz TÜRKÖĞLU	Haliç Üniversitesi, İSTANBUL
Öğretim Gör. Dr. Merve GÖRE	Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu, İZMİR
Öğr. Gör. Dr. Gencer SARIOĞLU	Gediz Meslek Yüksekokulu, KÜTAHYA
Öğretim Gör. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı, ADANA
Öğr. Gör. Metin ÇENGEL	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Hendek Meslek Yüksekokulu, ADAPAZARI
Öğr. Gör. Ramiz SALAMA	Yakın Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, KKTC
Öğr. Gör. Raşit Fikret YILMAZ	Milli Savunma Üniversitesi Deniz Harp Okulu Temel Bilimler Bölümü, İSTANBUL
Dr. Muhammad Tahir ALEEM	Nanjing Agricultural University, CHINA



Dr. Hlekani Muchazotida KABITI	Risk and Vulnerability Science Centre, Walter Sisulu University, South AFRICA
Dr. Simbarashe TATSVAREI	Department of Agricultural Business Development and Economics, University of Zimbabwe, ZİMBABWE
Dr. Muhammad Fakhar-e-Alam KULYAR	Huazhong Agricultural University, Wuhan, CHINA
Dr. Ayşe ALKAN	Samsun/İlkadım Bilim ve Sanat Merkezi, SAMSUN
Dr. Miray DAYIOĞLU	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİR
Dr. Merve KONUCU	Gent Üniversitesi, BELÇİKA
Dr. Rasiha Nefise MUTLU	ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü, ANKARA
Dr. Mesut YILDIRIR	Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, ANKARA
Ar. Gör. Neriman Tuba BARLAS	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İZMİR
Ar. Gör. Sema EKİNCEK	Anadolu Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, ESKİŞEHİR
Ar. Gör. Şefika Türker ÖZDEN	Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ADANA
Zir. Yük. Müh. Fülya SERT	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA
Zir. Yük. Müh. Fülya Eda KUMRAL	Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü, OSMANİYE

Year (Yıl): 2022, Volume (Cilt): 2, Number (Sayı): 2

CONTENTS (İçindekiler)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)	Sayfalar
<b>Muhammad Bilal ISLAM, Sarzamin KHAN, Naseer AHMAD, Rafi ULLAH, Kamran KHAN, Shahid KHAN, Waqas ALAM</b> <b>Evaluation of Egg Quality Traits and Nutrient Profile of Naked Neck, Rhode Island Red, Black Australorp, and their Crosses</b> Çıplak Boyun, Rhode Island Red, Black Australorp ve Çaprazlarının Yumurta Kalite Özelliklerinin ve Besin Profilinin Değerlendirilmesi	143-154
<b>Murat KUL, Osman GIDİK, Hüsniye ÇELİK, Betül GIDİK</b> <b>Yüzme Sporu Yapan Bireylerin ve Sporcuların Organik Gıdalara Yönelik Algı ve Tutum Düzeylerinin Belirlenmesi (Bayburt İli Örneği)</b> Determination of Perceptions and Attitudes Regarding Organic Foods of Individuals and Athletes Making Swimming Sports (Bayburt Example)	155-173
<b>Gencer SARIOĞLU, Hamza Yaşar OCAK</b> <b>Al-1,1Sc Alaşımının Tane Boyutunun İncelenmesi</b> Grain Size Investigation of Al-1,1Sc Alloy	174-180
<b>İlknur AYDURMUŞ, İlkay TÜRKMEN ÖZEN, Ümit KARATAŞ</b> <b>Bal Tüketim ve Bilinç Düzeyinin Araştırılması</b> Investigation of Honey Consumption and Consciousness Level	181-196
<b>Ali SELLİ, İsmail GÜVENÇ, Havva GÜRBÜZ</b> <b>Farklı Yaprak Gübrelere Karşın Karpuzun (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.) Bazı Özelliklerine ve Mineral Madde İçeriklerine Etkisi</b> The Effect of Different Foliar Fertilizers on Some Properties and Mineral Content of Watermelon ( <i>Citrullus Lanatus</i> Thunb.)	197-215
<b>Erbay AYAZ, Mikail BAYLAN, Kadriye KURŞUN</b> <b>Atak-S Tavuklarda Farklı Yetiştirme Sisteminin Verim Özellikleri, Kalite Kriterleri ve Yumurta Kabuğu Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkileri</b> The Effect of Different Rearing Systems on Yield Characteristics, Quality Criteria and Egg Shell Microbial Load of Atak-S Chickens	216-229
<b>Serap GÖNCÜ, Gökhan GÖKÇE, Muhammed İkbâl YEŞİL</b> <b>Effect of Season on Cow, Sheep and Goat Milk Composition in Mediterranean Climate Conditions</b> Akdeniz İklim Koşullarında Mevsimin İnek, Koyun ve Keçi Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi	230-243
<b>Onur ŞİPAL, Eda ADATEPE, Emre BOZ</b> <b>Üniversitelerarası Boks Müsabakalarına Katılan Boksörlerin Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi</b> Investigation of Burnout Levels of Boxers Participating in Inter-Universities Boxing Competitions	244-260

<b>Çetin ÇİMEN, Ezgi Pelin YILDIZ</b> <b>Software Based Land Vehicle Manufacturing and Investigation of Operability with Alternative Energy Sources</b> Yazılım Tabanlı Arazi Araç İmalatı ve Alternatif Enerji Kaynaklarıyla Çalışabilirliğinin Araştırılması	261-269
<b>Özlem ORHAN</b> <b>Nonlocal Transformations of Force-Free Duffing-van der Pol equation</b> Force-Free Duffing Van der Pol Denkleminin Yerel Olmayan Dönüşümleri	270-280
<b>DERLEMELER (REVIEW ARTICLE)</b>	
<b>Rophinah T. LEBEPE, Marizvikuru MWALE, Simbarashe KATIVHU, Jethro ZUWARIMWE</b> <b>Reviewing the Impact of the Interventions to Reduce Water Scarcity in Farming Practices</b> Tarım Uygulamalarında Su Kıtlığını Azaltmaya Yönelik Müdahalelerin Etkisinin Gözden Geçirilmesi	281-305
<b>Ash KÜÇÜKRECEP, Dilek TEKDAL</b> <b>Machine Learning Applications for Plant Biotechnology: Modeling of The Plant Tissue Culture Procedures with Artificial Neural Networks</b> Bitki Biyoteknolojisi için Makine Öğrenimi Uygulamaları: Bitki Doku Kültürü Prosedürlerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi	306-315
<b>Yasemin YILDIZ</b> <b>Polimerik Membranların Uygulamaları-Kısa Bir Derleme</b> Applications of Polymeric Membranes-A Brief Review	316-327
<b>Cemile ELMASOĞLU, Fulya Eda KUMRAL, Bekir ŞİMŞEK, Çağdaş AKPINAR</b> <b>Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Biyokömürün Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi</b> Effect of Biochar Produced from Agricultural Wastes on Soil Quality	328-338
<b>Alper BAYDAR, Yeşim Bozkurt ÇOLAK, Mete ÖZFİDANER, Engin GÖNEN</b> <b>Türkiye’de Farklı Sulama ve İklim Koşullarında Kimi Bitkilerin Bitki Su Stres İndekslerinin (CWSI) İrdelenmesi</b> Investigation of Crop Water Stress Index (CWSI) of Some Plants under Different Irrigation and Climate Conditions in Turkey	339-353

## Evaluation of Egg Quality Traits and Nutrient Profile of Naked Neck, Rhode Island Red, Black Australorp and Their Crosses

Muhammad Bilal ISLAM<sup>1</sup>, Sarzamin KHAN<sup>2</sup>, Naseer AHMAD<sup>3</sup>, Rafi ULLAH<sup>4</sup>, Kamran KHAN<sup>5\*</sup>, Shahid KHAN<sup>6</sup>, Waqas ALAM<sup>7</sup>

<sup>1-4, 6,7</sup> Department of Poultry Science, Faculty of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, The University of Agriculture Peshawar, Pakistan

<sup>5</sup> Department of Animal Sciences, Shaheed Benazir Bhutto University Sheringal, Pakistan

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7021-6462>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6384-9453>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2145-5314>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7698-3627>

<sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-6255-2842>

<sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0003-3854-6036>

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0002-7786-1955>

\*Corresponding author: dr.kamran@sbbu.edu.pk

### Research Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 15.05.2022

Accepted: 25.08.2022

Published online: 09.12.2022

#### Keywords:

Birds genotypes

Egg geometry

Shape index

Egg quality analysis

Egg proximate composition

An egg is one of the most versatile and balanced food available for human consumption, being rich in proteins, fats, vitamins, and minerals. The study aimed to evaluate the genetic group (Rhode Island Red (RIR), Naked Neck (NN), Black Australorp (BAL) and their crosses (RIR\*NN and BAL\*NN)) effects on the external and internal quality parameters of eggs. A total of 75 layers were randomly distributed into five groups (15 birds from each genetic group). Each group was further sub-divided into three replicates (5 birds per replicate) in a randomized complete block arrangement. Birds of each replicate group were reared in a separate cage (10' L × 8' W × 4' H) placed in the same shed. The experiment was continued for four weeks. All birds were fed on standard commercial layer diets and clean drinking water was provided all the time. Data on egg geometry, shape index, egg external, internal quality and proximate composition was recorded. The results revealed that the egg geometrical parameters of BAL and RIR were improved ( $P < 0.05$ ). Notably, egg length of BAL was higher ( $P < 0.05$ ), while egg breadth, egg volume and egg surface area was higher for BAL and RIR. Likewise, egg shape index was higher ( $P < 0.05$ ) for BAL and RIR. Also, the egg weight, egg surface area, was higher ( $P < 0.05$ ) and eggshell weight was lower for BAL and RIR. Moreover, yolk weight and yolk diameter was higher ( $P < 0.05$ ) for BAL and RIR. However, the egg proximate composition did not alter ( $P > 0.05$ ). The egg geometrical parameters, egg shape index and egg quality (external and internal) were significantly improved in BAL and RIR without interfering with the nutrient composition of the egg.

## Çıplak Boyun, Rhode Island Red, Black Australorp ve Çaprazlarının Yumurta Kalite Özelliklerinin ve Besin Profilinin Değerlendirilmesi

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

---

**Makale Tarihiçesi:**

Geliş tarihi: 15.05.2022

Kabul tarihi:25.08.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

---

**Anahtar Kelimeler**

Tavuk genotipleri

Yumurta geometrisi

Şekil indeksi

Yumurta kalitesi analizi

Yumurta yaklaşık bileşimi

Yumurta, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller açısından zengin olduğu için insan tüketimi açısından çok önemli ve dengeli gıdalardan birisidir. Çalışma, genetik grup (Rhode Island Red (RIR), Naked Neck (NN), Black Australorp (BAL) ve çaprazlarının (RIR\*NN ve BAL\*NN)) yumurtaların dış ve iç kalite parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Toplam 75 tavuk ( her genetik gruptan 15 tavuk) rastgele beş gruba dağıtılmıştır. Her grup ayrıca rastgele bir tam blok düzenlemesinde üç tekrara (tekrar başına 5 hayvan) bölünmüştür. Her bir tekerrür grubunun tavukları, aynı kafese yerleştirilmiş ayrı bir kafeste (10' U x 8' G x 4' Y) büyütülmüştür. Çalışmaya dört hafta devam edilmiştir. Tüm tavuklar standart ticari yumurtacı yemleriyle beslenmiş ve her zaman temiz içme suyu sağlanmıştır. Yumurta geometrisi, şekil indeksi, yumurta dış, iç kalite ve yaklaşık kompozisyon verileri kaydedilmiştir. Sonuçlar, BAL ve RIR'nin yumurta geometrik parametrelerinin iyileştiğini ortaya koymuştur (P < 0.05). Özellikle, BAL'nin yumurta uzunluğu daha yüksek (P < 0.05) iken; yumurta genişliği, yumurta hacmi ve yumurta yüzey alanı BAL ve RIR için daha yüksek tespit edilmiştir. Aynı şekilde, BAL ve RIR için yumurta şekil indeksi daha yüksek bulunmuştur (P< 0.05). Ayrıca BAL ve RIR için yumurta ağırlığı, yumurta yüzey alanı daha yüksek (P < 0.05) ve yumurta kabuğu ağırlığı daha düşük gözlenmiştir. Ayrıca, BAL ve RIR için sarı ağırlığı ve sarı çapı daha yüksek bulunmuştur (P< 0.05). Ancak yumurta yaklaşık bileşiminde herhangi bir değişiklik olmamıştır (P> 0.05). Yumurtanın yaklaşık besin madde içeriğine müdahale etmeden BAL ve RIR'de yumurta geometrik parametreleri, yumurta şekil indeksi ve yumurta kalitesi (dış ve iç) önemli ölçüde iyileştiği gözlemlenmiştir.

---

**To Cite:** Islam MB, Khan S, Ahmad N, Rafiullah, Khan K, Khan S, Alam W.. 2022. Evaluation of egg quality traits and nutrient profile of Naked Neck, Rhode Island Red, Black Australorp and their crosses. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 143-154.

## Introduction

Over history, an egg has been considered as a principal component of the human diet. Importantly, eggs are an inexpensive, widely available and easily digestible food source of high-quality protein for humans. Eggs are known to be one of the complete diets and the 2<sup>nd</sup> greatest source of animal protein for humans (Miranda et al., 2015; Kumari et al., 2020). The egg contains many vital nutrients and its quality is accepted by the consumer due to many characteristics like its freshness, cleanliness, shell quality, haugh unit, albumen, yolk index and its nutrient profile. Mostly the quality of the egg is judged by its external and internal features. The former included the weight of the egg, egg geometry, weight of shell, color of the egg and specific gravity. The later one contains parameters like albumen, yolk, and yolk albumin ratio. Literature shows that several factors affect the quality of egg such as hen genetic makeup, nutrition, age, production system and egg oviposition time (Ahmadi and Rahimi, 2011; Yang et al., 2014). Predominantly, the egg weight and eggshell characters are mainly influenced by genetic makeup of the birds (Tumova et al., 2007). Essentially, these egg quality traits are vital in the breeding of poultry, chick's quality, growth and yield characteristics for the upcoming generations.

Egg geometry includes the surface area and volume estimation which are important factors in the poultry industry. On the other hand, egg shape index is an important factor for egg quality determination. The egg shape index has a positive correlation with the albumen quality (Rathert et al., 2011). Many research studies establish a correlation among egg shape index with thickness of the egg shell, length of albumin, width and height (Abanikannda et al., 2007; Olawumi et al., 2008; Rathert et al., 2011). The eggshell strength is affected by its surface area, specific gravity, volume, mass, thickness, microstructure, and percentage of the shell of the egg. Recently many researchers have taken interest in egg shape (Nedomova et al., 2009). The shape of the egg can be evaluated in 2 ways i.e. mathematical equations and different indices, which show variation of proper shape from specific models. Egg shape can be characterized by 2 indices i.e. length of egg to egg width ratio (shape index) and the ratio of the longitudinal axis of a lengthy and small section of the egg after dissection by the maximum diameter axis. Keeping in view the importance of egg shape and its quality indices, the present study was conducted to evaluate the effects of birds genotypes like local Naked Neck and exotic breeds of Rhode Island Red and Black Australorp and their crosses for egg geometry, shape index and egg quality parameters.

## **Materials and Methods**

### **Experimental protocol and birds' husbandry**

For this study, a total of seventy-five healthy layers (average age, 34 weeks) of different genotypes were selected randomly based on its health status, body condition score and homozygosity i.e. Crosses having naked neck character was used for the experimental trial according to the project requirements. The genotypes comprise of Naked Neck (NN), Rhode Island Red (RIR), Black Australorp (BAL), and their Crosses ( $\text{♀NN} \times \text{♂RIR}$  and  $\text{♀NN} \times \text{♂BAL}$ ). Each genotype was kept in a separate group (15 birds per group). Each treatment group was further sub-divided into three replicates group (5 birds per replicate) based on randomized complete block design. Each replicate group was kept in the same shed and a separate cage (10' L  $\times$  8' W  $\times$  4' H). All birds were restricted feed (105 g feed/bird/d) on standard commercial layer diet. Moreover, clean drinking water was available to all birds all the time. A 16/08 light/dark period was provided to the birds. The experiment lasted for four weeks. The study was pre-approved by the board of studies meeting of the Department of Poultry Science, The University of Agriculture, Peshawar, on the approval of its ethical committee for live birds handling and management.

During the study period, eggs were collected and analysed on a daily basis, a total of 75 eggs per group (25 eggs per replicate group) were collected and analysed for the quality

parameter and nutrient analysis. Prior to analysis, eggs were cleaned for any debris, filth, or fecal material with the help of nylon cloth and marked accordingly. The quality parameters of the egg were investigated by the application of different mathematical tools and formulas.

### **Egg geometry traits and egg shape index**

Egg geometry parameters were calculated based on the maximum longitudinal egg length (L) and breadth (B) that were recorded with the help of a vernier caliper. Measurements were taken in centimeters. While, the volume of egg and egg surface area was estimated by the following formula by Narushing VG., 2005

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = (0.6057 - 0.0018 B) L B^2$$

$$\text{Surface area (cm}^2\text{)} = (3.155 - 0.0136 L + 0.0115 B) L B$$

Correspondingly, the egg shape index was measured from egg maximum length (L) and egg breadth (B), using the following formula.

Egg shape index (ESI) = Ratio between egg maximum breadth with that of maximum length times 100.

$$ESI (\%) = B/L \times 100$$

### **Egg quality parameters**

The external egg quality traits included egg weight, eggshell weight, shell Ratio, shell thickness, Unit surface shell weight by the method of Inca et al., 2020.

The individual's already marked egg was weighed using digital balance to the nearest accuracy of 0.01 g. The egg was gently broken with the help of scissors and the eggshell was separated and cleaned with the tissue paper/cotton swab, after the removal of the inner shell membranes the eggshell was air-dried for 24 hours. After drying the eggshell was weighted by using a digital scale. Shell ratio is the ratio of shell weight to egg weight times a hundred. Mathematically, *Shell ratio (%) = Shell weight/Egg weight x 100*

Shell thickness was measured through an already adjusted screw gauge from error (L.C= 0.01mm). The reading was taken from four pieces of eggshells one each from two ends (narrow and broad) and two from the egg body and was averaged to the nearest value of 0.01mm. The

unit surface shell weight measured in g/cm<sup>2</sup> is the ratio of egg weight to egg surface area. Mathematically,

$$\text{Unit surface shell} = \text{Egg weight}/\text{Egg surface area}$$

The egg internal quality parameters consisted of albumin diameter, albumin height, albumin weight, albumin Index, albumin ratio, yolk weight, haugh unit, yolk Index, yolk ratio, and yolk albumen ratio.

Albumin diameter is the ratio of length and width of albumen in centimeters, and was determined with the help of vernier calipers.

$$\text{Albumin diameter} = [\text{Albumin length} + \text{Albumin breadth}]/2$$

Albumin height was calculated by inserting a transparent plastic ruler at different areas of albumin (egg white), and the data were recorded as average. The albumin weight was calculated by using the following formula.

$$\text{Albumin weight (g)} = \text{Egg weight} - (\text{Shell and shell membrane weight} + \text{Yolk weight})$$

Albumin Index was determined by the following formula

$$\text{Albumin index (\%)} = \text{Albumin height}/([\text{Albumin length} + \text{Albumin breadth}]/2) \times 100$$

Likewise, albumin ratio was calculated as:

$$\text{Albumin ratio (\%)} = \text{Albumin weight}/\text{Egg weight} \times 100$$

The yolk was separated by using a 1.5 liter plastic bottle through suction. The separated yolk was weighted via digital balance after careful removal of chalazae. The height of the yolk was measured at 3 or 4 locations and then average value was determined. The haugh unit was calculated by using the following formula.

$$\text{Haugh unit} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

Where, H is the albumen height (mm) and W is the weight of the egg (g).

Yolk index, yolk ratio and yolk albumen ratio was estimated by using the following mathematical equation.

$$\text{Yolk index (\%)} = (\text{yolk height}/\text{yolk length} + \text{yolk breadth}/2) \times 100$$

$$\text{Yolk ratio (\%)} = (\text{Yolk weight}/\text{Egg weight}) \times 100$$

$$\text{Yolk albumen ratio (\%)} = \text{weight of yolk}/\text{weight of albumen}$$

### **Egg proximate analysis**

Moisture, crude protein (CP), ether extracts (EE), nitrogen-free extract (NFE), and ash were determined according to the standard methods (AOAC, 2000). Ash content was determined



at 550 °C. Crude nitrogen was found out by the Kjeldahl method and crude protein was evaluated by multiplying the value of nitrogen with factor 6.25.

### Statistical Analysis

Data showing the effects of genotypes of laying birds on the egg quality parameters and its proximate composition were analyzed by the PROC MIXED method of the Statistical Analysis System (SAS Institute, 2009). The effects of genotypes were considered as fixed effects and egg quality parameters were considered as random effects. The model used was:

$$Y_{ij} = \mu + T_{xi} + \epsilon_{ij}$$

Where,  $Y_{ij}$ , is the yield,  $\mu$  represent general mean,  $T_{xi}$  is the fixed effects of genotypes and  $\epsilon_{ij}$  is the random error. Data was considered significant if P-value is less than 0.05.

### Results

Data in Table. 1 describes egg geometry parameters and egg shape index of different layer genotypes like indigenous Naked Neck (NN), Black Australorp (BAL), Rhode Island Red (RIR) and their Crosses that includes Naked Neck Cross Black Australorp ( $\text{♀NN*BAL}\text{♂}$ ) and Naked Cross Rhode Island Red ( $\text{♀NN*RIR}\text{♂}$ ). Egg length, its breadth, volume, and surface area were found higher ( $P<0.05$ ) for eggs of BAL and RIR. Similarly, the shape index was higher ( $P<0.05$ ) for BAL and RIR.

**Table 1.** Effects of different genotypes of chicken on the egg geometry and shape index analysis (Mean  $\pm$  SE)

Parameters	Genotypes					Sig.
	NN	BAL	RIR	$\text{♀NN*BAL}\text{♂}$	$\text{♀NN*RIR}\text{♂}$	
Egg length (cm)	5.13 <sup>c</sup> $\pm$ 0.08	5.47 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	5.43 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.03	5.31 <sup>abc</sup> $\pm$ 0.04	5.25 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.01	*
Egg breadth (cm)	3.80 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05	4.33 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	4.26 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06	4.09 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05	4.03 <sup>b</sup> $\pm$ 0.09	**
Egg volume(cm <sup>3</sup> )	44.4 <sup>c</sup> $\pm$ 1.72	61.5 <sup>a</sup> $\pm$ 1.54	59.2 <sup>a</sup> $\pm$ 1.68	53.3 <sup>b</sup> $\pm$ 1.42	51.2 <sup>b</sup> $\pm$ 0.24	**
Surface area (cm <sup>2</sup> )	61.1 <sup>c</sup> $\pm$ 1.58	74.2 <sup>a</sup> $\pm$ 1.44	72.7 <sup>a</sup> $\pm$ 1.00	68.1 <sup>b</sup> $\pm$ 1.01	66.3 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22	**
Shape Index (%)	74.1 <sup>b</sup> $\pm$ 1.38	79.2 <sup>a</sup> $\pm$ 1.26	78.6 <sup>a</sup> $\pm$ 1.52	77.0 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.21	76.8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.34	**

In the same row, values carrying different superscript letter (<sup>a, b, c</sup>) means significant difference at  $P<0.05$ .; SE, standard error; \*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$

The data for the external egg quality parameters of different layer genotypes are presented in Table. 2. The egg weight and eggshell weight were found significantly ( $P<0.05$ ) higher in BAL and RIR. Similarly, the egg surface area and unit surface shell area were also found

significantly different ( $P<0.05$ ), with higher value for BAL and RIR. The eggshell ratio was significantly ( $P<0.05$ ) higher in NN followed by NN\*BAL.

**Table 2.** The internal egg quality parameters (Mean  $\pm$  SE) of different bird's genotypes and their crosses

Parameters	Genotypes					Sig.
	NN	BAL	RIR	♀NN*BAL♂	♀NN*RIR♂	
Egg weight (g)	43.5 <sup>c</sup> $\pm$ 0.78	57.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.91	58.1 <sup>a</sup> $\pm$ 0.26	49.7 <sup>b</sup> $\pm$ 0.24	50.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.63	**
Egg surface area (cm <sup>2</sup> )	61.1 <sup>c</sup> $\pm$ 1.58	74.2 <sup>a</sup> $\pm$ 1.44	72.6 <sup>a</sup> $\pm$ 1.00	68.1 <sup>b</sup> $\pm$ 1.01	66.3 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22	**
Unit surface shell area (g/cm <sup>2</sup> )	0.71 <sup>c</sup> $\pm$ 0.002	0.77 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.001	0.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.003	0.72 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.001	0.75 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.004	*
Eggshell weight (g)	4.90 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05	5.53 <sup>a</sup> $\pm$ 0.14	5.60 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	5.27 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02	5.29 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02	**
Eggshell weight (%)	11.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.23	9.66 <sup>c</sup> $\pm$ 0.33	9.64 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01	10.6 <sup>b</sup> $\pm$ 0.09	10.6 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08	**

In the same row, values carrying different superscript letters (<sup>a, b, c</sup>) means significant difference at  $P<0.05$ ; SE, standard error; \*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ .

The data of the egg internal quality parameters are presented in Table 3. Albumin weight, its diameter, and albumin ratio was higher ( $P<0.05$ ) for BAL and RIR. On the other hand, albumin height and albumin index did not alter ( $P>0.05$ ) among the birds' genotypes and their crosses.

Likewise, yolk weight and yolk height was higher ( $P<0.05$ ) for BAL and RIR. Yolk ratio was found significantly ( $P<0.05$ ) higher for NN followed by NN\*BAL. The highest yolk albumin ratio was reported for NN followed by NN\*BAL. On the other hand, yolk diameter and yolk index showed no significant ( $P>0.05$ ) difference among the genotypes and their crosses (Table 4).

**Table 3.** The internal egg quality analysis (mean  $\pm$  SE) of different bird's genotypes and their crosses

Parameters	Genotypes					Sig.
	NN	BAL	RIR	♀NN*BAL♂	♀NN*RIR♂	
Albumin weight (g)	24.7 <sup>c</sup> $\pm$ 0.67	35.1 <sup>a</sup> $\pm$ 0.67	35.7 <sup>a</sup> $\pm$ 0.49	29.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.28	29.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.62	**
Albumin diameter (cm)	10.3 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05	10.4 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	10.4 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	10.3 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	10.4 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03	**
Albumin ratio (%)	56.9 <sup>c</sup> $\pm$ 0.53	61.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.76	61.4 <sup>a</sup> $\pm$ 0.58	58.7 <sup>b</sup> $\pm$ 0.28	58.9 <sup>b</sup> $\pm$ 0.49	**
Albumin height (mm)	6.36 <sup>b</sup> $\pm$ 0.31	7.30 <sup>a</sup> $\pm$ 0.35	7.13 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	6.70 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.05	6.63 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.06	*
Albumin Index (%)	61.7 <sup>b</sup> $\pm$ 3.13	70.1 <sup>a</sup> $\pm$ 3.35	68.4 <sup>a</sup> $\pm$ 0.32	64.8 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.56	63.9 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.64	*

In the same row, values carrying different superscript letter (<sup>a, b, c</sup>) means significant difference at  $P < 0.05$ .; SE, standard error; \*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$

**Table 4.** Effect of different genotypes and their crosses on the egg yolk quality analysis (mean  $\pm$  SE)

Parameters	Genotypes					Sig.
	NN	BAL	RIR	♀NN*BAL♂	♀NN*RIR♂	
Yolk weight (g)	13.8 <sup>c</sup> $\pm$ 0.14	16.6 <sup>a</sup> $\pm$ 0.52	16.8 <sup>a</sup> $\pm$ 0.25	15.2 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03	15.2 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06	**
Yolk height (cm)	1.40 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05	1.55 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.07	1.58 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	1.46 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05	1.47 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.03	**
Yolk ratio (%)	31.8 <sup>a</sup> $\pm$ 0.40	29.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.58	28.92 <sup>b</sup> $\pm$ 0.56	30.7 <sup>a</sup> $\pm$ 0.19	30.56 <sup>a</sup> $\pm$ 0.40	**
Yolk Albumin Ratio (%)	55.9 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	47.3 <sup>c</sup> $\pm$ 0.014	47.1 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01	52.3 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.005	51.9 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	**
Yolk diameter (cm)	3.76 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08	4.01 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09	4.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	3.86 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.02	3.92 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.05	*
Yolk index (%)	37.2 $\pm$ 2.40	38.6 $\pm$ 0.57	38.9 $\pm$ 0.84	37.8 $\pm$ 0.38	37.5 $\pm$ 0.15	ns

In the same row, values carrying different superscript letter (<sup>a, b, c</sup>) means significant difference at  $P < 0.05$ .; SE, standard error; \*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ ; ns, non-significant

The data on the egg proximate composition such as moisture, crude protein (CP), ether extracts (EE), ash and nitrogen-free extract (NFE) of genotypes are presented in Table 5. Overall the egg proximate analysis resulted in the same chemical composition ( $P > 0.05$ ) among the genotypes and their crosses.

**Table 5.** Egg chemical composition (mean  $\pm$  SE) of different genotypes and their crosses

Parameter	Genotypes					Significance
	NN	BAL	RIR	♀NN*BAL♂	♀NN*RIR♂	
Moisture	77.4 $\pm$ 0.10	77.4 $\pm$ 0.05	77.4 $\pm$ 0.04	77.5 $\pm$ 0.05	77.4 $\pm$ 0.05	Ns
CP	11.8 $\pm$ 0.11	11.6 $\pm$ 0.14	11.6 $\pm$ 0.13	11.5 $\pm$ 0.02	11.7 $\pm$ 0.10	Ns
EE	7.62 $\pm$ 0.02	7.50 $\pm$ 0.07	7.53 $\pm$ 0.07	7.67 $\pm$ 0.03	7.57 $\pm$ 0.08	Ns
Ash	1.39 $\pm$ 0.01	1.42 $\pm$ 0.03	1.40 $\pm$ 0.02	1.39 $\pm$ 0.02	1.39 $\pm$ 0.01	Ns
NFE	1.05 $\pm$ 0.00	1.06 $\pm$ 0.00	1.05 $\pm$ 0	1.04 $\pm$ 00	1.04 $\pm$ 00	ns

In the same row, values carrying different superscript letter (<sup>a, b, c</sup>) means significant difference at P<0.05.; SE, standard error; ns, non-significant. CP, crude protein, EE, ether extract, NFE, nitrogen free extract

## Discussion

Eggs are a versatile diet comprising essential elements for life activities. The composition of eggs has a similar index on the basis of nutrition of varying species, however, egg quality analysis and usage of eggs are only restricted mostly to chicken eggs. Egg quality characteristics countable for consumer acceptability are external quality such as freshness, cleanliness, egg weight, and eggshell strength. Similarly egg internal quality is important from an industrial perspective such as albumin index, yolk index and chemical composition. In this study, the egg quality characteristics are determined in different layer genotypes like indigenous Naked Neck (NN), Black Australorp (BAL), Rhode Island Red (RIR) and their Crosses that includes Naked Neck Cross Black Australorp (♀NN\*BAL♂) and Naked Cross Rhode Island Red (♀NN\*RIR♂).

Egg geometry is a very important parameter for the poultry industry as well as for biological studies. Geometrical estimation and shape index of the egg of BAL and RIR was significantly higher than NN and NN\*BAL and NN\*RIR. Similarly, NN\*BAL and NN\*RIR had higher geometric values than pure NN. This higher variation in these values might be due to their improved genetic makeup. Our research findings are similar to the reported value of Chatterjee et al. (2007) who studied egg geometry, shape index, egg length and egg breadth of NN, white, black, and brown Nicobari birds. They reported that all the mentioned parameters for the eggs from naked neck layers were lower as compared to white, black, and brown Nicobari fowl. Similarly, Singh et al. (2009) and Rehman et al., (2016), found higher egg weight, egg geometry, egg shape index and egg volume for black Australorp and Rhode Island Red than other local breeds. However, Yakubu et al. (2008) reported a non-significant effect on egg weight, egg width, volume, surface area, shape index and internal parameters of NN and different indigenous

breeds of poultry. Similarly, Rajkumar et al., (2009) found heavier egg width, length, shape index and volume for the Naked Neck layers as compared to white leghorn.

Quality of the egg is the key feature persuading the demand of people. Importantly, the external egg quality traits were significantly altered among the different genotypes. According to our analysis, improved value for egg weight, shell weight, and surface area were recorded for BAL and RIR. The findings of our study was consistent with the reported value of Islam and Dutta (2010), who stated lower value for NN breed as compared to the exotic breeds, conversely, Yakubu et al. (2008) reported higher weight of egg for birds from Nigeria than NN.

The egg albumen is a key indicator of the determination of the internal egg quality. In the present study, the albumin weight, its diameter and its ratio were improved in BAL, RIR followed by NN\*BAL and NN\*RIR. Our results findings are in line with the results of Islam et al. (2010) who reported lower albumin weight in NN birds. In contrast to our findings, Yakubu et al. (2008) reported lower albumin height in NN chicken from Nigeria. According to our analysis, the yolk weight was also improved in BAL and RIR. Islam et al. (2010) reported similar results to our findings who observed lower yolk weight in NN birds. Similarly, Chatterjee et al. (2007) reported higher yolk weights in NN chicken. Likewise, yolk albumin ratio was also found significantly different among genotypes of birds. Yolk the quality is predominantly connected to yolk weight and yolk index. Our findings are contrary to Chatterjee et al. (2007) who reported a lower yolk index in NN chicken of Andamans. The genetic correlations of yolk index with albumen index, yolk weight and albumen weight were high and positive while the same varied with shell weight and shell thickness (Duman et al. 2016). Importantly, the egg proximate composition of different genotypes (NN, RIR, BAL and their crosses) did not vary in the present study. Our results were supported by Song et al. (2000) as they found the similar composition of eggs in their study.

## **Conclusions**

The findings of this study reported that the egg geometry, shape index, external and internal egg quality traits were significantly varied among the layer genotypes like indigenous Naked Neck (NN), Black Australorp (BAL), Rhode Island Red (RIR) and their Crosses that includes Naked Neck Cross Black Australorp ( $\text{♀NN*BAL♂}$ ) and Naked Cross Rhode Island Red ( $\text{♀NN*RIR♂}$ ) with no significant difference in its proximate analysis. Crossbreeding of indigenous NN breeds with BAL, RIR exotic breeds improved the egg quality parameters in their respective crosses.

### **Statement of Conflict of Interest**

Authors have declared no conflict of interest.

### **Author's Contributions**

The contribution of the authors is equal.

### **References**

- Abanikannda OTF, Olutogun O, Leigh AO, Ajayi LA., 2007. Statistical modeling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. *Int. J. Poult. Sci.*, 6(1): 59-63.
- Ahmadi F, Rahimi F., 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens. A review. *World Appl. Sci. J.*, 12(3): 372-384.
- AOAC., 2000. Official methods of analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Chatterjee RN, Rai RB, Kundu A, Senani S, Sundar J., 2007. Egg quality traits in indigenous breeds of chicken of Andaman. *Indian Vet. J.*, 84(2): 206-208.
- Duman M, Şekeroglu A, Yıldırım A, Eleroglu H, Camcı O., 2016. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80(1): 1-9.
- Islam MS, Dutta RK., 2010. Egg quality traits of indigenous, exotic and crossbred chickens (*Gallus domesticus* L.) in Rajshahi, Bangladesh. *J. of Life and Earth Sci.*, 5: 63-67.
- Inca S, Martinez DA, Vilchez C., 2020. Phenotypic correlation between external and internal egg quality characteristics in 85-week-old laying hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 19: 346-355.
- Kumari A, Tripathi UK, Maurya V, Kumar M., 2020. Internal quality changes in eggs during storage. *Int. J. Sci. Environ. Techn.*, 9(4): 615-624.
- Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, Roca-Saavedra P, Rodriguez JA, Lamas A, Franco CM, Cepeda A., 2015. Egg and egg-derived foods: Effects on human health and use as functional foods. *Nutrients*, 7: 706-729.
- Narushing VG., 2005. Egg geometry calculation using the measurement of length and breadth. *Poult Sci.* 84(3): 482-484
- Nedomova S, Severa L, Buchar J., 2009. Influence of hen egg shape on eggshell compressive strength. *Int. Agrophy*, 23(3): 249-256.
- Olawumi SO, Ogunlade JT., 2008. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the exotic Isa Brown layer breeders. *Asia. J. of Poult. Sci.*, 2(1): 30-35.

Rajkumar U, Sharma RP, Rajaravindra KS, Niranjana M, Reddy BLN, Bhattacharya TK, Chatterjee RN., 2009. Effect of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *Int. J. Poult. Sci.*, 8(12): 1151-1155.

Rathert TC, Uckardes F, Narinc D, Aksoy T., 2011. Comparison of principal component regression with the least square method in prediction of internal egg quality characteristics in Japanese quails. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 17(5): 687-692.

Rehman MS, Mahmud A, Mehmood S, Pasha TN, Javed K, Hussain J., 2016. Production performance of aseel chicken under free-range, semi-intensive and confinement rearing systems. *J. Ani and Plant Sci.*, 26(6): 1589-1596.

SAS., 2009. *Statistical Analysis System User's guide: Statistics*. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.

Singh R, Cheng KM, Silversides FG., 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poult. Sci.*, 88: 256-264.

Song KT, Choi SH, Oh HR., 2000. A comparison of egg quality of pheasant, chukar, quail and guinea fowl. *Asia. Austr. J. of Anim. Sci.*, 13(7): 986-990.

Tumova E, Zita L, Hubeny M, Skrivan M, Ledvinka Z., 2007. The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens. *Czech J. of Anim. Sci.*, 52(1): 26-30.

Yakubu A, Ogah DM, Barde RE., 2008. Productivity and egg quality of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chicken. *Int. J. Poult. Sci.*, 7(6): 579-585.

Yang HM, Yang Z, Wang W, Wang ZY, Sun HN, Ju XJ, Qi XM., 2014. Effects of different housing systems on visceral organs, serum biochemical proportions, immune performance and egg quality of laying hens. *Euro. Poult. Sci.*, 78: 1-9.

## Yüzme Sporu Yapan Bireylerin ve Sporcuların Organik Gıdalara Yönelik Algı ve Tutum Düzeylerinin Belirlenmesi (Bayburt İli Örneği)

Murat KUL<sup>1</sup>, Osman GIDIK<sup>2\*</sup>, Hüsnüye ÇELİK<sup>3</sup>, Betül GIDIK<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 69000 Bayburt, Türkiye

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 69000 Bayburt, Türkiye

<sup>3</sup>Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 69000 Bayburt, Türkiye

<sup>4</sup>Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, 69000 Bayburt, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6391-8079>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0811-9324>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8022-4466>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-3617-899X>

\*Sorumlu yazar: [osmangidik@gmail.com](mailto:osmangidik@gmail.com)

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 19.03.2022

Kabul tarihi: 10.05.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Yüzme sporu

Sağlıklı beslenme

Organik gıda

Tutum

Algı

### ÖZ

Bu çalışmada; Bayburt ilinde yüzme sporu yapan bireylerin ve sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 2019 yılında Bayburt ilinde bulunan yarı olimpik yüzme havuzunda spor yapan 37 kadın ve 83 erkek olmak üzere toplam 120 kişi üzerinde yapılmıştır. Sporcuların organik gıdalara yönelik algı düzeylerini belirlemek için Sarıkaya (2007) tarafından hazırlanan “organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumlar” ve Kacur (2009) tarafından hazırlanan “Erciyes Üniversitesi iktisadi ve idari bilimler fakültesi akademik ve idari personeli ile iktisadi ve idari bilimler fakültesi işletme bölümünde öğrenim gören gündüz ve ikinci öğretim öğrencilerinin organik ürünleri algılamaları” ölçekleri kullanılmıştır. Verilerin analizinde normallik testi yapılmış ve normal olarak dağıldığı görülmüştür. Veriler analiz edilirken Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı testi, ikili karşılaştırmalar için t testi, ikiden fazla grupta karşılaştırmalar için tek yönlü varyans anova testi ve tukey testi analizleri yapılarak sonuçlar  $p<,05$  önem düzeyine göre değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda; katılımcıların beslenmeye dikkat etme durumları, organik ürün alışverişi yapılan yerler, organik ürünlerin güvenirliğine göre satın alma durumları, organik ürünlerin sağlığa faydalı olduğu için satın alınma durumu ve organik ürünlerin organik olmayanlara göre tercih edilmesi algı ölçeği alt boyutları ve tutum ölçeği arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların meslekleri, yaşları, spor yaşı, aylık gelirleri, organik gıda tüketme sıklıkları ve satın aldıkları organik gruplar arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Bayburt ilinde yüzme sporu yapan sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerinin belirlenmesi adlı çalışmamızda, mesleklerin, yaşın, organik gıda tüketme sıklığı ve satın aldıkları organik ürün gruplarının sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutumlarında önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır. Yüzme sporu yapan sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutumlarının birçok değişken üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Çalışmamızın daha sonra yapılacak olan çalışmalarla sporcuların organik beslenme algı ve tutumlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.



# Determination of Perceptions and Attitudes Regarding Organic Foods of Individuals and Athletes Making Swimming Sports (Bayburt Example)

## Research Article

### Article History:

Received: 19.03.2022

Accepted: 10.05.2022

Available online:09.12.2022

### Keywords:

Swimming sport

Healthy eating

Organic food

Behaviour

Perception

## ABSTRACT

In this study; it is aimed to examine the perception and attitude levels of individuals and athletes who do swimming in the province of Bayburt towards organic foods. The study was conducted on a total of 120 people, 37 women and 83 men, who were doing sports in the semi-olympic swimming pool in Bayburt in 2019. "Factors and attitudes affecting organic product consumption" prepared by Sarıkaya (2007) to determine the perception levels of athletes towards organic foods and "Erciyes University faculty of economics and administrative sciences academic and administrative staff and day and secondary school students studying organic food" prepared by Kacur (2009) product perceptions" scales were used. Normality test was performed in the analysis of the data and it was seen that it was normally distributed. While analyzing the data, Cronbach's Alpha reliability coefficient test, t-test for pairwise comparisons, one-way variance anova test and tukey test for comparisons with more than two groups were performed and the results were evaluated according to  $p < .05$  significance level. As a result of the analyzes made; It has been determined that there is a significant difference between the participants' attention to nutrition, the places where organic products are exchanged, their purchasing status according to the reliability of organic products, the purchase status of organic products because they are beneficial for health, and the preference of organic products over non-organic ones, the sub-dimensions of the perception scale and the attitude scale. It has been determined that there is a significant relationship between the participants' occupations, ages, sports age, monthly income, frequency of organic food consumption and the organic groups they buy. As a result; In our study, "Determination of the perception and attitude levels of the athletes who do swimming in Bayburt province, it has been revealed that occupations, age, frequency of organic food consumption and the organic product groups they buy play an important role in the perception and attitude of the athletes towards organic food. It has been observed that the perceptions and attitudes of swimming athletes towards organic foods are effective on many variables. It is thought that our study will shed light on the organic nutrition perceptions and attitudes of athletes in future studies.

**To Cite:** Kul M, Gıdık O, Çelik H, Gıdık B., 2022. Yüzme sporu yapan bireylerin ve sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerinin belirlenmesi (Bayburt ili örneği). Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 155-173.

## Giriş

Spor; insan hayatında çok önemli bir yere sahip olup, eski yıllardan günümüze kadar gelen belli kurallar ve formlar adı altında yer almış aktiviteler biçimidir. Eski dönemlerdeki insanlar sporu; oyun, eğlence, vücudun zinde kalmasını sağlamak, savaşlara hazırlık ve avlanmak amacıyla yaptığı belli bedensel hareketler topluluğu olarak tanımlamaktadırlar. İnsanların spor amacı ile yaptığı hareketler daha sonraki zamanlarda gelişime uğrayıp farklı modern kültürler altında kendini geliştirerek günümüze kadar geldiği de bilinmektedir. Günümüzde yapılan tüm hareketler daha kurallı ve düzenli yapılmaktadır. Sporun insan hayatında çok önemli bir yeri vardır ki bu önemin insanlık tarihi kadar eski dönemlere dayandığı görülmektedir (Çumralıgil ve ark., 2007). Yüzme sporu; suyun içerisinde yapılabilen, bedensel gelişime mükemmel katkıları olan ender spor dallarından biridir. Yüzme

sporunu yapan bireylerin bütün kas gruplarının aynı anda ve uyum içerisinde çalıştığı da görülmektedir. Vücut direncini arttıran yüzme sporunda suyun yıpratıcı etkisinin bulunmaması da önemli bir ayrıcalıktır. Yüzme sporunun, sürat, dayanıklılık, çabukluk, kuvvet, ritim, esneklik, anaerobik ve aerobik kapasite gibi motorik becerilere sahip olan, teknik becerilerin ve sportif performansların göz önünde olduğu en popüler spor branşlarından olduğu bilinmektedir (Tüzen ve ark., 2005). Bunlara ek olarak yüzme sporunun bazı durumlarda fizik tedavi amacı ile de kullanıldığı bilinmektedir (Bozdoğan, 2006).

Sporun günümüzde bireylerin daha mutlu olabilmelerini sağlayan en önemli etkenlerin başında geldiği ve yaşamın ayrılmaz bir parçası olduğu da görülmektedir. Bireylerin fiziksel ve bilişsel gelişimlerine katkıları olan sporun, bilimsellik eşliğinde yapılan aktiviteler ile, daha başarılı ve bilinçli antrenman programlarıyla istenilen sonuçlara ulaşılabileceği bilinmektedir. Sporcuların yapmış oldukları spor dallarında daha başarılı olmalarını sağlamaları için ek besin maddelerine ve yapmış oldukları beslenme çeşitlerine dikkat ederek daha yüksek seviyelerde performanslara sahip olabilecekleri düşünülmektedir (DPT, 1972; Karaküçük, 1989; Yalçınkaya, 1993). Sporcuların gereksinim duyabileceği performans için seçilen doğru ve sağlıklı beslenme ile sakatlıklardan daha kolay kurtulabilmesi, vücudun daha çabuk toparlanabilmesi ve performans seviyesine daha hızlı şekilde çıkabilmesi seçilen beslenme yöntemi ile gerçekleştirilmektedir (Aoi ve ark., 2006; Niess ve ark., 2007). Spor yapan bireylerin daima ihtiyaç duyabileceği besinleri, yeterli ve dengeli şekilde alabilmeleri en doğru beslenme adı altında karşımıza çıkabilmektedir. Sporcuların doğru beslenme sayesinde alabilecekleri enerji miktarlarının, fizyolojik durum, cinsiyet, besinlerin yeterli ve dengeli tüketilmesi, yaş ve alınan gıdaların kalitesi ile doğrudan bir bağlantı içinde olduğu da görülmektedir (Baysal, 2012; Arıkan, 2015; Dülger, 2015).

Bireylerin ve sporcuların yetersiz ve yanlış beslenme düzeyleri ile vücutlarının ihtiyacı olan enerjiyi alamadıkları düzensiz ve yetersiz beslenmeden dolayı sporcularda oluşabilecek zihinsel ve fiziksel birçok soruna yol açabileceği bilinmektedir. Bütün bu olayların sporcu sağlığı ve beslenmeleri ile doğrudan bağlantılı olduğu görülmüştür (Baysal, 2012; Karaağaoğlu ve Samur, 2015). Sporcuların, yaptığı branşın özelliklerine, müsabakalarda aldıkları süreye ve yapılan branşın şiddetine bağlı olarak ve aktivite yapmayan kişilere göre 2-3 kat fazla enerjiye ihtiyaç duydukları bilinmektedir.

Son zamanlarda sürekli karşılaşılan sağlıklı yaşam, katkı maddesi olmayan ürünler, organik gıdalar, sağlıklı beslenme ve organik besinler kavramları insan hayatında önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür (Bratman ve Knight, 2000). Boş zaman aktivitelerini yüzme sporu yaparak geçiren bireylerin ve daha fazla başarı yakalamak isteyen yüzme sporcularının

beslenme, müsabaka ve dinlenme zamanlarına daha fazla dikkat etmeleri gerekmektedir (Zengin ve ark, 2003). Bununla birlikte bireylerin ve sporcuların çevre hassasiyetleri ile birlikte daha sağlıklı yaşamak için beslenme tekniklerini organik gıdalardan yana kullanmaları sporcular ve bireyler için daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Çevreye asla zarar vermeyen organik ürünler üretilirken her zaman alanında tecrübeli kişiler tarafından kontrol edildiği ve kimyasal maddeleri bünyesinde barındırmayan ürünlerin daha sonra da sertifikalandırıldığı bilinmektedir (Ertan, 2005). Organik ürünlerin insanların sağlığına hiçbir şekilde zarar vermediği ve ihtiyaçlar doğrultusunda üretilerek yapılabilen üretim yöntemi olduğu görülmüştür (Gündüz ve Kaya, 2007). Bütün bu yapılan uygulamaların sonucunda elde edilmiş olan organik gıdaların, organik beslenme adını aldığı bilinmektedir. İlk kez 1924 yıllarında biyodinamik tarım uygulaması adı ile tanınmaya başlayan ve kökeninde biyolojik-organik veya çevre koşullarına adapte olabilen organik tarımın çok eski dönemlere dayandığı görülmektedir (Anonymous 2017). Tüketilen organik gıdaların içerik yapısı ve faydaları ile birlikte, bireylerin ve sporcuların yüksek performanslara ulaşabilmesi, daha sağlıklı bir yaşam sürebilmelerinde tüketilen organik gıdaların çok etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı; 2019 yılında Bayburt ilinde bulunan, yarı olimpik yüzme havuzunda spor yapan bireylerin ve sporcuların, organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerini incelemektir.

## **Materyal ve Metod**

### **Araştırma Grubu**

Çalışma grubunu; 2019 yılında Bayburt ilinde bulunan, yarı olimpik yüzme havuzunda spor yapan bireyler ve sporcular oluşturmaktadır. Araştırmada, 83 erkek ve 37 kadın olmak üzere toplamda 120 kişi bulunmaktadır. Çalışmada, bireylerin ve sporcuların yer almasından dolayı kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Coşkun ve ark., 2017).

### **Veri Toplama Aracı**

Çalışmamızda; “Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumları” (Sarıkaya, 2007) ve “Erciyes Üniversitesi İİBF akademik ve idari personeli ile İİBF işletme bölümünde öğrenim gören gündüz ve ikinci öğretim öğrencilerinin organik ürünleri algılamaları” (Kacur, 2009) ölçeklerine yer verilmiştir. Çalışmada kullandığımız ölçek üç alt bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm; turizm işletmeciliğinde organik gıdaya yönelik farkındalık düzeylerinin ölçülmesi ve 20 maddeden oluşmaktadır. İkinci bölümde; turizm işletmeciliğinde organik gıdaya yönelik dezavantaj algısını ölçmek için 6 madde bulunmaktadır. Üçüncü

bölümde ise; turizm işletmeciliğinde organik gıdalara yönelik tutum düzeylerini ölçmek için 4 madde bulunmaktadır. Cronbach's Alpha güvenirlik testi sonuçlarına bakıldığında; Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı ölçeğinin 0.912, organik gıdalara yönelik dezavantaj algısı ölçeğinin 0.733 ve organik gıdalara yönelik tutum ölçeğinin ise 0.755 düzeylerinde olduğu belirlenmiştir. Bu ölçekler, bazı sorularında değişiklik yapılarak revize edilmiş şekli ile kullanılmıştır. Kullanılan ölçeklerin 5'li likert tipinde; (1) kesinlikle katılmıyorum, (2) katılmıyorum, (3) kararsızım, (4) katılıyorum ve (5) kesinlikle katılıyorum olduğu bilinmektedir.

### **Verilerin Toplanması**

Elde edilen verilerin tümü araştırmacı tarafından internet erişimi ile oluşturulan bir anketle toplanmıştır. Çalışmamıza katılan bireylere ve sporculara yaptığımız araştırmanın yöntem, amaç ve önemi hakkında bilgilendirme yapılarak, araştırmaya katılan tüm bireylerin isimlerinin hiçbir yerde paylaşılmayacağı ve elde edilen bu bilgilerin sadece çalışma amacıyla kullanılacağı bilgisi verilmiştir.

### **Verilerin Analizi**

Çalışmada elde ettiğimiz veriler, SPSS 26.0 sürüm paket programında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonrasında ise Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı testi, ikili karşılaştırmalar için T testi, ikiden fazla grupta karşılaştırmalar için tek yönlü varyans Anova testi ve Tukey testi analizleri yapılarak sonuçlar  $p < 0,05$  önem düzeyine göre değerlendirilmiştir.

### **Bulgular**

Çalışmada yaptığımız Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı testi (Tablo 1) sonuçlarına göre; Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı kullanılan soruların yüksek güvenirlik düzeylerinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan bireylerin ve sporcuların cinsiyet değişkenlerine bakıldığında; erkek 83 kişi (%69,2) ve kadın 37 kişi (%30,8) olduğu, meslek durumlarına bakıldığında; sporcu 73 kişi (%60,8), memur 14 kişi (%11,7), işçi 23 kişi (%19,2) ve öğrenci 10 kişi (%8,3) olduğu, yaş değişkenlikleri incelendiğinde 16-20 yaşında 80 kişi (%66,7), 21-30 yaşında 7 kişi (%5,8), 31-40 yaşında 23 kişi (%19,2) ve 41-50 yaşında 10 kişi (%8,3) olduğu, kaç yıldır yüzme sporu yapıyorsunuz (spor yaşı) değişkeninde 1-2 yıl spor yaşı olanların 23 kişi (%19,2), 3-4 yıl spor yaşı olanların 61 kişi (%50,8), 5-6 yıl spor yaşı olanların 26 kişi (%21,7)

ve 7 yıl ve üstü spor yaşı olanların 10 kişi (%8,3) olduğu, aylık gelir durumlarına bakıldığında; 1000-2500 TL aylık geliri olanların 80 kişi (%66,7), 2501-5000 TL aylık geliri olanların 23 kişi (%19,2) ve 5001- 7500 TL aylık geliri olanların 17 kişi (%14,2) olduğu görülmüştür (Tablo 2).

**Tablo 1.** Cronbach's Alpha katsayısı güvenilirlik testi

Ölçekler	Cronbach's Alpha Katsayısı	Soru Sayısı
Organik Gıdaların Farkındalık Düzeyi Algısı	0,868	14
Organik Gıdaya Yönelik Dezavantaj Algısı	0,844	6
Organik Gıdaya Yönelik Tutum	0,640	4
Ölçeğin Genel Güvenirliği	0,806	24

**Tablo 2.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların demografik değişken dağılım sonuçları

DEĞİŞKENLER		N	%
Cinsiyet	Erkek	83	69,2
	Kadın	37	30,8
Mesleğiniz	Sporcu	73	60,8
	Memur	14	11,7
	İşçi	23	19,2
	Öğrenci	10	8,3
Yaş	16-20	80	66,7
	21-30	7	5,8
	31-40	23	19,2
	41-50	10	8,3
Kaç yıldır yüzme sporu yapıyorsunuz (Spor Yaşı)	1-2	23	19,2
	3-4	61	50,8
	5-6	26	21,7
	7 yıl ve Üstü	10	8,3
Aylık gelir	1000-2500 TL	80	66,7
	2501-5000 TL	23	19,2
	5001- 7500 TL	17	14,2
Ailenizde spor yapanlar (Siz Hariç)	Yok	42	35,0
	Baba	32	26,7
	Kardeşler	46	38,3
Beslenmenize dikkat eder misiniz?	Evet	108	90,0
	Hayır	12	10,0
Organik ürünler hakkında bilgi sahibi misiniz?	Evet	116	96,7
	Hayır	4	3,3
Satın aldığınız organik ürün grubu hangisidir?	Bitkisel çaylar	21	17,5
	Baharatlar	14	11,7
	Tıbbi bitkiler	51	42,5

	Kuru meyveler	34	28,3
Organik ürün alışverişinizi genelde nereden yapıyorsunuz?	Yöresel ürünlerin satıldığı mağazalardan	32	26,7
	Marketlerin organik ürün reyonlarından	88	73,3
Organik ürünler, organik olmayanlara göre daha sağlıklı olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri satın alıyorsunuz?	Evet	119	99,2
	Hayır	1	0,8
Organik ürünlerin çevre dostu olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri satın alıyorsunuz?	Evet	110	91,7
	Hayır	10	8,3
Organik ürünlerin, organik olmayanlara göre daha besleyici olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz?	Evet	110	91,7
	Hayır	10	8,3
Organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz?	Evet	119	99,2
	Hayır	1	0,8
Çevrenizdeki insanların, organik ürünleri tercih ettikleri için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz?	Evet	14	11,7
	Hayır	106	88,3
Organik ürünlerin sağlığınıza daha faydalı olduğunu bildiğiniz için mi organik ürünleri satın alıyorsunuz?	Evet	117	97,5
	Hayır	3	2,5
Hangi sıklıkta organik gıdaları tüketiyorsunuz?	Bazen	71	59,2
	Her zaman	14	11,7
	Sıklıkla	35	29,2
Kullandığınız organik gıdaların sertifikalı olup olmadığına bakıyor musunuz?	Evet	16	13,3
	Hayır	104	86,7

Beslenmenize dikkat eder misiniz? sorusuna bakıldığında (Tablo 3); evet diyenlerin 108 kişi (%90,0) ve hayır diyenlerin 12 kişi (%10,0) olduğu, organik ürünler hakkında bilgi sahibi misiniz? değişkenine bakıldığında; evet bilgi sahibiyim diyenlerin 116 kişi (%96,7) ve hayır bilgi sahibi değilim diyenlerin 4 kişi (%3,3) olduğu, satın aldığınız organik ürün grubu hangisidir? değişkeni incelendiğinde; bitkisel çaylar alıyorum diyenlerin 21 kişi (%17,5), baharatlar alıyorum diyenlerin 14 kişi (%11,7), tıbbi bitkiler alıyorum diyenlerin 51 kişi (%42,5) ve kuru meyveler alıyorum diyenlerin 34 kişi (%28,3) olduğu, organik ürün alışverişinizi genelde nereden yapıyorsunuz? değişkenine bakıldığında; yöresel ürünlerin satıldığı mağazalardan alışveriş yapıyorum diyenlerin 32 kişi (%26,7) ve marketlerin organik ürün reyonlarından alışveriş yapıyorum diyenlerin 88 kişi (%73,3) olduğu, organik ürünler, organik olmayanlara göre daha sağlıklı olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri satın alıyorsunuz? değişkenine bakıldığında; evet diyenlerin 119 kişi (%99,2) ve hayır diyenlerin 1 kişi (%0,8) olduğu, organik ürünlerin, organik olmayanlara göre daha besleyici olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz? değişkenine bakıldığında; evet diyenlerin 110 kişi (%91,7) ve hayır diyenlerin 10 kişi (%8,3) olduğu, organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkeni

incelendiğinde; evet diyenlerin 119 kişi (%99,2) ve hayır diyenlerin 1 kişi (%0,8) olduğu, organik ürünlerin sağlığınıza daha faydalı olduğunu bildiğiniz için mi organik ürünleri satın alıyorsunuz? değişkeni incelendiğinde; evet diyenlerin 117 kişi (%97,5) ve hayır diyenlerin 3 kişi (%2,5) olduğu, hangi sıklıkta organik gıdaları tüketiyorsunuz? değişkenine bakıldığında; bazen organik gıdaları tüketirim diyenlerin 71 kişi (%59,2), her zaman organik gıdaları tüketirim diyenlerin 14 kişi (%11,7) ve sıklıkla organik gıdaları tüketirim diyenlerin 35 kişi (%29,2) olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, beslenmenize dikkat eder misiniz? değişkenine göre yapılan T-Test sonuçları

Ölçek	Beslenmenize Dikkat Eder misiniz?	n	x	ss	sd	t	p																				
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Evet	108	3,970	0,416	118,000	1,204	0,231																				
	Hayır	12	3,815	0,487				Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Evet	108	2,705	0,333	118,000	-4,069	<b>0,000*</b>	Hayır	12	3,138	0,486	Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet	108	4,011	0,304	11,502	1,644	0,127
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Evet	108	2,705	0,333	118,000	-4,069	<b>0,000*</b>																				
	Hayır	12	3,138	0,486				Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet	108	4,011	0,304	11,502	1,644	0,127	Hayır	12	3,687	0,675								
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet	108	4,011	0,304	11,502	1,644	0,127																				
	Hayır	12	3,687	0,675																							

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, beslenmenize dikkat eder misiniz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; beslenmenize dikkat eder misiniz? değişkeni ile organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılık olduğu ve diğer değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürün alışverişini genelde nereden yapıyorsunuz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik ürün alışverişini genelde nereden yapıyorsunuz? değişkeni ile organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılık ve diğer değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Tablo 4).

**Tablo 4.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürün alışverişini genelde nereden yapıyorsunuz? değişkenine göre yapılan T-Test sonuçları

Ölçek	Organik Ürün Alışverişini Genelde Nereden Yapıyorsunuz?	n	x	ss	sd	t	p
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Yöresel Ürünlerin Satıldığı Mağazalardan	32	3,841	0,551	118,000	-1,786	0,077
	Marketlerin Organik Ürün Reyonlarından	88	3,996	0,363			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Yöresel Ürünlerin Satıldığı Mağazalardan	32	2,833	0,488	40,955	1,245	0,220
	Marketlerin Organik Ürün Reyonlarından	88	2,717	0,318			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Yöresel Ürünlerin Satıldığı Mağazalardan	32	3,789	0,531	36,384	-2,648	<b>0,012*</b>
	Marketlerin Organik Ürün Reyonlarından	88	4,048	0,256			

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

**Tablo 5.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkenine göre yapılan T-Test sonuçları

Ölçek	Organik Ürünlerin Güvenilir Olduğunu Düşündüğünüz İçin mi Satın Alıyorsunuz?	n	x	ss	sd	t	p
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Evet	119	3,962	0,418	118,000	2,120	<b>0,036*</b>
	Hayır	1	3,071	-			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Evet	119	2,747	0,373	118,000	-0,228	0,820
	Hayır	1	2,833	-			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet	119	3,985	0,362	118,000	2,018	<b>0,046*</b>
	Hayır	1	3,250	-			

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılıkların ve diğer değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Tablo 5).



**Tablo 6.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin sağlığınıza daha faydalı olduğunu bildiğiniz için mi organik ürünleri satın alıyorsunuz? değişkenine göre yapılan T-Test sonuçları

Ölçek	Organik Ürünlerin Sağlığınıza Daha Faydalı Olduğunu Bildiğiniz İçin mi Organik Ürünleri Satın Alıyorsunuz?		n	x	ss	sd	t	p
	Evet	Hayır						
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Evet		117	3,982	0,383	118,000	4,836	<b>0,000*</b>
	Hayır		3	2,880	0,659			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Evet		117	2,746	0,374	118,000	-0,398	0,692
	Hayır		3	2,833	0,288			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet		117	3,997	0,333	118,000	3,657	0,273
	Hayır		3	3,250	0,866			

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin sağlığınıza daha faydalı olduğunu bildiğiniz için mi organik ürünleri satın alıyorsunuz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik ürünlerin sağlığınıza daha faydalı olduğunu bildiğiniz için mi organik ürünleri satın alıyorsunuz? değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılık ve diğer değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Tablo 6).

**Tablo 7.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin, organik olmayanlara göre daha besleyici olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz? değişkenine göre yapılan T-Test sonuçları

Ölçek	Organik Ürünlerin, Organik Olmayanlara Göre Daha Besleyici Olduğunu Bildiğiniz İçin mi Sizde Organik Ürünleri Tercih Ediyorsunuz?		n	x	ss	sd	t	p
	Evet	Hayır						
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Evet		119	3,989	0,351	118,000	3,515	<b>0,001*</b>
	Hayır		1	2,750	-			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Evet		119	2,746	0,373	118,000	-0,676	0,500
	Hayır		1	3,000	-			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Evet		119	3,956	0,426	118,000	0,231	0,818
	Hayır		1	3,857	-			

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin, organik olmayanlara göre daha besleyici olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz? Değişkeninin (Tablo 7), T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik ürünlerin, organik olmayanlara göre daha besleyici olduğunu bildiğiniz için mi sizde organik ürünleri tercih ediyorsunuz? değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı arasında p<0,05

düzeyinde anlamlı farklılık ve diğer değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, meslek değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; meslek değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında  $p<0,05$  seviyesinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Tablo 8).

**Tablo 8.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, meslek değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Meslek							
Ölçek	Meslek	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Sporcu	73	3,853	0,356	22,651	<b>0,000*</b>	Sporcu>Memur, Öğrenci
	Memur	14	4,596	0,312			İşçi>Memur, Öğrenci
	İşçi	23	3,776	0,259			Öğrenci>Memur
	Öğrenci	10	4,214	0,424			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Sporcu	73	2,696	0,221	5,074	<b>0,002*</b>	Sporcu>Memur
	Memur	14	3,095	0,385			Memur>İşçi
	İşçi	23	2,717	0,367			Sporcu>İşçi
	Öğrenci	10	2,716	0,827			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Sporcu	73	3,982	0,323	5,901	<b>0,001*</b>	Sporcu>İşçi
	Memur	14	4,125	0,213			Memur>İşçi
	İşçi	23	3,760	0,357			İşçi>Öğrenci
	Öğrenci	10	4,250	0,577			

\* $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

**Tablo 9.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, yaş değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Yaş							
Ölçek	Yaş	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	16-20	80	3,942	0,298	6,533	<b>0,000*</b>	16-20>21-30
	21-30	7	3,387	0,709			21-30>41-50
	31-40	23	4,139	0,589			31-40>21-30
	41-50	10	4,028	0,269			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	16-20	80	2,695	0,348	2,307	0,080	-
	21-30	7	2,809	0,202			
	31-40	23	2,920	0,375			
	41-50	10	2,733	0,539			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	16-20	80	4,059	0,292	10,192	<b>0,000*</b>	16-20>21-30
	21-30	7	3,357	0,517			21-30>31-40, 41-50
	31-40	23	3,913	0,417			
	41-50	10	3,925	0,237			

\* $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, yaş değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; yaş değişkeni ile organik gıdaya yönelik dezavantaj

algısı arasında anlamlı farklılıkların olmadığı, organik gıdaların farkındalık düzeyi algısında ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında  $p<0,05$  düzeyinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Tablo 9).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, kaç yıldır yüzme sporu yapıyorsunuz (spor yaşı) değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; spor yaşı değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında  $p<0,05$  seviyesinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Tablo 10).

**Tablo 10.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, kaç yıldır yüzme sporu yapıyorsunuz (spor yaşı) değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Kaç Yıldır Yüzme Sporunu Yapıyorsunuz (Spor Yaşı)							
Ölçek	Spor Yaşı	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	1-2 Yıl	23	3,701	0,473	5,805	<b>0,001*</b>	1-2 Yıl>3-4 Yıl
	3-4 Yıl	61	4,085	0,408			
	5-6 Yıl	26	3,854	0,256			
	7 Yıl ve Üstü	10	4,007	0,482			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	1-2 Yıl	23	2,644	0,281	2,926	<b>0,037*</b>	1-2 Yıl>7 Yıl ve Üstü
	3-4 Yıl	61	2,743	0,354			
	5-6 Yıl	26	2,737	0,271			
	7 Yıl ve Üstü	10	3,050	0,685			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	1-2 Yıl	23	3,695	0,439	7,719	<b>0,000*</b>	1-2 Yıl>3-4 Yıl, 7 Yıl ve Üstü
	3-4 Yıl	61	4,081	0,325			
	5-6 Yıl	26	3,942	0,276			
	7 Yıl ve Üstü	10	4,100	0,316			

\* $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

**Tablo 11.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, aylık gelir değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Aylık Gelir							
Ölçek	Aylık Gelir	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	1000-2500 TL	80	3,863	0,353	18,664	<b>0,000*</b>	1000-2500 TL>5001- 7500 TL
	2501-5000 TL	23	3,897	0,403			2501-5000 TL>5001- 7500 TL
	5001- 7500 TL	17	4,466	0,419			2501-5000 TL>5001- 7500 TL
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	1000-2500 TL	80	2,685	0,243	19,946	<b>0,000*</b>	1000-2500 TL>5001- 7500 TL
	2501-5000 TL	23	2,630	0,440			2501-5000 TL>5001- 7500 TL
	5001- 7500 TL	17	3,205	0,458			2501-5000 TL>5001- 7500 TL
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	1000-2500 TL	80	3,981	0,310	7,304	<b>0,001*</b>	1000-2500 TL>5001- 7500 TL
	2501-5000 TL	23	3,793	0,462			2501-5000 TL>5001- 7500 TL
	5001- 7500 TL	17	4,220	0,352			2501-5000 TL>5001- 7500 TL

\* $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, aylık gelir değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; aylık gelir değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında  $p<0,05$  seviyesinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Tablo 11).

**Tablo 12.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, hangi sıklıkla organik gıdaları tüketiyorsunuz? değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Hangi Sıklıkla Organik Gıdaları Tüketiyorsunuz?							
Ölçek	Sıklık	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Bazen	71	3,867	0,350	12,870	<b>0,000*</b>	<b>Bazen&gt;Sıklıkla</b>
	Her Zaman	14	3,724	0,328			
	Sıklıkla	35	4,226	0,472			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Bazen	71	2,659	0,236	6,591	<b>0,002*</b>	<b>Bazen&gt;Her Zaman</b>
	Her Zaman	14	3,000	0,471			
	Sıklıkla	35	2,828	0,485			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Bazen	71	3,964	0,328	3,617	<b>0,030*</b>	<b>Her Zaman&gt;Sıklıkla</b>
	Her Zaman	14	3,785	0,544			
	Sıklıkla	35	4,085	0,331			

\* $p<0,05$  düzeyinde anlamlı

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, hangi sıklıkla organik gıdaları tüketiyorsunuz? Değişkeninin (Tablo 12), Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında  $p<0,05$  seviyesinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür.

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, satın aldığınız organik grubu hangisidir? değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında anlamlı farklılıkların olmadığı, organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı ve organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı arasında  $p<0,05$  düzeyinde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Tablo 13).

**Tablo 13.** Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, satın aldığınız organik grubu hangisidir? değişkenine göre yapılan Tek Yönlü Anova-Tukey Testi sonuçları

Satın Aldığınız Organik Grubu Hangisidir?							
Ölçek	Grup	n	x	ss	f	p	Tukey
Organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı	Bitkisel Çaylar	21	3,693	0,432	4,400	<b>0,006*</b>	<b>Bitkisel Çaylar&gt;Tıbbi Bitkiler</b>
	Baharatlar	14	3,877	0,610			
	Tıbbi Bitkiler	51	4,068	0,368			
	Kuru Meyveler	34	3,978	0,343			
Organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı	Bitkisel Çaylar	21	2,761	0,374	2,421	<b>0,049*</b>	<b>Baharatlar&gt;Kuru Meyveler</b>
	Baharatlar	14	2,964	0,476			
	Tıbbi Bitkiler	51	2,748	0,271			
	Kuru Meyveler	34	2,651	0,429			
Organik gıdaya yönelik tutum ölçeği	Bitkisel Çaylar	21	3,809	0,446	2,501	0,063	-
	Baharatlar	14	3,892	0,534			
	Tıbbi Bitkiler	51	4,034	0,193			
	Kuru Meyveler	34	4,036	0,408			

\*p<0,05 düzeyinde anlamlı

## Tartışma

Bu çalışmada; Bayburt ilinde yüzme sporu yapan bireylerin ve sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamıza katılan bireylerin ve sporcuların; mesleklerinin, yaşının, aylık gelirlerinin, organik gıda tüketme sıklığı ve satın aldıkları organik ürün gruplarının sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutumlarında önemli rol oynadığı ve çalışma sonucumuzda anlamlı farklılıklarının olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Çalışma 2019 yılında Bayburt ilinde bulunan yarı olimpik yüzme havuzunda spor yapan 37 kadın ve 83 erkek olmak üzere toplam 120 kişi üzerinde yapılmıştır.

Sarıkaya'nın Organik Ürün Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Tutumlar Üzerine Bir Saha Çalışması adlı araştırmasında 170 birey değerlendirmeye alınmıştır. Bireylerin cinsiyetini 77 erkek ve 93 kadın oluşturmaktadır (Sarıkaya, 2007). Çelik ve ark., (2021), üniversite öğrencileri ile yaptıkları araştırmalarında, cinsiyet değişkeni ile beslenme alışkanlıkları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir.

Kacur'un Erciyeş Üniversitesi İİBF Akademik ve İdari Personeli ile İİİBF İşletme Gündüz ve İkinci Öğretim Öğrencilerinin Organik Ürünleri Algılamaları adlı çalışmasına 245 kadın ve 302 erkek toplam 547 birey katılmıştır (Kacur, 2009).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, beslenmenize dikkat eder misiniz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; beslenmenize dikkat eder misiniz? değişkeni ile organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Çalışmamıza benzer olarak; Kvatchadze'nin Tüketicilerin Organik Gıda Tercihleri ve Organik Gıdalara Karşı Tutumlarına Yönelik Bir Uygulama adlı çalışmasında katılımcıların Beslenme bilinci bilgisinde anlamlı bir sonuç bulunmadığı görülmüştür (Kvatchadze, 2017).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkeninin, T-Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; organik ürünlerin güvenilir olduğunu düşündüğünüz için mi satın alıyorsunuz? değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında anlamlı farklılıkların görülmüştür. Çalışmamıza benzer olarak Akgül ve ark. Gıda Mühendisliği Bölümü Öğrencilerinin Organik Gıda Tüketim Tercihleri ve Algıları adlı çalışmalarında Organik gıdanın güvenli olduğunu düşünüyor musunuz? Sorusuna bireylerden 182 kişi evet, 104 kişi hayır ve 14 kişi de fikrim yok cevabını vermiştir (Akgül, 2020).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, meslek değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; meslek değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür. Çalışmamızla benzer olarak Gül'ün tüketicilerin Organik Gıdalara Yönelik Tutumları adlı Yüksek Lisans çalışmasında tüketicilerin mesleklerine göre organik gıdalara yönelik tutum ölçeğinin alt faktörleri ve geneline ilişkin tutumları arasındaki farklılıkların incelendiği görülmektedir (Gül, 2017).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, yaş değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; yaş değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısında ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür. Çalışmamıza bulunan sonuca benzer olarak; Magnusson ve ark., Attitudes towards organic foods among Swedish consumers adlı çalışmalarında İsveçli genç tüketicilerin organik gıdalara karşı olumlu bir tutum içinde olduklarına ulaşımlardır (Magnusson, 2001). Arbindra ve ark., Agro-biotechnology and organic food purchase in the United Kingdom adlı çalışmalarında, genç tüketicilere kıyasla daha yaşlı olan tüketicilerin organik gıda satın alma olasılığının oldukça düşük olduğu sonucunu bulmuşlardır (Arbindra, 2005). Zepeda ve Li'nin Characteristics of organic food shoppers adlı çalışmasında organik

gıda satın alma olasılığı genç tüketicilerde daha yüksek olduğu sonucu bulunmuştur (Zepeda ve Li, 2007).

Araştırmadaki bireylerin ve sporcuların, aylık gelir değişkeninin, Tek Yönlü Anova-Tukey Testi analiz sonuçlarını incelediğimizde; aylık gelir değişkeni ile organik gıdaların farkındalık düzeyi algısı, organik gıdaya yönelik dezavantaj algısı ve organik gıdaya yönelik tutum ölçeği arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür. Çalışmamızda bulunan sonuca benzer olarak; Kacur'un Erciyeş Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik ve İdari Personeli ile İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Gündüz ve İkinci Öğretim Öğrencilerinin Organik Ürünleri Algılamaları adlı çalışmasında “Organik ürünlere yönelik olumsuz algılamalar” ve “organik ürünler ve fiyat” olarak adlandırılan faktörlerle aylık ortalama gelir arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (Kacur, 2009). Gıdık ve ark., (2022), hokey milli takım aday kadrosunda bulunan sporcu ve antrenörlerin organik gıda tüketim algı düzeyleri adlı araştırmalarında, aylık gelir değişkeninde anlamlı farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir. Kul ve ark., (2021) ve olimpik boksörler ile yaptıkları organik gıda tüketim algısı adlı çalışmalarında aylık gelir değişkenini ile organik gıdaya yönelik tüketim arasında çalışmamızdan farklı olarak anlamlı farklılıklar olmadığını bildirmişlerdir. Gül'ün Tüketicilerin Organik Gıdalara Yönelik Tutumları adlı Yüksek Lisans çalışmasında tüketicilerin aylık gelirlerine göre organik gıdalara yönelik tutum ölçeğinin alt faktörleri ve geneline ilişkin tutumları arasındaki farklılıkların incelendiği görülmektedir (Gül, 2017).

Sonuç olarak; Bayburt ilinde yüzme sporu yapan bireylerin ve sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutum düzeylerinin incelenmesi amaçlanan çalışmamızda; çalışmamıza katılan bireylerin mesleklerinin, yaşının, aylık gelirlerinin, organik gıda tüketme sıklığı ve satın aldıkları organik ürün gruplarının sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutumlarında önemli rol oynadığı ortaya çıkartılmıştır. Çalışmamıza katılan bireylerin meslek gruplarına baktığımızda en yüksek değer sporculara ait olduğu görülmektedir. Bu değer sporcuların organik gıdalar farkındalık düzeyini ve tutum düzeyini de arttırmaktadır. Bu nedenle bu sonuç sporcuların organik beslenmeye daha çok dikkat ettiğini ortaya çıkartmaktadır. Buna paralel olarak sporcuların yaş gruplarının da beslenmede önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamıza katılan bireylerin aylık gelirlerine baktığımızda aylık gelir düzeyi arttıkça bireylerin organik gıda farkındalıklarında artış olduğu da gözlenmektedir. Buda organik beslenmede aylık gelirin önemli bir yerinin olduğunu bize göstermektedir. Yüzme sporu yapan sporcuların organik gıdalara yönelik algı ve tutumlarının birçok değişken üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Çalışmamızın daha sonra yapılacak olan çalışmalarla sporcuların organik beslenme algı ve tutumlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

## **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **Kaynaklar**

Anonymous., 2017. Organic farming in Germany. Federal Ministry of Food and Agriculture.

Akgül E, Barın S, Kılıç GB, Şen DB., 2020. Gıda mühendisliği bölümü öğrencilerinin organik gıda tüketim tercihleri ve algıları. The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 11(Supplementary Issue 1): 324-328.

Aoi W, Nait Y, Yoshikawa T., 2006. Exercise and functional foods. Nutrition Journal, 5(15): 1-5.

Arbindra PR, Moon W, Balasubramanian S., 2005. Agro-biotechnology and organic food purchase in the United Kingdom. British Food Journal, 107(2): 84-97.

Arıkan ZY., 2015. Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları: Dumlupınar Üniversitesi Örneği. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Baysal A., 2012. Beslenme. Ankara, Hatiboğlu Yayıncılık, 12-24.

Bozdoğan A., 2006. Yüzme. Morpa Yayınları, s:20-21, İstanbul.

Bratman S, Knight D., 2000. Health food junkies. Overcoming the obsession with healthful eating. New York, Broadway Books.

Coşkun R, Altunışık R, Yıldırım E., 2017. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. SPSS uygulamalı. Sakarya Yayıncılık, Güncellenmiş 9. Baskı, Sakarya.

Çelik H., Tozoğlu E., Demirel N., 2021. Pandemi döneminde üniversite öğrencilerinin sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. Gazi Kitabevi. Ankara

Çumralıgil B, Görücü A., 2007. Örgütlenme yönetim biçimleriyle spor. Selçuk Üniversitesi Yayını, Konya.

DPT., 1972. Beş yıllık kalkınma planı gençlik ve spor özel ihtisas komisyonu raporu, DPT. Müsteşarlığı Yayınları, Ankara.

Dülger H., 2015. Bartın üniversitesi sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinde beslenme alışkanlıkları ve obezite prevalansı. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi.



Ertan S., 2005. Sağlık personelinin organik gıdaları tüketmedeki görüşlerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gıdık O, Kul M, Elbir T, Gıdık B., 2022. Hokey milli takım aday kadrosunda bulunan U14-U16 sporcularının ve antrenörlerinin organik gıda tüketim algı düzeyleri. Kadırlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(1): 69-92.

Gül Z., 2017. Tüketicilerin organik gıdalara yönelik tutumları: Ankara ilinde Bir Uygulama. Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Gündüz Y, Kaya M., 2007. Avrupa Birliği tarım politikası ve Türkiye’de organik tarımın geliştirilmesi üzerine olası etkisi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(21): 305-330.

Kacur LL., 2009. Erciyes Üniversitesi İİBF akademik ve idari personeli ile İİBF işletme gündüz ve ikinci öğretim öğrencilerinin organik ürünleri algılamaları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33: 249-277.

Karaağaoğlu N, Samur GE., 2015. Anne ve çocuk beslenmesi. Pegem Akademi Yayınları, 69, Ankara.

Karaküçük S., 1989. Beden eğitimi öğretmeninin eğitimi. Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları, 24.

Kul M, Gıdık B, Gıdık O, Şipal O, Şipal Ö., 2021. Organic food nutrition knowledge level of olympic boxers in Turkey. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(3): 250-260.

Kvatchadze S., 2017. Tüketicilerin organik gıda tercihleri ve organik gıdalara karşı tutumlarına yönelik bir uygulama. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s:82.

Magnusson MK, Arvola A, Koivisto Hursti UK, Åberg L, Sjöden PO., 2001. Attitudes towards organic foods among Swedish consumers. British Food Journal, 103(3): 209-227.

Niess AM, Hipp A, Thoma S, Striegel H., 2007. Performance food in sport. Therapeutische Umschau, 64(3):181-185.

Sarıkaya N., 2007. Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumlar üzerine bir saha çalışması. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2(14): 110-125.

Tüzen B, Müniroğlu S, Tanılkan K., 2005. Kısa mesafe yüzücülerinin 30 metre sürat koşusu dereceleri ile 50 metre serbest stil yüzme derecelerinin karşılaştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 3: 97-99.

Yalçınkaya M, Saraçoğlu AS, Varol S., 1993. Üniversite öğrencilerinin spora ilişkin görüşleri ve beklentileri. Spor Bilimleri Dergisi, 4(2): 12-26.

Zengin B, Yılmaz S, Gülmez İ, Ramazanoğlu N, Soykan A, Demir A., 2003. Elit genç bayan judoculararda müsabaka öncesi hızlı kilo vermenin genel kuvvet üzerine etkilerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 11(3): 123-126.

Zepeda L, Li J., 2007. Characteristics of organic food shoppers. Journal of Agricultural and Applied Economics, 39(1): 17-28.

## Al-1,1Sc Alaşımının Tane Boyutunun İncelenmesi

Gencer SARIOĞLU<sup>1\*</sup>, Hamza Yaşar OCAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Gediz Meslek Yüksekokulu, Kütahya

<sup>2</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kütahya

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7753-7813>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3094-3459>

\*Sorumlu yazar: gencer.sarioğlu@dpu.edu.tr

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 25.10.2021

Kabul tarihi: 16.02.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Al-Sc

XRD

Tanecik boyutu

Al-Sc alaşımları endüstride özellikle otomotiv ve havacılık sektöründe hafifliği, sünekliği ve mukavemeti ile tercih edilmektedir. Al içerisine küçük miktarda Sc eklenmesi alaşımın tanecik boyutunda azaltıcı etki göstermektedir. Bu maksatla özel teknikle elde edilen Al-1,1Sc alaşımının XRD analizleri için deneysel teknikler kullanıldı. Bu çalışma oda sıcaklığı ile 600°C aralığında, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknoloji Merkezi laboratuvarında yapıldı. Alaşımın tanecik boyutu Scherrer metodu kullanılarak elde edildi.

## Grain Size Investigation of Al-1,1Sc Alloy

### Research Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 25.10.2021

Accepted: 16.02.2022

Available online: 09.12.2022

#### Keywords:

Al-Sc

XRD

Particle size

Al-Sc alloys in industry; It is preferred especially in the automotive and aviation sectors for its lightness, ductility and strength. The addition of a small amount of Sc into Al has a reducing effect on the grain size of the alloy. For this purpose, experimental techniques were used for XRD analysis of Al-1,1Sc alloy obtained with a special technique. This study was carried out in the laboratory of Kütahya Dumlupınar University Advanced Technology Center, from room temperature to 600°C. The grain size of the alloy was obtained using the Scherrer method.

**To Cite:** Sarioğlu G, Ocak HY., 2022. Al-1,1Sc alaşımının tane boyutunun incelenmesi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 174-180.

### Giriş

Al-Sc alaşımları hafif ve yüksek mukavemete sahip olmaları nedeni ile havacılık ve ulaştırma endüstrilerinde büyük ilgi görmektedir. Skandiyum, çok düşük çözünürlüğüne rağmen Al alaşımlarının mukavemetinin iyileştirilmesine önemli ölçüde katkıda bulunur (Zhang, 2020).

Al alaşımlarında tane boyutu inceltme, mukavemet artırma, sıcak çatlama karşı geliştirilmiş direnç ve yeniden kristalleşme sıcaklığını artırma özellikleri açısından Sc elementi kullanılmaktadır (Mousavi ve ark., 1999; Lathabai ve Lloyd, 2002). Al-Sc alaşımları üzerine yapılan ilk bilimsel çalışma 1971'de Willey tarafından yapılmış ve patenti de alınmıştır. Willey,

%0,12 ile 0,36 arasındaki Sc ilavelerinin, Al alaşımlarının mekanik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiğini belirtmiştir (Willey, 1971). Al alaşımlarında tane boyutu inceltme özelliği sayesinde malzemenin sertliğini arttırmaktadır. Al-Sc alaşımlarında tane boyutu üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Dobatkin ve ark., 2006; Borhani ve ark., 2012; Pereira ve ark., 2017). Sc katkısının Al alaşımlarında mukavemeti arttırıcı diğer özelliği  $Al_3Sc$  okeltilerinden kaynaklanmaktadır.  $Al_3Sc$  alaşımlarının mukavemet ve yeniden kristalleşme sıcaklığı üzerine etkileri de yoğun olarak çalışılan konular içerisinde yer almaktadır (Harada ve Dunand, 2003; Jones ve Humphreys, 2003; Kaiser ve ark., 2008; Xu ve ark., 2019).

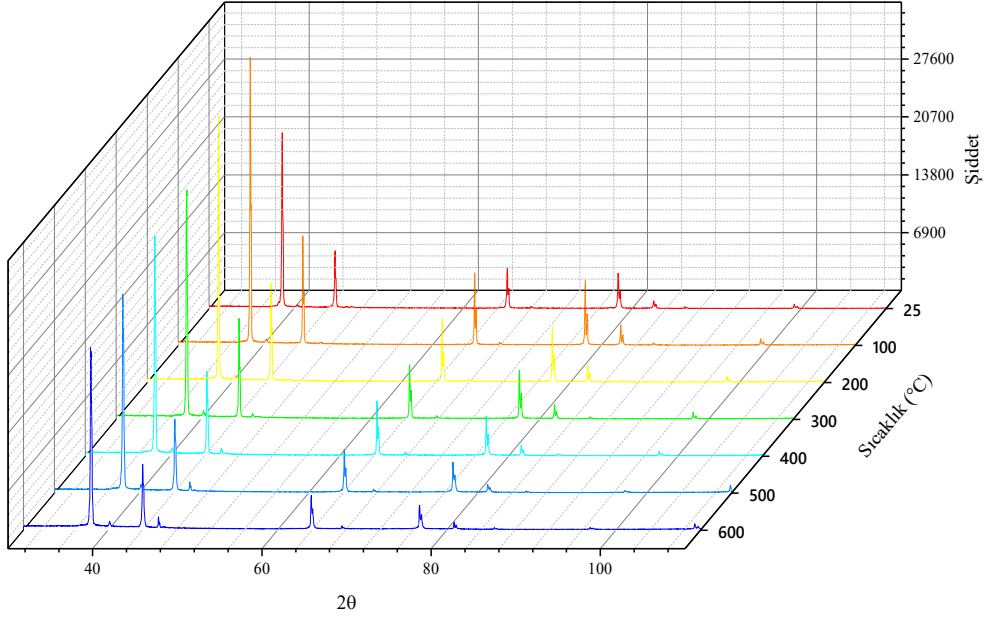
Bu alışmada, Al-1,1Sc alaşımından elde edilen toz numunelerin XRD lmleri yapıldı. XRD analizleri özel hesaplama tekniği ile çözümlenerek pik aralıkları her sıcaklık ve her düzlem için ayrı ayrı hesaplandı. Pik genişlik sonuçları, tanecik boyutlarının sıcaklığa bağlı değişim hesaplamaları için Scherrer metodunda kullanıldı.

### Materyal ve Metod

Ölçümler, DPU ileri Teknoloji Merkezinde (İLTEM), Malvern Panalytical Empyrean cihazı kullanılarak yapıldı (şekil 1). Daha önce özel bir teknikle elde edilmiş olan Al-1,1Sc alaşımına ait toz halindeki numunelerin XRD ekimi oda sıcaklığından 600°C sıcaklığa kadar 100°C sıcaklık artışı ile 30° - 120° kırınım açıları aralığında gerçekleştirildi. Ölçümler, tarama adımı 0,02° (2θ) ve adım başına 0,1 saniyelik bir tarama hızında yapıldı. Ölçümlerde  $Cu-K_{\alpha}$  kaynağı kullanıldı.



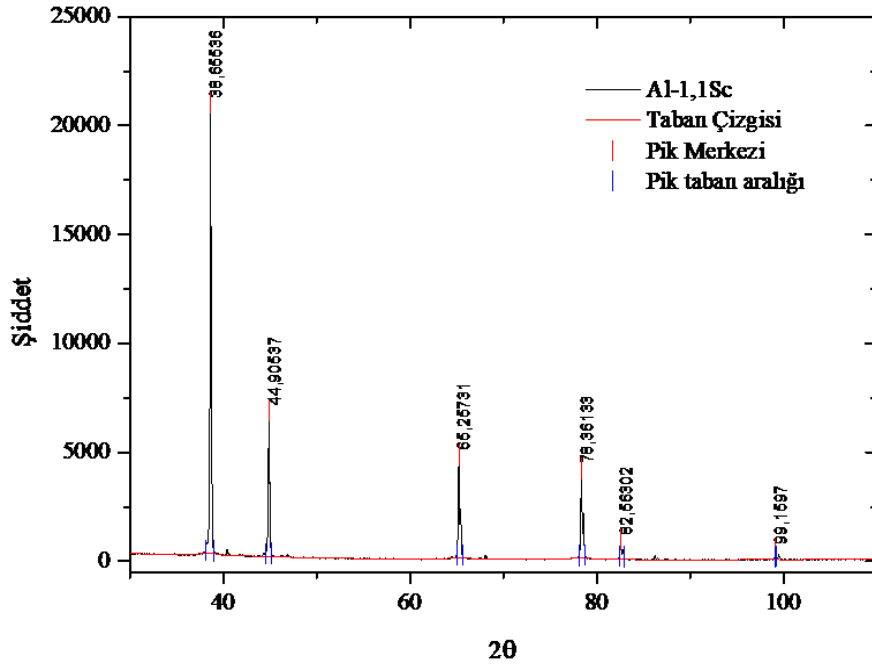
şekil 1. Malvern panalytical empyrean cihazı



**Şekil 2.** Al-1,1Sc alaşımının sıcaklığa bağlı XRD grafikleri

Çalışmada kullanılan XRD cihazı Şekil 1’de görülmektedir. Sıcaklığa bağlı olarak elde edilen XRD desenleri de Şekil 2’de verilmiştir. Piklere ait hkl düzlemleri için etkin pik çözümlenmeleri her bir sıcaklık aralığında ayrı ayrı belirlendi. Bu pik genişlikleri ( $\beta$ ), Origin 8.6 grafik programı yardımıyla analiz edilerek Denklem (1)’den hesaplandı (Dinnebier ve Billinge, 2008). Burada  $\theta$ , bir pikin son ve ilk açısı büyüklükleridir. Her sıcaklık için ortalama pik genişlikleri dikkate alındı. Bu maksatla oda sıcaklığında analiz edilen XRD grafiği Şekil 3 de verildi. Her bir sıcaklıkta altı pik, yani altı (hkl) düzlemi, gözlenmiştir.

$$\beta = 0,5 (2\theta_s - 2\theta_i) \quad (1)$$



Şekil 3. Al-1,1Sc alaşımının 25°C sıcaklıkta XRD grafiği

X ışını kırınımı, kristal malzemelerin ortalama kristal boyutunu belirlemek için kullanılan uygun bir yöntemdir. Sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan pik genişlikleri Scherrer Denklem (2)'de kullanılarak (Dinnebier ve Billinge, 2008) tanecik boyutları ayrı ayrı elde edildi.

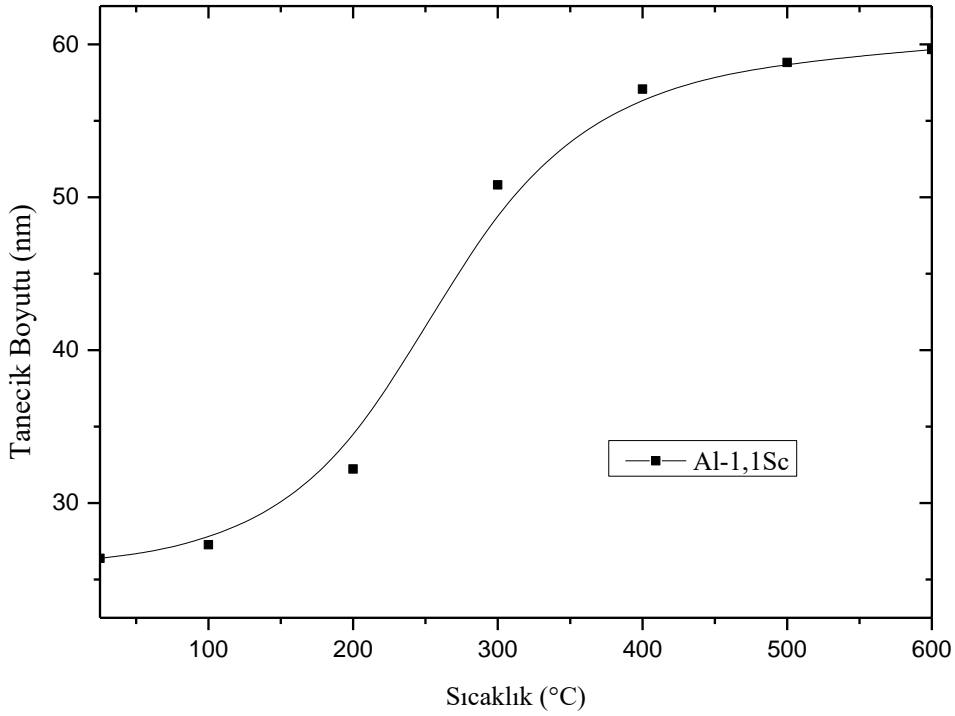
$$D = k\lambda/(\beta \cos \theta) \quad (2)$$

Burada,  $\lambda$ ; x ışınları dalga boyu (1,541 Å), k; şekil faktörü adı verilen bir sabittir, değeri kristal şekline bağlı olarak 0,89 ile 1,39 arasında değişir. Küresel toz parçaları için k değeri genellikle 0,94 olarak kullanılmaktadır. D; kristal boyutu ve  $\theta'$ da kırınım açısıdır. Ortalama tanecik boyutu için yapılan hesaplamalar Şekil 4'de görülmektedir.

### Bulgular ve Tartışma

Al-1,1Sc alaşımına ait XRD desenleri 25°C, 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C ve 600°C sıcaklıkları için elde edilmiştir. Pik genişlikleri, her sıcaklık için ve her bir düzlem için hesaplanarak ortalama değerleri alınmıştır. Sıcaklığın etkisi pik genişliklerine yansımış, Al<sub>3</sub>Sc çökelti pikleri bu çalışmada dikate alınmamıştır. Çünkü Al<sub>3</sub>Sc ayrı bir çalışma konusudur. Şekil 3'de Al-1,1Sc alaşımının 25°C sıcaklıkta ki XRD sonuçları görülmektedir. Bu

grafiklerde Origin 8.6 grafik programı kullanılarak elde edilen pik genişlikleri, Denklem (2)'de kullanılmış ve elde edilen tanecik boyutu ortalaması da Şekil 4' verilmiştir.



Şekil 4. Al-1,1Sc alaşımının tanecik boyutunun sıcaklık ile değişimi

Al alaşımlarına eklenen Sc katkısının tane inceltici özellik göstermesi nedeni ile düşük Sc oranlarında yoğun olarak çalışılmıştır. Örneğin, Pereira ve ark. (2017) tarafından Al-%3Mg-%0,2Sc alaşımının tanecik boyutu 423 ile 773 K arasında TEM ölçümleri ile 140 nm olarak ölçülmüştür. Dobatkin ve ark., (2006), Al-5, 9Mg-0,3Sc içeren alaşımın tanecik boyutu 40-50 nm boyutunda olduğunu ve Mg katkısının tanecik boyutunu küçülttüğü belirtilmiştir. Borhani ve ark., (2012), Al-0.2Sc alaşımındaki  $Al_3Sc$  çökeltisinin tanecik boyutlarını 300 ve 400 ° C sıcaklık aralığında sırasıyla 36,2 ve 50 nm olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise yüksek Sc oranı ihtiva eden Al-1,1Sc alaşımının tanecik boyutları oda sıcaklığından 600 °C' ye kadar ısıl deformasyona uğratarak ayrı ayrı belirlendi.

### Sonuç ve Öneriler

Polikristallerde tanecik boyutları malzemenin sertliği hakkında bilgi verir. Tanecik boyutları azaldıkça malzemelerin sertliği artar (Mathers, 2002). Yapılan deneysel çalışmaların analizleri sonucunda Al-1,1Sc alaşımının ortalama tanecik boyutu oda sıcaklığında 37,29 nm

olarak belirlendi. Sıcaklık ile tanecik boyutunun arttığı ve buna bağlı olarak alaşımın sertliğinin azaldığı Şekil 4'ten anlaşılmaktadır. Bu çalışmada Sc oranı yüksek olmasına rağmen yukarıda belirtilen referansların sonuçlarıyla ilgili sıcaklık aralıklarında uyumlu olması oldukça sevindirici bir sonuçtur. Ayrıca elde edilen XRD sonuçlarının da Al-Sc alaşımlarının farklı oranlarındaki çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu görüldü (Jones ve Humphreys, 2003; Dobatkin ve ark., 2006; Borhani ve ark., 2012).

### **Teşekkür**

Bu çalışmanın BAP projesi kapsamında yapılmasında her türlü desteği veren Kütahya Dumlupınar Üniversitesine teşekkür ederiz.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Kaynaklar**

Borhani E, Jafarian H, Terada D, Adachi H, Tsuji N., 2012. Microstructural evolution during ARB Process of Al-0.2 mass% Sc alloy containing Al<sub>3</sub>Sc precipitates in starting structures. *Materials Transactions*, 53(1): 72-80.

Dinnebier RE, Billinge SJL., 2008. Powder diffraction theory and practice. Cambridge: RSC Publishing.

Dobatkin SV, Zakharov VV, Vinogradov A, Kitagawa K, Bastarash EN., 2006. Nanocrystalline structure formation in Al-Mg-Sc alloys during severe plastic deformation. *Russian Metallurgy (Metally)*, 2006(6): 533-540.

Harada Y, Dunand DC., 2003. Thermal expansion of Al<sub>3</sub>Sc and Al<sub>3</sub>(Sc<sub>0.75</sub>X<sub>0.25</sub>). *Scripta Materialia*, 48(2003): 219-222.

Jones MJ, Humphreys FJ., 2003. Interaction of recrystallization and precipitation: The effect of Al<sub>3</sub>Sc on the recrystallization behaviour of deformed aluminium. *Acta Materialia*, 51 (2003): 2149-2159.



Kasier MS, Datta S, Roychowdhury A, Banerjee MK., 2008. Age hardening behavior of wrought Al-Mg-Sc alloy kaufman-aluminum alloy castings. *Materials and Manufacturing Processes*, 23(2008): 74-81.

Lathabai S, Lloyd PG., 2002. The effect of scandium on the microstructure, mechanical properties and weldability of a cast Al-Mg alloy. *Acta Materialia*, 50(2002): 4275-4292.

Mathers G., 2002. *The welding of aluminium and its alloys*. CRC press: Cambridge England.

Mousavi MG, Cross CE, Grong Q., 1999. Effect of scandium and titanium-boron on grain refinement and hot cracking of aluminium alloy 7108. *Science and Technology of Welding and Joining*, 4(6): 381-388.

Pereira PHR, Huang Y, Langdon TG., 2017. Examining the thermal stability of an Al-Mg-Sc alloy processed by high-pressure torsion. *Materials Research*, 20: 39-45.

Xu P, Jiang F, Tang Z, Yan N, Jiang J, Xu X, Peng Y., 2019. Coarsening of Al<sub>3</sub>Sc precipitates in Al-Mg-Sc alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 781: 209-215.

Willey LA., 1971. Aluminum scandium alloy. United States Patent, US3619181A.

Zhang JY, Gao Y, Yang C, Zhang P, Kuang Jie, Liu G, Sun J., 2020. Microalloying Al alloys with Sc: a review. *Rare Metals*, 39: 636-650.

## Bal Tüketim ve Bilinç Düzeyinin Araştırılması

İlknur AYDURMUŞ<sup>1</sup>, İlkyay TÜRKMEN ÖZEN<sup>2\*</sup>, Ümit KARATAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Piraziz, Giresun

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı, Gümüşhane

<sup>3</sup>Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dedeli, Ordu

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4100-0448>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0365-0370>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-6179-237X>

\*Sorumlu yazar: [ilkay-turkmen@hotmail.com](mailto:ilkay-turkmen@hotmail.com)

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi: 24.05.2022

Kabul tarihi: 30.08.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Süzme bal

Petek bal

Karakovan balı

Tüketim tercihleri

Bilinç düzeyi

### ÖZ

Araştırmada, Artvin, Bayburt, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun ve Trabzon illerinde tüketicilerin bal tüketim düzeyi ve bilinç düzeyinin tespiti amaçlanmıştır. Bu anket çalışması 2017 yılında 1275 kişi ile yapılmıştır. Ankete katılanların 840'ı erkek, 435'i kadındır. Araştırma bulgularına göre katılımcıların yaş ortalaması 38'dir. Ankete katılan kişilerin %64'ünün lisans veya lisansüstü okul mezunu olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların %67,37'si süzme bal, %19,29'u petekli bal ve %8,39'unun karakovan bal tükettiğini belirtmiştir. Ortalama yıllık bal tüketim düzeyi; 8,61 kg/kişi süzme bal, 7,12 kg/kişi petekli bal ve 3,77 kg/kişi karakovan bal olarak hesaplanmıştır. Bal satın alan kişilerin en fazla Doğu Karadeniz Bölgesi balını, daha sonra ise Kuzeydoğu Anadolu bölgesi balı ve Ege Bölgesi balını satın aldıkları görülmüştür. Bal seçiminde sırasıyla kıvam, marka ve üretim tarihinin etkili olduğu anlaşılmıştır. Balın en fazla arıcılar ile süpermarketlerden satın alındığı tespit edilmiştir. Ayrıca tüketicilerin bal satın alırken ambalajı önemsedikleri ve ürün satın alırken ambalaj olarak en fazla cam kavanozu tercih ettikleri tespit edilmiştir. İncelenen ailelerde balın en yoğun kış aylarında tüketildiği belirlenmiştir.

## Investigation of Honey Consumption and Consciousness Level

### Research Article

#### Article History:

Received: 24.05.2022

Accepted: 30.08.2022

Available online:09.12.2022

#### Keywords:

Filtered honey

Honeycomb

Karakovan honey

Consumption preferences

Consciousness level

### ABSTRACT

In the research, it was aimed to determine the honey consumption level and consciousness level of consumers in the provinces of Artvin, Bayburt, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun and Trabzon. This survey study was conducted with 1275 people in 2017. 840 of the respondents are male and 435 are female. According to the research findings, the average age of the participants is 38. It was determined that 64% of the people who participated in the survey were undergraduate or graduate school graduates. 67,37% of the participants stated that they consume filtered honey, 19,29% honeycomb honey and 8,39% karakovan honey. It was calculated as the average annual honey consumption level; 8,61 kg/person filtered honey, 7,12 kg/person honeycomb honey and 3,77 kg/person karakovan honey. It was observed that the people who bought honey mostly bought the Eastern Black Sea Region honey, followed by the Northeastern Anatolian region honey and the Aegean Region honey. It has been understood that the consistency, brand and production date are effective in the selection of honey, respectively. It has been determined that honey is mostly purchased from beekeepers and supermarkets. In addition, it has been determined that

consumers care about packaging when purchasing honey and they prefer glass jars the most when purchasing products. It was determined that honey was consumed most intensively in the winter months in the studied families.

**To Cite:** Aydurmuş İ, Özen İT, Karataş Ü., 2022. Bal tüketim ve bilinç düzeyinin araştırılması. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 181-196.

## Giriş

Günümüzde insanların sağlıklı yaşama ilişkin artan endişeleri nedeniyle sağlıklı ve kaliteli beslenmeye yönelim artış göstermektedir. Bal, düşük su oranına sahip olduğu için (Snowdon ve Cliver, 1996; Rall ve ark., 2003) oldukça düşük mikrobiyal aktivite gözlenir (Matsuda ve Sabato, 2004) ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olduğu kanıtlanmış, tıbbi kullanım alanı bulmuş tipik bir gıdadır (Lusby ve ark., 2002). Ayrıca bal, bazı gıda ürünlerinin üretiminde kullanılan kimyasal antioksidanlara alternatif olarak kullanılabilen doğal bir antioksidandır. Bu özelliği ile bilinçli tüketicilerde gıda katkı maddelerinin yarattığı endişe nedeni ile gıdalarda doğal antioksidanların artan kullanım eğilimini karşılamaktadır (Johnston ve ark., 2005). Doğal bal, doğal antioksidan kaynağı olması nedeni ile kanser, bağışıklık sistemi bozuklukları ve koroner kalp rahatsızlığı riskini etkili bir şekilde en aza indirmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'ne göre bal "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının, salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün" olarak tanımlanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'ne göre ballar; kaynağına göre çiçek balı ve salgı balı; üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, pres balı ve filtre edilmiş bal olarak sınıflandırılmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2012).

Dünya arıcılık verilerine bakıldığında 2015 yılında 89,228 adet olan kovan sayısı 2019 yılında 90,116 adete ulaşmış, bal üretimi ise 2015 yılında 1,877 ton iken 2019 yılında 1,853 ton olarak yapılmıştır (FAO). Dünya bal üretiminde 2019 yılı verilerine göre Çin birinci, Türkiye ikinci, Kanada ise üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye arıcılık verileri incelendiğinde bal üretimi 2015 yılında 108,128 ton, 2017 yılında 114,471 ton, 2019 yılında 109,330 ton ve 2020 yılında ise 104,077 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2020). 2019 yılında en fazla bal üretiminin yapıldığı iller sırasıyla Ordu, Muğla ve Adana'dır.

Bal üretiminde ülkemiz oldukça önemli bir yere sahip olmakla birlikte ulusal ve yerel bal tüketim miktarımız, alışkanlıklarımız, tercihlerimiz ve tüketim bilincimiz üzerine yapılmış araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu araştırma ile bal ile ilgili farkındalık oluşturmak, üretim

ve tüketim eğiliminin araştırılarak üretimde ve tüketimde artış sağlamak amaçlanmıştır. Böylece hem sağlıklı ve bilinçli tüketimin desteklenmesi hem de ekonomik değeri oldukça yüksek olan balın bölgenin ekonomisine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

### Materyal ve Metod

Bu anket çalışması 2017 yılında; Artvin ilinde 215, Bayburt ilinde 159, Giresun ilinde 125, Gümüşhane ilinde 185, Ordu ilinde 195, Rize ilinde 99, Samsun ilinde 103 ve Trabzon ilinde 194 kişiye olmak üzere toplam 1275 kişiye uygulanmıştır. 1275 kişiden 840 kişi erkek, 435 kişi kadındır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Arıcılık anketinin uygulandığı kişilerin illere göre dağılımı

İller	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Artvin	215	16,9	16,9
Bayburt	159	12,5	29,3
Giresun	125	9,8	39,1
Gümüşhane	185	14,5	53,6
Ordu	195	15,3	68,9
Rize	99	7,8	76,7
Samsun	103	8,1	84,8
Trabzon	194	15,2	100,0
TOPLAM	1,275	100,0	

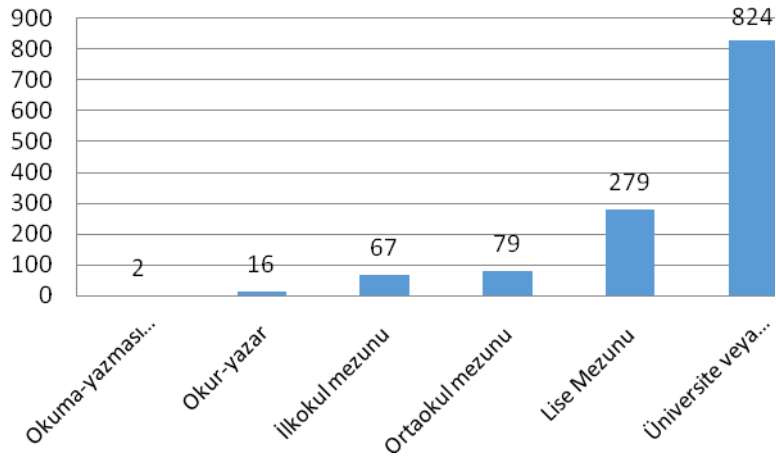
Anket 38 sorudan oluşmakta olup soruların bölümlenmiş hali ile 68 kısımda değerlendirilmiştir. Anket verilerinin istatistiki değerlendirmesi SPSS 21 programı ile yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Arı ürünleri tüketimi ve arı ürünü tüketim bilincinin araştırılması anketine katılan 1275 kişinin yaşa göre dağılımı Tablo 2’de ve Şekil 1’de verilmiştir. Ankete katılan kişilerin yaş ortalaması 38’dir.

**Tablo 2.** Arıcılık anketinin uygulandığı kişilerin yaş durumuna göre dağılımı

Yaş Aralığı	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
17 ve altı	1	0,1	0,1
18-22	53	4,2	4,2
23-29	252	19,8	20,0
30-39	427	33,5	33,9
40-49	319	25,0	25,3
50-59	168	13,2	13,3
60 ve üstü	40	3,1	3,2
Toplam	1,260	98,8	100,0
Kayıp Veri	15	1,2	
Genel Toplam	1,275	100,0	



**Şekil 1.** Arıcılık anketine katılan kişilerin eğitim durumuna göre dağılımı

Arı ürünleri tüketim ve bilinç düzeyinin araştırılması anketine katılan 1275 kişinin eğitim durumuna ilişkin bilgilere bakıldığında (Şekil 1) %64'ünün lisans veya lisansüstü okul mezunu olduğu belirlenmiştir.

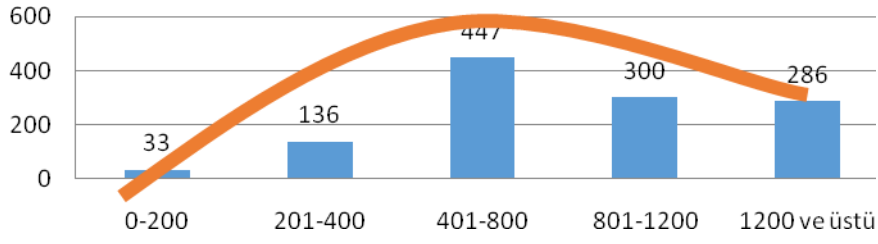
Gelir dağılımına göre %83,7'sinin gelir dağılımının 5500 TL ve altında olduğu ve mutfak harcamalarına ilişkin dağılıma göre kişilerin aylık ortalama gıda harcamasının 960 TL olduğu görülmektedir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Arıcılık anketine katılan kişilerin gelir düzeyine göre dağılımı

Gelir Aralığı	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
0-1500	95	7,5	7,8
1500-2500	234	18,4	27,0
2501-3500	317	24,9	53,0
3501-4500	228	17,9	71,6
4501-5500	147	11,5	83,7
5501 ve üstü	199	15,6	100,0
Toplam	1220	95,7	
Kayıp Veri	55	4,3	
Genel Toplam	1275	100,0	

**Tablo 4.** Arıcılık anketine katılan kişilerin mutfak gıda harcaması dağılımı

Gıda Harcaması Aralığı	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
0-200	33	2,6	2,7
201-400	136	10,7	14,1
401-800	447	35,1	51,2
801-1200	300	23,5	76,2
1200 ve üstü	286	22,4	100,0
Toplam	1.202	94,3	
Kayıp Veri	73	5,7	
Genel Toplam	1.275	100,0	



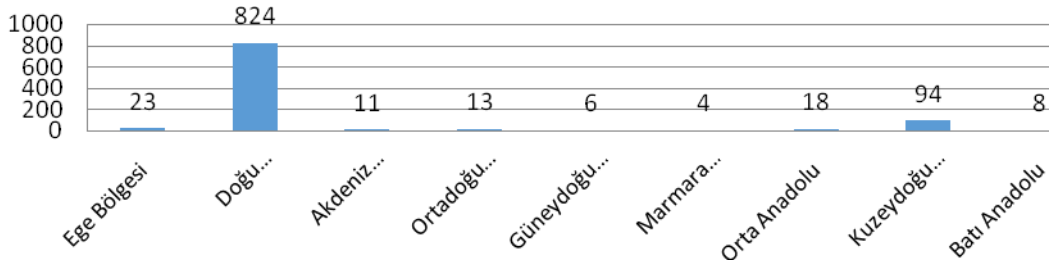
**Şekil 2.** Arıcılık anketine katılan kişilerin mutfak gıda harcaması dağılımı

Anket sonuçlarına göre 1275 kişiden 1150'si bal tükettiğini belirtirken 115 kişi bal tüketmediğini belirtmiştir. İl bazında en yüksek bal tüketiminin %96,6 ile Ordu ilinde, en az bal tüketiminin ise %84,9 ile Gümüşhane ilinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** İllere göre bal tüketiminin dağılımı

İl		Bal Tüketimi		Toplam
		Hayır	Evet	
Artvin	Kişi Sayısı	31	183	214
	% Yüzde	14,5%	85,5%	100,0%
Bayburt	Kişi Sayısı	15	142	157
	% Yüzde	9,6%	90,4%	100,0%
Giresun	Kişi Sayısı	14	110	124
	% Yüzde	11,3%	88,7%	100,0%
Gümüşhane	Kişi Sayısı	28	157	185
	% Yüzde	15,1%	84,9%	100,0%
Ordu	Kişi Sayısı	6	187	193
	% Yüzde	3,1%	96,9%	100,0%
Rize	Kişi Sayısı	2	97	99
	% Yüzde	2,0%	98,0%	100,0%
Samsun	Kişi Sayısı	9	93	102
	% Yüzde	8,8%	91,2%	100,0%
Trabzon	Kişi Sayısı	16	177	193
	% Yüzde	8,3%	91,7%	100,0%

Yapılan ankette 1001 kişinin bal satın aldığı gözlemlenmiştir. Bal satın alan 1001 kişinin %82,3'ü Doğu Karadeniz Bölgesi balını tercih etmektedir. %9,4 ile Kuzeydoğu Anadolu bölgesi balı ikinci sırada, Ege Bölgesi balı %2,3 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Bal satın alırken tercih edilen yöreye göre dağılımı

Bal satın alan kişilerin %32,6'sı satın aldığı yöredeki balın daha kaliteli ve güvenli olduğunu düşündüğü için o yörenin balını tercih ettiğini belirtmiştir. Bal satın alanların %24,6'sı satın aldığı yöredeki bitki çeşitliliği, coğrafi yapısı vb. gibi özelliklerin bal üretimine uygun olduğunu düşündüğü için o bölgeden bal satın aldığını bildirmiştir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Bal satın alınan yörenin tercih edilme nedeni

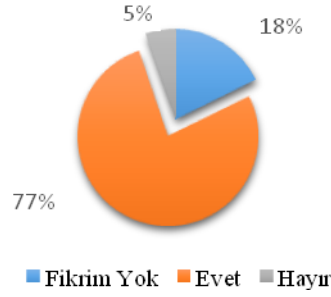
Bal Satın Alınan Yörenin Tercih Edilme Nedeni	Kişi Sayısı	Yüzde (%)
Yaşadığı bölge olduğu için	106	24,2
Kaliteli ve güvenli olması	143	32,6
Kendisinin üretici olması	21	4,8
Doğal olması	61	13,9
Bölgenin uygun olması (bitki çeşitliliği, coğrafi yapısı vb.)	108	24,6
Toplam	439	100,0

Bal satın alan kişilerin %48,3'ü çiçek balı satın almayı tercih ederken %27'si kestane balı satın almayı tercih etmiştir (Tablo 7). Soylu ve Silici (2018)'nin yaptığı anket çalışmasında bal çeşidi açısından tüketicilerin %72,2 ile yayla çiçek balı, %23,7 ile çam balı, %2,8 ile narenciye balı ve %1,3 ile kestane balını tercih ettikleri anlaşılmıştır. Arvanitoyannis ve Krystallis (2006) tarafından Romanya'da yaptıkları çalışmada tüketicilerin en fazla akasya balını, daha sonra ıhlamur ağacı balını ve geri kalanlarının ise lavanta ve kestane balını tüketmeyi tercih ettikleri görülmüştür.

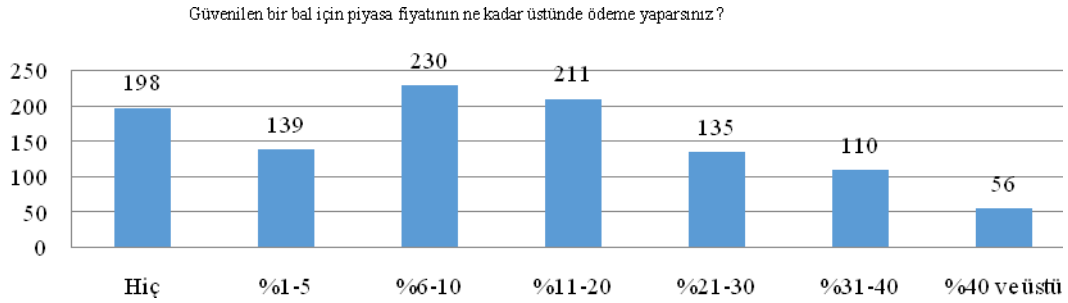
**Tablo 7.** En çok tercih edilen bal çeşidi

Bal Çeşidi	Kişi Sayısı	Yüzde (%)
Çiçek Balı	901	48,3
Çam Balı	152	8,2
İhlamur Balı	65	3,5
Kestane Balı	504	27,0
Narenciye Balı	18	0,9
Pamuk Balı	17	0,9
Yayla Balı	164	8,8
Geven Balı	43	2,3
Toplam	1864	100

Bal satın alan kişilerin %77'si aldığı balın kaliteli olduğunu düşünürken, %18'si fikrinin olmadığını dile getirmiş, %5'i de aldığı balın kalitesiz olduğunu düşündüğünü bildirmiştir. Bal satın alan kişilerin %18'i güvendiği bir bal için piyasa fiyatının üstüne çıkmayacak kesimi oluştururken; geri kalan kesim güvendiği bir bal için piyasa fiyatının üstünde bir miktar ödemeyi kabullenmiştir (Şekil 4, Şekil 5).



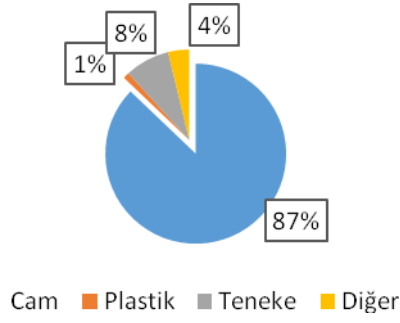
**Şekil 4.** Kişiler tarafından alınan balın kalitesi hakkındaki bilgi sahibi olunma durumu dağılımı



**Şekil 5.** Güvenilen bir balın piyasa fiyatının ne kadar üstünde ödeme yapabilecekleri dağılımı

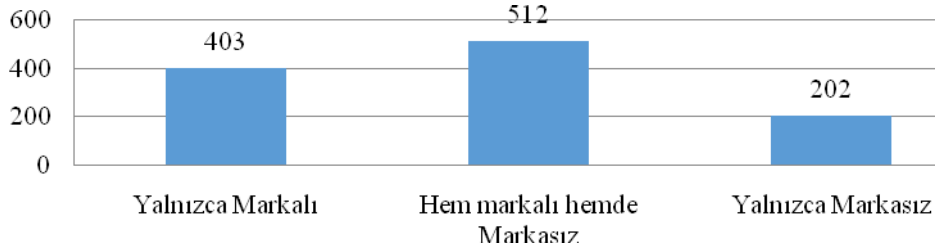
Anket sonuçlarına göre bal satın alırken cam ambalaj tercih edenlerin oranı %87, teneke ambalaj tercih edenlerin oranı %8, plastik ambalaj tercih edenlerin oranı %1, diğer ambalaj türlerini tercih edenlerin oranı ise %4'tür (Şekil 6). Alıcılar cam ambalaj tipini daha fazla tercih etmelerinin nedenini diğer ambalaj tiplerine göre camın sağlık açısından daha faydalı olduğu kanaatinde oldukları yönünde açıklamışlardır. Gürer ve Akyol (2018) tarafından 286 kişi ile yapılan anket çalışmasında tüketicilerin %64,3'ünün cam kavanoz, %21'inin teneke, %12,2'sinin çita ve %2,4'ünün ise plastik ambalajda bal satın alımını tercih ettikleri belirlenmiştir.



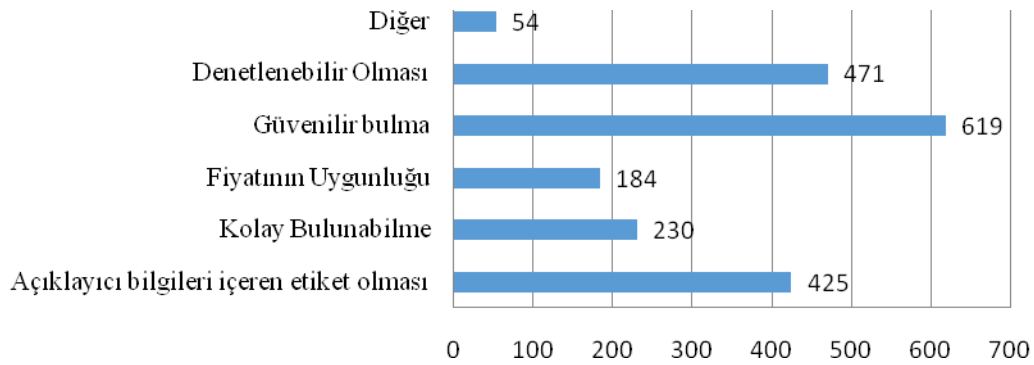


Şekil 6. Bal satın alırken tercih edilen ambalaj türü

Bal satın alan kişilerin %45,8'i hem markalı hem markasız bal, %36'sının sadece markalı bal ve %18'inin markasız bal satın almayı tercih ettiği belirlenmiştir. Markalı bal satın almayı tercih edenlerin %54'ü markalı balın denetlenebilir ve güvenilir olduğu için tercih ettiği anlaşılmaktadır. (Şekil 7, Şekil 8). Soylu ve Silici (2018) tarafından yapılan araştırmada bal tüketim tercihinin en fazla besleyici özelliğinden; daha sonra sağlıklı olmasından ve tatlılığından kaynaklandığı belirlenmiştir.

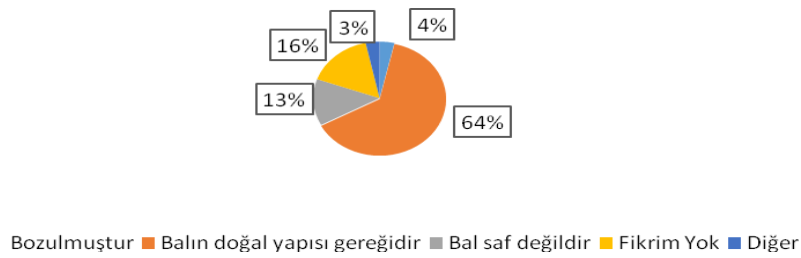


Şekil 7. Markalı ve markasız bal tercihi

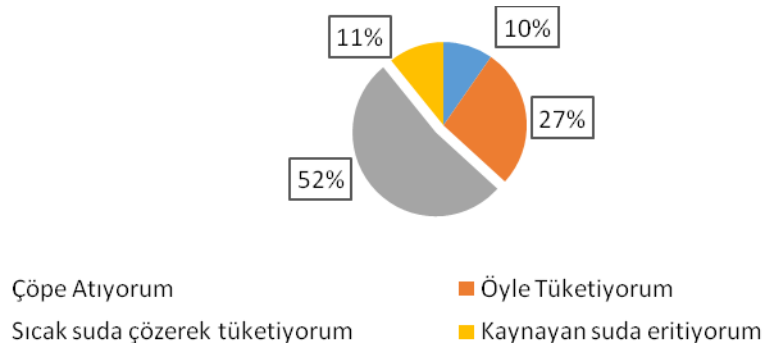


Şekil 8. Markalı bal satın alma nedenleri

Bal seçiminde sırasıyla kıvam, marka ve üretim tarihinin etkili olduğu anlaşılmıştır (Şekil 7, Şekil 8). Karahan ve Özmen Özbakır (2020) tarafından yapılan araştırmada arıcılardan özellikle bal satın alanların %57,8'inin kaliteye, %38,5'inin fiyata, %2,2'sinin balın karışık olmamasına ve %1,5'inin de satış şekline dikkat ettiği belirlenmiştir. Gürer ve Akyol (2018) tarafından 286 kişiye yapılan anket çalışmasında tüketicilerin bal satın alırken kaliteye önem vermelerinde gelir düzeylerinin etkili olduğu; buna göre gelir düzeyi arttıkça kaliteye, gelir düzeyi azaldıkça kalite ve fiyata neredeyse eşit önem verdikleri saptanmıştır. Arvanitoyannis ve Krystallis (2006) tarafından yapılan çalışmada tüketicilerin bal tüketim nedeni olarak en çok sırasıyla sağlığa faydalı olması, tadı, besin değeri, kalitesi, cilde olumlu etkisi, anti-kanser etkisi ve yaşlanma karşıtı etkisi olduğunu düşünmeleri etkili olmuştur.



Şekil 9. Donan bal hakkında insanların düşündükleri



Şekil 10. Donan balı ne yapıyorsunuz? Sorusuna insanların verdiği cevapların dağılımı

Anket sonuçlarına göre balın donmasına ilişkin insanların %64'ü balın doğal yapısı gereği donduğunu, %13'ü balın saf olmadığını ve %4'ü ise balın bozulduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Balın doğal yapısı gereği donduğunu düşünen %64'lük kesimin %52'si donan balı suda çözerek tükettiğini. %27'si hiçbir işlem yapmadan donmuş tükettiğini ve %11'i

kaynayan suda eriterek tükettiğini belirtmiştir. %10'luk kesim ise donan balı çöpe atarak tüketmediğini belirtmiştir (Şekil 7, Şekil 8).

İllere göre süzme bal, düz petek bal ve karakovan balı tüketim miktarları (kg/kişi) dağılımı incelendiğinde Ordu ilindeki süzme ve düz petek bal tüketim miktarının diğer illerden daha fazla olduğu görülmektedir. Süzme bal tüketim miktarı dağılımı açısından Ordu ili ile Artvin, Giresun, Gümüşhane ve Trabzon illerindeki tüketim miktarı arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Diğer iller arasında süzme bal tüketim miktarları arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Düz petek bal tüketim miktarı dağılımı açısından yine Ordu ili ile Artvin, Bayburt, Giresun ve Samsun illerindeki tüketim miktarı arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Diğer iller arasında düz petek bal tüketim miktarları arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Karakovan bal tüketim miktarı dağılımı açısından ise iller arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 8).

**Tablo 8.** İllere göre süzme, petek ve karakovan bal tüketim tercihi dağılımı

İller	n	Süzme Bal		n	Düz Petek		n	Karakovan	
		Ortalama	Standart Sapma		Ortalama	Standart Sapma		Ortalama	Standart Sapma
Artvin	130	7,6 <sup>a</sup>	7,31	32	4,2 <sup>a</sup>	3,96	18	3,2 <sup>a</sup>	2,92
Bayburt	105	9,3 <sup>ab</sup>	12,68	40	5,4 <sup>a</sup>	4,45	8	3,4 <sup>a</sup>	3,07
Giresun	83	6,1 <sup>a</sup>	5,76	14	4,1 <sup>a</sup>	3,82	2	3,5 <sup>a</sup>	2,12
Gümüşhane	117	7,5 <sup>a</sup>	9,69	54	7,4 <sup>ab</sup>	6,97	13	5,4 <sup>a</sup>	5,22
Ordu	136	12,6 <sup>b</sup>	15,29	31	12,2 <sup>b</sup>	20,34	11	4,0 <sup>a</sup>	3,82
Rize	63	9,7 <sup>ab</sup>	8,88	28	9,4 <sup>ab</sup>	9,80	27	4,3 <sup>a</sup>	3,73
Samsun	80	9,1 <sup>ab</sup>	22,02	18	5,3 <sup>a</sup>	3,75	8	3,3 <sup>a</sup>	3,38
Trabzon	145	6,9 <sup>a</sup>	10,59	29	7 <sup>ab</sup>	18,08	20	2,8 <sup>a</sup>	2,12
GENEL	859	8,6	12,38	246	7,1	11,06	107	3,8	3,49

Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilenler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

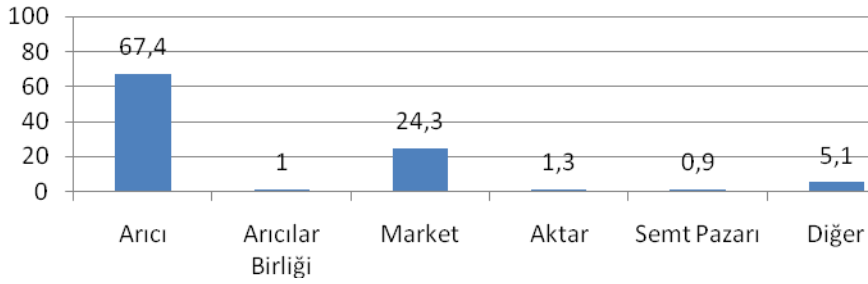
Karahan ve Özmen Özbakır (2020) tarafından yapılan araştırmada ankete katılanların %98,7'si bal ve diğer arı ürünlerini ve bunların da %40,9'unun süzme+petekli bal, %37,7'sinin sadece petekli bal, %20,8'inin ise sadece süzme bal tüketmeyi tercih ettiği görülmüştür. Süzme bal tüketim miktarı yıllık ortalama 6,7 kg olarak belirlenmiştir. Gürer ve Akyol (2018) tarafından 286 kişiye yapılan anket çalışmasında tüketicilerin yıllık ortalama bal tüketimi 8,9 kg ile 12 kg arasında olduğu belirlenmiştir. Gelir düzeyi artışı ile petek balı tüketimi arasında korelasyon olduğu belirlenmiştir. Soylu ve Silici (2018) tarafından yapılan araştırmada bal tüketiminde %56,6 ile en fazla süzme bal, %28,9 ile ikinci sırada petekli bal, %8,7 ile seksiyon ve %5,9 ile karakovan balı tercih edildiği bildirilmiştir.

**Tablo 9.** İllere göre süzme, düz petek ve karakovan bal tüketimi için yapılan ortalama harcamalara ilişkin dağılım (TL/kg)

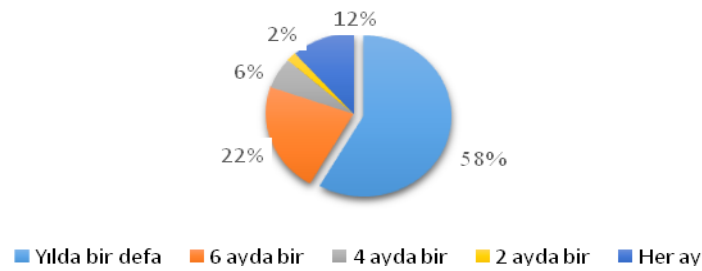
İller	Süzme Bal		Düz Petek		Karakovan	
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
Artvin	323 <sup>b</sup>	354,8	309 <sup>c</sup>	336,8	189 <sup>a</sup>	197,2
Bayburt	262 <sup>b</sup>	386,5	140 <sup>ab</sup>	134,1	102 <sup>a</sup>	30,3
Giresun	68 <sup>a</sup>	59,2	83 <sup>a</sup>	77,6	200 <sup>a</sup>	0
Gümüşhane	225 <sup>b</sup>	237,9	257 <sup>bc</sup>	242,9	154 <sup>a</sup>	127,2
Ordu	269 <sup>b</sup>	528,3	174 <sup>abc</sup>	159,4	259 <sup>a</sup>	437,9
Rize	75 <sup>a</sup>	38,9	76 <sup>a</sup>	24,5	150 <sup>a</sup>	86,7
Samsun	232 <sup>b</sup>	328,9	273 <sup>bc</sup>	516,1	98 <sup>a</sup>	105,4
Trabzon	99 <sup>a</sup>	150,0	71 <sup>a</sup>	40,9	166 <sup>a</sup>	105,3
GENEL	201	330,0	181	240,6	163	165,6

İllere göre süzme, düz petek ve karakovan bal tüketimi için yapılan harcamalara ilişkin dağılım incelendiğinde süzme bal tüketim için yapılan harcamaların Giresun, Rize ve Trabzon illerinde diğer illere göre daha az olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Düz petek bal tüketimi için yapılan harcamaların Artvin, Samsun, Gümüşhane ve Ordu illerinde en fazla olduğu anlaşılmaktadır ( $p<0,05$ ). Karakovan balı tüketimi için yapılan harcamaların illere göre farklılık göstermediği belirlenmiştir (Tablo 9).

Anketin yapıldığı 1275 kişiden %67'si süzme bal tüketimi gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Süzme bal tüketimi gerçekleştiren kişilerin ortalama yıllık süzme bal tüketimi 8,61 kg olarak belirlenmiştir. Süzme bal tüketen 754 kişinin verdiği cevaplara göre süzme bal için kg başına ödenen ortalama tutar 201,00 TL'dir (Tablo 9).



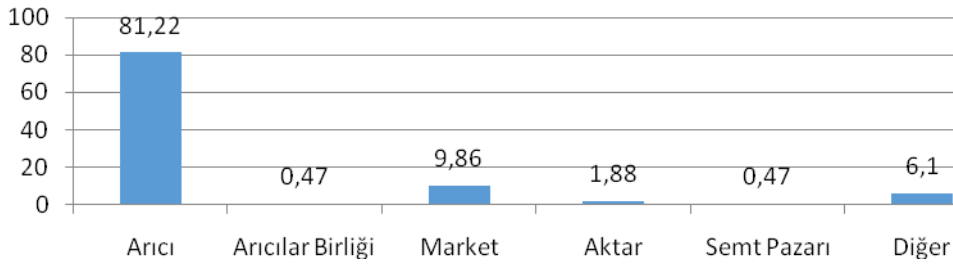
**Şekil 11.** Süzme bal satın alınan yerlere ilişkin dağılım (%)



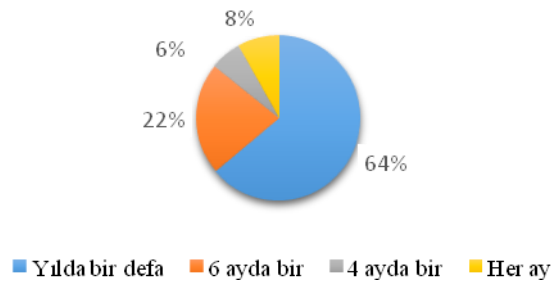
**Şekil 12.** Süzme bal satın alma sıklığı (%)

Süzme bal alanların %67,4'ü arıcılardan bal almayı tercih ederken %24,3'ü marketleri tercih etmektedir. Süzme bal alırken diğer satış yerleri ise oldukça az tercih edilmektedir. Süzme bal satın alınma dönemleri incelendiğinde süzme bal satın alan kişilerin %58,3'ü yılda bir defa, %22'si yılda iki defa süzme bal satın almaktadır. Her ay süzme bal satın alan 73 kişi ise hedef örneklem büyüklüğünün %11,6'sını oluşturmaktadır (Şekil 11, Şekil 12).

Ankete katılan 1275 kişiden 246 kişi düz petek bal tüketimi gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Düz petek bal tüketenlerin ortalama yıllık tüketimi 7,12 kg'dır. Düz petek bal tüketen 203 kişinin verdiği cevaplara göre düz petek bal için kg başına ödenen ortalama tutar 240,60 TL'dir. Düz petek bal satın alan kişilerin %81,2' si arıcılardan düz petek bal alırken; arıcılar birliği, aktar, semt pazarı, market ve diğer düz petek bal satışı yapan yerler pek tercih edilmemektedir. Düz petek bal satın alan kişilerin %64'ü yılda bir defa düz petek alırken %22'si yılda iki defa düz petek satın almaktadır (Şekil 13, Şekil 14).



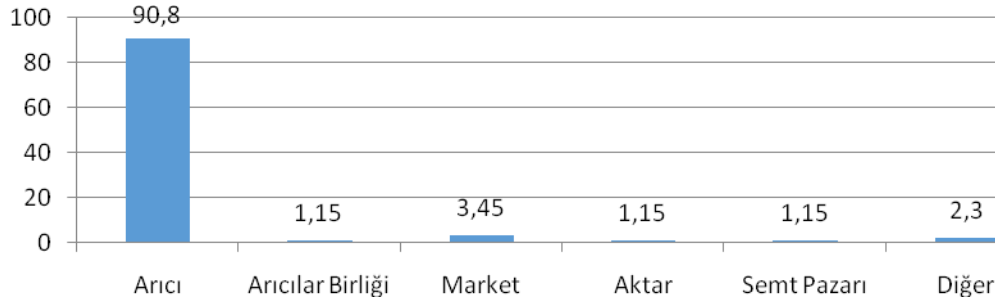
Şekil 13. Düz petek bal satın alınan yerlere ilişkin dağılım (%)



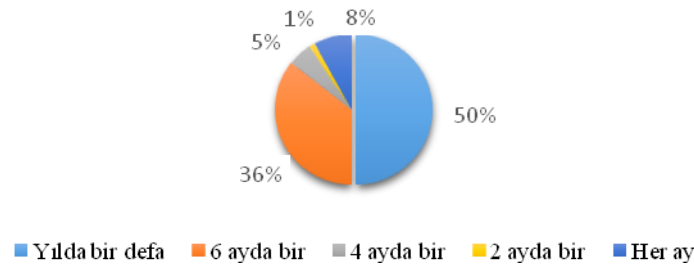
Şekil 14. Düz petek bal satın alma sıklığı (%)

Karakovan balı tüketen kişilerin verdiği cevaplara göre en az tüketim miktarı 0,25 kg, en fazla tüketim miktarı 20 kg olarak gözlemlenmiştir. Karakovan balı tüketen kişilerin yıllık ortalama tüketim miktarı 3,77 kg olarak gözlemlenmiştir. Karakovan balı tüketen 87 kişinin verdiği cevaplara göre karakovan bal için kg başına ödenen ortalama tutar 163,00 TL'dir. Karakovan balı satın alan kişilerin %90,8'i arıcılardan bal alırken arıcılar birliği, aktar, semt

pazarı, market ve diğer yerler pek tercih edilmemektedir. Karakovan bal satın alan kişilerin %50'si yılda bir defa, %36'sı yılda iki defa satın almaktadır (Şekil 15, Şekil 16).



Şekil 15. Karakovan bal satın alınan yerlere ilişkin dağılımı (%)



Şekil 16. Karakovan bal satın alma sıklığı (%)

Gürer ve Akyol (2018) tarafından yapılan anket çalışmasında tüketicilerin bal satın almada ilk olarak üreticileri, sonra sırasıyla tanıdık yerleri ve şarküterileri, en son olarak ise marketleri tercih ettiği bildirilmiştir. Soylu ve Silici (2018) tarafından yapılan araştırmada tüketicilerin bal satın alırken %53,9 ile arıcıları, %32,2 ile büyük marketleri, %11,3 ile bal satış noktaları ve son olarak semt pazarlarını ve kooperatifleri tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Arvanitoyannis ve Krystallis (2006) tarafından yapılan çalışmada tüketicilerin genellikle doğrudan üreticilerden veya açık pazarlardan, nadiren de küçük yerel mağazalardan ve süpermarketlerden bal satın aldığı bildirilmiştir.

Soylu ve Silici (2018) tarafından yapılan araştırmada bal tüketim sıklığı açısından katılımcıların %47,9'unun seyrek, %14,7'sinin haftada bir, %12,5'nin her gün, %12,1'inin hiç, %8,3'ünün gün aşırı ve %4,5'inin on beş günde bir bal tükettikleri ortaya çıkmıştır. Arvanitoyannis ve Krystallis (2006), bal tüketim sıklığı açısından katılımcıların %42,7'si ayda en az bir kez, %25,9'u haftada en az bir kez, %17,7'si ayda bir kezden daha az ve %11,4'ü günlük bal tükettiğini bildirmiştir.

Bal tüketim bilinci üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde son beş yılda bal tüketim miktarı bakımından tüketicilerin %55,2'si tüketimlerinin değişmediğini, %29,9'u arttığını, %14,9'u ise azaldığını bildirmiştir. Bal tüketimindeki artışın temel sebebi, son yıllarda bal ile ilgili yapılan çalışmalar ve faydalarının ön plana çıkarılması ve bilinçlenme olarak görülmektedir (Coşkun, 2019).

Karahan ve Özbakır (2020) tarafından yapılan araştırmada tüketicilerin arıcılık ürünlerini %83,7 oranda sağlık amacıyla tükettiği belirtilmiştir. Samancı ve Sumay (2011) ülkemizde arı ürünleri üretim miktarının yüksek olmasına rağmen üretim ve tüketim bilincinin yeterli olmadığını belirtmiştir.

Akdemir ve Dağdemir (2021)'in Erzurum ilinde yaptığı anket araştırmasında tüketicilerin %62,50'sinin balı sağlık için, %4,50'sinin çocukların zihinsel ve bedensel gelişimine katkısı için kullandığı bildirilmiştir. Yapılan araştırmada tüketicilerin balı bağışıklık sistemlerini ve vücut dirençlerini güçlendirici olarak tercih ettiği belirtilmiştir.

Soylu ve Silici (2018)'nin çalışmasında tüketicilerin bal tüketme nedenleri; %54,80 ile besleyici olduğu, %19,30 ile sağlığı koruduğu ve %18,10 ile tatlı olması olarak belirlenmiştir.

Arı ürünlerinin tüketilme nedenleri üzerine yapılan başka bir çalışmada tüketicilerin %38'i vücut direncini arttırma, %32'si beslenme, %26'sı hastalıklara karşı korunmak ve %4'ü ise tadından dolayı tercih ettiğini belirtmiştir (Şahinler ve ark., 2021). Bu araştırmalar arı ürünlerinin genel özellikleri hakkında tüketici bilincinin oluştuğunu göstermektedir.

Bal tüketim davranışları üzerine televizyon reklamlarının etkisi üzerine yapılan bir araştırmada televizyondan bal satışına tüketicilerin %87,91'inin olumsuz, %3,54'ünün olumlu ve %8,55'inin ise ne olumlu ne olumsuz görüşte olduğu bildirilmiştir (Kabakcı ve ark, 2020).

## **Sonuç ve Öneriler**

İnsanların balı sağlıklı, besleyici, enerji verici, tatlılığı vb. gibi nedenlerle çok eski zamanlardan beri üretilip tükettikleri bilinmektedir. Son yıllarda artan sağlıklı, dengeli ve doğal beslenme eğilimi artışına paralel olarak bu özellikleri tam olarak karşılayan balın tüketimi de artış göstermektedir. Üretim ve tüketim açısından bal üretiminde ülkemiz önemli bir yere sahip olmakla birlikte bal tüketim miktarı, alışkanlıkları, bilinci üzerine yapılan çok fazla araştırmaya rastlanılmamaktadır. Bu çalışma ile Doğu Karadeniz Bölge illerindeki bal tüketicilerinin genel karakteristik özellikleri belirlenerek genel bir bal tüketicisi profili belirlenmiştir. Tüketicilerin bal tercihlerine etki eden birçok faktör ortaya konulmuştur. Böylece hem ulusal hem de uluslararası düzeyde bal üreticilerine ve tüketicilerine balın daha kapsamlı tanıtılması ve gün geçtikçe artan bir ekonomik değere sahip olması hedeflenmiştir.

Bununla birlikte yapılan bu araştırma, bundan sonra yapılacak diğer araştırmalara da yön vermesi açısından faydalı olacaktır.

### **Teşekkür**

Bu çalışmada bölge arıcılık faaliyetlerinin gelişmesine katkılarından dolayı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi (DOKAP BKİ) kurumuna veri toplama aşamasındaki destek ve yardımları için teşekkür ederiz.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### **ıkar atışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar atışması olmadığını beyan ederler.

### **Kaynaklar**

Akdemir Denizli G, Dağdemir V., 2021. Erzurum ilindeki tüketicilerin bal tüketim tercihlerinin incelenmesi. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(4): 3172-3183.

Arvanitoyannis I, Krystallis A., 2006., An empirical examination of the determinants of honey consumption in Romania. International Journal of Food Science and Technology, 41: 1164–1176.

Coşkun A., 2019. Türkiye’de bal sektörünün mevcut durum değerlendirmesi ve tüketici eğilimleri. T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s.

FAO, Food and Agricultural Commodities Production., 2017. Honey. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>, 2017. (Erişim tarihi: 02.03.2022).

Gürer B, Akyol E., 2018. Tüketicilerin bal tüketiminde gıda güvenilirliği bilincinin incelenmesi: Niğde ili örneği. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(10): 1303-1310.

Johnston JE, Sepe HA, Miano CL, Brannan RG, Alderton AL., 2005. Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties. Meat Science, 70: 627–631.

Karahan ř, Özmen ÖG., 2020. Güneydoğu Anadolu’da arıcılık faaliyetlerinin ve bal tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4): 1148–1158.



Lusby PE, Coombes AL, Wilkinson JM., 2002. Honey: a potent agent for wound healing. *Journal of Wound Ostomy Continence Nurses Society*, 29(6): 295-300.

Kabakcı D, Çankaya S, Akdeniz G, Derebaşı E., 2020. Effects of honey sales performed via television commercials on consumers' buying behavior. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(11): 2330-2333.

Matsuda AH, Sabato SF., 2004. Effect of irradiation on Brazilian honeys' consistency & their acceptability. *Radiation Physics and Chemistry*, 71(1-2): 109-112.

Rall VLM, Bombo AJ, Lopes TF, Carvalho LR, Silva MG., 2003. Honey consumption in the state of Sao Paulo: A risk to human health? *Anaerobe*, 9: 299-303

Samancı T, Sunay AE., 2011. Arı ürünlerinin fonksiyonel özellikleri ve apiterapi uygulamaları. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi (24-26 Kasım 2011), 177-178s, Ankara.

Snowdan JA, Cliver DO., 1996. Microorganisms in honey. *International Journal of Food Microbiology*, 31(1-3): 1-26.

Soylu M, Silici S., 2018. Üniversite öğrencilerinin bal tüketim tercihleri. *International Journal of Human Sciences*, 15(1): 386-398.

Şahinler N, Çetinkaya S, Toy NÖ., 2021. Uşak ilinde arı ürünlerinin tüketim durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 155-162.

TGK, Türk Gıda Kodeksi., 2012. Bal Tebliği. *Resmi Gazete*, 27 Temmuz 2012-28366. Tebliğ No: 2012/58, 2012.

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu., 2020. Veri portalı. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2020-37207>(Erişim tarihi: 02.02.2022)

## Farklı Yaprak Gübrelerinin Karpuzun (*Citrullus lanatus* Thunb.) Bazı Özelliklerine ve Mineral Madde İçeriklerine Etkisi

Ali SELLİ<sup>1\*</sup>, İsmail GÜVENÇ<sup>2</sup>, Havva GÜRBÜZ<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2613-4088>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4686-9487>

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5562-9581>

\* Sorumlu yazar: kozagro27@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi:21.07.2022

Kabul tarihi:26.08.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Karpuz

Yaprak gübresi

Verim

### ÖZ

Bu çalışma 2020-2021 periyodunda Gaziantep ili Araban ilçesinde yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak karpuz (*Citrullus lanatus* Thunb. *Matsum & Nalkai*) kullanılmıştır. Bu çalışmada yaprak gübresi olarak kullanılan 10 farklı gübrenin karpuzda bitki gelişimine ve verim parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada 10 farklı yaprak gübresi kullanılmış olup deneme 3 tekerrürlü ve tesadüf parselleri deneme planına göre yapılmıştır. Yaprak gübreleri, 4-5 gerçek yapraklı dönemden başlayarak 10 gün boyunca aralıklı olmak üzere 4 kez püskürtme yapılarak uygulanmıştır. Denemede hasat olgunluğuna gelen meyveler hasat edilerek Araban Meslek Yüksek Okulu'na getirilmiş ve bitkide N, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca meyvelerde verim ve verim parametrelerine ait özellikler de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup bu sonuçlara göre kullanılan gübrelerin meyvelerdeki Ağırılık (g/adet), Yaş Kabuk Ağırılığı (g), Yaş İç Ağırılığı (g), Kuru Kabuk Madde Miktarı (g), İç Kuru Madde Miktarı (g), Toplam Kuru Madde Miktarı (g), % Kuru Madde, Tohum Sayısı, 1000 Tohum Ağırılığı, Meyve Uzunluğu (cm), Meyve Çapı (cm) ve Kabuk Kalınlığı (mm), Toplam Verim (kg) ve Pazarlanabilir Verim (kg) üzerine etkisindeki farklılıklar  $p<0.01$ 'e göre önemli bulunmuştur. Kimyasal analizlerde ise K, Mg, Fe, Zn, Mn üzerinde  $p<0.01$ 'e göre önemli olduğu tespit edilmiştir. Verim parametrelerinde Meyve Sayısı, Bitki Başına Meyve Sayısı, Kimyasal parametrelerde ise N, P ve Cu içeriği bakımından önemli bir sonuç elde edilmemiştir. Ayrıca yapılan çoklu karşılaştırma testinde sırasıyla Crop Forte, Bereket, Multimicrofluid, Kontrol-2, Maxfoli ve Organim gübreleri kontrole göre  $p<0.01$  önem düzeyinde daha yüksek verime ulaşmışlardır.

## The Effect of Different Foliar Fertilizers on Some Properties and Mineral Content of Watermelon (*Citrullus Lanatus* Thunb.)

### Research Article

#### Article History:

Received: 21.07.2022

Accepted: 26.08.2022

Available online: 09.12.2022

### ABSTRACT

This study was carried out in the town of Araban in Gaziantep province in the period of 2020-2021. Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. *Matsum & Nalkai*) was used as plant material in the experiment. In this study, the effects of 10 different fertilizers used as foliar fertilizer on

---

**Keywords:**

Watermelon  
Foliar fertilizer  
Yield

plant growth and yield parameters in watermelon were investigated. Ten different foliar fertilizers were used in the study, and the experiment was carried out in 3 repetitions and according to a randomized plots trial plan. Foliar fertilizers were sprayed 4 times intermittently for 10 days, starting from the period of 4-5 true leaves. In the experiment, the fruits that reached the harvest maturity were harvested and brought to Araban Vocational School, and N, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn analyzes were made in the plant. In addition, the characteristics of yield and yield parameters were determined in fruits. A multiple comparison test was applied to the results obtained, and according to these results, the weight of the fertilizers used in the fruit (g/piece), Fresh Skin Weight (g), Fresh Core Weight (g), Bark Dry Matter amount (g), Dry Core Content (g) on Total Dry Matter Amount (g), % Dry Matter, Number of Seeds, 1000 Seed Weight, Fruit Length (cm), Fruit Diameter (cm) and Shell Thickness (mm), Total Yield (kg) and Marketable Yield (kg) The differences in the effects were found to be significant according to  $p < 0.01$ . In chemical analysis, it was found to be significant on K, Mg, Fe, Zn, Mn compared to  $p < 0.01$ . In chemical parameters, no significant results were obtained in terms of N, P and Cu content. In addition, in the multiple comparison test, Crop Forte, Bereket, Multimicrofluid, Control-2, Maxfoli and Organim and fertilizers, respectively, reached higher yields at  $p < 0.01$  significance level compared to the control.

---

**To Cite:** Selli A, Güvenç İ, Gürbüz H. Farklı yaprak gübrelerinin karpuzun (*Citrullus lanatus* Thunb.) bazı özelliklerine ve mineral madde içeriklerine etkisi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 197-215.

## Giriş

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasına ait karpuz tüm dünyada en çok tercih edilen sebzeler arasındadır. Dünyada önemli bir yere sahip olan karpuzun ana vatanı Afrika'dır. Burada Akdeniz ülkelerine daha sonra Avrupa ülkelerine yayılmıştır (Geographic, 2015). Ülkemizde geniş bir üretim alanı bulunan ve yaz dönemi boyunca en çok tercih edilen karpuz (*Citrullus lanatus* Thunb. *Matsum & Nalkai*) meyvesi tüketilen önemli bir bitkidir. Türkiye, Dünya karpuz üretiminde %3,76'lık pay ile Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Göksu ve ark., 2017). Her ne kadar meyve olarak bilinse de bilimsel olarak kabakgiller familyasından tek yıllık sebzelerdendir. Türkiye'de yaklaşık 740 bin dekar alanda üretimi yapılmakta olup yaklaşık 3,9 milyon ton üretilmektedir (TUİK, 2020). Ayrıca kişi başı tüketim ortalaması 40 kg olup 2019 verilerine göre dekara karpuz verimi ortalama 4,74 ton olarak görülmektedir (Anonim, 2019).

Karpuz bitkisi beslenme ve insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. (Günay, 1993). Şeker içeriği %8-14 arasında olup A, B, C vitaminleri ve Ca, P, Fe, Mg mineralleri bulunmaktadır. Protein ve yağ bakımından fakirdir (Tuna ve ark., 2005; Göksu ve ark., 2017). Karpuz bitkisinin yenilebilir meyve eti kısmı tüm meyvenin %65 kadarını oluşturmaktadır olup bununda %88-95'i sudur (Adewuyi ve ark., 2013). Karpuz bitkisi toprak derinliği iyi olan, havalanma ve su tutma kapasitesi yüksek, genellikle kumlu ya da kumlu-tınlı bünyeye sahip topraklarda yetiştirilmesi daha uygundur. Ayrıca toprak pH'sı 6-7 olan topraklar karpuz

bitkisinin yetiştirme koşulları için oldukça önemlidir (Tuna ve ark., 2005; Göksu ve ark., 2017).

Dünyada ortalama 100 milyon ton üretimi olan karpuz dünya üretiminin % 60'ını karşılayarak üretim birincisi olan Çin'den sonra dünya üretiminin %4'ünü karşılayan Türkiye ikinci sırada yer almaktadır. Dünya genelinde karpuz ihracatı 1,8 milyon dolarlık bir değerdedir. Bu ihracatta öne çıkan isimler ise Meksika ve İspanya'dır. İthalat değeri ise 1,9 milyon dolarlık bir değere sahip ve dünyada en büyük ithalat miktarına ise 2020 yılında 752 bin ton ile ABD sahiplik etmektedir. Dünya piyasasında ekim alanı, 3 milyon hektar alana, verim ise 100 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye'de ise 2019 yılı itibariyle karpuz üretimi 4 milyon tondur (Anonim, 2021).

Tarımsal üretim açısından ürünlerin kaliteli ve verimin yüksek olması için bitki besleme en önemli unsurlar arasında yer alır. Topraktaki besin maddelerinin yeterli olmasının yanında bitkilerce alınabilir olmaları da önemlidir. Ayrıca topraktaki besin maddeleri ve gübrelemede verilen besin elementleri arasında birbirini negatif yönde etkileme durumları da söz konusudur. Besin elementi noksanlığı olan topraklarda azot ve fosforun bitki gelişimine etkisi oldukça büyüktür. Azotun ana kaynağının atmosfer olması sebebiyle bitkilerin ihtiyaçlarını karşılaması mümkün olmamaktadır. Bunu sağlamak için ya baklagiller grubu bitkilerinden yararlanarak havadaki azotun nodüllerce toprağa bağlanması ya da endüstriyel olarak işlenerek toprağa uygulanması gerekmektedir. Ayrıca azotun uçuculuğu ve toprakta kaybının fazla olması sebebiyle düzenli ve dengeli olarak azotlu gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Fosfor protein sentezindeki etkinliği sebebiyle önemli bir elementtir. Toprakta çoğu zaman fosforun olması durumunda, bitkilerin bundan yararlanma durumu oldukça az olabilmektedir. Ayrıca fosforun toprakta immobil olmasından dolayı ekimden sonra da bitkilerin bundan yararlanması mümkün olmamaktadır. Bu durumda yaprak gübrelerinin uygulanmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Ucuza mal olması, ilaçlarla karışım yapılarak uygulanabilmesi, yağışa ihtiyaç duyulmadan ihtiyaç anında hemen uygulanabilir olması tercih sebebi olmaktadır (İşbilir, 2020).

Başka araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda topraktan ve yapraktan yapılan kalsiyumlu gübre uygulamalarının karpuzda verim, suda çözünür kuru madde, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn üzerine etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kalsiyumlu gübrenin; verim, SÇKM, N, Ca, K, üzerinde olumlu etkisi olduğu belirlenirken Cu, Mn ve Zn üzerine olumsuz etki ettiği belirlenmiştir. Ayrıca makro besin elementi kapsamlarında da değişimler olduğu ifade edilmiştir. Fakat her ne kadar da yapraktan gübrelemenin verime etkileri söz konusu olsa da en önemli hususlardan birinin de dengeli ve

sistemli gübreleme olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca gübrelemede dikkat edilecek hususlardan birinin de yapılan gübrelemedeki besin maddelerinin mikro elementlerle interaksyonu olduğunu da ifade etmişlerdir (Tuna ve ark., 2005).

Bitki beslenmesinde özellikle mikro besin ihtiyaçlarının giderilmesi açısından en önemli ve hızlı olan yöntem yapraktan gübrelemedir. Toprakta gübrelemede acil yağış ihtiyacı varken yapraktan gübrelemede böyle bir ihtiyaç yoktur. Ayrıca ihtiyaç anında kullanılması ve yabancı ot ilaçları ile birlikte verilmesi gibi avantajlara sahip olması açısından çiftçiler yaprak gübrelerini kullanmaya yönelmektedir (Kınacı, 2001). Bitki besin elementlerinin bir yada bir kaçını içeren bu gübrelerin yapraklara püskürtülerek uygulanması, toprağa yapılan gübreleme uygulamalarına göre etkisini daha hızlı göstermektedir (Danışman ve ark., 2006; Nazar ve ark., 2012).

Karpuz farklı gelişme dönemlerinde farklı besinlere ihtiyaç duymaktadır. Karpuzda vejetatif gelişme döneminde azotlu gübre ihtiyacı oldukça fazladır. İlk çiçeklenmeden sonra azot yanında potaslı gübrelerin ihtiyacı artar. Meyvenin, irileşme döneminde besin ihtiyacı en fazladır (Günay, 2005). Karpuz, uzun ömürlü ve iri meyveye sahip bir bitki olduğundan yetiştiriciliğinde N, P ve K besin elementi yüksek miktarda kullanılmaktadır. Karpuz bitkisi yüksek verim ve meyve kalitesi için en çok azota gereksinim duymaktadır (Senyigit ve ark., 2016; Lata ve ark., 2017). Bu besin elementleri yanında karpuz bitkisi yetiştirme dönemi boyunca yüksek oranda mikro elemente de ihtiyaç duymaktadır (Guzman ve ark.,1992).

Bitkilerin kritik gelişme dönemlerinde ve toprakta bitki besin elementlerinin yetersiz ve dengesiz olduğu durumlarda yaprak gübrelerinin kullanılması oldukça faydalıdır. Bu nedenle bu çalışmada toprak gübresine ilave olarak yaprak gübrelemesinin de bitki gelişimine ve verime etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

### **Materyal ve Metod**

Bu çalışma 2020 yılında Gaziantep ili Araban ilçesinde yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak karpuz (*Citrullus lanatus*) kullanılmıştır. Karpuz çeşidi Select Tohumculuk firmasından temin edilmiştir. Araştırmada 10 farklı yaprak gübresi (Bereket, CropForte, Kalsibor, Maxfoli, Organim, Mebor5, Multimicrofluid, MebZn, Mikromix ve üre) kullanılmıştır. Denemede kullanılan yaprak gübrelerinin üretici firmaları Meb Metal, Gemlik Gübre, AFC Tarım, Stoller, Agrikem, Metan Tarım ve Menta Tarım'dır.

Çalışmada kullanılan yaprak gübrelerinin karpuzda bitki gelişimi, meyve özellikleri ve verime etkisi araştırılmıştır. Araştırmada yapılan işlemler aşağıda açıklanmıştır. Kullanılan

gübrelerden üre % 46 azot, taban gübresi ise % 20 azot ve % 20 fosfor içermekte olup diğer gübrelerin isim ve içerikleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan gübreler

Besin Elementleri	Bereket	CropForte	Kalsibor	Maxfoli	Organim	Mebor5	Multimicro fluid	MebZn	Mikromix
N	5			20	4				
P				20					
K				20					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25								
K <sub>2</sub> O		16							6
OM <sup>1</sup>		50			40				50
Fe							2		1
Zn	5					5	1	10	2
CaO			15						
B			0,2			5	0,3		
Cu							0,5		
Mn							1		1
Mo							0,02		

**Toprak Hazırlığı ve Ekim:** Araştırmanın yapıldığı arazi, pulluk ve kültivatör ile işlenerek ekime hazırlanmıştır. Tohumluk olarak select tohum firmasının standart çeşidi olarak *Crimson sweet* seçilerek hazırlanan araziye ekim makinası ile dekara 100 ile 120 gr arası tohum ekimi yapılmıştır. Ekim, sıra arası 140 cm ve sıra üzeri 80 cm olacak şekilde yapılmıştır.

**Bakım işlemleri:** Çimlenme sonrası 3-5 yapraklı dönemde traktör ile sıra arası çapalaması ve kök bölgesi çapası uygulanmıştır. Sulama işlemi yağmurlama sistemi ile düzenli aralıklarla yapılmış, yabancı ot mücadelesi mekanik yöntemlerle yapılmış, gerekli görüldüğünde insektisit (Malathion ve Deltamethrin) ve fungusit (Mancozep )ilaçları uygulanmıştır.

**Yaprak gübresi uygulaması:** Araştırmada kullanılan 10 farklı yaprak gübresi bir parsel kontrol olarak kullanılıp hiçbir gübre uygulaması yapılmamış, diğer parsellerde ise yaprak gübreleri uygulanmıştır. Yaprak gübreleri, 4-5 gerçek yapraklı dönemden başlayarak 10 gün boyunca aralıklı 4 kez püskürtme yapılarak uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan yaprak gübrelerinin dozları; Bereket, Kalsibor, Organim, Mebor-5, Multimicrofluid, Meb-Zn, Mikromix yaprak gübrelerinin uygulama dozu (100 ml/100 lt), Crop Forte yaprak gübresinin uygulama dozu (50 gr /100 lt), Maxfoli yaprak gübresinin uygulama dozu (200 g/100 lt) ve Ürenin uygulama dozu (400 gr/100lt) olarak uygulanmıştır.

**Hasat:** Hasat zamanı ise meyve sapı sararan, meyve sapındaki küçük yaprakçıkları kuruyan, meyveye vurulunca tok ses gelen meyveler budama makası yardımıyla bitkilerden ayrılıp hasat edilmiştir. Meyvelerde ağırlık (gr/adet), yaş kabuk ağırlığı (gr), yaş iç ağırlığı (gr), kabuk kuru madde miktarı (gr), iç kuru madde miktarı (gr), toplam kuru madde miktarı (gr), % kuru madde çekirdek sayısı, 1000 tohum ağırlığı, meyve uzunluğu (cm), meyve çapı (cm), kabuk kalınlığı (mm), meyve sayısı ve bitki başına meyve sayısı ölçümleri yapılmıştır. Gaziantep Üniversitesi Araban Meslek Yüksek Okulu'nda N(%), P(%), K(%), Mg(%), Fe (ppm), Zn (ppm), Cu (ppm), Mn (ppm) analizleri yapılmıştır.

### **Meyve Özellikleri:**

**Bitki Başına Toplam Meyve Sayısı:** Her bir bitkide gelişen meyvelerin tamamı sayılarak bitki başına ortalama toplam meyve sayısı belirlenmiştir (adet/bitki).

**Meyve Sayısı:** Her parselde bulunan olgun meyveler (pazarlanabilir) sayılarak tespit edilmiştir (adet/parsel). Bu grup meyvelerde gerekli ölçümler yapılmıştır.

**Meyve Ağırlık:** Olgun meyveler hassas terazide tartılmıştır. Bu değerlerden ortalama meyve ağırlığı tespit edilmiştir (gr).

**Meyve Uzunluğu:** Pazarlanabilir meyvelerin dikey uzunlukları şerit metre ile ölçülerek elde edilen rakamların ortalaması alınarak meyve uzunluğu belirlenmiştir (cm).

**Meyve Çapı:** Meyvelerin enine uzunlukları kumpas yardımıyla ölçülerek hesaplanmıştır (cm).

**Kabuk Kalınlığı:** Meyvelerin yenilebilir iç kısımları, kabukların beyaz kısımlarına kadar olan kısmı çıkarılarak kalan kabukların kalınlığı kumpas ile ölçülerek bulunmuştur (mm).

**Kabuk Ağırlığı:** Meyvelerin yenilebilir iç kısımları, kabukların beyaz kısımlarına kadar olan kısmı çıkarılarak kalan kabukların hassas terazide tartılması ile bulunmuştur (gr).

**İç Ağırlığı:** Her bir meyvenin yenilebilir iç kısımlarının kabukların beyaz kısımlarına kadar olan kısmı çıkarılarak hassas terazide tartılması ile bulunmuştur (gr).

**Tohum Sayısı:** Her bir meyvenin kabukları yenilebilir iç kısımdan ayrıldıktan sonra içindeki çekirdeklerin çıkarılıp sayılması ile meyve başına çekirdek sayısı belirlenmiştir (adet/meyve).

**1000 Tohum Ağırlığı:** Her bir meyveden çıkarılan tohumların tamamı hassas terazide

tartılarak ağırlığı belirlenmiştir. Sonra orantı ile bin tohum ağırlığı “gr” olarak tespit edilmiştir.

### **Kuru Madde Miktarı**

Denemede kuru madde analizleri meyve kabuğu ve etli kısımları ayrı ayrı yapılmıştır. Yaş ağırlıkları alınan kabuk ve etli kısımları Etüvde 105<sup>0</sup>C’de 24 saat bekletilerek tüm sıvısını kaybettikten sonra kalan miktarın hassas terazide tartılması sonucu elde edilmiştir (%).

**% Kuru Madde:** Her bir meyvede elde edilen kuru ağırlığın toplam yaş ağırlığa oranınının 100 ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde Miktarı} = \frac{\text{Kuru Ağırlık}}{\text{Yaş Ağırlık}} \times 100$$

**Verim:** Araştırmada toplam ve pazarlanabilir verim ayrı ayrı belirlenmiştir. Toplam verim her parselde gelişen meyvelerin tamamının hasat edilerek tartılmasıyla belirlenmiştir (kg/parsel). Pazarlanabilir verim ise toplanan her meyvelerden sadece pazarlanabilir (olgun) özellikte olanların toplam ağırlığı dikkate alınarak hesaplanmıştır (kg/parsel).

### **Kimyasal analizler**

**Azot Belirlemesi:** Etüvde kurutulan bitki örnekleri öğütülerek elde edilen örnekten 1 gr örnek kjeldahl tüplerine tartılarak üzerine 20 ml sülfirik asit ve 1 adet kjeldahl tableti eklenerek yakma cihazında 420<sup>0</sup>C’de bir saat yakılmıştır. Daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğumadan sonra 25 ml saf su eklenip destilasyon cihazına yerleştirilip diğer tarafta erlenmayere 25 ml % 4’lük borik asit ve 4-5 damla tashirio indikatörü eklenerek 5 dk destilasyon sağlanmıştır. Damıtmadan sonra 0,2 N HCl ile titre edilerek elde edilen sonuç ile N hesaplanmıştır. Aynı işlemler şahit için de uygulanmış ancak şahitte numune kullanılmamıştır (Rutherford et al, 2008; Kacar ve İnal, 2010).

**N:**HCl’nin normalitesi

**f:**Titrasyonda bulunan Normalite/02N

$$\% N = \frac{(\text{ml titrat} - \text{ml şahit}) \times 14,01 \times N * f}{\text{Numune Miktarı}} \times 100$$



**P, K, Fe, Zn, Cu, Mn Tayini:** Etüvde kurutulmuş bitki örnekleri kahve değirmeninde öğütülerek elde edilen örnekten 1 gr örnek 100 ml'lik erlenmayer içerisine tartılarak üzerine 3 ml perklorik asit ve 5 ml nitrik asit eklenerek hotplate üzerinde örneklerin yanması sağlanmıştır. İşlem, erlenmayerden beyaz duman çıkana kadar devam ettirilmiştir. Tam yanma sağlandıktan sonra örnekler hotplate üzerinden alınarak soğutulmuştur. Soğumadan sonra üzerine bir miktar saf su eklenip Whatman 42 filtre kâğıdından süzümüştür. Daha sonra son hacim 100 ml olana kadar üzerine saf su eklenmiştir. Elde edilen ekstraktlarda ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) cihazında P (%), K (%), Mg (%), Fe (ppm), Zn (ppm), Cu (ppm), Mn (ppm) elementleri okunmuştur (Kacar İnal, 2010; Kutbay ve Demir, 2001).

### Deneme Alanının Toprak Analizi Sonuçları

Denemenin kurulduğu araziden 0-30 cm derinlikten usulüne uygun olarak toprak örneği alınıp Agriolaben Gıda ve Zirai Laboratuvarında analiz ettirilmiş olup sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Deneme arazisi toprak analizi sonuçları

Analizler	Sonuçlar	Değerlendirme
pH	7,8	Hafif Alkalin
Tuz %	0,059	Tuzsuz
Kireç %	14,3	Kireçli
Tekstür %	85	Killi
Org. Mad. %	0,89	Çok az
N %	0,102	Yeterli
P kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da	3,83	Az
K kg K <sub>2</sub> O/da	122,8	Fazla
Ca kg CaO/da	3139,5	Fazla
Mg kg MgO/da	234,7	Fazla
Fe (ppm)	3,62	Orta
Zn (ppm)	0,80	Yeterli
Cu (ppm)	1,44	Fazla
Mn (ppm)	4,16	Fazla
B (ppm)	1,13	Yeterli

Yapılan analiz sonuçlarına göre, deneme arazisinin toprak özellikleri hafif alkalin, orta seviyede kireçli, saturasyon çamuruna göre killi olup tuz içeriği düşük bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Deneme toprağının organik madde içeriği Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiş olup çok az organik madde içerdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Fosfor (P) miktarının az, Azot (N), Çinko (Zn) ve Bor (B) miktarının yeterli, Potasyum (K), Kalsiyum

(Ca), Magnezyum (Mg), Bakır (Cu) ve Mangan (Mn) içeriklerinin ise fazla olduğu belirlenmiştir.

Laboratuvara getirilen karpuzların fiziksel verilerinin alınmasından sonra her bir ürünün tohum sayısı, tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı ve iç ağırlığının tespit edilmesi için ürünler kesilerek gerekli veriler elde edilmiştir.

Genel fiziksel özelliklere ait veriler alındıktan sonra bitki örnekleri kabuk ve iç olarak ayrılıp etüvde 105°C' de bekletilerek bitkinin tüm nemini kaybetmesi sağlanmıştır. Daha sonra kuru madde oranları belirlendikten sonra un değirmeninde homojen öğütme sağlanarak iç meyvede bulunan bitki besin madde oranlarının incelenmesi için örnekler öğütülerek hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerin, bitkilerde yaş yakma metoduna göre yakılıp ekstraktı alınarak N, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn okumaları yapılmıştır.

### **İstatistiksel analizler**

Araştırma, tesadüf parselleri deneme planında 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme sonunda elde edilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, SPSS V25 paket programı kullanılarak elde edilmiştir.

İlk olarak sonuçların normalite testleri yapılmış ve çıkan sonuçlar normal olduğundan verilere Pearson korelasyon testi uygulanmıştır. Ortalama değerlere Duncan testi uygulanmıştır. Daha sonra sonuçlara One Way Anova Testi uygulanarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir (IBM missing).

Bitkide kjeldahl yöntemine göre azot belirlemesi yapmak için yakma ünitesinde bir saat sülfirik asitle 420°C'de yakılarak destilasyon ünitesinde damıtma yapılmış ve HCl ile titrasyon edilerek okuma sonuçlanmıştır. Elde edilen değer ile azot belirlenmiştir.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Meyve Özelliklerine ve Meyve Sayısına Etkisi**

#### **Meyve Ağırlığına Etkisi**

Farklı yaprak gübrelerinin karpuzda meyve özelliklerine olan etkisi Tablo 3'te verilmiştir. Meyve ağırlık ortalamalarına ait verilerde en yüksek değerler 9950 gr ile Mikromix, 9850 gr ile Bereket, 9700 gr ile Crop forte yaprak gübrelerinden, en düşük ortalamalar ise Mebor-5 (7900 gr), Kontrol-1 (8150 gr), Üre (8350 gr), Kontrol-2 (8550 gr) ve Maxfoli (8550 gr)'de elde edilmiştir (P<0.05). Mikromix yaprak gübresinin besin içeriğinin (50 O.M, 6 K<sub>2</sub>O, 1 Fe, 1 Mn, 2 Zn ve 10 aminoasit) farklı elementlerden oluşması meyve

ağırlığını artırıcı etki yapabilir. Nazar ve ark., (2012)'nin yaptıkları bir çalışmada yaprakтан Fe, Zn, Mn ve aminoasit uygulamasının meyve ağırlığına olumlu etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

**Tablo 3.** Farklı yaprak gübrelere karpuzda meyve özelliklerine etkisi

Gübreler	Ağırlık (kg/adet)	Kabuk	İç Yaş	Meyve	Meyve	Kabuk	Bitki
		Yaş Ağırlığı (kg/adet)	Ağırlık (kg/adet)	Uzunluğu (cm)	Çapı (cm)	Kalınlığı (mm)	Başına Meyve Sayısı (adet)
Kontrol - 1	8,150 ef <sup>a</sup>	2,734 c	5,415 b	25,60 c	22,60 d	14,59 bc	3,13
Kontrol - 2	8,550 cdef	3,226 a	5,323 b	26,70 bc	24,80 a	15,60 bc	3,60
Üre	8,350 def	2,731 c	5,618 b	28,85 a	23,45 bcd	13,85 de	3,67
Bereket	9,850 a	2,275 d	7,574 a	28,75 a	22,95 d	15,25 bc	3,60
Crop Forte	9,700 ab	2,368 d	7,332 a	27,00 bc	23,33 bcd	13,60 de	3,73
Kalsibor	9,100 bc	3,144 ab	5,955 b	28,47 a	23,25 cd	15,24 bc	3,40
Maxfoli	8,550 cdef	2,705 c	5,845 b	26,57 bc	24,65 a	15,85 bc	4,00
Mebor-5	7,900 f	2,413 d	5,487 b	25,45 c	24,21 abc	12,21 e	3,33
Meb-Zn	8,633 cde	3,359 a	5,274 b	25,75 c	24,33 ab	14,74 bc	3,60
Mikromix	9,950 a	2,921 bc	7,028 a	28,70 a	24,60 a	16,31 b	3,07
Multimicrofluid	8,833 cde	2,865 c	5,968 b	26,60 bc	23,53 bcd	14,01 bcd	4,40
Organim	8,950 cd	2,888 c	6,061 b	27,37 ab	24,07 abc	18,65 a	3,07

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05)

### Kabuk Yaş Ağırlığına Etkisi

Kabuk yaş ağırlık ortalamalarına ait verilerde yüksek değerler 3359 gr ile Meb-Zn, 3226 gr ile Kontrol-2 ve 3144 gr ile Kalsibor gübrelereinden elde edilmiştir (P<0.05) (Tablo 3). En düşük değerler ise Bereket (2275 gr), Crop Forte (2368 gr) ve Mebor-5 (2413 gr)'te tespit edilmiştir (P<0.05). Bu araştırma sonucuna göre meyve ağırlığı üzerine Cu, B ve Zn içerikli gübrelere daha etkili olduğu belirlenmiştir. Önceki araştırmacılar (Tuna ve Özer, 2005) Ca ile yaptıkları uygulamada, Ca'nın karpuzda olumlu etki yaptığını tespit etmişlerdir. Bu araştırma ile elde edilen bulgular önceki sonuçları teyit etmektedir.

### İç Yaş Ağırlığına Etkisi

İç yaş ağırlıkta ise Bereket (7574 gr), Crop Forte (7332 gr) ve Mikromix (7028 gr) yaprak gübrelereinde diğerlerine göre daha yüksek değerler elde edilmiştir (P<0.05)(Tablo 3). Crop forte'nin içeriğinde (50 OM, 16 K<sub>2</sub>O) organik madde olmasından dolayı bu artış meydana gelmiş olabilir. Organik gübre uygulamalarının verim üzerine etkisi olduğu (Üçok ve ark., 2019) tarafından bildirilmiştir.

### **Meyve Uzunluğuna Etkisi**

Meyve uzunluğuna ait verilerde en yüksek değerler; üre (28 cm), Bereket (28 cm), Kalsibor (28 cm), Micromix (28 cm) ve Organim (27 cm) gübrelerinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 3). Diğer araştırmacılarca yapılan çalışmalarda azotlu gübre uygulamalarının verimi arttırdığı bildirilmiştir (Gelmez ve ark., 2018). Ayrıca Nikpeyma ve ark.,(2008) alışmalarında yapraktan yapılan uygulamaların bitki boyunu arttırdığını belirtmişlerdir.

### **Meyve apına Etkisi**

Meyve apı ortalamalarına ait verilerde tüm gübre uygulamalarının meyve çapını arttırdığı, bununla birlikte en yüksek değerler Kontrol-2 (24 cm), Maxfoli (24 cm), Micromix (24 cm), Meb-Zn (24 cm), Mebor-5 (24 cm) ve Organim (24 cm) yaprak gübrelerinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 3). (Nikpeyma ve ark., 2008)'nın yapmış olduğu yapraktan ve topraktan besin elementi uygulamalarında bitki boyu ve çapında yapraktan yapılan uygulamaların istatistiksel olarak önemli olduğunu ve gelişimi arttırdığı tespit edilmiştir.

### **Kabuk Kalınlığına Etkisi**

Meyve kabuk kalınlığı ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer Organim (18,65 mm) gübresinden, en düşük değerler ise Mebor-5 (12,21 mm), Crop Forte (13,60 mm) ve üre (13,85 mm)'den elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 3).

### **Meyve Sayısına Etkisi**

Bitki başına meyve sayısı ortalamalarına ait verilerde en yüksek değerler Multimicrofluid (4,40) ve Micromix (3,07) gübrelerinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 3).

### **Bin Tohum Ağırlığına Etkisi**

Farklı yaprak gübrelerinin karpuzda tohum ağırlığına etkisi Tablo 4'te verilmiştir. Bin tohum ağırlık ortalamalarına ait verilerde yüksek değerler Kontrol-1 (115,52), re(113,8) ve Multimicrofluid (103,64) gübrelerinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ). Fayetrbay ve ark. (2014)'nın yaptıkları çalışmada fosfor uygulamalarının bin tohum ağırlığında artış sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Fayetrbay ve ark. (2014) ile uyum göstermemektedir.

**Tablo 4.** Farklı yaprak gübrelere karpuzda tohum ağırlığına etkisi

Gübreler	Bin Tohum Ağırlığı
	(g/1000 adet)
Kontrol 1	115,52 a*
Kontrol 2	54,72 de
Üre	113,88 a
Bereket	63,16 cde
Crop Forte	85,76 b
Kalsibor	50,36 e
Maxfoli	51,64 e
Mebor-5	70,76 c
Meb-Zn	60,80 cde
Mikromix	54,84 de
Multimicrofluid	103,64 a
Organim	69,44 cd

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05)

### Kuru Madde Üzerine Etkisi

Farklı yaprak gübrelere karpuzda kuru madde ortalama değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Farklı yaprak gübrelere karpuzda kuru madde ortalama değerleri ve duncan testi sonuçları

Gübreler	Kabuk Kuru Madde	İç Kuru Madde
	(g/adet)	(g/adet)
Kontrol-1	113,10 cde*	69,59 bcd
Kontrol-2	155,42 a	44,26 f
Üre	125,59 bcd	50,48 ef
Bereket	89,09 f	60,75 cde
Crop Forte	104,14 ef	86,03 a
Kalsibor	129,81 bc	45,50 f
Maxfoli	108,20 de	72,05 bc
Mebor-5	108,57 de	48,06 ef
Meb-Zn	134,95 b	53,48ef
Mikromix	95,37 ef	56,77 def
Multimicrofluid	98,59 ef	78,42 ab
Organim	110,80 de	56,51 def

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05)

### Kabukta Kuru Madde Miktarına Etkisi

Karpuz kuru maddesi ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer, Kontrol-2 (155,42), en düşük değerler ise Bereket (89,09), Micromix (95,37), Multimicrofluid (98,59) ve Crop Forte (104,14) gübrelereinden elde edilmiştir (P<0.05) (Tablo 5). Elde edilen sonuçlar diğer

araştırmacılarla kısmen benzerlik göstermektedir. Nikpeyma ve ark., (2008) yaptıkları çalışmalarında yaprakтан uygulamaların gövde kuru ağırlık üzerine etkisini istatistiksel açıdan önemli bulmamış olsalar da elde edilen sonuçlarda kuru ağırlıkta artış sağlandığı tespit edilmiştir. Aynı sonuçlar başka çalışmalarda da belirtilmiştir (Çakıcı ve Arslan, 2012).

### İç Kuru Madde Üzerine Etkisi

Meyve iç kuru maddesi ortalamalarına ait verilerde en yüksek değerler Crop forte (86,03) ve Multimicrofluid (78,42), en düşük değerler ise Kontrol-2 (44,26), Kalsibor (45,50), Mebor-5 (48,06), Üre (50,48), Meb-Zn (53,48), Organim (56,51) ve Micromix (56,77) gübrelereinden elde edilmiştir (P<0.05) (Tablo 5). Özcan ve Brohi(2000) tarafından yaprak gübrelereinin mısır bitkisine gelişimi ve kuru madde miktarına etkisinein incelendiği çalışmada yaprak gübrelereinin kuru madde miktarına olan etkisinein istatistiksel olarak önemli bulunmamasıyla birlikte kontrole göre kuru madde miktarında artış sağladığını tespit etmişlerdir. Aynı sonuçlar başka çalışmalarda da belirtilmiştir (Çakıcı ve Arslan, 2012).

### Meyvede Besin Elementleri İçeriğine Etkisi

Yaprak gübrelereinin karpuz besin elementleri içeriklerine ait ortalama değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Farklı yaprak gübrelereinin karpuzda besin elementi içeriklerine ait ortalama değerleri ve duncan testi sonuçları

Gübreler	Azot (%)	Fosfor (%)	Potasyum (%)	Magnezyum (%)	Demir (ppm)	Çinko (ppm)	Bakır (ppm)	Mangan (ppm)
Kontrol-1	1,49 ab*	0,09	0,71 a	0,15	44,68 b	3,15 b	36,12	36,12
Kontrol-2	2,10 ab	0,14	0,68 a	0,20	84,61 a	4,53 ab	35,40	35,40
Üre	3,41 a	0,18	0,43 c	0,22	76,25 ab	5,15 ab	39,06	39,06
Bereket	0,81 b	0,15	0,49 bc	0,22	69,54 ab	6,80 ab	32,10	32,10
Crop Forte	1,91 ab	0,12	0,69 a	0,19	65,61 ab	6,14 ab	43,38	43,38
Kalsibor	3,06 a	0,16	0,67 a	0,20	70,34 ab	6,91 ab	37,05	37,05
Maxfoli	2,94 ab	0,18	0,60 abc	0,18	71,02 ab	11,78 a	24,74	24,74
Mebor-5	3,03 a	0,18	0,58 abc	0,21	63,22 ab	3,83 b	35,09	35,09
Meb-Zn	2,33 ab	0,11	0,62 ab	0,18	59,61 ab	4,93 ab	47,65	47,65
Mikromix	1,86 ab	0,09	0,71 a	0,15	54,15 ab	4,93 ab	43,76	10,26
Multimicrofluid	2,10 ab	0,10	0,65 ab	0,17	48,27 ab	3,84 b	43,82	43,82
Organim	3,27 a	0,13	0,59 abc	0,17	55,60 ab	5,10 ab	33,51	33,51

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05)

### **Azot İçeriğine Etkisi**

Meyvede azot içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değerler re (3,41), Organim (3,27), Kalsibor (3,06) ve Mebor-5 (3,03)'ten elde edilirken en dşk değer Bereket (0,81) gübresinde saptanmıştır ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). Güvenç (1996), tarafından yapılan, farklı üre dozları ile yaprak gübrelemesinin fasulye bitkisinde azot içeriğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. imrin ve ark., (2000)'nin yapmış olduğu çalışmada, yapraktan uygulamaların bitkide azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içeriklerine etkisini istatistiksel açıdan önemli bulmamışlardır fakat istatistiksel açıdan önemli bulunmamış olmasına rağmen azot içeriklerinde kontrole göre artış tespit etmişlerdir. Padem ve ark., (1995)'da benzer sonuçlar bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacılar ile benzerlik göstermemektedir.

### **Fosfor İçeriğine Etkisi**

Meyvede fosfor içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değerler (0,18) içeriğe sahip olarak re, Maxfoli, Mebor-5 gübrelerinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). imrin ve ark., (2000) yaptıkları çalışmada yapraktan uygulamaların bitki yapraklarında azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içeriklerine etkisini istatistiksel açıdan önemli bulmamışlardır fakat istatistiksel açıdan önemli bulunmamış olmasına rağmen fosfor içeriklerinde kontrole göre dşuş tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar başka araştırmacılar ile benzerlik göstermektedir.

### **Potasyum İçeriğine Etkisi**

Meyvede potasyum içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer Micromix (0,71) gübresinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). Farklı yaprak gübrelerinin besin içeriklerine etkisine ait çalışmalarında farklı yaprak gübrelerinin marulda potasyum içeriğine etkisinin önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar başka araştırmacılar ile benzerlik göstermektedir (Padem ve ark., 1995).

### **Magnezyum İçeriğine Etkisi**

Yaprak gübrelerinin karpuzda magnezyum içeriğine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). Yapılan diğer çalışmalarda yapraktan uygulamaların bitkide, potasyum içeriğine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Padem ve ark., 1995;imrin ve ark., 2000). Elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

### **Demir İçeriğine Etkisi**

Meyvede demir içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer Kontrol-2 (84,61) gübresinden sağlanmıştır ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. zkan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarında kimyasal gübre uygulamalarının bitki st aksamı içerisindeki N, P, Fe, Zn, Mn miktarlarını arttırdığını belirlemişlerdir.

### **Çinko İçeriğine Etkisi**

Meyvede inko içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer Maxfoli (11,78) gübresinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. zkan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarında kimyasal gübre uygulamalarının bitki st aksamı içerisindeki Zn miktarını arttırdığını belirlemişlerdir.

### **Bakır İçeriğine Etkisi**

Karpuz meyvesinde Bakır içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer, Meb-Zn (47,65), Multimicrofluid (43,82), Micromix (43,76), Crop Forte (43,38) ve üre (39,06) gübresinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). zkan ve Asri (2013) yaptıkları çalışmada kimyasal gübre uygulamalarının bitki yaprakları içerisindeki N, P, Fe, Zn, Mn miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Aynı sonuçlar başka çalışmalarda da görülmektedir (Kaptan ve Sarı, 2019). Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

### **Mangan İçeriğine Etkisi**

Meyvede Mangan içeriği ortalamalarına ait verilerde en yüksek değer Kalsibor (10,74) gübresinden elde edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 6). zkan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarında kimyasal gübre uygulamalarının bitki yaprakları içerisindeki Mn miktarlarını arttırdığını belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

### **Verime Etkisi**

Farklı yaprak gübrelerinin karpuzda verim özelliklerine ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 7’de verilmiştir.



**Tablo 7.** Farklı yaprak gübrelerinin karpuzda verim özelliklerine ait ortalama değerleri

Gübreler	Toplam Verim (kg/parsel)	Pazarlanabilir Verim
		(kg/parsel)
Kontrol - 1	137 b*	126 b
Kontrol - 2	178 ab	166 ab
Üre	165 ab	156 ab
Bereket	183 a	174 a
Crop Forte	194 a	174 a
Kalsibor	172 ab	163 ab
Maxfoli	186 a	177 a
Mebor-5	155 ab	144 ab
Meb-Zn	164 ab	156 ab
Mikromix	172 ab	161 ab
Multimicrofluid	193 a	183 a
Organim	166 ab	152 ab

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ( $P>0.05$ )

Toplam verimin Kontrol-1'e göre istatistiksel anlamda (194 kg) ile Crop Forte, Multimicrofluid, Maxfoli, ile Bereket gübrelerinde artış tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 7). Farklı yaprak gübrelerinin karpuzda toplam verim üzerine etkisinin Kontrol 1'e göre tüm gübrelerde artış oluşu; Kontrol 2'ye göre ise kullanılan yaprak gübrelerinin toplam meyve verimine etkisi önemsiz bulunmuştur.

### **Pazarlanabilir Verim Üzerine Etkisi**

Pazarlanabilir verim Kontrol-1'e göre Multimicrofluid, Maxfoli, Bereket, Crop Forte yaprak gübreleri ile önemli ölçüde artarken Kontrol-2'ye göre anlamlı bir değişim belirlenmemiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 7).

### **Sonuç ve Öneriler**

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar içerisinde kalite parametrelerine istatistiksel olarak en çok pozitif etki eden yaprak gübreleri sırasıyla Crop Forte, Bereket, Multimicrofluid, Kontrol-2, Maxfoli ve Organim olarak elde edilmiştir. Verim parametrelerine istatistiksel olarak en fazla negatif etki eden gübreler ise Bereket, Kalsibor ve Mebor-5 olarak tespit edilmiştir.

Yaprak gübrelerinin istatistiksel olarak en fazla pozitif etkilediği parametreleri sırasıyla meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve çapı, toplam verim ve pazarlanabilir verim olmuştur. Negatif yönde en fazla etkilenen parametreler ise bin tohum ağırlığı, çekirdek sayısı, iç kuru madde miktarı, kuru madde miktarı ve yaş kabuk ağırlığı olmuştur.

Yaprak gübrelereinin meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve çapı, toplam verim ve pazarlanabilir verim üzerine hiçbir olumsuz etkisinin olmadığı fakat bu parametrelerin istatistiksel olarak en fazla olumlu etki gören parametreler olduğu belirlenmiştir.

Besin içerikleri açısından Mg, Fe, Zn ve Mn istatistiksel olarak pozitif etki görmesine karşılık K negatif olarak etkilenmiştir. N, P ve Cu'nun ise hem negatif hem de pozitif olarak herhangi bir etki görmediği gözlenmiştir.

Toplam ve pazarlanabilir verim üzerine (N, P, Zn) Bereket, (OM, K) Crop Forte ve Multimicrofluid yaprak gübrelereinin etkisinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında; denemede kullanılan 10 adet farklı yaprak gübresinden çiftçi bazında kullanımının tavsiye edilebileceği gübrelere, Bereket, Crop Forte ve Multimicrofluid olduğu düşünülmektedir. Daha doğru ve kesin sonuç verilebilmesi için deneme şartlarının ve uygulamalarının değiştirilmesi suretiyle tekrarlanması gerekmektedir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacının Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

### **Kaynaklar**

Adewuyi A, Oderinde RA, Ademisoje AO., 2013. Antibacterial activities of nonionic and anionic surfactants from citrullus lanatus seed oil. Jundishapur Journal of Microbiology, 6(3): 205–208.

Anonim., 2019. Karpuz raporu. Türkiye Ziraat Odaları Birliği. <https://www.tzob.org.tr> adresinden erişildi.

Anonim., 2021. Tarım ürünleri piyasaları. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi. [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF\\_Tarım\\_Urünleri\\_Piyasaları/2021-Haziran\\_Tarım\\_Urünleri\\_Raporu/Karpuz\\_Haziran-2021\\_Tarım\\_Urünleri\\_Piyasa\\_Raporu\\_TEPGE.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF_Tarim_Urunleri_Piyasaları/2021-Haziran_Tarım_Urünleri_Raporu/Karpuz_Haziran-2021_Tarım_Urünleri_Piyasa_Raporu_TEPGE.pdf) adresinden erişildi.

Carpenter WD., 1961. Preliminary studies of new concepts in crop quality improvement with phosphates. Spec. Rept. No.5135. Monsanto Chemical Co., Inorg. Chem. Div., Res. Dept.

Çakıcı H, Arslan H., 2012. Yapraktan potasyum, bor ve çinko uygulamalarının camarosa çilek çeşidinde verim ve kaliteye etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,

49(3). 293–298.

Çimrin KM, Gülser F, Bozkurt MA., 2000. Elma ağaçlarına yapraktan ve topraktan demir uygulamalarının yaprak mineral içeriği ve bitki gelişimine etkisi. Tarım Bilimler Dergisi, 6(3): 68–72.

Danışman F, Bellitürk K., 2006. Yapraktan beslenme. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11: 7-12.

Fayetörbay D, Çomaklı B, Daşçı M., 2014. Fosfor çözücü bakteri, fosforlu gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Roth) tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Tarım Bilimler Dergisi, 20: 345-357.

Gelmez C, Müftüoğlu NM., 2018. Farklı kalsiyum dozları ve azotlu gübrelerin domateste verim ve verim özellikleri üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2): 134–148.

Geographic N., 2015. National Geographic Türkiye. <https://www.nationalgeographic.com.tr/karpuzun-5000-yillik-gizli-tarihi/> adresinden erişildi.

Göksu GA, Kuzucu CÖ., 2017. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) farklı dozlardaki vematikompost uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2): 48-58.

Guzman M, Del Rio A, Romero L., 1990. A method for diagnosing the status of horticultural crops. I: Macronutrients. Agrochimica, 36(6): 437–461.

Günay A., 1993. Özel sebze yetiştiriciliği: Cilt 5. Ankara-Türkiye.

Günay A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği: Cilt 2, 531.

Güvenç İ., 1996. Farklı üre dozları ile yaprak gübrenmesinin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’ de bazı bakla özelliklerine, bakla verimine ve mineral madde içeriğine etkisi. Anadolu, 6(2): 112–119.

İşbilir M., 2020. Bezelye bitkisinde farklı dönemlerde ve dozlarda uygulanan yaprak gübresinin verim ve unsurlarına etkisi. Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Kacar B, İnal A., 2010. Bitki analizleri. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kaptan MA, Sarı H., 2019. Yapraktan farklı gübre uygulamalarının karnabahar (*Brassica oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(4): 512–516.

Kınacı G., 2001. Değişik yaprak gübrelerinin buğdayın verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 115–123.

Kutbay HG, Demir M., 2001. The changes in contents of salt marsh species and the

importance of edaphic physicochemical factors. The Arab Gulf Journal of Scientific Reserch, 19: 35–43.

Lata H, Haldavandekar PC, Khandekar RG, Salvi VG, Salvi BR., 2017. Effect of spacing and fertilizer levels on growth and yield of zucchini (*Cucurbita pepo* L). Indian Society of Coastal Agricultural Research, 8: 802–805.

Nazar H, Erekul O, Koca YO., 2012. Ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi ve kalitesi üzerine farklı yaprak gübresi uygulamalarının etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 5–12.

Nikpeyma Y, Namtı ES., 2008. Yapraktan ve topraktan farklı besin maddeleri uygulamalarının antepfıstığı anaç gelişimi üzerine etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(1): 108–117.

Özcan S, Brohi AR., 2000. Çeşitli yaprak gübrelere mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin gelişme, kuru madde miktarı ile N, P ve K içeriği üzerine etkisi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 137–140.

Özkan CF, Asri FO, Demirtaş EI, Arı N., 2013. Örtüaltı biber yetiştiriciliğinde organik ve kimyasal gübre uygulamalarının bitkinin beslenme durumu ve bitki gelişimi üzerine etkisi. Toprak Su Dergisi, 2(2): 96-101.

Padem H, Alan R, Yaprak F, Marul GNİN, Ver LDA., 1995. Farklı yaprak gübrelere marul (*Lactuca sativa* l.) 'da verime, klorofil ve bazı besin maddeleri içeriğine etkisi. Journal of the Faculty of Agriculture, 26(1): 21–34.

Rutherford PM, Mcgill WB, Arocena JM., 2008. Total nitrogen. In MR. Carter, EG. Gregorich (Eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis. CRC Press.

Senyigit U, Kanber R, Hamdy A., 2016. The effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water-nitrogen-yield functions of watermelon. Scientific Papers-Series E-Land Reclamation Earth Observation & Surveying Environmental Engineering, 5(June): 73–80.

TÜİK. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu.

Tuna AL, Özer Ö., 2005. Farklı kalsiyum bileşiklerinin karpuz (*Citrullus lanatus* Thunb. *Matsum & Nalkai* bitkisinde verim, beslenme ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(1): 203–212.

Üçok Z, Demir H, Sönmez İ, Polat E., 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatada (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. Mediterranean Agricultural Sciences, 32: 63–68.



## Atak-S Tavuklarda Farklı Yetiştirme Sisteminin Verim Özellikleri, Kalite Kriterleri ve Yumurta Kabuğu Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkileri

Erbay AYAZ<sup>1</sup>, Mikail BAYLAN<sup>2</sup>, Kadriye KURŞUN<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Adana

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9923-336X>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9533-7391>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6299-5811>

\*Sorumlu yazar: kadriyehatipoglu01@gmail.com

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi:20.05.2022

Kabul tarihi:31.08.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Yetiştirme sistemi

Atak-S

Yumurta

Kalite

Yem tüketimi

Bu araştırma, yerli yumurtacı Atak-S hibrit tavuklarında farklı yetiştirme sistemlerinin verim özellikleri, yumurta iç ve dış kalite kriterleri ve yumurta kabuğu mikrobiyolojik yüküne etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Denemede kafes, yer (derin altlıklı) ve free-range olmak üzere üç farklı yetiştirme sistemi uygulanmıştır. Hayvan materyali olarak 60 haftalık yaştaki 1350 adet yerli yumurtacı Atak-S hibritler kullanılmış ve deneme 10 hafta süre ile devam etmiştir. Araştırmada yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta kütlesi, yumurta iç ve dış kalite özellikleri ile yumurta kabuğundaki mikroorganizma yoğunluğu incelenmiştir. En yüksek ortalama yumurta verimi %51,20 ile kafes sisteminden, ortalama yumurta ağırlığı ise 63,04 g ile yer sisteminden elde edilmiştir (P<0,05). En yüksek günlük ortalama yem tüketimi 115,9 g ile kafes sisteminden yine en iyi yemden yararlanma oranı 3,74 ile bu gruptan elde edilmiştir (P<0,05). Yumurta şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kırılma direnci, ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi ve L değeri bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Diğer yandan yumurta akı pH'sı, renk parametrelerinden a (kırmızılık), b (sarılık) ve E değerleri bakımından gruplar arasında farklılık olduğu görülmüştür (P<0,05). Yumurtalardaki toplam mezofilik aerob mikroorganizma (TMAB) ve *Staphylococcus* ssp. bulaşıklığı sırasıyla 5,55 ve 4,49 kob cfu/mL ile en az free-range sisteminde bulunmuş, *E.coli*, *Enterococcus* spp.ve *Coliform* bulaşıklığı ise sırasıyla 3,27, 3,45 ve 3,61 kob cfu/mL ile en az kafes sisteminde olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Sonuç olarak yetiştirme sistemlerinin yumurta verim ve kalitesine etkisi önemli bulunmuştur. Yumurta verimi ve yumurta kütlesi değerleri açısından kafeste yetiştirme sisteminden daha iyi sonuçlar alındığını; yumurta ağırlığı ile günlük ve ortalama yem tüketim değerleri bakımından yerde yetiştirme sisteminden daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür.

## The Effect of Different Rearing Systems on Yield Characteristics, Quality Criteria and Egg Shell Microbial Load of Atak-S Chickens

### Research Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received:20.05.2022

Accepted:31.08.2022

Available online: 09.12.2022

#### Keywords:

Rearing system

Atak-S

Egg

Quality

Feed consumption

This research was carried out to examine the effects of different rearing systems on yield characteristics, egg internal and external quality criteria and egg shell microbiological load in domestic layer Atak-S hybrids. Three different rearing systems were applied in the experiment: cage, ground (with deep litter) and free-range. 1350 domestic layer Atak-S hybrids aged 60 weeks were used as animal material and the experiment continued for 10 weeks. In the research, egg production, egg weight, feed consumption, feed conversion ratio, egg mass, egg internal and external quality characteristics and microorganism density in the egg shell were investigated. The highest average egg production was obtained from the cage system with 51,20%, and the average egg weight was obtained from the ground system with 63,04 g (P<0,05). The highest daily average feed consumption was 115,9 g, and the best feed conversion rate from the cage system was obtained from this group with

3,74 (P<0,05). The difference between the groups in terms of egg shape index, shell thickness, breaking resistance, white index, yolk index, haugh unit and L value was statistically insignificant (P>0,05). On the other hand, it was observed that there was a difference between the groups in terms of egg white pH and color parameters a (redness), b (yellowness) and E values (P<0,05). Total mesophilic aerobic microorganism (TMAB) and Staphylococcus ssp. contamination in eggs were found to be at least in the free-range system with 5,55 and 4,49 cob cfu/mL, respectively, while E.coli, Enterococcus spp. and Coliform contamination were 3,27, 3,45 and 3,61 cob cfu, respectively (P<0,05). It was determined that it was at least in the cage system. In terms of egg production and egg mass values, better results were obtained from the cage breeding system; In terms of egg weight and daily and average feed consumption values, it was observed that better results were obtained from the ground rearing system.

**To Cite:** Ayaz E, Baylan M, Kurşun K., 2022. Atak-S tavuklarda farklı yetiştirme sisteminin verim özellikleri, kalite kriterleri ve yumurta kabuğu mikrobiyal yükü üzerine etkileri. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 216-229.

## Giriş

Kanatlı eti ve yumurtasının üretimi, son yıllarda ekonomik açıdan masrafının daha az olması, diğer hayvansal protein kaynaklarına göre ürün fiyatlarının daha düşük olmasından dolayı ülkemizde, daha fazla tercih edilmektedir. Kanatlı sektöründeki endüstrileşme de bu nedenlerden dolayı giderek artarken, hayvan refahı ve doğal ürünlerle beslenme konuları tartışılmaya başlanmıştır. Tüketicilerde özellikle sağlıklı beslenme bilincinin ve isteğinin uyanması, gelir düzeylerinin artması, doğal ürünlere olan talebi arttırmış ve oluşan talebe cevap verebilmek için sektör de serbest yetiştirme sistemleriyle üretim faaliyetlerini gerçekleştirmeye başlamıştır (Tahtabiçen ve ark., 2015).

Avrupa Birliği'nin kafeste barındırılan tavuklar için getirdiği yeni düzenlemeler nedeniyle Türkiye'nin Avrupa Birliği sürecinin devam ettiği bu günlerde araştırmacılar geleneksel sistemlerden alternatif sistemlere geçiş için çalışmalara başlamışlardır (Petek, 2000). Tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de kafes sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Kafes sistemi yumurta üretimi yönünden en ekonomik yöntemdir. Bu yetiştirme yönteminde hayvanların eşinme ve tüneme gibi doğal davranış özelliklerini sergileyemediklerinden dolayı Avrupa'da hayvan koruma dernekleri ve bunların destekleyicilerinin yoğun eleştirilerine maruz kalmaktadırlar (Aksoy, 1993). Günümüzde geleneksel olarak yapılan kanatlı hayvan yetiştiriciliği yanında hayvan refahını daha çok gözetmeye çalışan sistemler de giderek yaygınlaşmaktadır. Bunda tüketici tercihleri yanında üreticinin de isteklerinin rolü olmaktadır.

Alternatif yetiştiricilik sistemlerinden biri olan Free-Range sistemi, tavukların doğal davranışlarını rahatlıkla sergileyebildikleri, temiz havadan, güneş ışığından ve yeşil alanlardan yeterince yararlanabildikleri bir sistemdir. Bu sistemde tavuklar daha sağlıklı koşullarda barındıkları, daha az strese maruz kaldıkları ve doğadaki çeşitli yiyeceklerden (çim, böcek, solucan) yararlandıkları için beslenme maliyeti azalmakta, daha doğal, daha

lezzetli et ve yumurtalar üretilmektedir. Diğer taraftan free-range sistemi yumurtacılar da kirli yumurta oranını, yem tüketimini, işçilik giderlerini artırması, hastalık ve zararlılara karşı riskin yüksek olması nedeniyle biyogüvenlik maliyetlerinin artması sonucunda yumurta maliyetlerinin artması, broiler üretiminde ise uzun sürede kesime gelmesi, canlı ağırlık artışının düşük olması, maliyetin yükselmesi, sağlık ve güvenlik problemlerinin artması gibi olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Özellikle yetiştirme sistemlerinden kaynaklı elde edilen kirli yumurtalar, üzerinde barındırdığı çok sayıda mikroorganizma ile insan sağlığını da tehdit etmektedir. Yumurtlama öncesinde ve sonrasında yumurta üzerinde, çeşitli enfeksiyöz organizmalar kolonize olabilmektedir (Baylan ve ark., 2015). Yumurtlandığında %90 oranında steril kabul edilen yumurta da bile kabuk üzerindeki bakteri sayısı 300 ile 500 arasında değişmektedir. Yumurtalamadan çok kısa bir süre içerisinde bu bakterilerin sayısı 20000'den 30000'e kadar hızla artabilir (North ve Bell, 1990; Baylan ve ark., 2015).

Canlı ağırlıktan üretim özelliklerine kadar birçok özellik yetiştirme sistemlerinden etkilenmekte, özellikle yumurta bileşiminde meydana gelen olumlu ve olumsuz değişimler tüketici taleplerini etkilemektedir.

Bu araştırma, yerli yumurtacı Atak-S hibritlerde farklı yetiştirme sistemlerinin (Kafes, Yer-Derin Altlık ve Free Range) yumurta verim özellikleri, yumurta iç ve dış kalite kriterleri ve yumurta kabuğu mikrobiyolojik yüküne etkisini incelemek amacıyla planlanmıştır.

### **Materyal ve Metot**

Araştırmanın hayvan materyalini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Biriminde yetiştirilen 60 haftalık yaştaki 1350 adet yerli yumurtacı hibrit Atak-S'ler oluşturmuştur. Araştırmada üç farklı yetiştirme sistemi kullanılmış olup birinci grup Kafes Sistemi, ikinci grup Yer Sistemi (derin altlık) ve üçüncü grup ise Free-Range (serbest dolaşım) yetiştirme sistemidir. Araştırmada deneme grupları 450 adet Atak-S tavuktan oluşmuş ve deneme 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Araştırma toplam 10 hafta sürmüş ve deneme süresince yem ve su ad-libitum verilmiş, her deneme grubu için 16 saat doğal+yapay aydınlatma uygulanmıştır. Deneme grubuna yapısında %17 ham protein ve 2750 kcal/kg ME içeren ticari yumurta yemi verilmiştir. Tavukların deneme başlangıç ve deneme sonu canlı ağırlıkları bireysel olarak, yem tüketimleri ise grup düzeyinde haftalık olarak belirlenmiştir. Yumurta verimleri günlük olarak kaydedilmiş, yumurta ağırlıkları ise haftalık olarak belirlenmiştir. Denemenin 5. ve 10. haftalarında her bir yetiştirme sistemindeki gruptan 90 adet olmak üzere, üç gruptan toplam 270 adet yumurta alınarak, yumurta iç ve dış kalitesi belirlenmiştir. Dış kalite özelliklerinden yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kırılma

direnci, kabuk kalınlığı ele alınmıştır. İç kalite özelliklerinden ise ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi, sarı rengi (L, a, b değerleri) ve ak pH değeri incelenmiştir. Yumurtanın eni ve boyunun 0,1 mm hassas dijital kumpasla, yumurta kabuğunun sivri, orta ve küt kısımlarından alınan kabuk örneklerinin kalınlığı dijital mikrometre yardımıyla ölçülmüştür. Yumurta sarısı L, a, b (L: parlaklık, a: kırmızılık ve b: sarılık) değerleri renk ölçer (Konica Minolta Clorometer CR-300) yardımıyla belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1991; Altan ve ark., 2001). Yumurtanın kabuk kırılma direncini ölçmek için Egg Force Reader (06-UM-001, Version B, Orka Food Tech. Ltd., Hong Kong, China) cihazı kullanılmıştır. Kabuk kırılma direnci  $\text{kg/cm}^2$  olarak ifade edilmiştir. Ak pH seviyesi pH-metre ile belirlenmiştir. Tartımlar 0,01 g hassasiyetli terazi ile yapılmıştır. E değeri, şekil indeksi, ak indeksi ve sarı indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

$$E \text{ değeri} = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

$$\text{Şekil İndeksi} = [\text{Yumurta Eni} / \text{Yumurta Boyu}] \times 100$$

$$\text{Ak İndeksi} = [\text{Yumurta Akının Yüksekliği (mm)} / (\text{Yumurta Akının Uzunluk ve Genişlik Ortalaması (mm)})] \times 100$$

$$\text{Sarı İndeksi} = [\text{Sarı yüksekliği (mm)} / \text{sarı genişliği (mm)}] \times 100$$

Haugh birimi yumurta ak yüksekliği ve yumurta ağırlığını esas alarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (H: Ak yüksekliği (mm), G: Yumurta ağırlığı (g) ).

$$\text{Haugh Birimi} = 100 \text{ Log} (H + 7,57 - 1,7 \times G^{0,37})$$

Araştırma sonunda ise her gruptan 10 adet olmak üzere üç gruptan toplam 30 adet yumurta alınmış ve yumurta kabuğundaki mikrobiyolojik yük belirlenmiştir. Her bir uygulama grubunda yer alan 10'ar adet yumurtanın bulunduğu steril poşet içerisine 10 ml Maximum Recovery Dilvent (CM 07333; Oxoid) ilave edilmiştir. Yumurta kabuk yüzeyindeki mikrobiyal yükün sıvı içine geçişi sağlanmıştır. Daha sonra bu yıkama suyundan 1ml'lik örnekler alınarak koliform, toplam bakteri, fekal koliform için 10-5'e kadar, küf-maya belirlemesi için ise 10-4'e kadar dilüsyonlar hazırlanarak ekimler yapılmıştır. Toplam bakteri ve küf-maya belirlenmesinde 0,1 ml yayma yapılmıştır. Yayma işlemleri sonrasında örnekler toplam ve koliform bakteri belirlemek için 35°C sıcaklık ve 48±2 saat, küf-maya belirlemesi için ise 25 °C sıcaklık ve 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Fekal koliform ve E.coli FDA, BAM (2002) EMS (en muhtemel sayı) ve aerobik koloni sayımlarında FDA, BAM (2001) EMS yöntemi kullanılmıştır.



Araştırmada elde edilen verilerin istatistiki analizleri, SPSS 22.0 V. (Statistical Package for Social Sciences) programında, Tesadüf parselleri deneme planına göre yapılmıştır. Gruplar arasındaki istatistiksel farklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

## **Bulgular ve Tartışma**

### **Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta ağırlığı ve yumurta verimine etkileri**

Kafes, yer ve free-range sisteminde yetiştirilen tavukların 10 haftaya ait yumurta ağırlığı ve yumurta verimi (%) ile ilgili değerler Tablo 1’de verilmiştir. Araştırma sonucunda ortalama yumurta ağırlığının kafes sisteminde 61,80 g, yer sisteminde 63,04 g ve free-range sisteminde ise 59,65 g olduğu tespit edilmiştir. Yumurta ağırlığı bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın yer sistemi lehine istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Free-range sisteminden elde edilen yumurtaların kafes ve yer sisteminden elde edilen yumurtalardan daha hafif olduğu belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda; Artan (2015), köy, serbest ve kafes sisteminde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların ağırlığını sırasıyla 65,41 g, 61,96 g ve 65,98 g olarak kafes sisteminde daha yüksek belirlemiştir. Turan (2006), yumurta ağırlığını geleneksel işletmelerde 58,36 g ve ticari işletmelerde ise 66,34 g olarak belirlemiştir. Çetin ve ark. (2016), kafes, serbest dolaşimli ve organik yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların ağırlığının kafes sistemindeki yumurtalarda en yüksek (65,04 g) olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda en yüksek ortalama yumurta ağırlığı yer sisteminden elde edilmiştir. Halbuki Turan (2006), Artan (2015) ile Çetin ve ark. (2016), araştırmanın aksine en yüksek ortalama yumurta ağırlığını kafes sisteminden elde etmişlerdir.

**Tablo 1.** Yetiştirme sisteminin yumurta ağırlığı ve yumurta verimine etkileri

Yetiştirme Sistemi	Ortalama Hayvan Sayısı (adet)	Ortalama Yumurta Ağırlığı (g)	Ortalama Yumurta Verimi (%)
Kafes	424,5	61,80±1,219 <sup>b</sup>	51,20±6,004 <sup>a</sup>
Yer	430,9	63,04±0,635 <sup>a</sup>	37,60±3,950 <sup>c</sup>
Free-range	417,7	59,65±0,690 <sup>c</sup>	45,36±2,972 <sup>b</sup>
P		0,000	0,000

a,b,c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0,05$ )

P: Önem seviyesi

Araştırmada ortalama yumurta verimi kafes, yer ve free-range sisteminde sırası ile %51,20, %37,60 ve %45,36 olarak belirlenmiştir. Yumurta verimi bakımından kafes sistemi daha yüksek değere sahip olmuş ve farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Araştırmada elde edilen verim düzeyinin tüm yetiştirme sistemlerinde düşük olarak elde edilmesi denemeye alınan hayvanların yaş olarak verim döneminin sonuna yaklaşması ve yaz sıcaklarının aşırı yükselmesinden kaynaklanmış olabilir. Hatipoğlu (2017), araştırmanın aksine kafes ve yer sisteminde yetiştirilen tavukların yumurta verimlerini sırasıyla %67,16 ve %77,19 olarak saptamıştır. Huges ve Dun. (1982;1983), kafes, serbest ve altlıklı yer sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurta verimini sırasıyla 59,60-64,10; 60,5-63,6 ve 59,94-62,27 g arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen bulgulara benzer şekilde Özbey ve Esen (2007), yaptıkları çalışmada; yerde ve kafes sistemindeki yumurtalarda verimi sırası ile %41,30 ve %49,40 olarak tespit etmişlerdir.

### **Farklı yetiştirme sistemlerinin yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta kütlesi üzerine etkileri**

Denemede kullanılmış olan hayvanların günlük ve haftalık ortalama yem tüketimi, yumurta kütlesi ile yemden yararlanma oranına ait değerler Tablo 2’de verilmiş olup; kafes, yer ve free-range sistemindeki birey başına günlük ortalama yem tüketimleri sırasıyla 115,9 g, 109,6 g ve 112,5 g olarak tespit edilmiştir. Yetiştirme sistemleri arasında birey başına günlük ortalama yem tüketimi bakımından farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Hatipoğlu (2017), kafes ve yer sisteminde tavukların günlük yem tüketimlerini 124,83 g ve 122,02 g belirlemiştir. Mevcut çalışmada da en yüksek yem tüketimi kafes sisteminden elde edilmiş ve araştırmacının bulgularına benzerlik göstermiştir. Araştırmada elde edilen bulguların aksine Ahammaed ve ark. (2014) ve Rouf ve ark. (2015) en yüksek yem tüketimini yerde yetiştirilen tavuklardan elde etmişlerdir.

Ahammed ve ark. (2014), tavukların günlük yem tüketimlerini büyük kuş kafesi sisteminde 112 g, geleneksel kafeste 110 g ve barınak sisteminde 125 g olarak tespit etmişlerdir. Rouf ve ark. (2015), barınaklarda yetiştirilen yarkaların yem tüketim oranının kafesteki yarkalara göre önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir

Kafes, yer ve free-range sisteminde barındırılan tavukların birey başına haftalık toplam yem tüketimi Tablo 2’de verilmiştir. Tabloya göre; kafes, yer ve free-range sistemindeki tavukların haftalık ortalama yem tüketimi değerleri sırasıyla 811,9 g, 767,4 g ve 787,8 g olarak tespit edilmiştir. Yetiştirme sistemleri arasında birey başına ortalama yem tüketimi değerleri bakımından farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuş ve kafes sisteminde yetiştirilen tavuklar daha fazla yem tüketmişlerdir ( $P<0,05$ ). Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda; Şekeroğlu ve Sarıca (2005), altlıklı yer ve serbest yetiştirme sisteminde haftalık ortalama yem tüketiminin sırasıyla 922,74 g ve 1005,69 g olduğunu saptamışlardır.

**Tablo 2.** Yetiştirme sisteminin yem tüketimi, yemden yararlanma oranına etkileri

Yetiştirme Sistemi	BBOGYT (g)	BBOHYT (g)	Yum. Kütlesi	YYO
Kafes	115,9±6,21 <sup>c</sup>	811,9±43,48 <sup>c</sup>	220,14±27,58 <sup>c</sup>	3,74±0,46 <sup>a</sup>
Yer	109,6±5,11 <sup>a</sup>	767,4±35,77 <sup>a</sup>	165,92±16,41 <sup>a</sup>	4,68±0,61 <sup>b</sup>
Free-Range	112,5±4,80 <sup>b</sup>	787,8±33,66 <sup>b</sup>	189,52±13,70 <sup>b</sup>	4,18±0,37 <sup>a</sup>
P	0,046	0,046	0,000	0,001

BBOGYT: Birey başına ort.günlük yem tük. BBOHYT: Birey başına ortalama haftalık yem tük. YYO: Yemden yararlanma oranı

a,b,c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05). P: Önem seviyesi

Tablo 2’de verilen tavukların yemden yararlanma oranı kafes sisteminde 3,74, yer sisteminde 4,68 ve free-range sisteminde ise 4,18 olarak tespit edilmiş ve en iyi yemden yararlanma oranı kafes sisteminden elde edilmiştir. Yemden yararlanma oranı bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur (P<0,05). Ahammed ve ark. (2014), tavukların yemden yararlanma oranını büyük kuş kafesi sisteminde 2,4, geleneksel kafeste 2,1 ve barınak sisteminde 2,5 olarak saptamışlardır. Rouf ve ark. (2015), barınak sisteminde yetiştirilen yarkaların yemden yararlanma oranının kafeslerde yetiştirilen yarkalara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Hatipoğlu (2017), Atak-S tavuklarında yemden yararlanma oranının yer sisteminde 2,44, kafes sisteminde ise 3,28 olduğunu belirlemiştir. Yiğitoğlu ve Testik (2008), Atak-S tavuklarının yemden yararlanma oranının 4,04 olduğunu rapor etmişlerdir. Ferrante ve ark. (2009), organik yetiştirme ve yerde yetiştirme sisteminde yemden yararlanma oranının sırasıyla 2,36 ve 2,20 olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan benzer çalışmalarda elde edilen yemden yararlanma değerleri daha iyidir. Bunun nedeninin de denemede kullanılan hayvan materyalinin yaşı ve sıcaklık faktöründen kaynaklanma olasılığının yüksek olmasındandır.

Kafes, yer ve free-range sisteminde elde edilen yumurtaların kütlesi sırası ile 220,14, 165,92 ve 189,52 olarak belirlenmiştir. Yetiştirme sistemleri arasında yumurta kütlesi değerleri bakımından farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuş (P<0,05) olup, gruplar arasında en iyi yumurta kütlesi 220,14 ile kafes sisteminde olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan benzer bir çalışmada; Mostert ve ark. (1995), genelde kafesli yetiştirme sisteminden elde edilen yumurtaların, altlıklı barınak sisteminden elde edilenlere göre daha iyi yumurta kütlesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ahammed ve ark. (2014), geleneksel kafes, barınak ve büyük kuş kafesinden elde edilen günlük yumurta kütlesini sırası ile 53,9 g, 54,4 g ve 52,8 g olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada yumurta kütlesi olarak elde edilen

bulgular, Mostert ve ark. (1995)'nin sonuçları ile uyumlu iken, Ahammed ve ark. (2014)'nin sonuçları ile uyumsuz olduğu belirlenmiştir.

### **Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi**

Tavuklarda uygulanan farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta dış kalite özelliklerine olan etkisi ile ilgili veriler Tablo 3'te verilmiştir. Yumurta şekil indeksi kafes sisteminde %74,973, yer sisteminde %74,526 ve free-range sisteminde de %74,456 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2017), şekil indeksini yer sisteminde %75,61 ve kafes sisteminde %75,89 olarak rapor etmiştir. Rouf ve ark. (2015), barınak ve kafes sisteminde yetiştirilen yarkalardan elde edilen yumurtalarda şekil indeksi bakımından fark olmadığını ( $P>0,05$ ) tespit etmişlerdir. Yumurtalardaki ideal şekil indeksi değeri %72-76 arasındadır. Uygulanan yetiştirme sistemlerindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların şekil indeksine ait değerlerin standart değerlerde olduğu görülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre kabuk kalınlığı kafes, yer ve free-range sisteminde sırası ile 322,188 mm, 324,416 mm ve 321,489 mm olarak bulunmuştur. Konu ile ilgili benzer çalışmalarda; Turan (2006), geleneksel ve ticari işletmelerde yumurta kabuk kalınlığını 0,34 ve 0,36 mm olarak tespit etmiştir. Genç (2010), serbest, çiftleştirme kafesleri ve grup kafeslerinde yetiştirilen sülünlerden elde edilen yumurtaların kabuk kalınlığını sırası ile 0,200-0,222mm, 0,230-0,288 mm ve 0,215-0,264 mm olduğunu rapor etmiştir.

Kabuk kırılma direnci kafes sisteminde 5,140, yer sisteminde 4,855 ve free-range sisteminde 5,424 olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda; Turhan (2006), geleneksel ve ticari işletmelerde yumurta kabuk kırılma direncinin 2,75 ve 2,79 kg/cm<sup>2</sup> olarak tespit etmiştir. Artan (2015), köy, serbest ve kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurtalarında kırılma direncini sırası ile 2,68, 2,97 ve 2,83 kg/cm<sup>2</sup> olarak belirlemiştir. Yapılan çalışma sonucunda; yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı ve kırılma direnci değerleri bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).

**Tablo 3.** Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta dış kalite özelliklerine etkisi

Yetiştirme Sistemi	Yumurta Ağırlığı (g)	Şekil İndeksi (%)	Kabuk Kalınlığı (mm)	Kırılma Direnci (kg)
Kafes	63,495± 3,350	74,973±1,789	322,188±24,745	5,140±3,940
Yer	63,226±4,133	74,526±2,489	324,416±26,235	4,855±3,557
Free- Range	62,239±3,297	74,456±2,565	321,489±21,259	5,424±5,354
P	0,137	0,413	0,787	0,775

P: Önem seviyesi

Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta iç kalite özelliklerinden olan ak indeksi, sarı indeksi, haugh birimi ve ak pH değeri ile ilgili veriler Tablo 4’te verilmiştir. Tabloya göre; yumurta ak indeksi değeri kafes, yer ve free-range sisteminde sırasıyla %8,527, %8,027 ve %8,056 olarak tespit edilmiştir. Yetiştirme sistemleri arasında ak indeksi değerleri bakımından farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Şekeroğlu ve Sarıca (2005), altlıklı yer sisteminden elde edilen yumurtaların ak indeksi değerinin serbest yetiştirme sistemindeki yumurtalara göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan benzer çalışmalarda; Turan (2006), geleneksel ve ticari işletmelerde üretilen yumurtaların ak indeksi sırasıyla %7,72 ve %6,47 olarak saptamıştır. Çalışmada elde edilen buğular araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermemektedir. Sarı indeksi oranı bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0,05$ ). Yetiştirme sistemlerinden elde edilen veriler ışığı altında sarı indeksi değerinin standart değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tavuklardan elde edilen yumurtaların haugh birimi değerleri sırasıyla kafes, yer ve free-range sisteminde 81,414, 78,192 ve 79,328 olarak bulunmuştur. Haugh birimi değeri bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 4.** Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta iç kalite özelliklerine etkisi

Yetiştirme sistemi	Ak İndeksi (%)	Sarı İndeksi (%)	Haugh Birimi	Ak pH
Kafes	8,527±1,724	42,511±3,562	81,414±7,569	7,862±0,206 <sup>a</sup>
Yer	8,027±2,169	42,506±3,682	78,192±11,821	7,730±0,265 <sup>b</sup>
Free-Range	8,056±2,003	42,357±4,034	79,328±9,622	7,725±0,213 <sup>c</sup>
P	0,301	0,968	0,193	0,001

a,b,c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0,05$ )

P: Önem seviyesi

Yapılan çalışmada farklı yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtaların sarı rengine ait veriler Tablo 5’te verilmiştir. Tablo 5’teki verilere göre; kafes, yer ve free-range sistemi için L (parlaklık) değeri sırasıyla 56,263, 57,097 ve 56,974 olarak tespit edilmiştir. L değeri bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0,05$ ). Yerde uygulanan yetiştirme sistemindeki tavuklardan elde edilen yumurtaların daha parlak olduğu (57,097) belirlenmiştir. Yumurta sarısındaki a (kırmızılık) değerinin free-range sisteminde 12,612, yer sisteminde 12,916 ve kafes sisteminde 15,326 olarak tespit edilmiştir. Yumurtanın b (sarılık) değeri free-range sisteminde 44,214, yer sisteminde 45,703 ve kafes sisteminde ise 49,959 olduğu ve E

değerinin ise yer sisteminde 74,503, free-range sisteminde 74,935 ve kafes sisteminde ise 76,928 olduğu tespit edilmiştir. A, b ve E değerleri bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Hatipoğlu (2017), yapmış olduğu çalışmada; L değerini yer sisteminde 54,48 ve kafes sisteminde 53,19 olarak bulmuş, yer sistemi yumurtalarında daha parlak olarak belirlenmiştir. A değerinin yer sisteminde 22,09, kafes sisteminde ise 23,16 olduğunu, b değerinin yer sisteminde 52,87, kafes sisteminde ise 54,33 olduğunu tespit etmiştir. L, a, b değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğunu ( $P<0,05$ ), E değerinin ise yer sisteminde 78,62 ve kafes sisteminde ise 78,99 olduğunu saptamıştır. Gruplar arasında E değeri bakımından farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğunu belirtmiştir ( $P>0,05$ ).

**Tablo 5.** Yetiştirme sistemlerinin yumurta sarı rengi üzerine etkisi

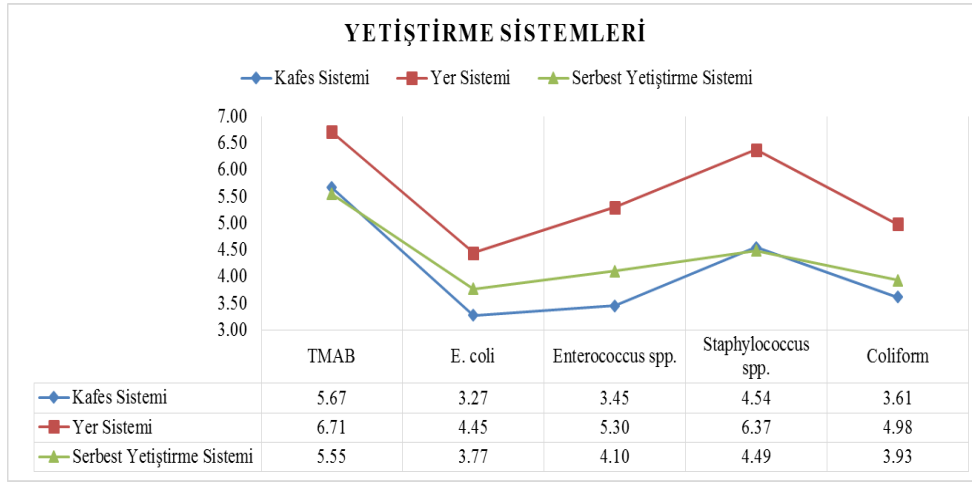
Özellikler	Yetiştirme sistemi			P
	Kafes	Yer	Free-Range	
L (parlaklık)	56,263±2,459	57,097±2,696	56,974±2,470	0,139
a (kırmızılık)	15,326±2,646 <sup>a</sup>	12,916±3,184 <sup>b</sup>	12,612±2,782 <sup>b</sup>	0,000
b (Sarılık)	49,959±4,876 <sup>a</sup>	45,703±5,305 <sup>b</sup>	44,214±4,230 <sup>b</sup>	0,000
E Değeri	76,928±3,847 <sup>a</sup>	74,503±3,132 <sup>b</sup>	74,935±3,497 <sup>b</sup>	0,000

a,b,c: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0,05$ )

P: Önem seviyesi

#### **Farklı yetiştirme sistemlerinin kabuk yüzeyi mikroorganizma yoğunluğu üzerine etkisi**

Kafes, yer ve serbest yetiştirme sisteminde yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalardaki TMAB yoğunluğu Şekil 1. de verildiği üzere sırasıyla 5,67 kob cfu/mL, 6,71 kob cfu/mL ve 5,55 kob cfu/mL olarak tespit edilmiştir. Buna göre yetiştirme sistemleri arasında en fazla TMAB yoğunluğu 6,71 kob cfu/mL ile yerde yetiştirme sisteminde olduğu belirlenmiştir. Yumurtalardaki E.coli yoğunluğu bakımından yetiştirme sistemleri karşılaştırıldığında ise en fazla E.coli 4,45 kob cfu/mL ile yer sistemindeki yumurtalarda olduğu belirlenirken, en az ise 3,27 kob cfu/mL ile kafes sisteminden elde edilen yumurtalarda olduğu tespit edilmiştir. Yumurtalardaki Enterococcus ssp. miktarı en fazla 5,30 kob cfu/mL ile yer sisteminde, en az 3,45 kob cfu/mL ile kafes sisteminde gözlenmiştir.



**Şekil 1.** Yetiştirme sistemlerine göre mikroorganizma çeşitliliği ( kob cfu/mL)

Araştırma sonuçları *Staphylococcus* spp. yoğunluğu bakımından incelendiğinde en fazla bulaşıklığın 6,37 kob cfu/mL ile yer sisteminde olduğu, en az bulaşıklığın ise 4,49 kob cfu/mL ile serbest yetiştirme sistemindeki yumurtalarda olduğu saptanmıştır. Sonuçlar coliform yoğunluğu açısından incelendiğinde ise en fazla yoğunluğun 4,98 kob cfu/mL ile yer sistemindeki yumurtalarda olduğu, en az yoğunluğun ise 3,61 kob cfu/mL ile kafes sisteminde olduğu belirlenmiştir.

Englmaierova ve ark. (2014), farklı barınak sistemlerinde elde edilen yumurtalarda kabuk mikrobiyel bulaşıklığı belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, barınak sisteminin *Enterococcus* ve *Escherichiacoli* mikrobiyel bulaşıklık ve yumurta yüzeyi üzerinde toplam bakteri miktarını önemli ölçüde etkilediğini ( $P<0,001$ ), bakteriyel bulaşıklığın toplam miktarı için en düşük değerlerin geleneksel (4,05 log koloni oluşturan üniteler CFU/yumurta) ve zenginleştirilmiş (3,98 log CFU/yumurta) kafeslerden elde edilen yumurtalarda bulunduğunu ( $P<0,001$ ), büyük kafeslerden elde edilen yumurtaların yumurta başına 5,49 log CFU/yumurta sahip olduğunu ve en fazla kirlenmenin altlıklı kümes sistemlerinde gözlendiğini (6,24 log CFU/yumurta) belirlemişlerdir. Altlıklı kümeslerden ve büyük kafesli kümeslerden elde edilen yumurta kabuklarındaki mikrobiyel kirlenme seviyesinin kafeslerden elde edilen yumurtalardan 2 log CFU/yumurta daha yüksek olduğunu, yumurta güvenliği açısından ise geleneksel ve altlıklı kümeslere en iyi alternatifin zenginleştirilmiş ve büyük kafesli kümesler olduğunu saptamışlardır. Moyle ve ark. (2016), iki farklı çiftlikteki serbest yetiştirme sistemi ile yetiştirilen tavuklardan toplanan yumurtalardaki toplam bakteri ve *Enterobacteriaceae*'nin yoğunluğunun yanı sıra *Salmonella* ve *Campylobacter*'in varlığının tavuk yaşının (haftalar), yumurta kabuğu yüzeyi ve kabuk gözeneklerindeki toplam bakteri seviyesi üzerinde önemli bir etkiye (artışa) sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

## **Sonuç**

Atak-S yerli yumurtacı hibrit tavuk ırkları üzerinde yapılmış olan bu çalışmada yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin yetiştirme sistemlerinin üçünden de etkilendiğini, yumurta verimi ve yumurta kütlesi değerleri açısından kafeste yetiştirme sisteminden daha iyi sonuçlar alındığı, yumurta ağırlığı ile birey başına günlük ve ortalama yem tüketimi değerleri bakımından yerde yetiştirme sisteminden daha iyi sonuçlar alındığı tespit edilmiştir. Diğer yandan yemden yararlanma oranı açısından kafes ve free-range sisteminde iyi değerler elde edilmiştir. Yumurta işletmelerinin ekonomisi açısından verim performansı, yemden yararlanma oranları ve yumurta iç-dış kalite özellikleri dikkate alındığında Atak-S hibritler için kafes sisteminin daha olumlu sonuçlar vermesi nedeniyle kafes sistemi önerilebilir. Yetiştirme sistemleri içerisinde; TMAB, *E.coli*, *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp. ve *Coliform* yoğunluğu en fazla yer sistemindeki yumurtalarda olduğu, TMAB ve *Staphylococcus* spp., yoğunluğunun en az serbest yetiştirme sisteminde olduğu, *E.coli*, *Enterococcus* spp. ve *Coliform* yoğunluğu bakımından ise en az kafes sistemindeki yumurtalarda olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle gıda güvenliği açısından da yumurtanın dışıyla temasını sınırladığı için kafes sisteminin daha avantajlı olduğu vurgulanabilir.

## **Teşekkür**

Bu çalışma, yazarlardan Erbay Ayaz'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: FYL-2018-10277.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## **Araştırmacıların Katkı Payı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## **Kaynaklar**

Ahmed M, Chae BJ, Lohakare J, Keohayong B, Lee MH, Lee SJ, Kim DM, Lee JY, Ohh SJ., 2014. Comparison of aviary, barn and conventional cage raising of chickens on laying performance and egg quality. *Asian-Australas J. Anim. Science*, 27(8): 1198-1203.

Aksoy T., 1993. Tavuk yetiştiriciliği. Şahin Matbaası, İkinci Baskı, Ankara.



Altan A, Bayraktar H, Önenç A., 2001. Etlik piliçlerde sıcak stresinin et rengi ve pH'sı üzerine etkileri. Hay Üretim Derg, 42(2): 1-8.

Artan S., 2015. Köy, serbest ve kafes sistemlerinde üretilen yumurtaların kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Adana, 2015.

Baylan M, Bulancak A, Çopur Akpınar G, Canoğulları S., 2015. Kuluçkalık yumurtaların dezenfeksiyonunda kullanılan doğal ürünler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(2): 25-32.

Çetin E, Temelli M, Eyigör A., 2016. Yetiştirme sistemleri ve kabuk renginin bazı yumurta kalite parametrelerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Vet Fak Dergisi, 35(1,2): 11-16.

Englmaierova M, Tüмова E, Charvatova V, Skrivan M., 2014. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics and egg microbial contamination. Czech J. Anim. Sci. 59(8): 345-352.

Ferrante V, Lolli S, Vezzoli G, Cavalchini LG., 2009. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. Ital. J. Anim. Sci. 8: 165-174.

Genç F., 2010. Farklı yetiştirme sistemlerinin halkalı sülünlerde (*Phasianus colchicus*) yumurta verimi, kuluçka ve yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Fırat üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, 2010, Elazığ.

Hatipoğlu K., 2017. Atak-S yerli yumurtacı hibritlerde farklı yetiştirme sisteminin verim özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Adana.

Hughes BO, Dun R., 1982. A comparison of two laying strains: Housed intensively in cafes and outside on free range research and development publication No: 16, The West of Scotland Agricultural College. Technical Note, Number: 249, Auchincrive, Ayr, April 1982.

Hughes BO, Dun R., 1983. Production and behavior of laying domestic fowls in outside pens (abstract). Applied Animal Ethology, 11(2): 201.

Hunt MC, Acton JC, Benedict RC, Calkins CR, Conforth DP, Jeremiah LE, Olson DG, Salm CP, Savell JW, Shiwas SD., 1991. Guidelines for meat color evaluation. Chicago: American meat Sci. Assoc. And National Live Stock and Meat Board.

Mostert BE, Bowes EH, Vanderwalt JC., 1995. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. S. Afr. J. Anim. Sci., 25(3): 80-86.

Moyle T, Drake K, Gole V, Chousalkar K, Hazel S., 2016. Bacterial contamination of eggs and behaviour of poultry flocks in the free range environment. *Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases*, 49: 88-94.

North MO, Bell DD., 1990. Maintaining hatching egg quality. In: *Commercial Chicken Production Manual*, edn. 4th, 87-102. Chapman & Hall, One Penn Plaza, New York.

Özbey O, Esen F., 2007. The effects of different breeding systems on egg productivity and egg quality characteristics of rock partridges. *Poultry Science*, 86(4): 782-785.

Petek M., 2000. Avrupa topluluğu sürecinde yumurta tavukçuluğunda barındırma ile ilgili yeniden yapılanma. *Çiftlik Dergisi*, 21-26.

Rouf MG, Ahammed M, Ahammad MU, Rahman MR., 2015. Effects of cage and barn system on early laying performance of pullet. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 44(3): 151-156.

Şekeroğlu A, Sarıca M., 2005 Serbest yetiştirme (free-range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verimi ve kalitesine etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6(1): 10-16.

Tahtabiçen E, Okur AA, Şamlı HE, Korkmaz F., 2015. Serbest yetiştirilen yumurta tavuklarında kırmızı biberin yemlere ilavesinin yumurta kalitesi üzerine etkileri. NKUBAP.00.MB.AR.13.02 Nolu Proje, 2015.

Turan B., 2006. Yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zooteknik Anabilim Dalı, Samsun, 2006.

Yiğitoğlu E, Testik A., 2008. Atak-S yumurtacı hibritinin Çukurova (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği) koşullarında performansının saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 18-2.

## Akdeniz İklim Koşullarında Mevsimin İnek, Koyun ve Keçi Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Serap GÖNCÜ<sup>1</sup>, Gökhan GÖKÇE<sup>2</sup>, Muhammed İkbal YEŞİL<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Animal Science, Çukurova University, Adana, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0360-2723>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6980-8989>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7143-973X>

\*Correspondence: muhammedikbalysesil@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi:24.09.2022

Kabul tarihi:06.10.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Akdeniz

Keçi

Süt

Kompozisyon

Mevsim

### ÖZ

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi iklim koşullarında inek, koyun ve keçi sütü kompozisyonunun farklı mevsimlerde değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. 10 sağmal kapasiteli süt sığırcılığı işletmesinde, benzer yaş ve laktasyon dönemindeki 10 Holştayn inekten yaz ve kış aylarında sabah sağımlarından süt örnekleri alınmıştır. Çiftlik %40 yonca otu ve %60 konsantre yem içeren yem karışımı kullanılmaktadır. Keçi sütü örnekleri ise Halep keçilerinden alınmıştır. Nisan - Kasım arası dönemde meraya giden keçilere 0,5 kg kuru ot ve 1 kg konsantre yem, vitamin ve mineral karışımı ve yalama için tuz blokları verilmektedir. Meranın olmadığı serin, aylarda keçilere 2-3 kg mısır silajı, 1 kg pancar silajı, 1 kg kuru ot, maksimum 1 kg konsantre yem, vitamin mineral karışımı ve tuz blokları verilmiştir. Keçiler günde iki kez sağım makinası ile sağılmaktadır. Süt numunesi alınan koyunlar kuzulama döneminde meraya gönderilmemiş, ahırda tutulmuşlardır. Süt kompozisyonunun belirlenmesi için koyun, keçi ve ineklerin sabah sağımlarından 3 hafta boyunca haftada iki kez 100 ml süt örnekleri alınmış ve asitlik, yoğunluk, yağ içeriği, yağsız kuru madde gibi değişkenler belirlenmiştir. İnek sütü içeriğinin analizinde 12 süt bileşeni karşılaştırılmış ve bunlardan 7'si anlamlı, 5'i ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. İlkbahar ve yaz örneklerinin keçi ve koyun sütü içerikleri istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık göstermiştir. İnsan sütü ihtiyacını karşılayan koyun, keçi ve inek sütü üretimini sıcak ve serin ay içerikleri karşılaştırıldığında, inek sütü içeriğinde koyun ve keçi sütüne göre değişen varyasyon olduğu görülmüştür. Süt içerikleri serin aylara göre farklılık gösterdiğinden, sıcak aylarda serinletme ve dengeli rasyon kullanımı gibi düzenlemelere ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

## Effect of Season on Cow, Sheep and Goat Milk Composition in Mediterranean Climate Conditions

### Research Article

#### Article History:

Received:24.09.2022

Accepted:06.10.2022

Available online:09.12.2022

#### Keywords:

Mediterranean

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to examine the change of cow, sheep and goat milk composition in different seasons in Mediterranean Region climatic conditions. Cow milk samples were taken from the morning milking in summer and winter months from 10 Holstein cows of similar age and lactation period in a dairy farm with a capacity of 100 milking cows. The farm is fed with a feed mixture containing 40% alfalfa hay and 60%

concentrated feed. Goat milk samples were taken from Aleppo goats. Between mid-May and mid-November, the goats go to pasture and are given 0.5 kg of dry grass and 1 kg of concentrated fodder, a vitamin and mineral mixture and salt blocks for licking. In the cooler months, when there is no pasture, the goats are provided with 2-3 kg of corn silage, 1 kg of beet silage, 1 kg of dry grass, a maximum of 1 kg of concentrated feed, vitamin mineral mixture and salt blocks. The goats were milked twice a day with a milking machine. The sheep from which milk samples were taken were kept in the barn, not sent to pasture during the lambing period. For the determination of milk composition, 100 mL milk samples were taken from the morning milking of sheep, goats and cows twice a week for 3 weeks. Variables such as acidity, density, fat content, non-fat dry matter determine the type characteristics of raw milk. In the analysis of cow's milk content, 12 milk contents were compared and 7 of them were significant and 5 of them were statistically insignificant. Goat and sheep milk the contents of the spring and summer samples differed significantly from each other statistically. Comparing the hot and cool month contents of sheep, goat and cow milk production that meets human milk needs, it has been observed that there is more variation in cow milk content than sheep and goat milk. moreover, milk samples were taken from enterprises producing in intensive conditions. It is understood that there is a need for regulations such as cooling and the use of balanced rations in hot months, as milk contents show differences compared to cool months.

---

**To Cite:** Göncü S, Gökce G, Yeşil Mİ., 2022. Effect of season on cow, sheep and goat milk composition in Mediterranean climate conditions. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2): 230-243.

## Introduction

According to the animal production statistics for 2021, the Turkish Statistical Institute (TUIK, 2022) declared the number of cattle as 18 million 36 thousand and the number of ovine animals as 57 million 519 thousand in 2021. In this period, the number of cattle was recorded as 17 million 850 thousand heads and the number of buffaloes as 185 thousand 574 heads (TUIK, 2022). The number of sheep was reported as 45 million 178 thousand and the number of goats as 12 million 342 thousand. In 2021, 23 million 200 thousand 306 tons were produced. Cow milk production is reported as 21,370,116 (tons), goat milk production is 622,785 tons and sheep milk production is 1,143,762 tons (TUIK, 2022). However, it can be understood from Table 1 that the yields per animal are generally low regardless of the species. If the current rate of increase continues, the world population will reach 9 billion 800 million people in 2050, and global food production should increase by at least 70% until 2050 in order for this population to be fed adequately and balanced with healthy and high quality products. The most important agenda in the world is now the efficient sharing of food resources. Cow milk constitutes 92.1%, sheep milk 4.9%, goat milk 2.7% and buffalo milk 0.3% of raw milk production consumed in Turkey (TUIK, 2022). Milk production and milking animal presence of Turkey is shown in Table 1.

**Table 1.** Animal production statistics in Turkey in 2019 (Anonymous, 2022)

	<b>Cattle</b>	<b>Sheep</b>	<b>Goat</b>	<b>Buffalo</b>
<b>Number of Milking animals</b>	6,580,753	19,836,985	5,471,086	79,333
<b>Total Milk production (Liter)</b>	20,782,374	1,521,455	577,209	70,341
<b>Liter/Head</b>	3,158.05	76.70	105.52	886.65

The total amount of milk produced is far from meeting the country's needs. The main reason for this is the low yield per animal (Göncü 2021). It has been reported that milk is affected by factors such as race, physiology, nutrition and environment (Göncü, 2021). Cow, sheep, goat and buffalo milk are among the foods most commonly used by people. Protein, fat, carbohydrates, vitamins and minerals, which are biochemical substances that play an important role in human nutrition, are present in milk at significant levels (Kliem et al. 2013).

Different species milk compositions are species-specific and their contents vary depending on many factors. Also, there are also differences in the content of milk produced in different geographies (Albenzio et al., 2006; Pirisi et al., 2007; Raynal-Ljutovac et al., 2008; Önür, 2015; Göncü, 2021).

Cow's milk has been studied more than other milks due to the size of its contribution to production. However, it is not possible to meet their needs only with cow's milk production. In addition, considering the taste, content and regional conditions, it should not be ignored when it is advantageous to raise sheep and goats instead of cattle breeding. In addition, the increase in demand for dairy products produced from goat and sheep milk and the increasing added value have revealed the need for this field. Goat breeding is common in many countries. The goat's ability to adapt to particularly difficult conditions provides an advantage. In addition, it is known that the products obtained from goats meet the needs of people in many areas (Kalantzopoulos et al. 2004). Although sheep farming is an agricultural production area that can be carried out with low manpower and low cost, it is generally carried out for the evaluation of weak soils in arid climates (Raynal-Ljutovac et al. 2008). Milk production is the primary source of income for medium and small agricultural enterprises in many Mediterranean countries. In addition, in some Asian and African countries, especially in regions with arid climate and weak pastures, sheep breeding is at the forefront and has the same importance in terms of milk production. Goat breeding is mostly concentrated in forested areas, mountainous areas where plant production is limited (Albenzio et al. 2006; Pirisi et al. 2007; López-Gatius, 2013). Goats can make good use of food residues and roughage, especially in garden and field agriculture. Although sheep, goats and cattle are in the ruminant group, they are animals that have the capacity to evaluate different conditions

without competing with each other. Their eating habits are different, while the goat feeds on leaves, bushes, branches and fruits, while sheep likes to graze grass and clover. For this reason, goats are grown in mountainous areas and sheep in plain areas (Albenzio et al. 2006; Pirisi et al. 2007; Raynal-Ljutovac et al. 2008; Delgado-Pertineza et al. 2013). Because cattle like to feed on tall grass, they prefer to graze in pastures with high grass. Low maintenance costs, not requiring much care, less capital required for establishment of enterprises and supply of necessary animal materials compared to other animal species make goat breeding more attractive. In recent years, the demand for goat milk and its products has mobilized the sector. Cow's milk has been studied more than goat and sheep milk due to its production capacity. However, recently, it is not possible to meet the animal product demands of the increasing population from cattle. Meeting the country's needs as required will be possible with production planning and effective use of resources. Sustainable animal production throughout the year is possible with the measures to be taken against the seasonal effect. Since the effect of seasonal fluctuations on the low annual average yields per animal has been known for a long time, it is the simplest, easiest and most widely used way to produce in periods when feed resources are intense and cheap. However, the mode of production compressed to a certain period causes problems in the simultaneous use of infrastructure and labor and resources, as well as large fluctuations in animal product prices and thus causing losses for the breeder. Sustainable production systems provide food safety and nutrition assurance (Göncü and Gökçe, 2021a). It also preserves and enriches natural resources and promotes economic and social welfare. As a result, dairy invests in sustainability and efficient food production. However, the breeder abstains from this issue as he wants investment in the measures to be taken for the warmer months. However, if the ambient temperature increases, especially if the high temperature is accompanied by high humidity, the dairy cattle will limit the heat dissipation and the cattle will be stressed when their body temperature starts to increase (Özkütük and Göncü, 1996). In animals exposed to heat stress, not only milk yield but also reproductive efficiency decreases and additive negative effects are experienced (Özkütük and Göncü, 1996; Dash et al. 2016). This situation causes great economic losses especially in intensive enterprises that produce in a highly competitive environment. From this point of view, in this study, it was aimed to examine the change of cow, sheep and goat milk composition in two different seasons in Mediterranean Region climatic conditions.

## Material and Methods

Milk samples were collected from sheep, goat and dairy cattle farms producing in Mediterranean climate conditions in Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin and Osmaniye provinces (Figure 1). In the Mediterranean region, summers are hot and dry, while winters are rainy and warm. In the hottest months, the temperature averages between 28-30 degrees, while in the coldest months it averages between 8-10 degrees.



**Figure 1.** Mediterranean region

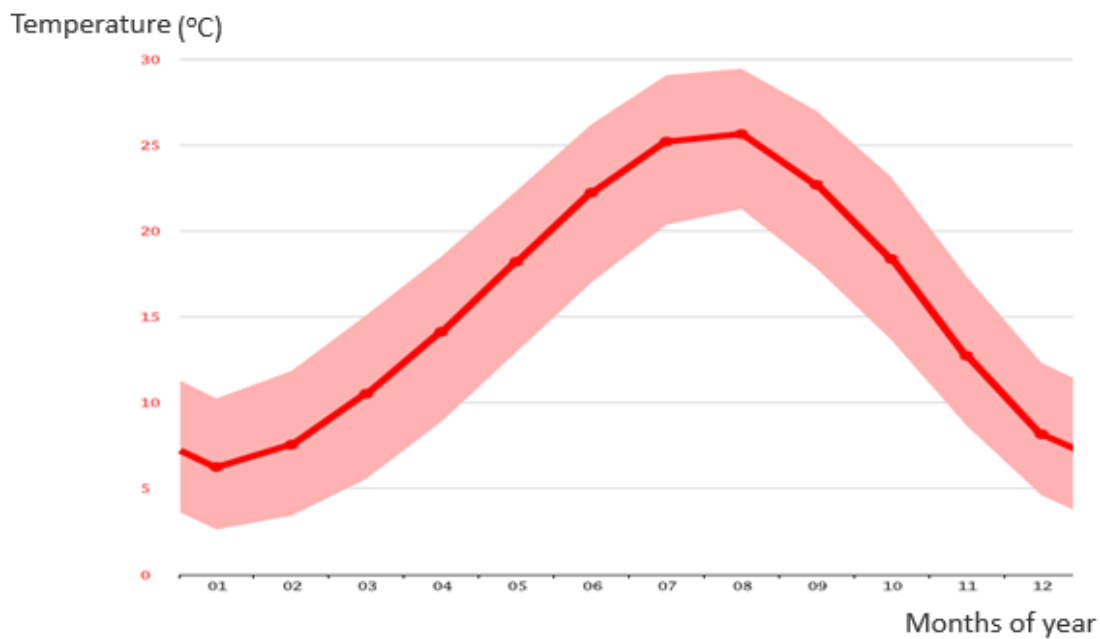
In this study, the long-term average climate data of the months in which the samples were taken are given in Table 2. The average annual temperature is 18 degrees. The amount of precipitation between the driest and wettest months of the year: 124 mm The average temperature varies around 19.4 °C throughout the year. Climate conditions belonging to the provinces is given in Table 2.

**Table 2.** Mediterranean region data from 1991 to 2021

	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov
Av. Temp. (°C)	14.1	18.2	22.2	25.2	25.6	22.7	18.4	12.7
Min Temp. (°C)	8.9	13	17	20.4	21.3	17.8	13.6	8.7
Max Temp. (°C)	18.5	22.3	26.2	29.1	29.4	27	23.1	17.4
Precipitation /Precipitation (mm)	32	24	8	6	8	14	32	69
Moisture (%)	70%	72%	72%	73%	71%	65%	60%	61%
Rainy days (d)	4	3	1	1	1	2	3	4
sunny hours (h)	10.5	11.4	11.8	11.3	10.6	10.4	9.6	8.3

Hot summers are one of the most important stressors in animal husbandry. The Mediterranean Region, which is the 4th largest region of Turkey in terms of both population and area, has 8 in total and the Mediterranean climate type is seen in all of these 8 provinces. Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin and Osmaniye are the

provinces within the borders of the Mediterranean region. Milk samples were collected between May and November 2016.



**Figure 2.** Mediterranean region temperature data by month from 1991 to 2021

Cow milk samples were taken from the morning milking in summer and winter months from 10 Holstein cows of similar age and lactation period in a dairy farm with a capacity of 100 milking cows. The farm is fed with a feed mixture containing 40% alfalfa hay and 60% concentrated feed. However, the same raw materials used do not have the same nutrient content. Goat milk samples were taken from the farm working with Aleppo goats and having an average milk yield of 2-3 kg per day. Between mid-May and mid-November, when the samples were taken, the goats go to the pasture and 0.5 kg of dry grass and 1 kg of concentrated fodder, vitamin and mineral mixture and salt blocks for licking are given. In the cool months when there is no pasture, the goats are provided with 2-3 kg of corn silage, 1 kg of beet silage, 1 kg of dry grass, a maximum of 1 kg of concentrated feed, a mixture of vitamins and minerals and salt blocks for licking. The goats were milked twice a day with a milking machine. The sheep from which milk samples were taken were kept in the barn, not sent to pasture during the lambing period. During the pasture period, when they return to the pasture in the evening, they are fed with concentrated feed (18% CP, 2600 kcal/kg ME) and wheat straw. During this period, mineral mixture and salt blocks are provided for licking. Goats are milked twice a day with a milking machine. For the determination of milk composition, 100 ml milk samples were taken from the morning milking of sheep, goats and



cows twice a week for 3 weeks. Samples Milk samples were determined using milk fat, protein, lactose, total solids (TS), citrate, (LactoScop MK2, Delta Instruments, The Netherlands). Milk samples were stored frozen ( $-27^{\circ}\text{C}$ ) until analysis.

Milk samples analysis results were grouped using Microsoft excel program and descriptive statistics were made with SPSS package program. Independent sample t-test was used to compare the season groups of sheep, goats and cattle. SPSS package program was used for calculations (IBM SPSS 20.0 for Windows).

### Results and Discussion

Cow's milk, which is 88% water on average, contains more than 100 different components. Variables such as acidity, density, fat content, non-fat dry matter determine the species characteristics of raw milk. In Table 3, 4 and 5 the compositions of dairy milk taken from cow, goats and sheep in summer and spring months in the Mediterranean region conditions are given.

**Table 3.** Compositions of milk samples taken from cows in the Mediterranean region conditions in Spring Summer months.

Features	Cow		
	Spring	Summer	P<
Dry Matter, (%)	12.32±0.07	11.89±0.05	0.486
Non-Fat Dry Matter, (%)	8.91±0.02	8.58±0.02	0.000
Fat, (%)	3.14±0.01	3.22±0.03	0.363
Protein, (%)	3.15±0.01	3.72±0.03	0.000
Lactose, (%)	4.12±0.02	4.84±0.01	0.219
Casein, (%)	2.12±0.00	2.70±0.0	0.000
Density, (g/L)	1031.723±0.08	1030.25±0.1	0.000
Acidity, (OSH)	6.74±0.07	6.84±0.08	0.126
Citric Acid, (%)	0.15±0.01	0.16±0.00	0.529
Freezing point, ( $^{\circ}\text{C}$ )	0.56±0.00	0.62±0.00	0.039
Free Fatty Acids (mmol/10L)	3.33±0.07	5.52±0.02	0.000

In the analysis of cow's milk content, 12 milk contents were compared and 7 of them were significant and 5 of them were statistically insignificant. From the Table 3.' it can be understood that the differences between the values of non-fat dry matter, protein, casein, density, freezing point and free fatty acids in summer and winter months in cow milk samples were statistically significant ( $P<0.05$ ). Differences between DM, fat, lactose, acidity and citric acid were found to be statistically insignificant.

Bertocchi et al. (2014) reported that as the temperature increases, the fat and protein concentration and milk yield also decrease. Casati et al. (1998) reported a decrease in milk fat

and protein content above 14°C and an average daily THI of 55. Bertocchi et al. (2014) reported that a negative relationship was detected between THI and fat and protein concentration. Casati et al. (1998) observed that cow milk fat and protein content decreased in the spring and increased in the autumn. Aharoni et al. (2002) report that there is a higher concentration of fat and protein in cool months than in summer months.

When Table 4, which summarizes the analysis results of goat milk samples, is examined, it was determined that the contents of the spring and summer samples differed significantly from each other statistically.

Ozkaya et al. (2017) reported the percentage levels of dry matter, fat, protein, non-fat dry matter, lactose and casein in goat milk as 11.14%, 3.60%, 3.04%, 8.06%, 4.25% and 2.58%. Cornalea et al. (2014) reported that they found goat milk fat 3.58%, protein 2.99%, non-fat dry matter 8.05%, lactose 4.41% and casein 2.45%. Delgado-Pertineza et al. (2013) reported goat milk fat 4.90%, protein 3.75%, non-fat dry matter 8.53%, lactose 4.09%. Sedighi Vesagh et al. (2015) reported goat milk as fat 3.42%, protein 2.72%, non-fat dry matter 7.88%, lactose 4.44%, dry matter 11.30%. Kesenkas et al. (2010) found goat milk fat 3.42%, protein 3.41%, lactose 4.31% and dry matter 11.74%. Güler (2007) reports goat milk dry matter at 12.32%, fat 4.37% and protein 4.15% levels.

**Table 4.** Compositions of milk samples taken from goats in spring and summer in Mediterranean region conditions

Features	Goat		
	Spring	Summer	P<
Dry Matter, (%)	13,69±0.02	13,07±0.01	0.00
Non-Fat Dry Matter, (%)	9,36±0.01	8,82±0.01	0.00
Fat, (%)	4,38±0.001	4,23±0.001	0.00
Protein, (%)	3.58±0.001	3.48±0.000	0.00
Lactose, (%)	4.45±0.000	4.17±0.000	0.00
Casein, (%)	3,13±0.000	2,95±0.000	0.00
Density, (g/L)	1031,75±0.020	1029,75±0.020	0.00
Acidity, (OSH)	7,74±0.02	7,48±0.02	0.00
Citric Acid, (%)	0,24±0.01	0,09±0.12	0.00
Freezing point, (°C)	0,56±0.00	0,53±0.00	0.00
Free Fatty Acids(mmol/10L)	1,23±0.01	1,25±0.01	0.00

When the table 5 showing the comparison results of the cold and warm months of sheep milk content is examined, it is understood that all components differ significantly except for the acidity value.

**Table 5.** Compositions of milk samples taken from sheep in spring and summer in Mediterranean region conditions

Features	Sheep		
	Spring	Summer	P<
Dry Matter, (%)	17,18±0.01	16,88±0.02	0.00
Non-Fat Dry Matter, (%)	11,12±0.01	10,60±0.01	0.00
Fat, (%)	6,28±0.001	6,40±0.001	0.00
Protein, (%)	4,97±0.001	4,84±0.001	0.00
Lactose, (%)	4.48±0.000	4.18±0.000	0.00
Kazein, (%)	4.30±0.000	4.14±0.001	0.00
Density, (g/L)	1035,03±0.02	1032,24±0.03	0.00
Acidity, (OSH)	11,91±0.02	11,84±0.02	0,98
Citric Acid, (%)	0,26±0.01	0,12±0.00	0.00
Freezing point, (°C)	0,66±0.00	0,65±0.00	0.00
Free Fatty Acids(mmol/10L)	1,34±0.01	1,41±0.01	0.00

Akgün and Koyuncu (2020) report the fat, protein, mineral substances and thus the dry matter composition of sheep milk as 7.9% fat, 12% non-fat dry matter, 4.9% lactose, 6.2% protein, 4.2% casein and 0.9 ash. In addition, the fat, non-fat dry matter, protein and lactose ratios in milk were found to be 7.7%, 11.2%, 5.8% and 4.5%, respectively. On the other hand, the density and pH values in milk are reported as 33.4 g/cm<sup>3</sup> and 6.9, respectively. It is stated that the milk fat content of sheep is around 6.99% on average (Barłowska et al. 2011; Kiper, 2016). Abd Allah et al. (2011) reported the ratio of fat in Rahmani and Chios sheep was 5.62% and 4.73%; Sezenler et al. (2016) reported 5.26% fat in Bandırma sheep, Çelik and Özdemir (2003) and Yılmaz et al. (2011) report fat ratio in Morkaraman sheep as 5.30% and 6.31%, respectively.

Milk composition is shaped under the influence of genetic structure and environmental conditions. However, the heritability of milk is 30%. This shows that the remaining 70% is due to the environment, care, feeding and managerial practices (Göncü and Gökçe, 2021b). Season affects milk content and hinders production. The quest for more efficient and sustainable processes is the cornerstone of any production system, but it is also an integral part of the economy. It is possible for the farms trying to produce under the pressure of heat stress in the Mediterranean climate to continue production with the measures to be taken (Göncü, 2021).

Milk dry matter, fat, protein content varies depending on the feeding. Roughages affect milk fat because of the cellulose they contain. During fermentation in the rumen, cellulose materials cause a fermentation in favor of acetic acid. In this way, they provide acetate, which plays an important role in the synthesis of short and medium chain fatty acids, especially in

milk. The level of forage to be used in the ration is related to its quality. The particle size of the roughage affects the chewing and rumination time in ruminants. Reducing the roughage/concentrated feed rate in the ration generally causes a decrease in milk fat. In rations with low roughage levels, an increase in milk yield, milk protein and milk lactose levels and a decrease in milk fat are observed (Görgülü, 2014). In the current study, the decrease in milk yield and the decrease in N-FDM, protein and casein content in summer can be explained by the decrease in feed consumption in hot conditions. Microbial protein synthesis efficiency in the rumen is related to the animal's energy intake (NRC, 2001). Therefore, the decrease in milk protein content in hot summer months can be considered normal. In some studies, it is reported that milk fat is affected more than other components in summer (Guo et al., 2001; Ng-Kwai-Hang et al. 1984). However, this change will not be much in intensive enterprises using standard ration regardless of the season. Görgülü (2014) reports that ruminants prefer more concentrated feed during the hot summer months, and thus the rumen pH is more acidic and thus causes a decrease in milk fat due to the decrease in acetate production. The high content of free fatty acids in the composition of milk in hot months can be attributed to the fact that lipoprotein lipase and microbial growth naturally found in milk are faster in summer months (Deeth and Fitz-Gerald, 2006). In addition, it can cause increased fat mobilization from the body in case of negative energy and an increase in the amount of free fatty acids in milk (Görgülü, 2014). Studies have reported that the values between spring and autumn show statistical significance. It has been shown that protein, lean dry matter and ash contents are higher in the autumn period, and the oil content is higher in the spring period (Çubuk, 1997). Season affects milk content (Göncü and Özkütük 1998; Metin, 2001; Altun et al. 2002).

### **Conclusion**

In this study, it was aimed to examine the change of cow, sheep and goat milk composition in two different seasons in Mediterranean Region climatic conditions. In the analysis of cow's milk content, 12 milk contents were compared and 7 of them were significant and 5 of them were statistically insignificant. Goat and sheep milk the contents of the spring and summer samples differed significantly from each other statistically. Comparing the hot and cool month contents of sheep, goat and cow milk production that meets human milk needs, it has been observed that there is more variation in cow milk content than sheep and goat milk. moreover, milk samples were taken from enterprises producing in intensive

conditions. It is understood that there is a need for regulations such as cooling and the use of balanced rations in hot months, as milk contents show differences compared to cool months.

### **Statement of Conflict of Interest**

Authors have no conflict of interest

### **Author's Contributions**

The contribution of the authors is equal.

### **References**

Abd Allah, M., Abass, S. F., Allam, F. M. 2011. Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Chios sheep. *International Journal of Livestock Production*, 2 (3): 24-30.

Aharoni Y, Ravagnolo O, Misztal I., 2002. Comparison of lactational responses of dairy cows in Georgia and Israel to heat load and photoperiod *Anim. Sci.*, 75: 469-476.

Akgün H, Koyuncu M., 2020. Yetiştirici koşullarında Kıvırcık ırkı koyunlarda süt verim özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 23(5): 1406-1413.

Albenzio M, Caroprese M., Marino R., Muscio A., Santillo A., Sevi., A. 2006. Characteristics of Garganica goat milk and Cacioricotta cheese. *Small Rumin Res.* 64: 35-44

Altun B, Besler T, Ünal S., 2002. Ankara'da satılan sütlerin değerlendirilmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 2002; 11(2): 45-55.

Anonymous, 2022. TURKISH statistics institute. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Animal-Production-Statistics-December-2020-37207&dil=2>

Barłowska J, Szwajkowska M, Litwinczuk Z, Król. 2011. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10: 291-302.

Barłowska, J., Szwajkowska, M., Litwinczuk, Z., Król, J. 2011. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10: 291-302

Bertocchi L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A, Varisco G, Bernabucci U., 2014. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. *Animal*, 8: 667-674

Casati MR, Cappa V, Calamari L, Calegari FG., 1998. Folli Influenza delle stagioni sulla produzione e su talune caratteristiche del latte bovino Sci. Tecn. Latt. Cas., 49: 7-25.

Cornalea P, Rennaa M, Lussiana C, Bigi D, Chessa S, Mimosi A., 2014. The Grey goat of Lanzo valleys (Fiurina): Breed characteristics, genetic diversity, and quantitative-qualitative milk traits. Small Ruminant Research 116: 1–13.

Çelik Ş, Özdemir S., 2003. Morkaraman ırkı koyun sütlerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal parametrelerinin laktasyon boyunca değişimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3): 263-268.

Çubuk A., 1997. Ankara piyasasında tüketime sunulan süt ve yoğurtların, protein, yağ, kurumadde, asitlik ve kül derecelerinin saptanması. Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dash S, Chakravarty AK, Singh A, Upadhyay A, Singh M, Yousuf S., 2016. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. Vet World. 9(3): 235-244.

Deeth HC., Fitz-Gerald CH., 2006. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity. In: Advanced Dairy Chemistry, 2: 481-556

Delgado-Pertineza M, Gutierrez-Pena R, Mena Y, Fernandez Cabanas VM, Laberye D., 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summeron Mediterranean shrublands. Small Ruminant Research, 114: 167–175.

Göncü S, Gökçe G., 2021a. Büyükbaş hayvan ıslahı. Büyükbaş hayvan yetiştirme, Gültekin Yıldız, Editör, Tarımtürk, İzmir. 2021; 33-48.

Göncü S, Gökçe G., 2021b. Süt sığırcılığında sürdürülebilirlik için sıcak koşullarda alınacak önlemler. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 4(1): 68-87.

Göncü S, Özkütük K., 1998. İnek sütü somatik hücre varlığı. Türkiye süt sığırcılığı ile sağlıklı süt üretimi açısından önemi. II. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Türkiye, 22 - 25 Eylül 1998; 1: 200-212

Göncü S., 2021. Sığırcılık. Akademisyen yayınevi, Ankara, 2020.

Görgülü M., 2014. Ruminant (Büyük ve Küçükbaş Hayvan) besleme. <http://www.muratgorgulu.com.tr/ckfinder/userfiles/files/RUMINANAT%20BESLEMEMGORGULU-TARAMA.pd>

Guler Z., 2007. Levels of 24 minerals in local goat milk, its strained yoghurt and salted yoghurt (tuzlu yogurt). Small Ruminant Research; 71: 130-137.

Guo MR, Dixon PH, Park YW, Gilmore JA, Kindstedt PS., 2001. Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. *J. Dairy Sci*, 84: 79-83.

Kalantzopoulos G, Dubeuf JP, Vallerand F, Pirisi A, Casalta E, Lauret A, Trujillo T., 2004. Characteristics of sheep and goat milks: quality and hygienic factors for the sheep and goat dairy sectors. *International Dairy Federation*, 390: 17-28

Kesekas H, Dinkçi N, Kınık Ö, Gönç S, Ender G., 2010. General properties of Saanen Goat milk. *Akademik Gıda*, 8(2): 45- 48.

Kiper İ., 2016. Karayaka ırkı koyunlarda laktasyon sayısının süt verimine ve süt özelliklerine etkileri. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 41

Kliem KE, Shingfield KJ, Livingstone DM, Givens DI, .2013. Seasonal variation in the fatty acid composition of milk available at retail in the United Kingdom and implications for dietary intake. *Food Chemistry*, 141(1): 274-281.

López-Gatiús F., 2013. Approaches to increase reproductive efficiency in artificially inseminated dairy cows. *Anim Reprod*, 10: 143-147

Metin M., 2001. Süt teknolojisi. Sütün bileşimi ve işlenmesi. 4. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir,; 1-21.

Ng-Kwai-Hang KF, Hayes JF., Moxley JE, Monarde HG., 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci*, 67: 361-366.

NRC., 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press Washington, DC.

Önür Z., 2015. Keçi ve koyun sütlerinin kimyasal bileşimleri. *Gıda*, 40(6): 363-370.

Özkaya A, Ertürk AS, Sucak MG, Ağyar O, Yılmaz E., 2017. Saanen keçi sütünün bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 7(4): 123-129,

Özkütük K, Göncü S., 1996. Sıcaklık stresinin süt sığırcılığı ve besi üzerine etkisi konusunda Çukurova Bölgesi'nde yapılan çalışmalar. *Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi*, Türkiye, 18 - 20 Eylül; 1: 37-44

Pirisi A, Pinna G, Addis M, Piredda G, Mauriello R, De Pascale S, Caira S, Mamone G, Ferranti P, Addeo F, Chianese L., 2007. Relationship between the enzymatic composition of lamb rennet paste and proteolytic, lipolytic pattern and texture of PDO Fiore Sardo ovine cheese. *Int Dairy J*, 17: 143-156.

Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y., 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rumin Res*, 79: 57-72.

Sedighi-Vesagh R., Naserian A. A., Ghaffari M. H. and Petit H. V. 2015. Effects of pistachio by-products on digestibility, milk production, milk fatty acid profile and blood metabolites in Saanen dairy goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, (2015) 777–787

Sezenler T, Ceyhan A, Yüksel MA, Koncagül S, Soysal D, Yıldırım M., 2016. Influence of year, parity and birth type on milk yield and milk components of Bandırma sheep (German Black Head Mutton x Kıvrıkcık). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 89-98

TUIK., 2022. Hayvan sayıları. [www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=682](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=682)

Yılmaz O, Çak B, Bolacalı M., 2011. Effects of lactation stage, age, birth type and body weight on chemical composition of Red Karaman sheep milk. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3): 383-386.



## Üniversitelerarası Boks Müsabakalarına Katılan Boksörlerin Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi

Onur ŞİPAL<sup>1</sup>, Eda ADATEPE<sup>2\*</sup>, Emre BOZ<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 69000, Bayburt, Türkiye

<sup>3</sup>Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 69000, Bayburt, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4064-6813>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1254-9300>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8117-9329>

\*Sorumlu yazar: edaadatape@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi:30.08.2022

Kabul tarihi:12.10.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Boks

Boksör

Tükenmişlik

### ÖZ

Bu araştırma, üniversitelerarası boks müsabakalarına katılan boksörlerin tükenmişlik düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Nicel bir araştırma olması sebebiyle genel tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, Üniversitelerarası Türkiye Boks Şampiyonasına yarışmacı olarak katılan 154 sporcu oluşturmuştur. Araştırma grubunun seçiminde olasılıklı olmayan örnekleme yaklaşımlarından birisi olan kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak ise iki ayrı anket formu kullanılmıştır. Anket formunun ilk bölümünde “Kişisel Bilgi Formu”, ikinci bölümünde ise “Sporcu Tükenmişlik Ölçeği” araştırma grubuna yöneltilmiştir. Verilerin analizi sürecinde ilk olarak veri toplama araçları ile elde edilen ham verilerin öncelikle veri türü göz önünde bulundurularak tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Daha sonra istatistiksel tekniklerden t-Testi, ANOVA ve korelasyon testlerinden yararlanılmıştır. Analizler neticesinde tespit edilen farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Post-Hoc analizlerinden Scheffe testi, homojen varyans olmadığı durumlarda Tamhane’s T2 testinden faydalanılmıştır. Araştırma sonucunda; sınıf, milli sporcu olma durumu ve müsabakaya hazırlanırken kilo düşme değişkenlerinde gruplararası anlamlı farklılık olmadığı tespit edilirken cinsiyet, kilo düşerken boks bırakma düşüncesi, turnuvaya hazırlanırken boks bırakma düşüncesi ve sakatlık döneminde boks bırakma düşüncesi değişkenlerinde anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda yaş ve spor yaşı değişkenlerinde pozitif yönde anlamlı ilişki olduğu ve yıl içerisinde turnuva sayısı değişkeninde negatif yönde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu örnekleme ve değişkenler ile literatürde inceleme yapılmamış olması, bu çalışmayı özgün kılmaktadır.

## Investigation of Burnout Levels of Boxers Participating in Inter-Universities Boxing Competitions

### Research Article

#### Article History:

Received:30.08.2022

Accepted:12.10.2022

Available online: 09.12.2022

#### Keywords:

Boxing

Boxer

### ABSTRACT

This research was carried out to examine the burnout levels of boxers participating in inter-universities boxing competitions in terms of various variables. Since it is a quantitative research, the general survey model was used. The study group of the research consisted of 286 athletes who participated in the Interuniversity Turkish Boxing Championship as competitors. Convenience sampling method, which is one of the non-probabilistic sampling approaches, was used in the selection of the research

group. Two separate questionnaire forms were used as data collection tool. In the first part of the questionnaire, "Personal Information Form" and in the second part, "Athlete Burnout Scale" were directed to the research group. In the process of data analysis, first of all, descriptive statistics were calculated by considering the data type of the raw data obtained with the data collection tools. Then, statistical techniques t-Test, ANOVA and correlation tests were used. In order to determine from which groups the differences detected as a result of the analyzes originate, Scheffe test from Post-Hoc analysis was used, and Tamhane's T2 test was used in cases where there was no homogeneous variance. As a result of the research; While it was determined that there was no significant difference between the groups in the variables of class, being a national athlete and losing weight while preparing for the competition, it was determined that there was a significant difference in the variables of gender, the thought of quitting boxing while preparing for the tournament, and the thought of quitting boxing during the disability period. At the same time, it was concluded that there was a positive and significant relationship in the variables of age and sports age, and a negative relationship in the variable of the number of tournaments in a year. The fact that this sample and variables have not been examined in the literature makes this study unique.

---

**To Cite:** Şipal O, Adatepe E, Boz E., 2022. Üniversitelerarası boks müsabakalarına katılan boksörlerin tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 244-260.

## Giriş

Günümüz şartlarında sporcular başarıya ulaşmak için ya da başarılarının devamını sağlamak için yoğun tempoda fiziksel ve psikolojik olarak çaba sarf etmektedirler. Sporcuların bu zor durumları sırasında hissettikleri duygular, sportif performans açısından kayda değer bir değişken olarak önümüze çıkmaktadır. Sporcular üst seviye bir performans sergilemek için uzun ve zorlu bir aşamadan geçmektedirler. Bu aşamaları kat ederken birbirinden farklı olarak pek çok durumlar ile karşılaşmaktadırlar. Bu durumlarda sporcular fiziksel ve psikolojik olarak yıpranabilirler ve sonucunda da sporcularda tükenmişlik durumları görülebilir. (Kelecek ve Göktürk, 2017).

Tükenmişlik kavramı Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 1998 yılında yayımladığı rapora göre hastalık olarak görülmüş, kişinin aşırı yoğunluk veya fazla çalışma durumunda duygusal yorgunluktan dolayı sorumlu olduğu işi yapamaması ya da eksik olarak yapması olarak tanımlanmıştır (Ören ve Türkoğlu, 2011). Cherniss (1980), ise tükenmişliği aşırı stres ve tatminsizliğe tepki olarak kişinin ruhsal olarak yaptığı işten soğuması olarak tanımlanmıştır. Raedeke ve Smith (2001)'e, göre sporcu tükenmişliği, sporcunun müsabakalara hazırlık döneminde veya müsabakalar sonucunda meydana gelen kronik streslere tepki olarak; bireylere karşı insancıl olmayan davranış, duygusal ve bedensel olarak tükenme duygusu olarak tanımlanmıştır (Kelecek ve Yıldırım, 2020). Eş zamanlı olarak tükenmişlik, sporcuların yaşadıkları duygu durumlarıyla birlikte performansta düşüş, yapılan işi anlamsız

bulma veya müsabakalara veya antrenmanlara katılmama gibi psiko-fizyolojik olgu olarak da ele alınmıştır (Eklund ve Cresswell, 2007).

Tükenmişlik olgusu, sporcuları mesleki gereksinimleri nedeniyle yorulma ve yıpranmaya maruz bırakmaktadır. Yıpranma ve fazla yorulma, çalışma ortamında olduğu gibi spor ortamında da tükenmede büyük önem arz etmektedir. Sporun sporcu üzerinde yıpratıcı bir etkisi de kaygılarla birlikte yıpratıcı hale gelerek kişiyi tükenmiş haline getirmektedir (Gustafsson ve ark., 2010). Bu tükenmişlik duygusal ve fiziksel olarak yorgunluğun, sporun yorucu temposuna ve sürekli başarıyı yakalayamama düşüncesiyle gelen başarısızlık hissini kapsayan çok çeşitli bir yapı olarak tanımlanabilir (Raedeke, 1997). Yapılan araştırmalar sporcuların tükenmişlik düzeylerinin yordayıcısı olarak kişinin güdülenme durumunun ve mükemmeliyetçiliğinin önemli bir etken olduğunu işaret etmektedir. Başka bir deyişle, sporcularda başarı temelli güdülenme ve mükemmeliyetçiliğin artışının beraberinde tükenmişliğin de paralel bir şekilde artış gösterdiği bilinmektedir (Kelecek ve Yıldırım, 2020).

Sporda tükenmişlik hususunda yukarıda bahsi geçen nedenlere ek olarak çeşitli nedenlerin olabileceğini boksörler özelinde ele alan Akbulut ve Altınkök (2018), boksörlerin uzun vadede bu sporu sürdürmelerinin de kişide tükenmişliğe yol açabileceği vurgusunu yapmışlardır. Özünde boks disiplininin kişi üzerinde fiziksel, ruhsal ve sosyal iyilik halini arttırdığı bilinmesine karşın uzun vadede çeşitli olumsuz sonuçlara da gebe olduğu bilinmektedir (Duru, 2021). Koca ve İmamoğlu (2018), tekvando ve karatecilerde kilo düşme sırasındaki davranışlarının benzer olduğunu, iki branşta da kilo düşme olayını gerçekleştirirken doğru bir yol izlemediklerini aktarmıştır. Bu duruma ek olarak boks sporunda da benzer durum olduğu söylenebilir. Boks branşında diğer sıklet sporlarına karşı her müsabaka öncesi kilo kontrolü olması, sporcuların yarıştığı sıkletini koruması gerektiği bilinmektedir. Bu durumda sporcuları fiziksel olarak halsiz, psikolojik olarak da kendilerini kötü hissetmelerine neden olabilmektedir. Bu durumda sporcularda sakatlanmalar veya ruhsal bozukluklar meydana gelmekte ve bu da tükenmişliği tetikleyen bir neden olarak karşılına çıkmaktadır. Bu bağlamda araştırmamızın temel amacı, üniversitelerarası boks müsabakalarına katılan boksörlerin çeşitli değişkenler açısından tükenmişlik düzeylerinin incelenmesidir.

## **Materyal ve Metod**

Bu bölümde, araştırmamızda kullanılan model, evren-örneklem, veri toplama aracı ve verilerin analizine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Araştırmanın materyali, kullanılan metodlar, verilerin toplanması, örnekleme yöntemi ve istatistik analiz metodları hakkında bilgi verilmelidir.

### **Araştırma Modeli**

Araştırmada, üniversitelerarası boks müsabakalarına katılan boksörlerin tükenmişlik düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlandığından tarama modelinden faydalanılmıştır. Tarama modelinde amaç, seçilen örneklem üzerinde var olan durumu olduğu şekliyle tespit etmektir (Karasar, 2013).

### **Evren-Örneklem**

Araştırmanın evrenini 28 Mart-1 Nisan 2022 tarihleri arasında Balıkesir ilinde gerçekleşen Üniversitelerarası Türkiye Boks Şampiyonasına yarışmacı olarak katılan 286 sporcu oluşturmuştur. Örnekleme ise evrende kolaylama örneklem yöntemi ile belirlenmiş olan 154 gönüllü boksör oluşturmaktadır.

### **Veri Toplama Aracı**

Araştırmada veri toplama amacıyla katılımcılara iki ayrı form yöneltilmiştir. Bunlardan ilki katılımcılara ilişkin demografik bilgilerin toplanması amacıyla kullanılan “Kişisel Bilgi Formu”, ikinci form ise katılımcıların tükenmişlik düzeylerinin tespit edilmesi adına kullanılan “Sporcu Tükenmişlik Ölçeği” dir.

### **Kişisel Bilgi Formu**

Bu bilgi formu, araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır ve toplamda 10 maddeden oluşmaktadır. Bunlar; yaş, cinsiyet, sınıf, milli sporcu durumu, spor yaşı, müsabakalara hazırlanırken kilo düşme durumu, kilo düşerken boksu bırakma fikri, yılda turnuva sayısı, turnuva hazırlanırken boksu bırakma fikri ve sakatlık dönemi boksu bırakma fikri değişkenleridir.

### **Sporcu Tükenmişlik Ölçeği**

Araştırma grubunda yeralan boksörlerin tükenmişliği düzeylerini ölçmek için Raedeke ve Smith (2001), tarafından geliştirilen, Kelecek ve ark. (2016), tarafından Türkçe güvenilirlik-

geçerlik çalışmaları yapılan “Sporcu Tükenmişlik Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek toplam 15 madde ve 3 alt boyuttan [Azalan Başarı Hissi ( $\alpha=0.75$ ), Duygusal/Fiziksel Tükenme ( $\alpha=0.87$ ) ve Duyarsızlaşma ( $\alpha=0.83$ )] oluşmaktadır.

### **Verilerin Analizi**

Araştırma kapsamında ulaşılan veriler IBM SPSS 25.0 paket programı yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırmada betimleyici istatistiklerden yararlanılmıştır. Verilere uygulanacak testler için, normal dağılım değerlerine bakılmıştır. Bununla birlikte verilerin homojen dağılıp dağılmadıklarını ortaya koyabilmek için gruplar arası homojenlik testi uygulanmış ve Levene istatistikleri ortaya konulmuştur. Araştırmanın güvenilirliği ise Cronbach’s Alpha testi ile bulunmuştur.

Araştırmada yer alan değişkenler arasındaki ilişkiler ve farklılıkların tespitini ortaya koyabilmek amacıyla, parametrik testlerden bağımsız gruplar t-testi, tek yönlü ANOVA ve Pearson Korelasyon analizi kullanılmıştır. ANOVA testlerinde anlamlı farklılık olan grupları ortaya koyabilmek adına verilerin homojen varyans dağılımını sağladığı testlerde Post-Hoc analizlerinden Scheffe testi, homojen varyans olmadığı durumlarda Tamhane’s T2 testinden faydalanılmıştır.

### **Bulgular**

Araştırmanın bu bölümünde araştırma çerçevesinde elde edilen verilerin analiz sonuçlarına ilişkin bulgular yer almaktadır.

Araştırma sürecinde elde edilen verilerin normal dağılıma uyup uymadıklarını belirleyebilmek için normallik testi uygulanmıştır. Bu test ile her bir maddeye ait çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri bulunmuştur. İlgili literatürde, değişkenlerin basıklık çarpıklık değerlerine ilişkin sonuçların +1,5 ile -1,5 arasında olması normal dağılım olarak kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu ölçek maddelerinin bu değerler aralığında olduğu görüldüğünden, bu çalışmada parametrik testler kullanılmıştır. Parametrik testlerin diğer varsayımı olan varyansların homojenlik testi için, Levene homojenlik testi uygulanmış ve ölçeğinin üç alt boyutu için uygulanan test sonrasında homojen dağılan veriler olduğu bulgusuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Araştırmada kullanılan ölçeğe ve ölçek alt boyutlarının güvenilirliğinin test edilebilmesi için “Cronbach’s Alpha” güvenilirlik katsayısından faydalanılmıştır.

**Tablo 1.** Sporcu tükenmişlik ölçeği güvenirlik analizi sonuçları

Sporcu Tükenmişlik Ölçeği Alt Boyutlar	Alt Boyutlara Ait Maddeler	Cronbach's Alpha
Duygusal/Fiziksel Tükenme	1-3-7-9-10	.844
Azalan Başarı Hissi	4-6-11-12	.675
Duyarsızlaşma	2-5-8-13	.770
Sporcu Tükenmişlik Ölçeği	Tüm Maddeler	.868

Tablo 1’de ölçek alt boyutlarından “duygusal/fiziksel tükenme” alt boyutuna ait 0,844 değeri, boyutun güvenirliğinin yüksek güvenilirlikte olduğunu, “azalan başarı hissi” alt boyutunda 0,675 kabul edilebilir- orta güvenirliği ve son boyut olan “duyarsızlaşma” boyutunda ise Cronbach Alpha katsayısı 0,770 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmanın Cronbach Alpha değeri 0,868 bulunarak yüksek güvenirlikte olduğu belirlenmiştir (Özdamar, 2002; George ve Mallery, 2010).

**Tablo 2.** Katılımcılara ilişkin değişkenlere yönelik betimleyici analiz sonuçları

Değişken	Gruplar	<i>f</i>	%
Yaş	17	1	0,6
	18	10	6,5
	19	18	11,7
	20	29	18,8
	21	19	12,3
	22	19	12,3
	23	17	11,0
	24	16	10,4
	25	9	5,8
	26	6	3,9
	27	4	2,6
Cinsiyet	Erkek	107	69,5
	Kadın	47	30,5
Sınıf	1.Sınıf	41	26,6
	2.Sınıf	45	29,2
	3.Sınıf	28	18,2
	4.Sınıf	40	26,0
Milli Sporcu Olma Durumu	Evet	53	34,4
	Hayır	101	65,6
Spor Yaşı	1	17	11,0
	2	14	9,1
	3	10	6,5
	4	8	5,2
	5	18	11,7
	6	10	6,5
	7	17	11,0
	8	8	5,2
	9	5	3,2
	10	13	8,4
	11	4	2,6
	12	16	10,4
	13	7	4,5
	14	1	0,6
	15	6	3,9
Müsabakalara	Evet	92	59,7

Hazırlanırken Kilo Düşme Durumu	Hayır	23	14,9
	Bazen	39	25,3
Kilo Düşerken Boks Bırakma Fikri	Evet	32	20,8
	Hayır	83	53,9
	Bazen	39	25,3
Yıllık Katılım Sağlanan Turnuva Sayısı	1	38	24,7
	2	51	33,1
	3	37	24,0
	4	13	8,4
	5	8	5,2
	6	6	3,9
	7	1	0,6
Turnuvaya Hazırlanırken Boks Bırakma Fikri	Evet	27	17,5
Sakatlık Dönemi Boks Bırakma Fikri	Hayır	74	48,1
	Bazen	53	34,4
	Evet	38	24,7
Sakatlık Dönemi Boks Bırakma Fikri	Hayır	66	42,9
	Bazen	50	32,5

Tablo 2 incelendiğinde katılımcılara ilişkin 17 yaşında olan katılımcılar %0,6, 18 yaşında olan katılımcılar %6,5, 19 yaşında olan katılımcılar %11,7, 20 yaşında olan katılımcılar %18,8, 21 yaşında olan katılımcılar %12,3, 22 yaşında olan katılımcılar %12,3, 23 yaşında olan katılımcılar %11,0, 24 yaşında olan katılımcılar %10,4, 25 yaşında olan katılımcılar %5,8, 26 yaşında olan katılımcılar %3,9, 27 yaşında olan katılımcılar %2,6, 28 yaşında olan katılımcılar %3,9 olduğu görülmektedir. Cinsiyet değişkeninde erkek katılımcılar %69,5, kadın katılımcılar ise %30,5'tur. Sınıf değişkeni incelendiğinde 1. Sınıfta okuyan katılımcılar %26,6, 2. Sınıfta okuyan katılımcılar %29,2, 3. Sınıfta okuyan katılımcılar %18,2, ve 4. Sınıfta okuyan katılımcılar ise %26,0 olarak bulunmuştur. Katılımcıların milli sporcu olma durumu incelendiğinde, %34,4 milli sporcu olan katılımcı ve %65,6 milli sporcu olmayan katılımcı yer almaktadır. Katılımcıların spor yaşı durumuna bakıldığında, spor yaşı 1 yıl olan %11,0, spor yaşı 2 yıl olan %9,1, spor yaşı 3 yıl olan %6,5, spor yaşı 4 yıl olan %5,2, spor yaşı 5 yıl olan %11,7, spor yaşı 6 yıl olan %6,5, spor yaşı 7 yıl olan %11,0, spor yaşı 8 yıl olan %5,2, spor yaşı 9 yıl olan %3,2, spor yaşı 10 yıl olan %8,4, spor yaşı 11 yıl olan %2,6, spor yaşı 12 yıl olan %10,4, spor yaşı 13 yıl olan %4,5, spor yaşı 14 yıl olan %0,6, spor yaşı 15 yıl olan %3,9 olduğu görülmektedir. Katılımcıların müsabakalara kilo düşme durumu değişkeni incelendiğinde, evet %59,7, hayır %19,9 bazen %25,3 olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılara ilişkin kilo düşerken boks bırakma fikri değişkeni incelendiğinde, evet %20,8, hayır %53,9, bazen %25,3 olduğu görülmektedir. Yılda katıldıkları turnuva sayısına bakıldığında 1 turnuvaya katılan %24,7, 2 turnuvaya katılan %33,1, 3 turnuvaya katılan %24,0, 4 turnuvaya katılan %8,2, 5 turnuvaya katılan %5,2, 6 turnuvaya katılan %3,9, 7 turnuvaya katılan %0,6 yüzdeleri bulunmuştur. Turnuva/şampiyonaya hazırlanırken boks bırakma fikri değişkeninde, evet %17,5, hayır

%48,1, bazen %34,4'tür. Sakatlık döneminde boksu bırakma fikri değişkeninde ise, evet %24,7, hayır %42,9 ve bazen %32,5 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Sporcuların yaş ile sporcu tükenmişlik ölçeği alt boyutlarına ilişkin korelasyon analizi sonuçları.

N=154	Yaş	Duygusal/Fiziksel Tükenme	Azalan Başarı Hissi	Duyarsızlaşma
Yaş	1	.146	.006	.225**

\*\* p<.01

Tablo 3'te görüldüğü üzere, sporcuların yaş ile ölçek alt boyutları arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Pearson Korelasyon Analizi sonucunda, yaş ve “duyarsızlaşma” ( $r=0,225^{**}$ ,  $p<0,01$ ) alt boyutu arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Fakat zayıf doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle, yaş arttıkça duyarsızlaşma da artmaktadır.

**Tablo 4.** Sporcuların cinsiyet değişkenine göre sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin t testi sonuçları

Alt Boyutlar	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	t	p
Duygusal/Fiziksel Tükenme	Erkek	107	2,39	0,811	-0,354	0,724
	Kadın	47	2,45	0,943		
Azalan Başarı Hissi	Erkek	107	2,48	0,731	-1,780	0,020*
	Kadın	47	2,73	0,928		
Duyarsızlaşma	Erkek	107	2,15	0,967	1,040	0,300
	Kadın	47	1,98	0,855		

\* p<0,05

Tablo 4'teki bulgular incelendiğinde, sporcuların tükenme düzeyleri alt boyutlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu, sadece “azalan başarı hissi” alt boyutu istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ). Aritmetik ortalamalara bakıldığında ortaya çıkan bu farklılığın; azalan başarı hissi alt boyutunda erkekler lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 5'e bakıldığında, araştırmaya katılan sporcuların tükenmişlik düzeylerinin öğrenim görülen sınıf değişkenine ilişkin hiç bir alt boyutta anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ).

Tablo 6'da görüldüğü üzere, sporcuların tükenmişlik düzeylerinin, milli sporcu olma durumu değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan bağımsız grup t-testi sonucunda, sporcuların tükenmişlik düzeylerinin milli sporcu durumu değişkenine göre anlamlı bir farklılaşmanın meydana gelmediği görülmektedir. Ayrıca, tüm alt boyutlarda milli sporcuların tükenmişlik düzeylerinin ortalamasının yüksek olduğu belirlenmiştir.



**Tablo 5.** Sporcuların sınıf değişkenine göre sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin ANOVA sonuçları

Alt Boyutlar	Sınıf	N	$\bar{X}$	Ss	F	p
Duygusal/ Fiziksel Tükenme	1.Sınıf	41	2,33	0,941	0,984	0,404
	2. Sınıf	45	2,29	0,734		
	3.Sınıf	28	2,48	0,768		
	4.Sınıf	40	2,58	0,926		
Azalan Başarı Hissi	1.Sınıf	41	2,43	0,772	1,104	0,350
	2. Sınıf	45	2,73	0,848		
	3.Sınıf	28	2,48	0,775		
	4.Sınıf	40	2,55	0,793		
Duyarsızlaşma	1.Sınıf	41	1,90	0,921	1,336	0,265
	2. Sınıf	45	2,05	0,876		
	3.Sınıf	28	2,21	0,934		
	4.Sınıf	40	2,28	0,999		

**Tablo 6.** Sporcuların milli sporcu olma durumu değişkenine göre sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin t Testi sonuçları

Alt Boyutlar	Milli Sporcu Olma Durumu	N	$\bar{X}$	Ss	t	p
Duygusal/Fiziksel Tükenme	Evet	53	2,52	0,899	1,166	0,245
	Hayır	101	2,35	0,828		
Azalan Başarı Hissi	Evet	53	2,40	0,866	-1,761	0,080
	Hayır	101	2,64	0,757		
Duyarsızlaşma	Evet	53	2,20	0,989	0,966	0,335
	Hayır	101	2,04	0,906		

**Tablo 7.** Sporcuların kişisel gelir ile sporcu tükenmişlik ölçeği alt boyutlarına ilişkin korelasyon analizi sonuçları

N=154	Kişisel Gelir	Duygusal/Fiziksel Tükenme	Azalan Başarı Hissi	Duyarsızlaşma
Kişisel Gelir	1	-0,024	-0,083	0,120

Tablo 7 incelendiğinde, pearson korelasyon analizi sonucunda, sporcuların kişisel geliri ile ölçek alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

**Tablo 8.** Sporcuların spor yaşı ile sporcu tükenmişlik ölçeği alt boyutlarına ilişkin korelasyon analizi sonuçları

N=154	Spor Yaşı	Duygusal/Fiziksel Tükenme	Azalan Başarı Hissi	Duyarsızlaşma
Spor Yaşı	1	0,156	-0,100	0,202*

\*p<0,05

Tablo 8, sporcuların spor yaşı değişkeni ile tükenmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiye korelasyon analizi ile bakıldığında, sadece “duyarsızlaşma” (r=0,202, p<0,05) alt boyutunda pozitif yönde ve zayıf ilişki bulunmuştur. Sporcuların spor yaşı arttıkça, tükenmişlik düzeyleri de artmıştır denilebilir.

Tablo 9 incelendiğinde, sporcuların müsabaka hazırlık döneminde kilo düşme durumlarına bağlı tükenmişlik düzeylerinin, ölçeğin hiçbir alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı farklılığa yol açmadığı tespit edilememiştir.

**Tablo 9.** Müsabakalara hazırlanırken kilo düşme durumu değişkenine göre sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin ANOVA sonuçları

Alt Boyutlar	Müs. Haz.Kilo Düşme	N	Ss	F	p	
Duygusal/ Fiziksel Tükenme	Evet	92	2,46	0,867	2,988	0,053
	Hayır	23	2,02	0,777		
	Bazen	39	2,53	0,806		
Azalan Başarı Hissi	Evet	92	2,61	0,856	0,790	0,456
	Hayır	23	2,38	0,757		
	Bazen	39	2,54	0,687		
Duyarsızlaşma	Evet	92	2,15	0,964	1,096	0,337
	Hayır	23	1,83	0,725		
	Bazen	39	2,13	0,967		

**Tablo 10.** Kilo düşerken boksu bırakma durumu değişkeni ile sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin ANOVA sonuçları

Alt Boyutlar	Kilo Düş. Boks Bırakma	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Scheffe Testi
Duygusal/ Fiziksel Tükenme	Evet	92	2,46	0,867	2,988	0,000**	Evet>Hayır Bazen>Hayır
	Hayır	23	2,02	0,777			
	Bazen	39	2,53	0,806			
Azalan Başarı Hissi	Evet	92	2,61	0,856	0,790	0,042*	Evet>Hayır
	Hayır	23	2,38	0,757			
	Bazen	39	2,54	0,687			
Duyarsızlaşma	Evet	92	2,15	0,964	1,096	0,000**	Evet>Hayır
	Hayır	23	1,83	0,725			
	Bazen	39	2,13	0,967			

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Tablo 10’da araştırmaya katılan sporcuların tükenmişlik düzeyleri, kilo düşerken boks bırakma durumu değişkenine bağlı tüm alt boyutlarda istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunun bulunması için çoklu karşılaştırma testlerinden (Post Hoc testi) varyanslar eşit olduğundan Scheffe testine başvurulmuştur.

Yapılan Scheffe testi sonuçları alt boyutlar düzeyinde incelendiğinde:

- “*Duygusal/Fiziksel Tükenme*” alt boyutunda *Evet ile Hayır* grubu arasında ( $\bar{x}=2,46-\bar{x}=2,02$ ) Evet lehine, *Bazen ile Hayır* arasında ( $\bar{x}=2,53-\bar{x}=2,02$ ) Bazen grubu lehine olarak ortaya çıkmıştır.
- “*Azalan Başarı Hissi*” alt boyutunda *Evet ile Hayır* grubu arasında ( $\bar{x}=2,61-\bar{x}=2,38$ ) Evet grubu lehine anlamlılık gözlenmektedir.
- “*Duyarsızlaşma*” alt boyutunda *Evet ile Hayır* grubu arasında ( $\bar{x}=2,15-\bar{x}=1,83$ ) Evet grubu lehine anlamlılık tespit edilmiştir.

**Tablo 11.** Sporcuların yılda katıldıkları turnuva sayısı ile sporcu tükenmişlik ölçeği alt boyutlarına ilişkin korelasyon analizi sonuçları

N=154	Turnuva Sayısı	Duygusal/Fiziksel Tükenme	Azalan Başarı Hissi	Duyarsızlaşma
Turnuva Sayısı	1	-0,009	-0,191*	-0,040

\* p<0,05

Tablo 11’de görüldüğü üzere, sporcuların yılda katıldıkları turnuva sayısı ile tükenmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiye korelasyon analizinde, sadece “azalan başarı hissi” ( $r=-0,191$ ,  $p< 0,05$ ) alt boyutunda negatif yönde ve zayıf bir ilişki bulunmuştur. Yılda katıldıkları turnuva sayısı arttıkça, azalan başarı hislerinin azaldığı söylenebilir.

**Tablo 12.** Turnuva hazırlanırken boksu bırakma durumu değişkeni ile sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin ANOVA sonuçları

Alt Boyutlar	Tur. Haz. Boksuna Bırakma	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Tamhane Testi
Duygusal/ Fiziksel Tükenme	Evet	27	2,97	1,002	17,289	0,000*	Evet>Hayır
	Hayır	74	2,05	0,703			
	Bazen	53	2,63	0,733			
Azalan Başarı Hissi	Evet	27	2,97	0,964	11,394	0,000*	Bazen>Hayır
	Hayır	74	2,27	0,711			
	Bazen	53	2,75	0,684			
Duyarsızlaşma	Evet	27	2,69	1,086	11,927	0,000*	Evet>Hayır
	Hayır	74	1,74	0,776			
	Bazen	53	2,29	0,857			

\*\* p<0,01

Tablo 12’de araştırmaya katılan sporcuların tükenmişlik düzeyleri, turnuvaya hazırlanırken boksu bırakma durumu değişkenine bağlı tüm alt boyutlarda istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunun bulunması için çoklu karşılaştırma testlerinden (Post Hoc testi) varyanslar eşit olmadığından Tamhane T2 testine başvurulmuştur.

Yapılan Tamhane T2 testi sonuçları alt boyutlar düzeyinde incelendiğinde:

- “*Duygusal/Fiziksel Tükenme* ” alt boyutunda *Evet ile Hayır* grubu arasında ( $\bar{x}=2,97$ - $\bar{x}=2,05$ ) Evet lehine olarak ortaya çıkmıştır.
- “*Azalan Başarı Hissi*” alt boyutunda Hayır ile Bazen grubu arasında ( $\bar{x}=2,27$ - $\bar{x}=2,75$ ) Bazen grubu lehine anlamlılık gözlenmektedir.
- “*Duyarsızlaşma*” alt boyutunda Evet ile Hayır grubu arasında ( $\bar{x}=2,69$ - $\bar{x}=1,74$ ) Evet grubu lehine anlamlılık tespit edilmiştir.

**Tablo 13.** Sakatlık döneminde boksu bırakma fikri değişkeni ile sporcu tükenmişlik düzeylerine ilişkin ANOVA sonuçları.

Alt Boyutlar	Sakatlık Dönemi Boksü Bırakma	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Scheffe Testi
Duygusal/ Fiziksel Tükenme	Evet	38	2,65	0,935	4,645	0,011*	Evet>Hayır
	Hayır	66	2,18	0,826			
	Bazen	50	2,53	0,750			
Azalan Başarı Hissi	Evet	38	2,84	0,835	4,538	0,012*	Evet>Hayır
	Hayır	66	2,37	0,795			
	Bazen	50	2,59	0,726			
Duyarsızlaşma	Evet	38	2,50	1,105	9,544	0,000**	Evet>Hayır
	Hayır	66	1,75	0,796			
	Bazen	50	2,25	0,812			

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Tablo 13’de sakatlık döneminden boksü bırakma durumuna bağılı sporcu tükenmişlik ölçeğı alt boyutları arasında gruplara göre farklılaşma incelenmiştir. Analiz sonuçlarında, tüm alt boyutlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek amacıyla, varyanslar homojen olduğundan Scheffe testi kullanılmıştır.

Yapılan Scheffe testi sonuçları alt boyutlar düzeyinde incelendiğinde:

- “*Duygusal/Fiziksel Tükenme*” alt boyutunda *Evet ile Hayır* grubu arasında ( $\bar{x}=2,65$ - $\bar{x}=2,18$ ) Evet grubu lehine olarak ortaya çıkmıştır.
- “*Azalan Başarı Hissi*” alt boyutunda Evet ile Hayır grubu arasında ( $\bar{x}=2,84$ - $\bar{x}=2,37$ ) Evet grubu lehine anlamlılık gözlenmektedir.
- “*Duyarsızlaşma*” alt boyutunda Evet ile Hayır grubu arasında ( $\bar{x}=2,50$ - $\bar{x}=1,75$ ) Evet grubu lehine anlamlılık tespit edilmiştir.

## Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulguların konu ile ilgili literatürde yer alan verilerle tartışılmasına yer verilmiştir. Araştırma bulgularına göre katılımcıların yaş değişkeni ile ölçeğın Duyarsızlaşma alt boyutu arasında pozitif yönde ilişki bulunmuştur. Çaloğlu ve Menteş Yalçın (2020), sporcu eğitim merkezindeki güreşçiler ile gerçekleştirdiğı çalışmasında anlamlı farklılık bulunmadığını tespit etmiştir. Güvendi (2020), milli güreşçiler ile yaptığı çalışma sonucuna ise yaş değişkeni ile tükenmişlik ölçek boyutları arasında anlamlı farkın olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç verilerimizi destekler niteliktedir. Her ne kadar veriler birbirleri arasında farklılık gösterse de sporcular ile mesleki deneyimleri ve buna bağılı tükenmişlik düzeylerinin de arttığı düşünülmektedir.

Araştırma grubunda yer alan boksörlerin cinsiyet değişkenine ilişkin ölçeğin Azalan Başarı Hissi alt botunda erkek katılımcılar lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Demirci'nin (2018), yapmış olduğu araştırma sonucunda Duyarsızlaşma alt boyutunda anlamlı farklılık bulunduğu tespit edilmiştir. Bu anlamlı farklılığın ise erkek katılımcılar lehine olduğunu belirtmiştir. Güvendi'nin (2020), milli güreşçiler ile yaptığı çalışma sonucunda ise sporcu tükenmişliği alt boyutlarının hepsinde anlamlı fark olduğunu belirtmiştir. Literatür taramasında elde edilen sonuçlara bakıldığında çalışmalar birbirlerini destekler niteliktedir. Demirci'nin (2018), de ifade ettiği gibi kadın sporcuların erkek sporculara oranla yapılan spor branşına daha uyumlu tutkunluk gösterdiği, bu yüzden erkek sporcuların azalan başarı hissinden kaynaklı duyarsızlaşma durumunun kadın sporculardan daha erken meydana geldiği görülmüştür.

Araştırma bulgularına göre katılımcıların sınıf değişkenine ilişkin sporcu tükenmişliğinin alt boyutlarında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. Gündüz, Çapri ve Gökçakan'ın (2012), üniversite öğrencilerinin tükenmişlik düzeylerini araştırdığı çalışmalarında sınıf değişkeni ile ölçeğin alt boyutlarında anlamlı farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Tansel (2015), de yine üniversite öğrencilerinin tükenmişlik düzeylerini araştırdığı çalışmasında Tükenme ve Duyarsızlaşma alt boyutlarında anlamlı farklılık olduğunu belirtmiştir. Bu veriler her ne kadar bizim sonuçlarımızın aksi yönünde olsa da araştırma grubumuzu üniversite okuyan sporcular olduğu baz alınırse sınıf değişkeninin sporcu tükenmişliğini etkilemeyeceğini söylemek mümkündür.

Milli sporcu olma durumu değişkenine bağlı yapılan analiz sonucunda alt boyutlarda anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. Çaloğlu ve Menteş Yalçın (2020), da araştırma bulgularımıza paralel veriler elde ederek, sporcu eğitim merkezindeki güreşçilerle gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda milli sporcu olma durumu değişkenine bağlı ölçeğin alt boyutlarında anlamlı farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Kuzu'nun (2019), futbolcularla gerçekleştirdiği çalışma sonucunda ise milli sporcu olma durumuna bağlı ölçeğin alt boyutlarında anlamlı farklılık olduğunu belirtmiştir. Bu durumun kimi milli sporcular üzerinde millilik unvanını elde edene kadar geçen sürede verdikleri mücadeleye bağlı tükenmişliğe neden olabileceği gibi kimi milli sporcular üzerinde tükenmişliğe yol açmadığı düşüncesinden kaynakladığını söylemek mümkündür.

Araştırma bulgularımız kişisel gelir değişkeni ile sporcu tükenmişliği ölçeğinin alt boyutları arasında ilişki olmadığını işaret etmektedir. Kuzu'nun (2019), futbolcularla gerçekleştirdiği çalışmanın neticesinde ise gelir düzeyi ile ölçeğin alt boyutlarında anlamlı fark olduğunu belirtmiştir. Başaran'ın (2021), badminton antrenörleri ile yapmış olduğu

çalışma sonucuna göre tükenmişlik ölçeğinin alt boyutlarında anlamlı farklılık olmadığını tespit etmiştir. Bu veriler çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir ve bu durumun kişilerin gelir düzeylerini algılama durumları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Sporcuların spor yaşı değişkeni ile tükenmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, sadece Duyarsızlaşma alt boyutunda pozitif yönde ve düşük düzeyli bir ilişki bulunmuştur. Bu sonucun sporcuların spor yaşının artışı ile tükenmişlik düzeylerinin de artabileceğini ifade ettiğini söylemek mümkündür. Verilerimizi destekler nitelikte çalışmalardan Çaloğlu ve Menteş Yalçın (2020), sporcu eğitim merkezindeki güreşçilerle gerçekleştirdikleri çalışmalarında sporcu tükenmiş ölçeğinin Duyarsızlaşma ve Duyusal/Fiziksel Tükenme alt boyutlarında anlamlı farklılığın olduğunu belirtmiştir. Özcoşan (2018), farklı spor dallarındaki sporcularla gerçekleştirdiği çalışmasının sonucunda 8-11 yıl arasında spor yaşına sahip olan sporcuların, 1-3 yıl arasında spor yaşına sahip sporculara kıyasla tükenmişlik düzeyi ortalama puanlarının daha fazla olduğunu belirlemiştir. Spor yaşı artan sporcuların tükenmişlik düzeylerinin fazla olmasının sebebini aynı uğraşı daha uzun süre yaptıklarından dolayı duyarsızlaşma olduğu düşünülmektedir.

Katılımcıların müsabakalara hazırlanma döneminde kilo düşme durumu ile tükenmişlik düzeyleri arasında ölçeğin hiçbir alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilememiştir. Fakat ortalama puanlara bakıldığında tüm alt boyutlarda evet cevabını veren grubun puanları diğer grupların puanlarından daha yüksek olarak bulunmuştur. Yarar ve arkadaşlarının (2017), sporda kilo düşme profilini inceledikleri araştırmaları sonucunda kimi sporcuların kilo düşerken stres düzeylerinin yükseldiğini tespit etmişlerdir. Stres faktörünün tükenmişlik düzeyi üzerinde pozitif yönde etki sahibi olduğu (Canci ve Kavuran, 2021), göz önünde bulundurularak; sporcuların kilo düşme dönemlerinde yaşadıkları stresin tükenmişlik düzeyini arttırdığını söylemek mümkündür.

Boksörlerin yıl içerisinde katıldıkları turnuva sayıları ile azalan başarı hissi alt boyutu arasında negatif yönde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda müsabakaya daha sık katılım sağlayan boksörlerin başarı hislerinin azaldığını söylemek mümkündür. Kapucu (2017), mesleki açıdan bir işin sıklıkla yapılmasının kimi bireyler üzerinde tükenmişliğe yol açabileceğini tespit etmiştir. Sıklıkla turnuvaya katılmanın yorgunluğa yol açtığını ve bu yorgunluk sonrası toparlanamamanın tükenmişliği arttırdığı (Raedeke ve Smith, 2001), verilerinden yola çıkarak; boksörlerin yıl içerisinde katıldıkları turnuva sayısının fazla olması ile tükenmişlik düzeylerinde artış olabileceğini söylemek mümkündür.

Araştırma grubunda yer alan boksörlerin boksu bırakma düşüncelerine ilişkin tükenmişlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan testlerin neticesinde; kilo düşerken,

turnuvaya hazırlanırken ve sakatlık döneminde boksı bırakma düşüncesi olan bireylerin bu düşünceye sahip olmayanlara kıyasla daha yüksek ortalama puan elde ettikleri tespit edilmiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Pehlivan (2013), da okul sporlarına katılan sporcuların sporu bırakma nedenleri arasında tükenmişlik hissinin artmasını nedeninin yer aldığı sonucuna ulaşmıştır. Özcoşan (2018), ise çeşitli spor dallarından sporcuların tükenmişlik düzeylerini incelemiş ve bulgularına dayanarak sporcuların çeşitli sebeplerden dolayı sporun içerisinde stres ve kaygı yüklü dönemler geçirebildiklerini, buna bağlı olarak tükenmişlik düzeylerinin arttığını ifade etmiştir. Nitekim tükenmişliğin artışıyla da sporcunun sporu bırakma düşüncesine sürüklediği sonucuna ulaşmıştır. Tüm bu verilere dayanarak; kilo düşme, sakatlık ya da yoğun hazırlık dönemleri gibi strese yol açan durumların boksörlerin tükenmişlik düzeylerini arttırdığını ve bu duruma bağlı sporu bırakma düşüncesine sürüklediklerini söylemek mümkündür. Tükenmişlik ile başa çıkmak isteyen sporcuların bu durumlarını ortadan kaldırmak, azaltmak ya da başa çıkabilmelerine yardımcı olabilmek için kulüpler, federasyonlar, antrenörler sporcularının, spor psikologlarından destek almalarını sağlayabilir. Bu çalışma aynı branş ve farklı örneklemeler ile tekrarlanarak ve nitel çalışmalar ile daha kapsamlı hale getirilebilir. Bu konu hakkında özellikle sporculara bu çalışmalar ışığında çözüm önerileri sunulabilir.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Kaynaklar**

Akbulut A, Altinkök M., 2018. Boks antrenörlerinin tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Sportive (Spor, Eğitim ve Rekreasyon Dergisi), 1(1): 31-41.

Başaran Ü., 2021. Badminton antrenörlerinin iş doyumu ve tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Camci G, Kavuran E., 2021. Hemşirelerin iş stresi ve tükenmişlik düzeyleri ile meslek ve yaşam doyumu düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 24(2): 274-283.

Cherniss C., 1980. Staff burnout: Job stress in the human services. Beverly Hills: Sage Publications.

Çaloğlu M, Yalçın ÖM., 2020. Sporcu eğitim merkezlerindeki güreşçilerin sporcu tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 1(2): 59-73.

Demirci E., 2018. Sporcularda tutkunluk, mükemmeliyetçilik ve tükenmişlik arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Duru T., 2021. Ağrı'da boksör olmak: Elit sporcuların deneyimleri üzerine nitel bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Eklund RC, Cresswell SL., 2007. Athlete burnout. In G. Tenenbaum, & R. C. Eklund (Eds.), Handbook of sport psychology (3rd ed., 621-641). Hoboken, NJ: Wiley.

George D, Mallery M., 2010. SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference, 17.0 update. Boston: Pearson.

Gustafsson H, Hassmén P, Podlog L., 2010. Exploring the relationship between hope and burnout in competitive sport. Journal of Sports Sciences, 28(14): 1495-1504.

Güvendi Y., 2020. Milli güreşçilerin psikolojik becerilerinin tükenmişlik düzeyleri ile ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Kapucu S., 2017. Hemodiyaliz hemşirelerinde tükenmişlik ve önlemler hemotükenmişlik. Bozok Tıp Dergisi, 7(1): 80-87.

Karasar N., 2013. Bilimsel araştırma yöntemi (25. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kelecek S, Göktürk E., 2017. Kadın futbolcularda sporcu bağlılığının sporcu tükenmişliğini belirlemedeki rolü. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi-BÜSBİD, 2(2): 162-173.

Kelecek S, Yıldırım K., 2020. Sporcu tükenmişliğini belirlemede farklı psikolojik yapıların rolü. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi-BÜSBİD, 5(2): 164-175.

Kelecek S, Kara FM, Çetinkalp FZK, Aşçı FH., 2016. Sporcu tükenmişlik ölçeği'nin Türkçe uyarlaması. Spor Bilimleri Dergisi, 27(4): 150-161.

Koca F, İmamoğlu O., 2018. Tekvando ve karatecilerde kilo düşme davranışları. Turkish Studies, 13(18): 927-938.



Kuzu C., 2019. Profesyonel ve bölgesel amatör lig futbolcularının tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Ören N, Türkoğlu H., 2006. Öğretmen adaylarında tükenmişlik. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(16): 1-10.

Özcoşan V., 2018. Farklı spor dallarındaki sporcuların tükenmişlik düzeylerinin bazı değişkenlere göre araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Özdamar K., 2002. Paket programlarla istatistiksel veri analizi (4. Baskı). Eskişehir: Kaan Kitabevi.

Pehlivan Z., 2013. Okullararası spor yarışmalarına katılanların sporu bırakma ve devam etme nedenleri. Spor Bilimleri Dergisi, 24(3): 209-225.

Raedeke TD., 1997. Is athlete burnout more than just stress? A sport commitment perspective. Journal of Sport and Exercise Psychology, 19(4): 396-417.

Raedeke TD, Smith AL., 2001. Development and preliminary validation of an athlete burnout measure. Journal of Sport and Exercise Psychology, 23(4): 281-306.

Tabachnick BG, Fidell LS., 2013. Using multivariate statistics. Boston, Pearson.

Tansel B., 2015. Üniversite öğrencilerinin tükenmişlik düzeylerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 44(2): 241-268.

Yarar H, Türkyılmaz R, Eroğlu H, Kurt S, Eskici G., 2017. Elit güreşçilerin kilo düşme profillerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 19(4): 52-63.

## Software Based Land Vehicle Manufacturing and Investigation of Operability with Alternative Energy Sources

Çetin ÇİMEN<sup>1</sup>, Ezgi Pelin YILDIZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kafkas University Kazım Karabekir Vocational School of Technical Sciences, Department of Machinery and Metal Kars Turkey

<sup>2</sup>Kafkas University Kazım Karabekir Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technology Kars Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9987-9857>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1338-2509>

\*Corresponding author: [yildizezgipelin@kafkas.edu.tr](mailto:yildizezgipelin@kafkas.edu.tr)

### Research Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 06.06.2022

Accepted Date: 25.07.2022

Online Publishing:09.12.2022

#### Keywords:

Software based

Land vehicle manufacturing

Alternative energy sources

Mblock

Research in recent years has revealed that fossil fuels are running out and that energy production needs to be done in different ways. Solar energy is one of the sources used for this energy production. Solar energy has many application areas and has recently attracted attention as a clean energy source in the world. With the increasing interest in renewable and sustainable energy systems, solar-powered cars have also come to the fore. Prototypes of solar-powered cars/vehicles are being developed day by day. As solar-powered cars become common, not only will environmental pollution be reduced, but also noise pollution will be reduced. In line with all this information, this study it is aimed to design a prototype of solar cars, which will be the cars of the future. The make block program was used in the design of the prototype. Easy to install, this mBot is inspired by Scratch 2.0 and works with mBlock, allowing it to connect with computers or smart devices via Bluetooth or 2.4G (a different version) and this work, providing details about an experimental solar-powered land vehicle prototype. The electrical and mechanical features of the prototype are detailed. It is predicted that the product developed as a result of the study may be an exemplary prototype for future research.

## Yazılım Tabanlı Arazi Araç İmalatı ve Alternatif Enerji Kaynaklarıyla Çalışabilirliğinin Araştırılması

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

#### Makalenin Tarihiçesi:

Geliş Tarihi: 06.06.2022

Kabul Tarihi:25.07.2022

Online Yayınlama:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Yazılım tabanlı

Arazi araçları imalatı

Alternatif enerji kaynakları

Mblock

Son yıllarda yapılan araştırmalar fosil yakıtların tükenmek üzere olduğunu ve enerji üretiminin farklı şekillerde yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu enerji üretiminde kullanılan kaynaklardan biri de güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin birçok uygulama alanı vardır ve son yıllarda dünyada temiz bir enerji kaynağı olarak dikkatleri üzerine çekmiştir. Yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji sistemlerine olan ilginin artmasıyla birlikte güneş enerjisiyle çalışan arabalar da ön plana çıkmaya başlamıştır. Güneş enerjisiyle çalışan arabaların/araçların prototipleri her geçen gün geliştirilmektedir. Güneş enerjisiyle çalışan arabalar yaygınlaştıkça sadece çevre kirliliği azalmakla kalmayacak, aynı zamanda gürültü kirliliği de azalacaktır. Tüm bu bilgiler doğrultusunda, bu çalışmada geleceğin arabaları olacak güneş panelli araçların yapımının bir prototip tasarlanması amaçlanmaktadır. Prototipin tasarımında make blok programı kullanılmıştır. Kurulumu kolay olan bu mBot, Scratch 2.0'dan ilham almıştır ve mBlock ile çalışarak Bluetooth veya 2.4G (farklı sürüm) aracılığıyla bilgisayarlara veya akıllı cihazlara bağlanmaya olanak tanımaktadır. Çalışmada prototipin elektriksel ve mekanik özellikleri detaylandırılmıştır. Çalışma sonucunda geliştirilen ürünün ileride yapılacak araştırmalar için örnek bir prototip olabileceği öngörülmektedir.

## **Introduction**

At the beginning of the new energy sources, which are called "alternative energy sources" in scientific terminology, the energy with unlimited resources comes from solar energy (Unalan, 2005). Vehicles are today's indispensable mechanical and electronic systems. When choosing a vehicle, the fastest and least costly methods are selected. However, energy is needed to operate vehicles. The rapid depletion of fossil fuels used to obtain energy and their expensiveness necessitated the search for new fuels in vehicles. In addition, the damage to the environment caused by the fossil fuels used has accelerated this search. An alternative energy source that has been used recently in studies conducted for this purpose is the sun. Due to the reasons mentioned, the idea of using an endless energy source such as solar energy as fuel in the car has emerged and tried (Tuncay and Ustun, 2004). Today, many solar-powered vehicles are produced. Solar energy has been the source of energy used instead of solid fuel in cars, golf carts, airplanes and marine vehicles (Whitworth, 2011).

Although the general mechanical parts in solar powered cars are not different from known vehicles, they contain the general principles of an electric car in terms of electricity. Just like in an electric vehicle, in solar vehicles, the propulsion is provided by an electric motor and the energy is stored in batteries (Tuncay et al., 2006). In addition solar cells and related electronic circuits are available in solar powered cars. As a result, electric vehicles in today's market are more in demand than other vehicles. When the literature is examined, the development of electric cars has been a continuous and challenging process. Many studies have been carried out in the literature on the development of solar powered cars. Most of these studies are in the direction of increasing the efficiency of electric cars in a harsh environment.

In Turkey, solar energy is mostly used for the purpose of obtaining hot water in buildings. It is also used in street lighting and traffic warning systems. Although its use has become widespread in Turkey in recent years, there are also solar-powered vehicle applications. In photovoltaic applications, storage as well as generation of electrical energy affects the usability of solar energy in vehicles. For this reason, the use of solar energy in vehicles requires the evaluation of photovoltaic cells and battery groups together (Ozturk et al., 2012). The basis of all studies on the use of alternative energy in vehicles is the requirement not to reduce the vehicle's independent cruising distance below the usage

conditions. Due to the high energy density of their fuels, the ranges of gasoline and diesel engine vehicles are seen as difficult to reach (Cunanan et al., 2021).

When the researches and results on the subject in recent years are examined; Mahmoudi et al. (2017), they conducted a research titled: prototype design of a compact plug-in solar electric vehicle application for smart power management architecture. In this research, they were providing details about experimental Electric Vehicle prototype. The electrical and mechanical features of the prototype are detailed. As a result; first prototype, AC/DC converter would be external and would feed the Smart Charging System directly with 24VDC. At the end of the research, the chassis design was found to be successful; it was emphasized that some features needed to be improved, such as the roof surface being limited to 1.4m<sup>2</sup> and not being able to get two full-size semi-flexible panels.

Ustun et al., (2015), in their research, they studied the development of electrical design measurement, road performance simulation and energy management system of solar powered race vehicles. In this design, solar cells, electrical supply and battery circuits, direct drive brushless DC motor, motor driving and control circuits, data communication system, road driving scenarios and simulations and the energy management system that optimizes the racing performance of the vehicle are explained.

Kucuk (2019), investigated the design of a new projecting tool for solar systems in his study. In this study, material and cost analysis were made before the installation of solar energy systems. C interface program was used in the analysis study. In this interface, the necessary information is presented to the user during the installation of the solar energy system. Values that vary according to the system that the user will install are designed to be entered by the user. In addition to these options, insolation angle values were calculated according to the regions. Angle values are calculated according to the latitude of each province in Turkey and presented to the user in the interface.

Cobanoglu et al., (2021), they are studies within the scope of designing a solar powered charging station. In the study, cost analysis of different sized solar powered electric vehicle charging stations covering the next 25 years was made. In addition, its contribution to reducing the load on the network is also examined.

### **Purpose of the Research**

In line with all this information, this study is aimed to design a prototype of solar cars, which will be the cars of the future. The make block program was used in the design of the prototype. Easy to install, this mBot is inspired by Scratch 2.0 and works with mBlock,

allowing it to connect with computers or smart devices via Bluetooth or 2.4G (different version). In this work, providing details about experimental solar powered land vehicle prototype. The electrical and mechanical features of the prototype are detailed.

### **Importance of the Research**

In the design process, a prototype is a real product simulation that shows what the product will look like, what the product will do, and how the product will function before launching it. One of the important steps in a new product development process is prototyping. It is a work done to make it testable, interactive with the target audience of the product and to get the first comments about it by its future users. It is predicted that the product developed as a result of the study may be an exemplary prototype for future research.

### **Method**

This research is an example of a prototype development model. Prototyping is an important activity in most new product development processes (Elverum et al., 2016). Prototyping model is a software development model in which a prototype is built, tested, and reworked until an acceptable prototype is achieved (Nacheva, 2017). The product prototype developed in the research has been validated for functionality. It is predicted that the product prototype developed in this research will form the basis for future models. In addition, this study is a software-based manufacturing construction study.

### **Product Design**

#### **Materials**

- Solar panel
- Dc Motor
- Wheels
- Plastic Pulley
- Rubber Band
- Steel Wire
- Straw
- Cardboard

The above materials were used in the design of the product.

## Features of Solar Panel Prototype

- Solar panels consist of photovoltaic semiconductor silicon cells that convert sunlight into electrical energy.
- The direct current generated by the sun rays falling on the solar cells located on the solar panels provides the generation of electrical energy.
- A silicon cell generates approximately 0.5 Volts.
- As a result of soldering the cells in series, the desired panel voltage and current value is reached.
- Solar panels, which meet the energy needs of homes and workplaces, are much more advantageous and less costly than artificial energy sources.

## Working Principle

The solar panels on the solar car convert the solar energy into electrical energy. At the same time, there is a battery system on the car. The vehicle operates using the energy obtained from these panels and the energy of the battery.

The Mblock program was used for coding the product. MBlock is a block-based coding environment. The working logic is like Scratch. With the drag and drop method, it is possible to create large code blocks by placing the code blocks side by side, under each other and to move the character with these code blocks. MBlock sends blocks of code to robot kits to make the robot move in a tangible way.

MBlock is a software produced to code and run robots developed by Makeblock (Duran, 2022). But later it started to be used in arduino projects. With this program, programming started to be done easily with code blocks instead of complex arduino libraries. Code blocks are given below;

```
function sendPackage(argList, type){  
var bytes = [0xff, 0x55, 0, 0, type];  
for(var i=0;i<argList.length;++i){  
    var val = argList[i];  
if(val.constructor == "[class Array]"){  
        bytes = bytes.concat(val);  
    }  
}
```

```

        }else{
            bytes.push(val);
        }
    }

    bytes[2] = bytes.length - 3;

    device.send(bytes);
}

function runPackage(){
    sendPackage(arguments, 2);
}

function getPackage(){
    var nextID = arguments[0];

    Array.prototype.shift.call(arguments);

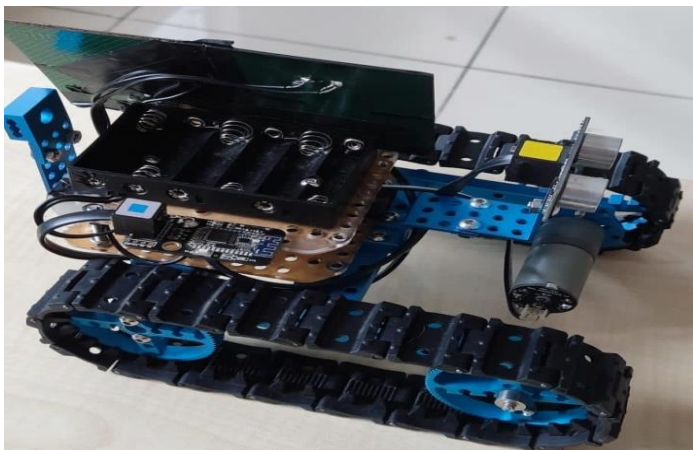
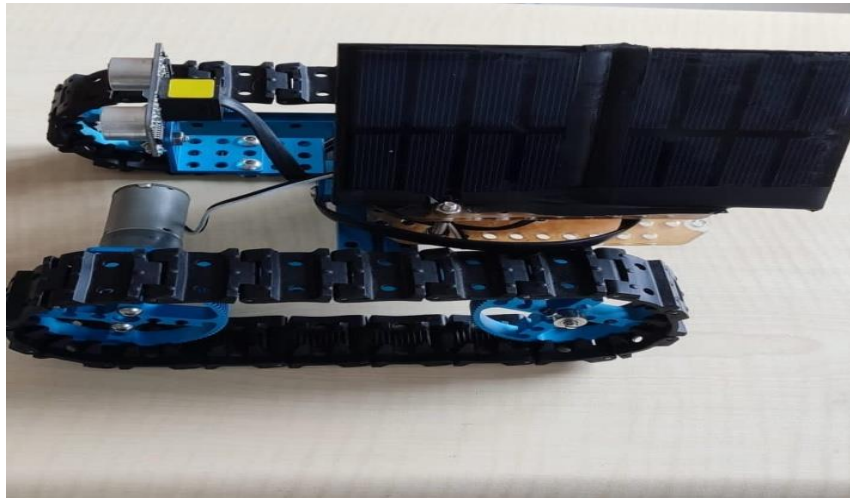
    sendPackage(arguments, 1);
}

```

**Figure 1.** Mbl266ocj.js frame sending functions

### Functions of Codes

Primarily light sensors are built into the LDR. Then resistors are placed on their analog pins and defined. Servo motors are placed on the input PINs, one lower and one upper. Finally, the solar panel plate is mounted on the main body. The legs of the LDRs are connected to the analog input pins a0, a1, a2, a3 with a female-male jumper cable. Servo motors are also connected to the 9th and 10th digital pins with a male to male jumper cable as in the circuit diagram. Lastly, coding was done. With these codes, the light level detected by the LDR is converted into a digital value using an analog input.



**Figure 2.** Solar powered land vehicle pictures

### **Results & Suggestions**

The solar panel land vehicle developed in this study is a model robot similar to makeblock mBot designed for use in coding and robotics training. It was assembled using basic, general and affordable robotic materials. This study is aimed to design a prototype of a solar power vehicle, which will be the cars of the future. It is predicted that the product prototype developed in this research will form the basis for future models. In addition, this study is a software-based manufacturing construction study.

There are various shapes and types of vehicles available, as there is no standard design for solar powered vehicles in terms of construction. The key design criterion is to reduce weight and make the vehicle the safest possible while providing maximum sun exposure. The efficiency levels of photovoltaic cells and the energy capacities of the batteries affect the independent travel distance of the vehicles in the first degree. The improvement of these constraints will increase the use of solar energy in vehicles and the use of solar energy as a



secondary energy source in vehicles will be developed as an additional measure to increase the range in electric vehicles.

Prototype produced is open to development. The product can be controlled by tablet, smartphone or PC applications that can be developed according to the adapted protocol. It can also be integrated with different software that can do block-based programming with appropriate changes.

As a result, it was determined in the study that the produced prototype achieved the desired output power under normal conditions. The increase in charging stations and the shortening of the charging time will increase the interest in such vehicles. At the same time, the state's low taxation of solar cars or not is a situation that encourages their use and mass production.

### **Conflict of Interest Declaration**

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

### **Contribution Rate of Researchers Declaration Abstract**

The authors declare that they have contributed equally to the article.

### **References**

Cobanoğlu A, Demirkıran G, Gunes M., 2021. İzmir ilinde elektrikli kara araçları için güneş enerjisi destekli bir şarj istasyonun tasarlanması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 21: 635-648.

Cunanan C, Tran MK, Lee Y, Kwok S., 2021. A review of heavy-duty vehicle powertrain technologies: diesel engine vehicles, battery electric vehicles, and hydrogen fuel cell electric vehicles. Lean Technologies, 3(2): 474-489.

Duran E., 2022. Arduino nano tabanlı bir eğitim robotu geliştirilmesi: myNanoBot. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 15(1): 25-33.

Elverum C, Welo T, Tronvoll SA., 2017. Prototype experiments: Strategies and trade-offs. Procedia CIRP, 60: 554-559.

Kucuk S., 2019. GRİD Güneş sistemleri için yeni bir projelendirme aracı tasarımı. Unpublished master's thesis. Sakarya University Science Institute. Retrieved from: OFF GRİD Güneş sistemleri için yeni bir projelendirme aracı tasarımı (sakarya.edu.tr)

Mahmoudi C, Flah A, Lassaad S., 2017. Prototype design of a compact plug-in solar electric vehicle application for smart power management architecture. 2017 International Conference on Green Energy Conversion Systems (GECS).

Nacheva R., 2017. Prototyping approach in user interface. 2<sup>nd</sup> Conference on Innovative Teaching Methods, Bulgaria, 28-29 June, 2017, 80-87.  
<https://www.researchgate.net/publication/317414969>

Ozturk M, Ozek N, Batur H, Koc M., 2012. Thermodynamic and life cycle assessment of flat-plate collector, photovoltaic system and photovoltaic thermal collector. International Journal of Exergy 11(2): 229-251.

Unalan HE., 2005. Conducting and transparent single-wall carbon nanotube electrodes for polymer-fullerene solar cells. Applied Physics Letters 87(20).  
<https://doi.org/10.1063/1.2132065>

Tuncay RN, Ustun O, Yılmaz M, Gökce C, Karakaya U., 2011. Design and implementation of an electric drive system for in-wheel motor electric vehicle applications. 7th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC'11), 1-6.

Whitworth M., 2011. Alternative power supplies for vehicles. Unpublished PhD Thesis. University of Bolton. Institute of Science. United Kingdom.

## Nonlocal Transformations of Force-Free Duffing-van der Pol equation

Özlem ORHAN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Engineering Sciences, Bandırma, Balıkesir / Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0058-0431>

\*Corresponding author: oorhan@bandirma.edu.tr

### Research Article

#### Article History:

Received: 10.11.2022

Accepted: 26.11.2022

Available online: 09.12.2022

#### Keywords:

Nonlocal transformations

Sundman transformation

First integral

### ABSTRACT

In this study, the nonlocal transformation methods applied to the nonlinear differential equations and the first integrals obtained by using these transformations are examined. It is shown that the linearized equations by these nonlocal transformations can be integrated by the first integrals. Then, the force-free Duffing-van der Pol oscillator equation is considered, and it is demonstrated this equation with a specific nonlinear term is integrable. To do them, first, this equation is classified by using special functions. Then, an effective procedure is emphasized to obtain a nonlocal transformation pair called Sundman. The Sundman transformation pair is found by concerning this classification. The first integrals of this equation are acquired by this Sundman transformation pair.

## Force-Free Duffing Van der Pol Denkleminin Yerel Olmayan Dönüşümleri

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 10.11.2022

Kabul tarihi:26.11.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Yerel olmayan dönüşümler

Sundman dönüşümü

İlk integral

### ÖZ

Bu çalışmada, lineer olmayan diferansiyel denklemlere uygulanan yerel olmayan dönüşüm yöntemleri ve bu dönüşümler kullanılarak elde edilen ilk integraller incelenmiştir. Bu yerel olmayan dönüşümler ile lineerleştirilen denklemlerin ilk integraller yardımıyla integre edilebileceği gösterilmiştir. Daha sonra, Duffing-van der Pol denklemi ele alınmış ve lineer olmayan özel bir terime sahip olan bu denklemin integrallenebilir olduğu kanıtlanmıştır. Bu işlemleri yapabilmek için önce bu denklem özel fonksiyonlar kullanılarak sınıflandırılmış, sonra Sundman adı verilen yerel olmayan bir dönüşüm çifti elde etmek için etkili bir yaklaşım açıklanarak, bu sınıflandırmaya karşılık gelen Sundman dönüşüm çifti hesaplanmıştır. Son olarak, bu denklemin ilk integralleri, elde edilen Sundman dönüşüm çifti kullanılarak bulunmuştur.

**To Cite:** Orhan Ö., 2022. Nonlocal transformations of force-free Duffing-van der pol equation. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 270-280.

### Introduction

Many researchers have a significant interest in linearization through a transformation involving nonlocal terms in recent years (Duarte, Moreira and Santos, 1994; Chandrasekar, Senthilvelan and Lakshmanan, 2005). One of the nonlocal transformations is given as

$$X = F(t, x), \quad dT = G(t, x)dt, \quad (1)$$

which is called the generalized Sundman transformation (Euler 2003; Euler 2004). Here  $F$  and  $G$  are arbitrary smooth functions. This transformation is called S-transformation, and the equations that can be linearized by using S-transformation are called S-linearizable (Muriel and Romero, 2009). Duarte et al. (Duarte, Moreira and Santos, 1994) show that S-linearizable equations should be in the following form

$$\ddot{x} + a_2(t, x) \dot{x}^2 + a_1(t, x) \dot{x} + a_0(t, x) = 0. \quad (2)$$

Nonlinear equations can be transformed into S-linearizable with these nonlocal transformations, and then, S-transformation pairs of S-linearizable equations can be found. Moreover, the first integrals of the equations can be obtained by using these S-transformation pairs.

The first integrals and solutions of nonlinear equations are interesting in enormous attention in the literature since these equations are essential in applied mathematics, physics, and engineering problems (Orhan and Özer, 2016). Sundman transformations have different generalizations in the literature (Chandrasekar, Senthilvelan and Lakshmanan, 2006). In addition, using generalized Sundman transformation (1), Sundman symmetries can be obtained (Euler and Euler, 2004).

In order to obtain first integrals, different methods are introduced by many authors, and are given as follows; Noether theorem (Noether, 1971), linearization methods (Duarte, Moreira and Santos, 1994; Chandrasekar, Senthilvelan and Lakshmanan, 2005), variational derivatives (Ibragimov, 2006), Lie symmetries (Ashyralyev, Dal and Pınar, 2011; Kopçasız and Yaşar, 2022) and symmetry methods (Orhan and Özer, 2016). One of these feasible methods to derive the first integrals is obtaining transformation pairs, and many methods are defined to find transformation pairs.

There are two types of differential equations the linear and nonlinear differential equations. Finding exact solutions to linear equations can be easier than finding solutions to nonlinear differential equations. Moreover, finding solutions for nonlinear differential equations is more complex than obtaining numerical solutions to nonlinear differential equations and analytic solutions to linear equations. Therefore, getting exact solutions is easier if the nonlinear differential equations can be converted to linear ones. The nonlinear differential equations can be transformed into linear equations by using transformation pair, so they could be linearized.

Our aim in this research, we investigate the first integrals of the force-free Duffing-van der Pol equation by applying the generalized Sundman transformation method to this equation. To

construct them, firstly, we will find the Sundman pair by applying the necessary procedure according to the classified equation and appropriate classification. Then, the first integrals are obtained by using this pair of transformation. The studies in literature show that the general form of the first integral for the force-free Duffing-van der Pol equation, which we discuss in this study, is not obtained. Since this equation contains the cubic nonlinear term, which means that its exact solutions could not be found, so the study about the absence of these solutions is given as follows (Panayotounakos et al., 2003).

Duffing-van der Pol equation does not have the first integral containing arbitrary functions and analytical solutions. Chandarasker et al. obtained the first integral by considering with special choices for  $\alpha = 4/\beta$  and  $\alpha = -3/\beta^2$  for the arbitrary functions which are accounted in the equation.

In this study, we obtain the first integrals for the general form of these types of functions without making any special selections for arbitrary functions. The first integral for the general form of this equation has not been obtained yet. If one more transformation is performed with the help of the first integral obtained, analytical solutions for the general form of the equation can also be found.

### **The Method for Constructing Transformation Pairs**

In this section, we investigate the S-transformation pairs and S-linearizable equations. It is known that these equations have first integral in form

$$A(t, x)\dot{x} + B(t, x). \quad (3)$$

Equation (2) is linearized by using these first integrals, and to perform it; we classify equations to derive the first integrals in this form. To classify the equation, these functions are defined as

$$S_1(t, x) = a_{1x} - 2a_{2t}, \quad (4)$$

$$S_2(t, x) = (a_0 a_{2+} a_{0x})_x + (a_{2t} - a_{1x})_t + (a_{2t} - a_{1x})a_1. \quad (5)$$

After these definitions, the function  $S_1(t, x)$  is computed; if  $S_1 = 0$ , then the function  $S_2$  should be zero. If the function  $S_1 \neq 0$ , then two different functions should be used. These can be given

$$S_3(t, x) = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)_x - (a_{2t} - a_{1x}), \quad (6)$$

$$S_4(t, x) = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)_t + \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2 + a_1 \left(\frac{S_2}{S_1}\right) + a_0 a_{2+} + a_{0x} \quad (7)$$

If the function  $S_3$  is computed as zero for these two new functions, then it is seen that  $S_4 = 0$ . Two different linearizing procedures are used with respect to this classification, and the appropriate procedure is chosen for the considered equation according to obtaining classification results. We investigate the following propositions to explain these procedures that give first integrals by nonlocal transformations (Muriel and Romero, 2010).

**Theorem 1:** The equation (2) has Sundman transformation pair if and only if it has a first integral as  $A(t, x)\dot{x} + B(t, x)$ .

If an Sundman transformation pair is known then a first integral can be determined of (2). On the other hand, if a first integral of (2) is known, then an Sundman transformation pair can be constructed.

**Theorem 2:** We take equation (2) and  $S_1$  is calculated. The analysis of these functions leads us to consider two cases:

**Case I:** We suppose that  $S_1 = 0$  and then equation (2) has transformation pair (1) if  $S_2 = 0$ .

**Case II:** Let  $S_1 \neq 0$ ; in this situation equation (2) has transformation pair (1) if  $S_3 = 0$  and  $S_4 = 0$ .

Approaches give Sundman transformation pair under these cases are presented like this:

**Case I:** If  $S_1 = S_2 = 0$ .

In order to find transformation pair of (2), firstly the function  $f$  is defined by

$$f(t, x) = a_0 a_{2+} + a_{0x} - \frac{1}{2} a_{1x} - \frac{1}{4} a_1^2. \quad (8)$$

The function  $w(t)$  is a solution of the following equations

$$w_t + w^2 + f = 0, \quad (9)$$

$$w_x = 0. \quad (10)$$

The function  $C$  is a solution of the system

$$C_t = a_0 - C(t, x) \left( \frac{a_1}{2} + w(t) \right), \quad (11)$$

$$C_x = (a_1/2 - w(t)) - C(t, x)a_2. \quad (12)$$

$P$  is determined by solving following equations

$$P_t = \frac{1}{2}a_1, \quad \text{and} \quad P_x = a_2. \quad (13)$$

$F$  is derived from

$$F_t = CF_x \quad (14)$$

The function  $G$  is yielded by

$$G = F_x e^{(-P - \int w(t) dt)}. \quad (15)$$

Thus, S-transformation pair  $F$  and  $G$  are found.

Moreover, the coefficients  $A$  and  $B$  are computed as

$$A(t, x) = \frac{F_x}{G} \quad \text{and} \quad B(t, x) = \frac{F_t}{G} \quad (16)$$

Hence, the first integrals of the equation (2) are yielded.

**Case II:**  $S_1 \neq 0$  and  $S_3 = S_4 = 0$ .

For this case, the function  $C$  is obtained by using the following equations

$$C_t = a_0 - C(t, x)(a_1 + u(t, x)), \quad (17)$$

$$C_x = -u(t, x) - C(t, x)a_2, \quad (18)$$

where  $u$  is a solution of the following system

$$u_x - (a_{2t} - a_{1x}) = 0, \quad (19)$$

$$u_t + u^2 + a_1 u + a_0 a_2 + a_{0x} = 0. \quad (20)$$

Later, we should find the function  $P$  and to do it, the derivatives are written as

$$P_t = \frac{S_2}{S_1} + a_1, \quad \text{and} \quad P_x = a_2. \quad (21)$$

And also  $F$

$$F_t = CF_x. \quad (22)$$

The function  $G$  is yielded by

$$G = F_x e^{(-P)}. \quad (23)$$

Thus, S-transformation pair  $F$  and  $G$  are found.

Furthermore, the coefficients  $A$  and  $B$  are computed as

$$A(t, x) = \frac{F_x}{G} \quad \text{and} \quad B(t, x) = \frac{F_t}{G} \quad (24)$$

Hence, the first integrals of equation (2) are yielded for Case II.

The coefficients of the first integrals are derived for Case II.

### **Sundman Transformation Pairs of Force-Free Duffing-van der Pol Equation**

In this section, we give our attention to force-free Duffing-van der Pol equation

$$\ddot{x} + (\alpha + \beta x^2)\dot{x} - \gamma x + x^3 = 0, \quad (25)$$

which is second-order ordinary differential equations of the Painlevé-Gambier classification. In this equation,  $x$  is the position coordinate which is a function of the time  $t$ , and  $\gamma$  is a scalar parameter demonstrating the damping's nonlinearity and strength (Van der Pol, 1922). DvdP equation is an autonomous equation expressing voltage pulses' dispersion along a neuronal axon.

DvdP equation has received a lot of attention recently by many researchers because it arises in a model describing the propagation of voltage pulses along a neuronal axon. Generally, non-integrability properties have been discussed because the forced version of equation (25) displays a rich diversity. We have different forms of DvdP equation according to choices of nonlinear terms. If the  $\beta$  is chosen zero, equation (25) becomes the force-free Duffing oscillator whose integrability and non-integrability properties, or if the cubic term is absent it becomes the standard van der Pol equation. Equation (25) is yielded stable oscillations, renamed relaxation oscillations, and its current name is a limit cycle type in electrical circuits using vacuum tubes.

This equation is so famous in many areas, such as physics, biology, sociology and even economics, because this equation has not only physical meaning but also biological meaning. Therefore, it is used to model electrical circuits on the one hand and to measure the electrical potentials of neurons in the stomachs of living things on the other hand.

Moreover, this equation was used to model the action potentials of neurons (Fitzhugh, 1961; Nagumo, 1962). Additionally, it is used in seismology as a model of the two plates in a geological fault and phonation as a model for the right and left vocal fold oscillations (Lucero



and Schoentgen, 2013). Thus, earthquake faults with viscous friction can be characterized by this equation.

The analytic solutions of the oscillator equations with nonlinear damping are not still explored by researchers, therefore, articles are mostly interested in damped free oscillator equations (Mendelson, 1970). In addition to this, Panayotounakos and his collobrates demonstrated this equation is not analytic without linear stiffness terms (Panayotounakos et. al, 2002); so, researchers have investigated for approximate solutions to this equation by using numerical methods. The approximate solutions of this equation are obtained by a new homotopy perturbation method, the Runge-Kutta method (Khan et al., 2011), and the differential transform method (Mukherjee et al., 2011). Then, Chandrasekar et al. (Chandrasekar et al., 2004) examined the first integrals and exact solutions of this equation with special choices for  $\alpha = 4/\beta$  and  $\alpha = -3/\beta^2$ . As can be seen from these studies, the first integral was found for some special cases, so the first integrals for the general form of DvdP equation have not been found previously. The first integral for the general form of this equation (25) is obtained in this article by using Sundman transformation pair. The force-free Duffing-van der Pol oscillator equation has the following transformation pair  $F$  and  $G$  where then this transformation pair can linearize equation (25).

We now apply the procedure examined in the previous section to find the Sundman transformation pair, and the first integral of DvdP equation by using them. It is known that we should classify this equation with respect to given functions to apply the procedure to classify equation (25) by computing the functions  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  and  $S_4$ . Here,  $S_1 = 2ax$  is found, and it is shown that the function  $S_1 \neq 0$ . Hence, the functions  $S_3$  and  $S_4$  should be equal to zero. We calculate these functions to complete classification and find  $S_3 = 0$  and the function  $S_4$  as

$$S_4 = \frac{9-3\alpha\beta-\beta^2\gamma}{\beta^2}. \quad (26)$$

Since  $S_4$  should be equal to zero, we suppose that

$$9 - 3\alpha\beta - \beta^2\gamma = 0. \quad (27)$$

And from (27), the parameter  $\gamma$  is yielded

$$\beta = \frac{3(-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})}{2\gamma} \quad (28)$$

We can say that equation (25) is classified, and it is in the second class. Hence, case II should be applied to this equation to obtain Sundman transformation pair and its first integrals. To get them, first we find the function  $u(x, t)$  as

$$u(x, t) = \frac{(\alpha^2 + 2\gamma - \alpha\sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})(\gamma - 3x^2)}{\gamma(-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})}. \quad (29)$$

Using equations (17), (18), the following system is reached

$$C_t = -\frac{(-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})x(\gamma - x^2) + 2\gamma C[t, x]}{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma}}, \quad (30)$$

$$C_x = -\frac{(\alpha^2 + 2\gamma - \alpha\sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})(\gamma - 3x^2)}{\gamma(-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})}. \quad (31)$$

If we solve equations (30), (31), the function  $C$  is derived as

$$C(t, x) = -\frac{(-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})(\gamma x - x^3)}{2\gamma} + H(t). \quad (32)$$

Thus, the function  $F$  is obtained as

$$F(t, x) = \varphi \left[ \frac{\sqrt{\alpha^2 + 4\gamma} t - \text{Log} \left[ e^{\alpha t} - \frac{\gamma e^{\alpha t}}{x^2} \right]}{2\gamma} \right]. \quad (33)$$

We find that the following equations

$$P_x = 0, \quad (34)$$

$$P_t = \frac{2\gamma}{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma}}. \quad (35)$$

Hence, the function  $P$  is constructed

$$P(t) = \frac{2\gamma t}{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma}} \quad (36)$$

Using obtained functions  $P$ ,  $F$ ,  $C$ , and  $u$ , the S-transformation pair can be obtained as

$$G(t, x) = \frac{e^{\alpha t - \frac{2\gamma t}{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma}}} \varphi \left[ \frac{\sqrt{\alpha^2 + 4\gamma} t - \text{Log} \left[ e^{\alpha t} - \frac{\gamma e^{\alpha t}}{x^2} \right]}{2\gamma} \right]}{(e^{\alpha t} - \frac{\gamma e^{\alpha t}}{x^2}) x^3}. \quad (37)$$

It can be seen that from the Theorem 1, first integrals are constructed by this transformation pair below

$$A(t, x) = \frac{D(F(t, x), x)}{G(t, x)} = e^{-\frac{2\gamma t}{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma}}} \quad (38)$$

$$B(t, x) = \frac{D(F(t, x), t)}{G(t, x)} = \frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma} e^{\frac{1}{2}(\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})t} x(\gamma - x^2)}{2\gamma} \quad (39)$$

Finally, the first integrals of DvdP equation

$$I = \frac{e^{\frac{1}{2}(\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})t} ((-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\gamma})x(2\gamma - x^2) + 2\gamma x')}{2\gamma}. \quad (40)$$

is obtained. Thus, the general form of the first integral for the Duffing-van der Pol equation is found by Sundman transformation pair.

### Conclusions

In this paper, the force-free Duffing-van der Pol equation (25) is considered with nonlinear damping. This equation is an autonomous equation expressing the dispersion of voltage pulses along a neuronal axon and this problem is highly nonlinear in the sense of a mathematical point of view. Also, Sundman transformation pair of DvdP equation is investigated. Then, the first integrals in the general form of this equation are derived by obtained transformation pair. In order to construct these structures firstly, DvdP equation is characterized, and then the transformation can be applied. The first integrals including arbitrary parameters of the equation are found by these operations. These first integrals can be classified for different choices of arbitrary parameters as well.

Since the analytic solutions of this equation (25) could not be found, its numerical solutions were investigated, and then the first integrals were found for some special cases. First integrals for the general form of this equation have not been introduced previously.

In conclusion, the first integrals which are derived by Sundman transformation pair for the general form of DvdP equation are first obtained in this study. This study is important because the general form of the first integral for the Duffing-van der Pol equation is obtained for the first time in the literature.

### Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

## References

- Ashyralyev A, Dal F, Pinar Z, 2011. A note on the fractional hyperbolic differential and difference equations. *Applied Mathematics & Computation*, 217(9): 4654-4664.
- Chandrasekar VK, Senthilvelan M, Lakshmanan M, 2005. On the complete integrability and linearization of certain second order nonlinear ordinary differential equations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and Physical Sciences*, 461: 2451-2476.
- Chandrasekar VK, Senthilvelan M, Lakshmanan M, 2006. A unification in the theory of linearization of second-order nonlinear ordinary differential equations, *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 39(3): 69-76.
- Chandrasekar VK, Senthilvelan M, Lakshmanan M, 2004. New aspects of integrability of force-free Duffing-van der Pol oscillator and related nonlinear systems. *Journal of Physics A*, 37(16): 4527-4534.
- Duarte LGS, Moreira IC, Santos FC, 1994. Linearization under non-point transformation. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 27: 739-743.
- Euler N, Euler M, 2004. Sundman symmetries of nonlinear second-order and third-order ordinary differential equations. *Journal of Nonlinear Mathematical Physics*, 11(3): 399-421.
- Euler N, Wolf T, Leach PGL, Euler M, 2003. Linearisable third-order ordinary differential equations and generalised Sundman transformations: the case  $X=0$ , *Acta Applicandae Mathematica*, 76(1): 89-115.
- FitzHugh R, 1961. Impulses and physiological states in theoretical models of nerve membrane. *Biophysical Journal*, Elsevier BV, 1(6): 445-466.
- Ibragimov NH, 2006. A practical course in differential equations and mathematical modelling: Classical and new methods, nonlinear mathematical models, symmetry and invariance principles. ALGA Publications, Karlskrona.
- Kopçasız B, Yaşar E, 2022. Novel exact solutions and bifurcation analysis to dual-mode nonlinear Schrödinger equation. *Journal of Ocean Engineering and Science*.
- Lucero JC, Schoentgen J, 2013. Modeling vocal fold asymmetries with coupled van der Pol oscillators. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 19: 060165.
- Ludeke CA, Wagner WS, 1968. The generalized Duffing equation with large damping. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 3(3): 383-395.
- Mendelson KS, 1970. Perturbation theory for damped nonlinear oscillators. *J. Math. Phys. II*, 3413–3415.

Mukherjee S, Roy B, Dutta S, 2011. Solution of the Duffing-van der pol oscillator equation by a differential transform method. *Physica Scripta*, 83: 015006.

Muriel C, Romero JL, 2010. Nonlocal transformations and linearization of second-order ordinary differential equations. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 43(43): 434025.

Muriel C, Romero JL, 2009. Second order ordinary differential equations and first integrals of the form  $A(t, x) \dot{x} + B(t, x)$ . *Journal of Nonlinear Mathematical Physics*, 16(1): 209-222.

Najeeb AK, Muhammad J, Syed AA, Nadeem AK, 2011. Solutions of the force-free Duffing-van der Pol oscillator equation. *International Journal of Differential Equations*, 2011: 1-9.

Nagumo J, Arimoto S, Yoshizawa, S, 1962. An active pulse transmission line simulating nerve axon. *Proceedings of the IRE. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. 50(10): 2061-2070.

Noether E, 1918. Invariante variations probleme. *Nachr. König. Gesell. Wissen. Göttingen, Math.-Phys. Kl. Heft, 2*: 235-257. English translation in *Transport Theory and Statistical Physics*, 13: 186-207.

Orhan Ö, Özer T, 2016. Linearization properties, first integrals, nonlocal transformations for heat transfer equation. *International Journal of Modern Physics B*, 30: Nos. 28&29, 1640024.

Orhan Ö, Özer T, 2016. Analysis of Lienard II-type oscillator equation by symmetry-transformation methods. *Advance Difference Equations*, 2016:259.

Panayotounakos DE, Panayotounakou ND, Vakakis AF, 2002. On the solution of the unforced damped Duffing oscillator with no linear stiffness term. *Nonlinear Dynamics*, 28(1): 1-16.

Panayotounakos DE, Panayotounakou ND, Vakakis AF, 2003. On the lack of analytic solutions of the Van der Pol oscillator. *Zamm-zeitschrift Fur Angewandte Mathematik Und Mechanik*, 83: 611-615.

Van der Pol B, 1922. On oscillation hysteresis in a triode generator with degrees of freedom. *Philos Mag* 43(6): 700-719.

## Reviewing the Impact of the Interventions to Reduce Water Scarcity in Farming Practices

Rophinah T. LEBEPE<sup>1</sup>, Marizvikuru MWALE<sup>2\*</sup>, Simbarashe KATIVHU<sup>3</sup>, Jethro ZUWARIMWE<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Institute for Rural Development, Faculty of Science, Engineering and Agriculture, University of Venda, P. Bag X5050, Thohoyandou, South Africa

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7687-2698>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8042-6014>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8076-3021>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8196-5896>

\*Corresponding author: mukudzeishe@yahoo.com

### Review Article

#### Article History:

Received: 11.12.2021

Accepted: 23.04.2022

Published online: 09.12.2022

#### Keywords:

Agriculture

Climate change

Crop farming

Water scarcity

Water conservation

### ABSTRACT

Water scarcity is constraining socio-economic development and threatening livelihoods the worldover. Increasing water scarcity exerts pressure on agricultural production given current and growing food demands. Without water, farm production decreases and food security is negatively impacted. Hence, this paper reviews an array of literature focusing on interventions implimented to reduce effects of the scarcity of water among crop farmers. Publications and reports between 1999 and 2021 were reviewed to isolate and establish trends of water scarcity challenges and interventions. Key terms such as agriculture, water scarcity, crop farming, climate change and water conservation were used to identify appropriate material. 210 articles were identified from search engines like EBSCOhost, Science Direct, Google Scholar, Emerald, African journals online and Sabinet. Only 109 articles were relevant to the review paper questions which included identifying the causes of water scarcity and interventions used by farmers. It was discovered that most of the interventions utilised were survivalist in nature as they did not translate to increased productivity. Hence, the need for transformative interventions to water security was apparent. If no external assistance, farmers may not continue producing sufficient food to meet the demand of the ever increasing human population. This could jeopardise the achievement of sustainable development goals such as zero hunger by 2030 and reduced poverty.

## Tarım Uygulamalarında Su Kıtılığını Azaltmaya Yönelik Müdahalelerin Etkisinin Gözden Geçirilmesi

### Derleme

#### Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi: 11.12.2021

Kabul tarihi:23.04.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Ziraat

İklim değişikliği

Tarla tarımı

Su kıtlığı

Su tasarrufu

### ÖZ

Su kıtlığı, sosyo-ekonomik kalkınmayı kısıtlamakta ve tüm dünyada geçim kaynaklarını tehdit etmektedir. Artan su kıtlığı, mevcut ve artan gıda talepleri göz önüne alındığında tarımsal üretim üzerinde baskı oluşturmaktadır. Su olmadan çiftlik üretimi azalır ve gıda güvenliği olumsuz etkilenir. Bu bağlamda bu makalede, mahsul çiftçileri arasında su kıtlığının etkilerini azaltmak için uygulanan müdahalelere odaklanan bir dizi literatür gözden geçirilmiştir. Bu amaçla 1999 ve 2021 yılları arasındaki yayınlar ve raporlar, su kıtlığı sorunları ve müdahalelerine ilişkin eğilimleri belirlemek ve izole etmek için gözden geçirilmiştir. Uygun materyalleri belirlemek için tarım, su kıtlığı, mahsul çiftçiliği, iklim değişikliği ve su koruma gibi anahtar terimler

kullanılmıştır. Bu kapsamda EBSCOhost, Science Direct, Google Scholar, Emerald, Afrika çevrimiçi dergileri ve Sabinet gibi arama motorlarından 210 makale tespit edilmiştir. Su kıtlığının nedenlerini ve çiftçiler tarafından kullanılan müdahaleleri tanımlamayı içeren inceleme makalelerinden yalnız 109 makale araştırma soruları içeriyordu. Kullanılan müdahalelerin çoğunun, üretkenliği arttırmadığı sadece doğaları gereği hayatta kalmaya yönelik oldukları keşfedilmiştir. Bu nedenle, su güvenliğinde dönüştürücü müdahalelere duyulan ihtiyaçların belirgin olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak; dış yardım olmazsa, çiftçiler sürekli artan insan nüfusunun talebini karşılamak için yeterli gıda üretmeye devam edemezler. Bu durum, 2030 yılına kadar sıfır açlık ve yoksulluğun azaltılması gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını tehlikeye atabilir.

---

**To Cite:** Lebepe RT, Mwale M, Kativhu S, Zuwarimwe J., 2022. Reviewing the impact of the interventions to reduce water scarcity in farming. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2): 281-305.

## **Introduction**

Ganoulis (2018) defined water scarcity as the lack of adequate water to meet all water requirements and the lack of adaption to associated critical water disasters. Water plays a fundamental role in agriculture. It is an essential component of plant tissues and animal cells (Wang et al., 2020). Successful agriculture that enables farmers to provide food for the fast-growing population is dependent upon access to sufficient quality water (Schyns et al., 2019). Farmers across the world are increasingly facing water scarcity challenge and this is due to both natural and human causes (Doh et al., 2019). Common causes of water scarcity discussed in this paper include drought, water pollution, water overuse, overpopulation and climate change.

This review paper unpacks the causes of water scarcity that hamper agriculture and strategies that are implemented by crop farmers to reduce the effects of water scarcity. Having a clear understanding of the causes of water scarcity is important because it will help water users including farmers and different industries to guard against using water unsustainably. It will also be of great importance to world leaders and policymakers in finding solutions to conserve and protect water resources. The paper is a systematic review that refers to the process in which a body of literature is aggregated, reviewed and assessed in a logical manner (Shea et al., 2007). The goal is to identify, appraise, and summarise the existing evidence concerning a clearly defined problem (Shea et al., 2007). It also evaluates the consistency and generalization of the evidence regarding the specific objective of a study (Shea et al., 2007).

## **Materials and Methods**

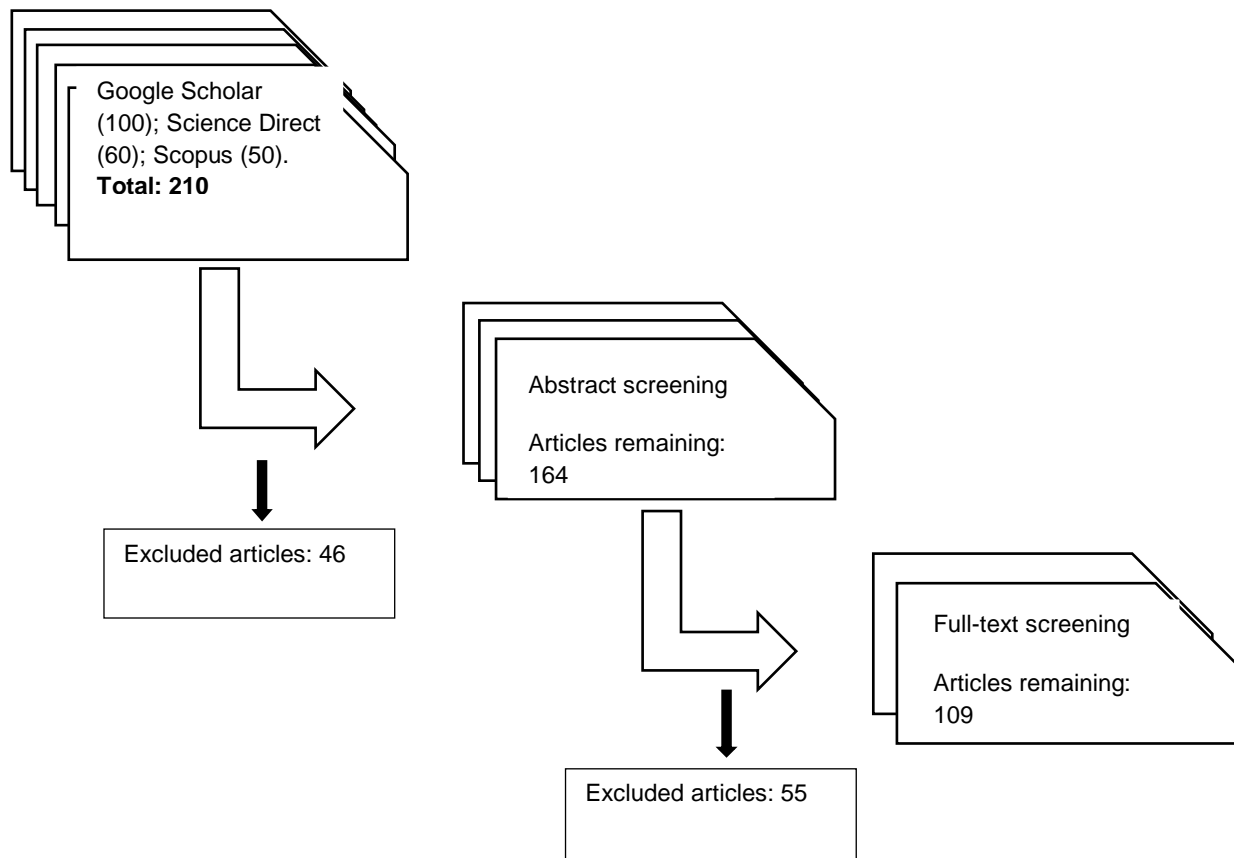
Water scarcity causes and ways commonly used to deal with its effects were identified and assessed from peer-reviewed literature in different and similar environments. Publications and reports between 1999 and 2021 were reviewed to isolate and establish trends of water scarcity challenges. The search parameters used were all the frequently used terms related to agriculture, water scarcity and crop farmers. A total of 210 articles were identified from search engines such as Ebscohost, Science Direct, African Science Journals, Google scholar and Sabinet. Only 109 articles were relevant to the review paper questions of identifying the causes of water scarcity and interventions for addressing water scarcity (Figure 1). Excluded articles included those that had research on the general effects of water scarcity, indicators of water scarcity and scarcity of water in other sectors other than agriculture. Not all manuscripts on water scarcity causes and mitigating strategies were exhausted.

Data was extracted from articles via Atlas. Ti Version 8.4 software and analysed thematically. Atlas. Ti is used in the analysis of huge texts, audios, and picture information scientifically (Panuccio, 2021). Data was arranged and categorized into themes of drought and farmers's response to drought; water pollution, its causes and farmers's response to water pollution; overpopulation, its effects and farmers's coping strategies; overuse of water for irrigation and farmers's management practices; and climate change, its effects and farmers's coping strategies. The data was categorized into themes using open, quick and In-Vivo coding. In-Vivo coding is instant coding of text that could be used as a major theme to explain related statements while open coding is the grouping of discreet variables that broadly explains a phenomenon (Panuccio, 2021). This process was repeated several times through the process of coding, decoding and recoding until emerging factors and their descriptive statements or items were developed. Furthermore, the process enabled the visualization of networks showing relationships between concepts and variables.

### *Drought and farmers' response to drought*

According to Loon (2015), drought is the experienced prolonged period of dry weather. During such a period low rainfall is received and this subsequently causes a reduction of the quantity of water in aquifers. This subsequently leads to shortages of water thereby impacting agricultural activities. Drought may result in unavailability of water for quite some time. Water sources such as streams, ponds, rivers and lakes quickly dry up (John et al., 2019).





**Figure 1.** An illustration of the process of selecting relevant studies in a systematic literature review

Drought severely affects crop-livestock productivity (Loon, 2015). For instance, it negatively affects grazing lands leading to reduced forage for livestock (Ahearn, 2018). Poor grazing in turn hampers livestock growth and development. Livestock physical condition deteriorates and may lead to death (Ahearn, 2018). Because crops have different water requirements, Rasual (2016) state that some crops are capable of using water in efficient ways compared to others. Crops such as finger millet, cotton and sorghum can survive water stress compared to maize (Ray et al., 2018). Severe drought reduces yield of crops due to unavailability of water and moisture in the soil for crop growth and development (Rasual, 2016). Pribyl et al. (2019) state that if a drought occurs immediately after seeding, germination may not occur. The worst scenario and loss is experienced if drought occurs at later stages of crop development in which withering of the whole crop happens. The authors went further to state that in the event that there is enough moisture in the topsoil, seeding is promoted and the crops may thrive through to the harvesting stage due to availability of water in the sub-soil to sustain the plants through the remainder of their growth cycle (Pribyl et al., 2019).

Drought in China is the most severe natural disaster for socio-economic development and natural ecosystem due to the domination of typical East Asian Monsoon climate (Ali et

al., 2020). Increasing temperature and less predictable weather patterns pose a serious challenge to Chinese farmers (Huang et al., 2014). According to Huang et al. (2014), drought affect nearly 800, 000 hectares of crops in north China. This being the case, farmers employ different strategies in order to cope with drought. Xia-Jun et al. (2012), stated that some of the strategies adopted by farmers to cope with drought includes: crop diversification and the adjustment of growing schedules. Farmers adjusted the time of planting crops and the type of crops based on the weather forecast. Furthermore, farmers adopted new irrigation technologies such as Sprinklers irrigation. Xia-Jun et al. (2012), stated that adoption of improved irrigation technologies could lead to cooler surface temperature and reduced water use intensity. In addition, farmers also make use of cover crops in order to protect the soil. According to Xia-Jun et al. (2012), there are several reasons that cover crops can increase soil moisture and reduce yield losses caused by drought. One reason is that cover crops help improve rainfall infiltration through an increased earthworm activity. Once the rain has soaked into the soil, it is more likely to stay in the root zone, partly because cover crop residue on the soil surface reduces evaporation (Xia-Jun et al., 2012). A study conducted by Xie et al. (2019) on the role of Chinese milk vetch as cover crop in complex soil indicated that the use of cover crop reduced soil erosion, increased fertility and improved water infiltration.

In India, drought is related to the scarcity of rainfall and mismanagement of water resources (Berchoux et al., 2019). The Indian economy is agrarian based and most people depend on agriculture and its related activities for their livelihood (Berchoux et al., 2019). Agriculture, in India, depends on the advent of the monsoon (Quamar, 2018). Showers from nature are an indispensable part of Indian Agriculture (Quamar, 2018). Deficiency in rainfall results in lower agricultural production which in turn adversely affects the economy and the gross domestic product (GDP) rate (Berchoux et al., 2019). Sharma et al. (2018) assert that agricultural activities account for about 14.6% of the country's GDP and employment in the agricultural sector is around 45.5% of the rural population. In addition to this, 40% of the cultivable area in India is under irrigation. The impact of drought is thus catastrophic to the country. Majority of the population involved in agriculture are poor farmers who depend on rain for growing crops (Hans, 2018). The situation of drought affects the farmers who solely depend on the rains for the yield; especially concerning the crop like *Kharif*, rice, pulses and oilseeds (Hans, 2018). Therefore, it is clear that drought is one of the major challenges faced in the country, most especially in rural areas. It has a direct effect on agriculture and food production and indirectly affects livelihoods. It results in reduced incomes and economic losses.

In order to cope with drought, farmers in India use organic practices like the application of cow dung-based manures to increase the soil's ability to retain water (Das et al., 2017). As such, farmers indicated that about 2-5% water saving is possible due to these practices (Das et al., 2017). Furthermore, an Indian start-up has developed greenhouses to help farmers cope with droughts (Marcela, 2019). Greenhouses permit steady, year-round crop growth and development, while at the same time reducing water usage (Bonsignore and Vancate, 2017). This is key for offering a reliable alternative to traditional farming practices. The trapped moisture in greenhouses, solar radiation diffused and blocked wind help to maintain a controlled microclimate condition essential for protecting crops from the vagaries of weather experienced in open-air conditions (Bartz et al., 2017). The authors further state that less water is required for producing crops in greenhouses but associated with high yields.

In Mozambique, drought affects agricultural activities of crop farmers, including the production of their staple crop maize. As such, drought affects the availability of food and income because most farmers depend on maize (Nagothu, 2018). Drought coupled with the predominant practice of using seed from selected previous season harvest aggravates the effects of food insecurity in the country (Almekinders et al., 2019). Use of such seed is a good indigenous knowledge practice, however, such seed requires constant supply of water until the crop reaches maturity. Hence, drought negatively impact crop productivity (Almekinders et al., 2019). The application of mulch is widely used among crop farmers in Mozambique as a means to cope with drought. Mulching is considered to be one of the most beneficial practices a farmer can adopt to keep the farm healthy because the mulch prevents the excess sun from drying out the ground, which would otherwise cause the roots of the plants to become dry and need continuous watering (Kader et al., 2017). Hence, farmers make use of straw, plastic and wood chips mulch to retain more water in the soil during dry seasons (Zaman and Ladha, 2018). Furthermore, extension officers in different parts of Mozambique have trained farmers to maintain and operate the infrastructure for effective water use at several irrigation schemes (Goncalves, 2019). The Mozambican Ministry of Agriculture and Food Security has invested in water scarcity community awareness campaigns, water pollution, efficient use of water and possibilities of storing and reusing water (Goncalves, 2019).

Maize is a staple food in South Africa and is widely grown in the country (Dwivedi et al., 2017). The crop is grown by all types of farmers and so drought effects are felt across all farming sectors. In 2016, the commercial maize crop was estimated at 7,161 million tons which was a decrease of 2,794 million tons or 28,07% from the 2015 production season

(Setimela et al., 2017). The same authors indicate that in 2015 the estimates were 9,955 million tons, which was 49,75% or 7,089 million tons less than the 2014-crop of 14,250 million tons. The main cause of reduction in maize yield was attributed to severe drought. Hence, farmers are implementing different adaptation strategies to cope with drought.

Shifting to crops that require less water is among the most frequently used adaptation measures by farmers in South Africa (Elum et al., 2017). Tardieu et al. (2017) allude that drought-tolerant crops such as sorghum, cotton and finger millet have built-in features that help to use water efficiently. In some instances farmers innovatively used locally available material like plastic bottles for irrigating crops, resembling drip irrigation system (Ncube and Swikwambana, 2016). The single used plastic water bottle is hung above every plant with the rope in a multi-layer cultivation system. Water trickles down to the root zone and ensures availability of moisture in the soil for the entire day. The system has proven to conserve water and ensures that plants get a regular water supply without much wastage (Ncube and Swikwambana, 2016). It is particularly effective in areas where water is a scarce commodity. On the other hand, this system is not suitable for crops planted so close to each other and it is laborious. This is because the plastic bottles have to be refilled with water more often. Therefore, it is more suitable for small fields and unlike large fields (Mgolozeli et al., 2020).

#### *Water pollution, its causes and farmers' response to water pollution*

Water pollution is a huge problem worldwide. This is a situation where water bodies including rivers, oceans and streams, ground water included, are contaminated (Weldeslassie, 2018). Human activities especially result in the discharge of pollutants such as waste matter and harmful substances into water bodies leading to contamination. (Weldeslassie, 2018). This subsequently makes the water unsafe for use and subsequently scarce (Kabos et al., 2019). Agriculture is not only a victim but also a cause of water pollution. Major agricultural contributors to water pollution are residues of drugs, chemicals, pesticides, sediments, salts, organic carbon and some pathogens (Basnyat et al., 1999). Yadav and Sanjay (2018), explained that if higher quantities of fertilizers are applied in crop fields than required, residues remain unfixated by the soil particles or they are exported from the soil. Subsequently, leeching of excess nutrients occurs thereby leading to the development of algae and contamination of ground and surface water with nitrates (Yadav and Sanjay, 2018).

Several management practices implemented by farmers have been successful in protecting water quality. Farmers in China reduce the risk of water pollution by storing, handling, reusing and treating manure safely thereby preventing them from entering into

water bodies. Stockpiles are used for storing dry manure while detention ponds and lagoons are used for liquid manure (Takahashi et al., 2020). Both solid and liquid manure are utmost efficient during the time when crops are growing at a slow rate (Rigby et al., 2016). This permits manure in solid form to be easily tilled in the land soon after application, and manure in liquid form to be inoculated into the soil (Rigby et al., 2016). This manner of handling manure ensures effective utilisation of nutrient fertilizer by the crops while reducing risks of ground and surface water contamination (Rigby et al., 2016).

Similarly, Ndambi et al. (2019) stated that in sub-Saharan Africa the three most common ways of treating manure includes drying (active and inactive), solid storage, sometimes with composting, and anaerobic digestion. According to Ndambi et al. (2019), drying has many advantages to farmers including an increase in the number of days available for application as well as less potential for runoff. Ndambi et al. (2019) further stated that, by providing organic matter and soil nutrients, composting improves the structure of the soil, allowing for better aeration, improving drainage, water retention, and reduced risk of erosion. Anaerobic digestion is a low-oxygen biological process that results in the production of gas which is a mixture of methane and carbon dioxide that can be collected and stored for use (e.g. for cooking or lighting) (Tran et al., 2022). This method is common in most parts of Africa. Ndambi et al. (2019), stated that in Ethiopia farmers store and dry solid manure that is later used for fuel, while in Malawi farmers store solid manure for later use as a fertilizer.

### *Overpopulation, its effects and farmers' coping strategies*

Overpopulation is whereby the human population increases beyond the ecological system carrying capacity (Weizman and Filgueira, 2019). This consequently exert pressure on the available water resources (Weizman and Filgueira, 2019). Overpopulation also disturbs majority of global freshwater systems (Garg, 2020). This is worsened by the fact that most surface and ground water sources for freshwater are unreachable or polluted (Garg, 2020).

Per Kin et al. (2019) ascertain that activities influenced by overpopulation have resulted in little (<1%) freshwater readily accessible and available for use by humans. Water vulnerability is already affecting many overpopulated areas, especially in developing countries because the demand for water is higher than the available and accessible water (Furuni, 2019). Catchment areas like forests are continuously being ruined due to deforestation to create more space for human settlement (Brierley, 2020).

Gude (2018) reports that nearly 25% of the world's population is living in water-stressed regions where the demand for water surpasses the available amount, either due to

lack or poor quality of water (Hertel and Liu, 2019). Shah et al. (2019), stated that since 1990, the world population increased by an average of eighty million people and this worsened the global demand for fresh water by approximately 64 billion cubic meters of water per annum. This continued demand for water is already influencing production of food in water-stressed areas such as China, the Middle East, India and the south-western United States (McNabb, 2019). In California, water intensive crops like almonds use close to 8% of all available freshwater while one ton of grain requires one thousand tons of water (Wichelns, 2018). Furthermore, worldwide grain and staple crop production use between 75 and 90% of accessible freshwater (Mekonnen and Hoekstra, 2017).

Linkage between a growing human population that has high demand for water for drinking and agriculture is a clear evidence that water scarcity is felt in many regions of the world subsequently causing severe effects to lives of millions of people (Cumming and Slaymaker, 2018). Hence, farmers use different innovative practices to cope with water scarcity under the growing population.

Israel has been working hard to conserve water over the last couple of years with significant success. The country devised farming and irrigation techniques to solve many and complex developmental challenges faced by crop farmers (Troter and Perrier, 2018). For instance, SupPlant company invented a unique artificial intelligence system using big data and cloud services, and advanced technology to promote water saving and increasing agricultural productivity (Sapkota, 2019). This system optimizes water use through computing the required exact amount of water by a plant for a particular soil type and climatic condition to ensure the rightful amount of water has been supplied to the plant based on its water requirements (Sapkota, 2019). Sapkota (2019), stated that the system's unique algorithm is based on the correlation between the plant's stress level and the volume of water in the soil. This completely autonomous irrigation system is essentially best for water saving and determining actual plant requirements after relevant data has been captured and analysed. Furthermore, Israel is now a world leader in recycling wastewater, 85% of its domestic wastewater is being recycled and used for agriculture (Castellanos et al., 2020). Recycling wastewater for agriculture has allowed the state to become relatively water solvent (Castellanos et al., 2020). The state can transport its treated wastewater to farms all across the country.

Similarly, in California the use of recycled water for agriculture has significantly gained popularity (Qian, 2019). Water recycling is the reuse or reclamation of waste water through water treatment to make it safe for human use (Ormerod, 2017). The municipalities are

responsible for treating the waste water before it is channelled to farmers for irrigation purposes (Gaudi et al., 2018). Recycled water also contains substantial amounts of plant nutrients, which is important for crop yield and minimize costs for fertilizer requirements at production level (Mouheb et al., 2018). Furthermore, farmers harvest and store rainwater to address the problem of water scarcity (Yannopoulos et al., 2019). With the increasing population, practicing water conservation methods such as rainwater harvesting plays a huge role in providing additional sources of water, food production and ultimately food security (Sixt et al., 2018). Hence, many crop farmers in California have built their farm ponds, dams and have water tanks to capture and store rainfall for use throughout the year (Swartz and Miller, 2019). This reduces their reliance on other sources of water supply such as wells (groundwater) or municipal water (Swartz and Miller, 2019).

In addition, researchers at the Institute for Soil for the Agricultural Research Council in South Africa developed an in-field rainwater harvesting technique (IRWH) which acts as a secondary water storage facility (Heerden et al., 2010). This technique has been specifically designed for ecotopes that have marginal potential for crop production farmers. It traps and stores runoff water in shallow dams and basins (Heerden et al., 2010). At the runoff area, when the basins have been created, farmers avoid loosening the soil through cultivation or ploughing. This further helps to necessitate runoff (Heerden et al., 2010). The authors report that water collected this way can infiltrate deep into the soil below the surface layer.

According to Mzezewa and Rensburg (2019), the IRWH technique could reduce water runoff totally and evaporation from the soil surface. Thus, more water becomes available to the root zones of plants thereby increasing crop yields (Mzezewa and Rensburg, 2019). This is supported by Muthelo et al. (2019) who report that the IRWH technique increases yield of maize by 40%, sunflower by 30% and dry beans by 90%. Furthermore, a study on assessing the potential adoption of in-field rain water harvesting technique in the farming areas of Free State, showed that IRWH increases maize and sunflower yields by as much as 50% compared to conventional production techniques (Tesfahuney and Dzvene, 2021). Further, research has proven IRWH technology to be sustainable, not only in terms of increased agronomic productivity, but also in terms of water conservation (Tesfahuney and Dzvene, 2021). Therefore, the use of rainwater harvesting systems has a series of advantages. It is an effective way to conserve water and also helps to alleviate periods of scarcity.

### *Overuse of water for irrigation and farmers' management practices*

In many regions of the world, ground water has depleted rapidly due to overuse of water for various purposes such as domestic use, irrigation use and tree species which cause major problems as invaders of natural ecosystems. Certain trees have roots systems capable of reaching deep into groundwater supplies (Hruska et al., 1999). That helps them to survive in arid and semiarid climates where soil moisture is scarce (Hruska et al., 1999). For example, the black wattle tree which tree originates from the Southeast Australia (Victoria to New South Wales and Southern Queensland) and Tasmania (Chan, 2019). There are many benefits associated with black wattles in South Africa. Many of these arise from formal plantations, but some (including firewood, charcoal and building materials) are also derived from stands of invading plants (Reynolds, 2021). Similarly, there are a range of negative impacts that can be attributed to both wattle plantations and invasions. Both for example, reduce surface runoff and affect water availability (Reynolds, 2021). Eucalyptus tree is also known to cause a number of environmental hazards like depletion of groundwater, dominance over other species by allelopathic effects, loss of soil fertility and negative impacts on local food security issues (Nazli et al., 2020). Engel et al. (2005), during their study of hydrological consequences of eucalyptus in Argentine pampas found that it utilized groundwater (67% of its total water use) as well as water from upper vadose zone, which is the source of supply to groundwater.

When water is overused, a shortage occurs which leads to more water being wasted and further escalates the crisis of water scarcity. Pan and Liu (2018) state that globally, the largest source of usable fresh water is groundwater. In cases where surface water is unavailable, water needs are met through the use of ground water (Pan and Liu, 2018). Thus, surface and ground water are interlinked. Consequently, if groundwater is depleted, streams, rivers and lakes linked to ground water will be depleted too (Bierkens and Wada, 2019). Besides, overdrawing water from rivers regularly causes drying up of these water sources and thus they would not flow into the lake or ocean that they are connected to.

Overuse of water leads to food and water insecurity. If the used water could not be replenished, crop and livestock productive is hampered (Broeck et al., 2018). Essentially, desertification results and this is usually difficult to reverse. Once this has occurred, farmers are forced to continually look for another arable land (Boali et al., 2018). Thus, marked threat to sources of freshwater is caused by agricultural activities (Ramankutty et al., 2018). At the same time, increased demand for food due to rise in human population has led to increased demand for water (Huang et al., 2019). According to Nigussie et al. (2020), in sub-Saharan



Africa, agriculture is the largest consumer of water, and a rapidly growing population is increasing food demand and water scarcity. Montwedi et al. (2021), stated that South Africa's agriculture uses almost 60% of available water.

Similarly, in the United States, consumption of water through agriculture plays a huge role in water overuse with irrigation accounting for 42% of the nation's total freshwater withdrawals (Tuninetti et al., 2019). This is of great concern in the arid areas of the United States impeding production of crops (Tuninetti et al., 2019). Eventually, this causes food scarcity. Per Marston et al. (2018), competing activities for water requirement such as urban growth and irrigation adversely affects availability of water. This is exacerbated by climate change (Marston et al., 2018). For example, Arkansas is the 33<sup>rd</sup> most populous state and is the fifth in terms of water withdrawal for mostly irrigation (Marston et al., 2018). According to Dieter (2018), 63.5 million acres (25.7 million hectares) of land were irrigated in 2015 which is a 2 % increase over 2010.

With Agriculture accounting approximately 80% of the US water, crop farmers use different innovative practices like irrigation scheduling to reduce over-usage of water (Njuki and Ureta, 2018). The irrigation schedule indicates how much irrigation water has to be given to the crop, and how often or when this water is applied (Studer and Spoehel, 2019). The purpose of irrigation scheduling is to provide the exact amount of water needed at the required level to replenish soil moisture in order to maximize irrigation efficiency (Studer and Spoehel, 2019). Farmers adapt their irrigation schedule to the current conditions to avoid overwatering crops using a variety of devices such as rain gauge, wind vane and aqua meters (Sianturi et al., 2018). They do so by monitoring the weather, as well as monitoring the soil and plant moisture (Sianturi et al., 2018).

Similarly, there is a variety of innovative practices to help farmers reduce over-usage of water in Africa. For example, Nyam et al. (2020) stated that 'Leaders in Innovation' (LIF) in South Africa created a tool named Nosetsa. This is a smart water management tool to regulate water use on farms, without human intervention. This not only saves water, but also accurately hydrates plants, conserves resources, and saves real and virtual costs (Nyam et al., 2020). Nyam et al. (2020), stated that Nosetsa was developed to support farmers to practice more sustainable irrigation methods, which also helps achieve Sustainable Development Goals. It also adopts to existing irrigation equipment to reduce moisture that can damage equipment, harm crops and affect revenue. It prevents excessive leaching of water with nutrients that can damage soil health, thus protecting and saving water (Nyam et al., 2020). In addition, Sup-plant, an Israeli based agritech startup is assisting South African farmers to

increase their crop fields while reducing water usage with their innovative technology. According to Smidt (2021), the agritech startup has assisted South African farmers to reduce their water usage by 37%.

Furthermore, farmers use drip irrigation to avoid overwatering crops. With drip irrigation, water is directed to the crop root zone thereby keeping the soil surface dry (Rahman et al., 2018). Thus, evaporation and runoff is reduced. The drip irrigation system necessitates efficiency of water use by over 95% meaning that farmers are reducing water usage by over 60% compared to traditional flooding methods (Gercek, 2017). Furthermore, drip irrigation benefits the environment, supports crop development and yield and promotes farmer to spend less time irrigating the crops (Ncube and Swikwambana, 2016). The soil is kept moist throughout the day.

#### *Climate change, its effects and farmers' coping strategies*

Climate change significantly transforms the water cycle (Rahmasary et al., 2019). Upsurged temperature increases evapotranspiration from vegetation, land, surface water, and oceans (Zhan et al., 2019). Humans and livestock water needs increases as temperature increases (Zhan et al., 2019). This is in addition to other different and many important economic activities such as energy production at hydro power stations (Hertel and Liu, 2019). Therefore, as the earth warms up, there is less water available for these activities and also availability of water becomes difficult to predict and manage (Hertel and Liu, 2019).

According to Mann et al. (2017), climate change is a global phenomenon associated with unusual climatic conditions (extreme temperatures, precipitation, wind, e.tc.) due to human activities or natural causes. Although climate change affects the entire world, some regions like the developing world, African continent for instance, is affected most (Gosling and Arnell, 2016). This is because the continent highly depend on agriculture for survival and economies. Increases in temperature and rainfall reduction lower agricultural production and substantially contributes to food insecurity (Tigchelaar et al., 2018). For example, Agriculture accounts for 18-20% of Zambia's GDP and is a fundamental source of livelihood for half of the country (Thurlow and Dorosh, 2018). However, the increased occurrence of droughts, altered rain seasons and shorter rain period has resulted in increased loss of crops and degradation of the grazing land leading to loss of livestock (Thurlow and Dorosh, 2018).

Moreover, floods have threatened production of food, especially in northern part of Zambia (Chonabayashi et al., 2020). There are several effects of previously occurring floods. These include destruction of crops and farmland leading to heightened hunger and

malnutrition, soil erosion and loss of livestock (Chonabayashi et al., 2020). Egypt is not an exception, according to Fawaz and Soliman (2016). Production of tomatoes and oil crops in the Nile Delta has been negatively impacted for the past 15 years. Fawaz and Soliman (2016) further state that not only crops are affected but even livestock. Increased heat and rapid spread of microbes cause poor appetite and hence reduced growth and development of livestock. Therefore, it is clear that climate change is a serious threat to food and water security.

To cope with drought occurrences and unpredictable weather patterns, farmers have adopted an array of climate-smart strategies. In Zambia for example, one of the strategies used by farmers is to lay a black plastic polyethylene film around certain crops which keeps the soil moist (Esser, 2017). This process is called plastic mulching, which refers to the type of mulching that utilizes polyethylene film to suppress weeds and conserve water in crop production (Briassoulis and Giannoulis, 2018). According to Briassoulis and Giannoulis (2018), the polythene bag mulch prevents evaporation of soil water and hence conserves soil moisture making it available for plants (Briassoulis and Giannoulis, 2018).

In Ethiopia, the use of black plastic polyethylene film is also common for open field or greenhouse crop production. For instance, Yaun et al. (2019) observed that polythene plastic mulch significantly retains soil moisture compared with none mulched plots. Moreover, yield of okra and squash was remarkably high for covered soil in comparison with uncovered soil (Yaun et al., 2019). The total yield for okra and squash was approximately 140 and 61%, respectively (Yaun et al., 2019). This signifies that black plastic mulch significantly increased crop yield and reduced evaporation of soil water and assisted in retaining soil moisture.

Farmers in Egypt use subsurface drip irrigation technology to manage water better as well as reduce wastage, which in turn increases yields of crops and efficiency of water use (Malash et al., 2008). In a study conducted by Mahmoud and Bably (2017) in Egypt, the tomato plant improved through various types of subsurface drip systems in comparison with surface irrigation systems. This is attributed to the characteristics of subsurface drip irrigation alluded to by various scholars (Ismail and Almarshadi, 2013; Mahmoud and Bably, 2017). This system is suitable for both arid and semi-arid regions, as well as hot and windy areas that are characterised with insufficient supplies of water (Mahmoud and Bably, 2017). The system is also commonly used in South Africa, mainly in Lucerne fields. Lucerne is a perennial crop that requires plenty water, has a deep root system and unique demands (Schoo et al., 2016). Lucerne provide good forage for livestock.

Stress caused by inadequate or oversupply of water has significant adverse effects on crop productivity and quality (Schoo et al., 2016). Hence, a subsurface drip irrigation system has been used in South African Lucerne fields for over 18 years (Adetoro et al., 2020). Apart from the significant savings in water consumption, one of the great advantages of subsurface drip irrigation technology is that the field can be irrigated directly after the crop has been cut out and while the bales are still in the field (Adetoro et al., 2020). Growth can, therefore, be stimulated faster to achieve more cuttings per year (Adetoro et al., 2020).

Furthermore, Kimutai et al. (2020), conducted a study about the “Effect of Moisture and subsurface drip irrigation on cowpea production in South Africa in which the highest grain water use efficiency was achieved for 70% subsurface drip irrigation. Therefore, to cope with the changing weather patterns on-farm productivity and water use efficiency could be improved through effective irrigation systems like the subsurface drip irrigation technology.

### **Conclusion**

The causes of water scarcity are both natural and manmade. Climate change is amongst the major causes of water scarcity and it affects a variety of aspects, some of which are associated with drought. Severe drought episodes have a direct effect on agriculture and food production. In countries such as South Africa and Mozambique, there has been a decrease in the production of maize, in major maize-producing areas due to drought. Overpopulation is also a huge challenge that exerts a lot of pressure on available water resources for the ever-increasing human population. In nations like the United States, China and India water pollution is a growing challenge contributing to water scarcity. It is a serious threat to sustainable development in India as some water sources are unsafe for industrial and human use. Furthermore, when water is overused, a shortage occurs. On average, agriculture accounts for 70% of global water use and threatens freshwater resources. With these results, it could be concluded that employing environmentally friendly farming practices is very essential as well as using the available water sparingly through the use of more advanced water-saving techniques. It is plausible that crop farmers in different parts of the globe have already started adopting these water-saving techniques like rainwater harvesting, use of drip irrigation and recycling water among others.

### **Implication for practice**

Several factors contribute to shortage of water for agricultural activities. As such, many solutions are implemented the world over. These include water harvesting techniques,

efficient irrigation methods, selection of drought resistant crop species and creating buffers that stop contamination of water sources. Some of the reviewed techniques are not ideal for small fields but for medium and large fields. Therefore, it is key for agricultural advisors or other stakeholders to co-decide and co-design water use and water saving methods ideal for different crop and livestock farmers. This will enhance adoption and sustainability leading to acceptable strides towards achieving water security for agriculture.

### **Future studies**

Research gaps do exist on which methods are applicable for specific types of crops and their effectiveness. Also, studies on ways of measuring water use and amount required for each crop is essential. Establishing and implementing relevant methods to curb water pollution is key. All these require to be done with the grassroots. Involving them at the beginning identifying and confirming research needs with them is key. This is fundamental for co-designing the projects and/or initiatives, co-deciding, co-implementing and co-learning with the grassroots communities and hence achieving the set milestones.

### **Statement of Conflict of Interest**

Authors have no conflict of interest

### **Author's Contributions**

RTL, SK, MM and JZ conceptualized the idea, designed the paper structure and wrote the paper; RTL searched for literature, ran the Atlas ti analysis, developed the draft and addressed comments; SK, MM and JZ reviewed the paper and provided mentorship.

### **References**

Adetoro AA, Abraham S, Owusu-Sekyere E, Paraskevopoulos AL, Jordan H, Orimoloye IR., 2020. Alleviating water shortages by decreasing water foot print in crop production: The impacts of different soil mulching and irrigation systems in South Africa. *Groundwater for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100464>

Ahearn A., 2018. Herders and hazards: Cost of risk management strategies in a Mongolian sub district. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3128-4>

Ali R, Kuriqi A, Kisi O., 2020. Human-environment natural disasters interconnection in China. *Climate*, 8(4): 48, <https://doi.org/10.3390/cli8040046>

Almekinders C, Walsh S, Jacosben KS, Adrade-Piedra JL, McEwan MA, Haan S, Kumar L, Staver C., 2019. Why interventions in the seed systems of roots, tubers and bananas crops do not reach their full potential. Food Security. <https://doi.org/s12571-018-0874-4>

Bartz W, Pill W, Evans TA., 2017. Yield of greenhouse-grown tomato in substrates containing coir and parboiled rice or burnt rice hulls. Horticulture Science, <https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1271289>

Basnyat P, Teeter L, Lockbay G, Elynn K., 1999. Relationships between landscape characteristics and non-point source pollution inputs to coastal estuaries. Environmental management. <https://doi.org/10.1007/s002679900208>

Berchoux T, Watmough G, Hutton CW, Atkinson PM., 2019. Agricultural shocks and drivers of livelihood precariousness across Indian rural communities. Landscape and Urban Planning, <https://doi/10.1016/j.landurbplan.2019.04.014>

Bierkens M, Wada Y., 2019. Non-renewable groundwater use and groundwater depletion. Environmental Science. doi: 10.1088/1748-9326/ab1a5f

Boali A, Bashari H, Jafari R., 2018. Evaluating the potential of bayesian networks for desertification assessment in arid areas of Iran. Land Degradation. <https://doi/10.1002/idr.3224>

Bonsignore CP, Vancate V., 2017. Pest management in organic vegetable greenhouses. Environmental Entomology. doi:10.1079/9781780644998.0374

Briassoulis D, Giannoulis A., 2018. Evaluation of the functionality of bio-based plastic mulching films. Polymer Testing, doi:10.1016/j.polymertesting.2018.02.019

Brierley G., 2020. The socio-ecological river: Socio-economic, cultural and environmental relations to river systems. Voice of the River. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-27068-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27068-1_2)

Broeck G, Hoyweghen K, Maertens M., 2018. Horticultural exports and food security in Senegal. Global Food Security. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.12.002>

Castellanos JL, Olmos S, Bayo J., 2020. Micro plastics in urban wastewater treatment plant: The influence of physicochemical parameters and environmental factors. Chemosphere, 5(2): 124593.

Chan JM., 2019. Frost tolerance of six seed orchards of *Acacia mearnsii* (black wattle) and the effect of developmental stage and tree size on frost hardiness. Australian Forestry, 82(1): 35-47.

Chonabayashi S, Theepakorn J, Qu Y., 2020. Does agricultural diversification build economic resilience to drought and flood? Evidence from poor households in Zambia. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 15(1): 65-80.

Cumming O, Slaymaker T., 2018. Equality in water and sanitation services. 1st ed. London: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781315471532>

Das B, Minasny B, Malone B, McBratney AB, Angers DA, Arrouays D, Chambers A, Chaplot V, Chen Z, Cheng K, Field DJ, Gimona A, Hedly CB, Hong S, Mandal B, Marchant BP, Martin M, McConkey BG, Mulder V, Odeh I, Padarian J, Paustian K, Pan G, Poggio L, Savin I, Stolbovoy V, Winoweick L, Wesemael B, Stockmann U, Tsiu CC, Sulaeman Y., 2017. Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292: 59-86,

Dieter CA, Maupin MA, Caldwell RR, Harris MA, Ivahnenko TI, Lovelace JK, Barber NL, Linsey KS., 2018. Water availability and use science program: Estimated use of water in the United States in 2015, s.l. Geological survey, <https://doi/10.3133/cir1441>

Doh J, Tashman P, Benischke M., 2019. Adapting to grand environmental challenges through collective entrepreneurship. *Academy of Management*, 33(4): 1-28.

Dwivedi SL, Edith T, Bueren L, Ceccarelli S, Grando S, Upadhyaya HR, Ortiz R., 2017. Diversifying food systems in the pursuit of sustainable food production and healthy diets. *Trends in Plant Science*, 22(10): 842-856.

Elum Z, Modise D, Marr A., 2017. Farmer's perception of climate change and responsive strategies in three selected provinces of South Africa. *Climate Risk Management*, 16(1): 246-257.

Engel V, Jobbagy E, Stieglitz M, Williams M, Jackson RB., 2005. Hydrological consequences of eucalyptus afforestation in the Argentine Pampas. *Water Resources*, 41(10): 85.

Esser K., 2017. Water infiltration and moisture in soils under conservation and conventional agriculture in agro-ecological zone, Zambia. *Agronomy*, 7(2): 40, <https://doi.org/10.3390/agronomy7020040>

Fawaz M, Soliman S., 2016. The potential scenarios of the impacts of climate change on Egyptian resources and agricultural plant production. *Journal of Applied Sciences*, 6(4): 270.

Furuni GL, Ashrafuzzaman M., 2019. Climate change and human health linkages in the context of globalization: An overview from global to south-western coastal region of Bangladesh. *Environment International*, 127(20): 402-411,

Ganoulis J, Fried J., 2018. Tran's boundary water security. *Springer Journal*, 8(5): 31-54.

- Garg S., 2020. Impact of overpopulation on land use pattern. *IGI Global*, 15(3): 22-41.
- Gaudi F, Feist K, Burt CM., 2018. Managing centre pivot irrigation using municipal reclaimed water. *Environmental and water resources*, 18(2): 36-49.
- Gercek S, Demirkaya M, Isik D., 2017. Water pillow irrigation versus drip irrigation with regard to growth and yield of tomato grown under greenhouse conditions in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 180(20): 172-177.
- Goncalves E., 2019. Agricultural corridors as demonstration fields, infrastructure, fairs, and associations along the Beira and Nacala corridors of Mozambique. *Journal of Eastern African Studies*, 14(2): 354-374, <https://doi.org/10.1080/17531055.2020.1743094>
- Gosling S, Arnell N., 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climate change*, 134(3): 371-385, <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>
- Gude VG., 2018. Desalination of deep groundwater aquifers for freshwater supplies – Challenges and strategies. *Ground Water for Sustainable Development*, 6(2): 87-92,
- Hans B., 2018. An analysis of sustainable agricultural development in India. [Online] Available at: SSRN [Accessed March 2018], <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3150442>
- Huang J, Jiang J, Wang J, Hou L., 2014. Crop diversification in coping with extreme weather events in China. *Intergrative Agriculture*, 13(4): 677-686, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60700-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60700-5)
- Huang Z, Hejazi M, Tang Q, Vernon CR, Liu Y, Chen M, Calvin K., 2019. Global agricultural green and blue water consumption under future climate and land use changes. *Journal of Hydrology*, 10(4): 242-256, <https://doi.org/10.1016/j.hydrol.2019.04.046>
- Heerden V, Woyessa Y, Pretorius E., 2010. Assessment of the potential adaptation of infield rainwater harvesting technique in the communal farming areas of the upper and middle Modder river Basin, South Africa. *Agricultural Extension*, 34(1): 334-348, <http://hdl.handle.net/11462/693>
- Hertel T, Liu J., 2019. Implications of water scarcity for economic growth. *AAGEM*, pp. 11-35, [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6101-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6101-2_2)
- Hruska J, Cermak J, Sustek S., 1999. Mapping tree root systems with ground-penetrating rader. *Tree Physiology*, 19(2): 125-130, <https://doi.org/10.1093/treephys/19.2.125>
- Ismail S, Almarshadi M., 2013. Maximizing productivity and water use efficiency of alfalfa under precise subsurface drip irrigation in arid regions. *Irrigation and Drainage*, 62(1): 57-66.



John F, Toth R, Muller B, Frank K, Groeneveld J., 2019. Ecological vulnerability through insurance? Potential unintended consequences of livestock drought insurance. *Ecological Economics*, 157(5): 357-368, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.11.021>

Kabos L, Jonathan S, Boor BE, Sendesi SMT, Whelton AJ, Howarter JA., 2019. In vitro toxicity assessment of emitted materials collected during the manufacture of water pipe plastic linings. *Inhalation Toxicology*, 31(4): 131-146,

Kader M, Senge M, Mojid MA, Ito K., 2017. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research*, 168(2): 155-166, <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.01.001>

Kimutai E, Senzanje A, Mabhaudhi T., 2020. Effect of moisture and subsurface drip irrigation on cowpea production in South Africa. *Water SA*, 46(2): 197-204, <https://doi.org/10.17159/wsa/2020.v46.i2.8234>

Kin CS., Man I, Hang L, Hou U, Weng N, Ha U, Hin L, Heng CK, Tim TS, Kuai CL, Shan LW., 2019. Predicting earth's carrying capacity of human population as the predator and the natural resources as the prey in the modified lotka-volterra equations with time-dependent parameters. *Populations and Evolution*, 2(1): 84-100.

Loon AF., 2015. Hydrological drought explained. *Wires Water*, 2(4): 1-10; <https://doi.org/10.1002/wat2.1085>

Mahmoud M, Bably AZ., 2017. Crop water requirements and irrigation efficiencies in egypt. conventional water resources and agriculture in Egypt. 74: 417-487.

Mann ME, Rahmstorf S, Kornhuber K, Steinman BA, Miller SK, Coumu D., 2017. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events. *Scientific Reports*, 7(1): 45242.

Marcela L, Bejarano A, Arellano I., 2019. Development and implementation of a mobile application for the measurement of temperature and relative humidity in greenhouse crops. *INMATEH*, 58(3): 34-48.

Malash N, Flowers TJ, Ragab, R., 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. *Irrigation Science*, 26: 313-323.

Marston L, Konar M, Mekonnen MM, Ao Y, Hoekstra AY., 2018.. High-resolution water footprints of production of the United States. *Water Resources*, 54(3): 19-23, <https://doi.org/10.1002/2017WR021923>

McNabb DE., 2019. The population growth barrier. *Water Sustainability*, 8(4): 67-81, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04085-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04085-7_5)

Mekonnen MM, Hoekstra AY., 2017. Global anthropogenic phosphorus loads to freshwater and associated grey water footprints and water pollution levels: A high-resolution global study. *Water Resources*, 54(1): 20-44.

Mgolozeli S, Nciizah A, Mudau F, Wakindi IC., 2020. Innovative pro-smallholder farmer's permanent mulch for better soil quality and food security under conservation agriculture. *Agronomy*, 10(4): 605, <https://doi.org/10.3390/agronomy10040605>

Montwedi M, Munyaradzi M, Pinoy L, Dutta A, Ikumi DS, Motoasca E, Bruggen B., 2021. Resource recovery from and management of wastewater in rural South Africa: Possibilities and practices. *Water Process Engineering*, 40: 101978.

Mouheb N, Bahri A, Thayer BB, Benyahia B, Bourrie G, Cherki B, Codom S, Declercq R, Gunes A, Haren M, Kitir N, Molle B, Patureau D, Pollice A, Ppapaport A, Renault P, Riahi K, Romafny B, Sari T, Sinfort C, Steyer J, Talozzi S, Topcuoglu B, Turan M, Wery N, Yildirim E, Harmand J., 2018. The reuse of reclaimed water for irrigation around the Mediterranean Rim: a step towards a more virtuous cycle? *Regional Environmental Change*, 18(3): 693-705, <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1292-z>

Muthelo D, Sekreye E, Ogundenji A., 2019. Smallholder farmers' adaptation to drought: identifying effective adaptive strategies and measures. *Water*, 11(10): 2069, <https://doi.org/10.3390/w11102069>

Mzezewa J, Rensburg LD., 2019. Risk assessment of Sunflower production using in-field rainwater harvesting on semi-arid ecotope in Southern Africa. *Sustainable Crop Production*, 2(1): 1-10.

Nagothu US., 2018. *Agricultural development and sustainable intensification*. 1st ed. London: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780203733301>

Nazli S, Siddiqui S, Rehman N., 2020. Assessing the impact of eucalyptus plantation on groundwater availability in Pakistan. *Economic and Environmental Geology*, 11(1): 1-10.

Ncube B, Swikwambana S., 2016. Coping and adaptation strategies for agricultural water use during drought periods. *Canoe Peninsula*, 12(3): 23-34.

Ndambi OA, Pelster DE, Owino JO, Buissonje F, Vellinga T., 2019. Manure management practices and policies in sub-Saharan Africa implications on manure quality as a fertilizer. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3(29): 1-10.

Nigussie E, Olwal T, Musumba G, Tetegene T, Lemma A, Mekuria F., 2020. IoT-based irrigation management for smallholder farmers in Rural Sub-Saharan Africa. *Procedia Computer Science*, 177(1): 86-93.

Njuki E, Ureta BB., 2018. Irrigation water use and technical efficiencies: Accounting for technological and environmental heterogeneity in US agriculture using random parameters. *Water Resource and Economics*, 24(1): 1-12.

Nyam Y, Kotir JH, Turton AR, Jordaan AJ, Ogundeli AA., 2020. Drivers of change in sustainable water management and agricultural development in South Africa. *Sustainable Water Resource Management*, 6: 62.

Ormerod KJ., 2017. Common sense principles governing potable water recycling in the south-western US: Examining subjectively of water stewards using Q methodology. *Geoforum*, 86(5): 76-85.

Pan T, Liu S., 2018. Students' understanding of a groundwater system and attitudes towards groundwater use and conservation. *Journal of science education*, 40(5): 564-578.

Panuccio EA., 2021. Qualitative software packages. *The Encyclopedia of Research Methods in Criminology and Criminal Justice*, 1: 423-427.

Pribyl K, Nash DJ, Klein J, Endfield GH., 2019. The role of drought in agrarian crisis and social change: the famine of the 1890s in south-eastern Africa. *Regional Environmental Change*, 43(4): 1-13.

Qian Y, Lin Y., 2019. Comparison of soil chemical properties [prior to and five to eleven years after recycled water irrigation]. *Environmental Quality*, 48(6): 1758-1765.

Quamar MF., 2018. Vegetation dynamics in response to climate change from the wetlands of Western Himalaya, India: Holocene Indian summer monsoon variability. *SAGE Journals*, 29(2): 345-362.

Rahman MKI, Abdin MSZ, Buyamin S, Azimi S., 2018. Enhanced fertigation control system towards higher water saving irrigation. *Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 10(3): 859-866.

Rahmasary AN, Robert S, Leeuwen K, Chang I, Jing W, Park J, Bluemling B, Koop S., 2019. Overcoming the challenges of water, waste and climate change in Asian cities. *Environmental Management*, 63(4): 520-535.

Ramankutty N, Mehrabi Z, Waha K, Jarvis L, Kremen C, Herrero M, Rieseberg LH., 2018. Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security. *Plant Biology*, 69(18): 789-815.

Rasual G., 2016. Managing the food, water, and energy nexus for achieving the sustainable development goals in South Asia. *Environmental Development*, 18(6): 14-25.

Ray R, Fares A, Risch E., 2018. Effects of drought on crop production and cropping areas in Texas. *Agronomy Journal*, 3(1): 1-10.

Reynolds JM., 2021. Community narratives and local impacts of invasion in the Eastern Cape: A critical invasion ethnography of black wattle. *Environment and Planning*, 10(1): 12-23.

Rigby H, Clarke B, Pritchard DL, Meehan B, Beshah F, Smith SR, Porter NA., 2016. A critical review of nitrogen mineralization in bio solids amended soil, the associated fertilizer value for crop production and potential for emissions to the environment. *Science of the Total Environment*, 5(1): 1310-1338.

Sapkota A., 2019. Water reuse, food production and public health: Adopting Trans disciplinary, systems-based approaches to achieve water and food security in a changing climate. *Environmental Research*, 171(5): 576-580.

Schoo B, Wittich K, Bottcher U, Kage H, Schittenhelm S., 2016. Drought tolerance and water use efficiency of biogas crops: A comparison of cup plant, maize and Lucerne-grass. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(2): 117-130.

Schyns J, Booiji M, Hogeboom R, Mekonnen MM, Hoestra AY., 2019. Limits to the world's green water resources for food, feed, fibre, timber, and bioenergy. *Academy of Sciences*, 116(11): 4893-4898.

Setimela PS, Magorokosho C, Lunduka R, Gasura E, Makumbi D, Tarekegne A, Cairns JE, Ndhlela T, Erenstein O, Mwangi W., 2017. On-farm yield gains with stress-tolerant maize in Eastern and Southern Africa. *Agronomy Journal*, 109(2): 406-417.

Shah S, Abbas G, Hanif M., 2019. Increased burden of disease and role of health economics: Asia-pacific region. *Review of Pharmacoeconomics*, 19(5): 517-528.

Sharma AK, Moy LH, Sriramulu B, Sekhar M, Ruiz L, Corgne S, Bandyopadhyay S., 2018. Irrigation history estimation using multi-temporal landsat satellite images: Application to an intensive groundwater irrigated agricultural watershed in India. *Remote Sensing*, 10(6): 893.

Shea BJ, Grimshaw JM., Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, Porter AC, Tugwell P, Moher D, Bouter LM., 2007. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 7(10): 1-10, <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>

Sianturi R, Jetten VG, Sartohadi J., 2018. Mapping cropping patterns in irrigated rice fields in West Java: towards mapping vulnerability to flooding using time-series MODIS imageries. *Applied Earth Observation and Geoinformation*, 66: 1-13.

Sixt G, Klerkx L, Griffin T., 2018. Transitions in water harvesting practices in Jordan's rainfed agricultural systems: Systematic problems and blocking mechanisms in an emerging technological innovative system. *Environmental Science*, 84(3): 235-249.

Smidt HJ., 2021. Factors affecting digital technology adoption by small scale farmers in agriculture value chain. *Information Technology for Development*, 10(2): 1-27.

Studer C, Spoehel S., 2019. Potential and actual water savings through improved irrigation scheduling in small scale vegetable production. *Agronomy*, 9(12): 888.

Swartz T, Miller J., 2019. Managing farm ponds as breeding sites for amphibians: key trade-offs in agricultural function and habitat conservation. *Ecological Applications*, 29(7): 13-28.

Takahashi Y, Hounq LTT, Nomura H, Kusodo T, Son CT, Yabe M., 2020. Manure management and pollution levels of contract and non-contract livestock farming. *Science of the total environment*, 710(4): 1362.

Tardieu F, Draye X, Javaux M., 2017. Root uptake and ideotypes of the root system: whole plant control. *Vandose Zone Journal*, 16(9): 1-10, <https://doi.org/10.2136/vzj2017.05.0107>

Tesfuhuney W, Dzvene AR., 2021. Farmers' knowledge, attitudes, and perceptions for the adoption of in-field rainwater harvesting (IRWH) technique in Thaba Nchu, South Africa. *African Journal of Science, Technology, innovation and Development*, 10(1): 1-18. <https://doi.org/10.1080/20421338.2021.1960542>

Thurlow J, Dorosh P., 2018. Beyond agriculture versus non agriculture: decomposing sectoral growth-poverty linkages in five African countries. *World Development*, 109(1): 440-451, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.014>

Tigchelaar M, Battisti DS, Naylor RL, Ray DK., 2018. Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(26): 6644-6649.

Tran GV, Ramaraj R, Balakrishnan D., 2022. Simultaneous carbon dioxide reduction and methane generation in biogas for rural household use via anaerobic digestion of wetland grass with cow dung. *Fuel*, 317: 123487, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123487>

Troter J, Perrier J., 2018. Water driven Palestinian agriculture frontiers: The global ramifications of transforming local irrigation. *Political Ecology*, 25(1): 292.

Tuninetti M, Tamea S, Dalin C., 2019. Water debt indicator reveals where agricultural water use exceeds sustainable levels. *Earth and Space Science*, 55(3): 146-162.

Wang P, Zhou R, Xian Y, Prochnow A, Lu X, Cullen PJ, Ostrikov K, Bazaka K., 2020. Plasma-activated water: Generation, origin of reactive species and biological application. *Journal of physics D: Applied Physics*, 53(30): 30001.

Weizman J, Filgueira R., 2019. The evolution and application of carrying capacity in aquaculture: towards a research agenda. *Aquaculture*, 10(8): 12-38.

Weldeslassie T, Naz H, Singh B, Oves M., 2018. Chemical contaminants for soil, air and aquatic ecosystem. *Springer Journal*, 10(1): 1-22, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-64501-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-64501-8_1)

Wichelns D., 2018. Advising Morocco: adopting recommendations of a water footprint assessment would increase risk and impair food security for the country and its farmers. *Water International*, 43(8): 762-784, <https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1516096>

Xia-Jun W, Yun ZJ, Ali M, Shahid S, ElMahdi A, Rui-min H, Xin B., 2012. Water resources management strategy for adaptation to droughts in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(1): 923-937, <https://doi.org/10.1007/s11027-011-9352-4>

Yadav AS, Sanjay A., 2018. Crop residue management in diverse agro-ecosystems for improving soil health-an overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4): 387.

Yannopoulos S, Giannoupoulou I, Sarapoulou MK., 2019. Investigating of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide. *Water*, 11(10): 2168.

Yaun Z, Zhang R, Wang B, Gao BQ, Ayana G, Abera D, Ashraf M, Li FM., 2019. Film mulch with irrigation and rain-fed cultivations improves maize production and water use efficiency in Ethiopia. *Annals of Applied Biology*, 175(2): 215-225.

Zaman M, Ladha JK., 2018. Crop residue mulching: Benefits, challenges and management issues under changing climate. *Resource Development*, 50(11): 50012827.

Zhan S, Song C, Wang J, Sheng Y, Quan J., 2019. A global assessment of terrestrial evapotranspiration increase due to surface water area change. *Earth's Future*, 7(3): 266-282.

## Bitki Biyoteknolojisi için Makine Öğrenimi Uygulamaları: Bitki Doku Kültürü Prosedürlerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi

Aşlı KÜÇÜKRECEP<sup>1</sup>, Dilek TEKDAL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Mersin

<sup>2</sup>Mersin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Mersin

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4287-4008>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4545-9005>

\*Sorumlu yazar: dilektekdal@mersin.edu.tr

### Derleme

### ÖZ

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 26.05.2022

Kabul tarihi: 02.08.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Biyoteknoloji

Veri tabanı

*In vitro*

Makina öğrenmesi

Bitki doku kültürü

Biyoteknoloji ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler son yıllarda katlanarak artmış ve bu ilerleme sayesinde fonksiyonel deneysel teknolojilerin geliştirilmesi mümkün olmuştur. Biyoteknolojik gelişmelerin hızlanması ile deneysel çalışmaları daha pratik, hızlı ve kolay tasarlamak, geliştirmek ve uygulamak kolaylaşmaktadır. Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar, gerekli analiz ve çıkarımların yapılmasına olanak sağlayacak büyük miktarda veri üretme potansiyeline sahiptir ve elde edilen veriler farklı şekillerde ve birçok veri tabanında saklanmaktadır. Araştırmacılar tarafından elde edilen bulguların doğru analiz edilmesi ve doğru çıkarımların yapılması, bu verilerin ve veri tabanlarında depolanan büyük miktardaki bilginin sisteme uygun şekilde entegre edilmesini gerektirmektedir. Bu makale, *in vitro* bitki doku kültürü çalışmalarından elde edilen verilerin saklanması, farklı kaynaklardan elde edilen verilerle bütünleştirilmesi, yeni bilgilerin elde edilmesi ve işlevsel olarak uygulanması konusunda çeşitli bakış açıları sunmaktadır.

## Machine Learning Applications for Plant Biotechnology: Modeling of The Plant Tissue Culture Procedures with Artificial Neural Networks

### Review Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 26.05.2022

Accepted: 02.08.2022

Published online:09.12.2022

#### Keywords:

Biotechnology

Database

*In vitro*

Machine learning

Plant tissue culture

Developments in biotechnology and information technologies have increased exponentially in recent years, and thanks to this progress, it is possible to develop functional experimental technologies. With the acceleration of biotechnological developments, it is becoming more and more practical, fast, and easy to design, develop and implement experimental studies. Experimental studies in recent years have the potential to produce a large amount of data that will allow the necessary analysis and inferences to be made, and the data obtained are stored in different ways and in many databases. Analyzing the findings obtained by the researchers correctly and making the proper inferences requires that these data and the large amount of information stored in the databases be integrated appropriately into the system. This article offers various perspectives on storing data obtained *in vitro* plant tissue culture studies, integrating it with data from different sources, obtaining new information, and applying it functionally.

**To Cite:** Küçükrecep A, Tekdal D., 2022. Machine learning applications for plant biotechnology: Modeling of the plant tissue culture procedures with artificial neural networks. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 306-315.

## **1. Introduction**

As a result of the rapid increase in the world's population, the global food requirement also increases, but production remains insufficient to meet the required demand with factors such as the destruction of agricultural areas and climatic changes. Although approximately 2 billion people in the world do not have access to healthy, reliable, and sufficient levels of food (Gutu, 2020), it is seen that modern biotechnological developments should be used in agricultural practices, considering the current situation. For this purpose, it is necessary to develop high-quality and high-yield potential varieties resistant to biotic and abiotic stress factors to increase the yield obtained from existing agricultural foods. Although new varieties with different characteristics have been developed with breeding studies for many years, the low chance of crossing various plants due to high labor and long breeding times remains insufficient to solve the current food imbalance. With plant tissue culture techniques, new varieties with desired characteristics can be developed and reproduced much shorter than classical breeding methods.

To optimize a reproducible procedure with *in vitro* culture studies, different parameters such as the genotype of the plant used as the material, the explant source to be used in the culture, the content of the nutrient medium, the concentrations and different combinations of the plant growth regulators added to the nutrient medium were examined and evaluated, and the effects of these variables on the plant were determined. It is aimed to analyze the effect on the regeneration ability. The models included in the classical statistical techniques used in evaluating the obtained data are insufficient in evaluating the factors directly related to the plant and are not linear. Although classical statistical techniques evaluate the effect of independent variables on dependent variables with variance and linear regression-based models, more robust data systems should be used to determine complex relationships.

## **2. Problems in Modelling of Plant Tissue Culture Process**

Plant tissue culture is the regeneration of different cells, tissues, and organs selected as an explant source by placing them in an artificial nutrient medium by taking advantage of the totipotency feature of plants (Bhojwani and Dantu, 2013).

*In vitro* culture studies are one of the fundamental techniques for plant propagation and breeding, enabling somatic embryogenesis, micropropagation, shoot regeneration, and production of plant-derived secondary metabolites (Hesami et al., 2018; Raj and Saudagar, 2019). The culture conditions, the physiological state of the explant, and the genotype are the main factors responsible for the regeneration success of the plant (Svetleva et al., 2003); optimizing the *in vitro* conditions suitable for the plant is the most critical step in the



development of a routine regeneration protocol. Although many nutrient media are used in tissue culture studies, the most used nutrient medium is the nutrient medium with high salt concentration, called “MS,” which was developed in 1962 by botanists Toshio Murashige and Folke K. Skoog (Murashige and Skoog, 1962). Various plant growth regulators are used to direct the regeneration as desired. The ratios of plant growth regulators to be added to the nutrient medium vary according to the purpose for which the plants are cultivated and their species (Sönmez, 2019). Murashige and Skoog (1962) spent about 5 to optimize 81 different macro, microelement, and different vitamin combinations to improve the “MS” nutrient medium; Hildebrandt et al. (1946) reported that more than 16000 procedures were required to develop a new culture medium.

The medium manipulated for a specific purpose contains many different components and combinations, so optimization takes time and requires high expertise (Phillips and Garda, 2019). The inclusion of computer technologies such as Artificial Intelligence (AI) in the process can make essential contributions to the realization of optimizations, which is the most basic requirement for success and can shed light on researchers on the way to discovering new information.

### **3. Application of Artificial Neural Networks *in vitro*-Based Plant Biotechnology**

For many years, researchers have studied how to produce non-biological entities with human-like performance in understanding the task, analyzing it, and making logical inferences. As a result of the combination of information technologies and statistical science, Machine Learning, one of the systems obtained from studies, develops and applies computer algorithms with experience. While classical statistical methods focus on which results can be drawn from which data, Machine Learning also includes complex processes such as selecting the most valuable data, storing, combining, and determining appropriate calculation algorithms (Mitchell, 2006). Studies conducted in recent years show that modeling the complex and nonlinear relationships contained in the data with artificial intelligence technologies gives much better results than classical statistical methods in providing superior predictions (Landín et al., 2009; Gago et al., 2010).

Artificial Neural Networks (ANN) are one of the most important developments in recent years applied in various fields of science such as economics, health, and engineering (Hammerstrom, 1993; Lek and Guégan, 1999). Various studies and approaches have been reported on Artificial Neural Networks in plant science (Frossyniotis et al., 2008; Prasad and Gupta, 2008). In the reliable evaluation of biological processes, neural network technology,

which uses complex mathematical functions to process and interpret unpredictable data sets, provides effective results (Karim et al., 1997; Prasad and Gupta, 2008). Studies reported that allow the estimation of the number and average length of shoots (Arab et al., 2016) and the number and weight of roots per plant (Mehrotra et al., 2008) in plant tissue culture.

### **3.1. Principal Structure of Artificial Neural Networks**

Artificial Neural Networks (ANN), which consist of interconnected units called neurons, nodes, and sensors, are systems designed to simulate the information processing process of the human brain (Gago et al., 2010; Amiri et al., 2018). The artificial nerve cell in the system mimics biological neural networks and collects the signals it receives from a different cell, and when the accumulated signals exceed a certain threshold, it transmits the collected signals to a different artificial nerve cell (Ataseven, 2013). Inputs, outputs, weights, summation, and activation functions are the five essential elements of a nerve cell, called a process in engineering (Öztemel, 2003). In this system, all neurons except those connected with outer space to receive inputs and transmit outputs have connections only within the network and hidden layers (Anderson and McNeill, 1992). In a system consisting of layers, the input layer, which provides the reception of the information from the outside to the neural network, consists of the parameters affecting the problem, and the number of neurons in this layer is shaped according to the number of parameters. On the other hand, the output layer is responsible for exporting the information, and the hidden layers are located between the input and output layers (Çelik and Köleoğlu, 2022).

Following the study, the training algorithm to be selected includes two learning rules, with and without supervision (Ersoy and Karal, 2012). In the most preferred supervised learning model, a sample output is given to the network and compared with the output produced by the network, and the randomly given weights are changed in cycles until the difference between the outputs taken as errors is minimized (Anderson and McNeill, 1992). On the other hand, the unsupervised learning method is a learning method that has limited use and is constantly evolving in neurons without sample output (Anderson and McNeill, 1992). The complexity and interaction of variables in plant tissue culture applications, which is the subject of this article, make it challenging to optimize the process with traditional approaches. Therefore, artificial intelligence modeling and optimization applications have been used in different studies to model, predict and optimize this process.

### 3.2. Artificial Neural Networks in Plant Tissue Culture

Unlike statistical methods, artificial neural networks can be applied to any problem that requires a mathematical relationship between input and output variables (Zealand et al., 1999). In this way, complex and nonlinear systems such as biological processes can be modeled (Gevrey et al., 2003). The first applications of artificial neural networks in plant science included optimization processes. In various previously reported studies, neural network technology has been used to analyze the developmental stages of somatic embryos (Uozumi et al., 1993), defining the viability of plant cells. The system developed by Uozumi et al. (1993) was used to determine the appropriate time for transferring somatic embryos from the celery plant to the next culture stage. Variables such as length-width ratio, circularity, and area in the trained artificial neural network are obtained from cell culture images, and embryos at the globular, heart, and torpedo stages are determined. Even after training, the system successfully predicted the number of plantlets developing from the embryo (Uozumi et al., 1993). Honda et al. (1997) used neural network applications to determine the length of the shoots regenerated from the calli in the climatization study in which they will transfer the callus of the rice plant from the environment in which they develop to the sugar-free environment. Variables such as radius, width, and length in the digital images obtained from the somatic embryo were used as inputs, and the results of the neural network compared with the results of the multiple regression analysis estimated the shoot lengths with an error of 1.3 mm at a rate of 95% (Honda et al., 1997).

The first step is proper surface sterilization of the plant material used in plant tissue culture studies. The chemical used in sterilization, the duration of the application, and the type of explant affect the sterilization success. Therefore, the type and application time of the sterilant should be optimized for each plant species and different explants. Ivashchuk et al. (2018) used "Multilayer Sensor" and "Radial-Based Function" methods in their study with *Bellevalia sarmatica* (Pall. Ex Georgi) Woronow, *Nigella damascene* L., and *Echinacea purpurea* L., dipping times with different types of sterilants at different concentrations as inputs, explant viability, and percent contamination as output. The Multi-Layer Sensor models predicted functional sterilization (Ivashchuk et al., 2018). Murase and Okayama (2008) used artificial neural networks to model environmental conditions in plant tissue culture and modeled a system to determine the required temperatures with a 5% margin of error (Murase and Okayama, 2008). Callogenesis is a complex and nonlinear process affected by many factors (Hesami et al., 2018).

On the other hand, Mansouri et al. (2016), in their study with *Cuminum cyminum* L., variables such as area, diameter, lateral axis length, and density were used as input; they accepted fresh weight and callus volume as outputs and reported that the model they developed predicted the volume and fresh weight of callus precisely (Mansouri et al., 2016). Niazian et al. (2018) used artificial neural networks in their study with *Trachyspermum ammi* L. to determine the physical properties of embryogenic calli from explants of different ages, to which they applied different concentrations of kinetin, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D), and sucrose. By determining the density, roundness, and area of the callus, they determined that 2,4-D changes the physical properties of the callus and has relatively the highest importance in this process (Niazian et al., 2018).

Kaur et al. (2020) determined different chitosan and salicylic acid concentrations as inputs, used multilayer sensors in their study with *Swertia paniculata* Wall., and reported that they accurately predicted the modeled in vitro secondary metabolite production (Kaur et al., 2020). Ruan et al. (1997) used a system they developed with an accuracy of 90% or higher with artificial intelligence technology to determine and model the morphological characteristics of somatic embryos in their study with carrots (Ruan et al., 1997). Zhang et al. (1999) succeeded by optimizing somatic embryogenesis and identifying normal and abnormal somatic embryos using a similar system (Zhang et al., 1999).

Hesami et al. (2019) took variables such as fructose, 2,4-D, sucrose, 6-Benzylaminopurine (BAP), glucose, and light as inputs to the model and optimized somatic embryogenesis in the system they modeled, and somatic embryo count was accepted as output data and was 92% (Hesami et al., 2019). On the other hand, Altuntaş and Kocamaz (2019) reported that the system had positive results in the determination of haploid seeds through the data set they obtained from haploid and diploid corn seed images in their convolutional neural network (CNN) studies (Altuntaş and Kocamaz, 2019).

#### **4. Conclusions**

In classical statistical methods, a limited number of factors known to be effective in evaluating various biological properties are used. Considering the complexity inherent in biological processes, generally, in systems where linear and simple variables are analyzed, the data obtained are insufficient to estimate the most accurate. Artificial intelligence applications can provide severe advantages in studies where many parameters such as plant tissue culture and optimum conditions vary from plant to plant, even in different genotypes within the same plant. With ML, appropriate data analysis methods can be determined in future studies. It is

thought that the models developed in this way will save both labor and time and enable researchers to carry out systematic and efficient studies. With ANN, the correct and efficient analysis can be opened with the correct classification of appropriate data.

### **Conflict of Interest Statement**

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

### **Contribution Rate of Researchers Statement Summary**

Designed the article and wrote the paper: AK and DT.

### **References**

Altuntaş Y, Kocamaz AF., 2019. Renk momentleri ve destek vektör makineleri kullanarak haploid mısır tohumlarının tanımlanmasında renk uzaylarının sınıflandırma performansına etkisinin karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 31(2): 551-560.

Amiri MA, Conoscenti C, Mesgari MS., 2018. Improving the accuracy of rainfall prediction using a regionalization approach and neural networks. Kuwait Journal of Science, 45(4): 66-75.

Anderson D, McNeill G., 1992. Artificial neural networks technology. Kaman Sciences Cooperation, 258(6): 1-83.

Arab MM, Yadollahi A, Shojaeiyan A, Ahmadi H., 2016. Artificial neural network genetic algorithm as powerful tool to predict and optimize *in vitro* proliferation mineral medium for G× N15 rootstock. Frontiers in Plant Science, 7: 1526.

Ataseven B., 2013. Yapay sinir ağları ile öngörü modellenmesi. Öneri Dergisi, 10(39): 101-115.

Bhojwani SS, Dantu PK., 2013. Micropropagation. Springer-Berlag, Berlin. Pp. 309.

Çelik Ş, Köleoğlu N., 2022. Trend analizi ve yapay sinir ağları: Tarımda bir uygulaması. Journal of Awareness, 7(1): 39-46.

Ersoy E, Karal Ö., 2012. Yapay sinir ağları ve insan beyni. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 1(2): 188-205.

Frossyniotis D, Moschopoulou G, Yialouris C., 2008. Artificial neural network selection for the detection of plant viruses. World Journal of Agricultural Sciences, 4(1): 114-120.

Gago J, Landín M, Gallego P., 2010. Strengths of artificial neural networks in modeling complex plant processes. *Plant Signaling and Behavior*, 5(6): 743-745.

Gevrey M, Dimopoulos I, Lek S., 2003. Review and comparison of methods to study the contribution of variables in artificial neural network models. *Ecological Modelling*, 160(3): 249–264.

Gutu V., 2020. World food day-FAO. <https://www.fao.org/turkey/news/detail-news/tr/c/1366715/> (Accession date: 01.03.2022).

Hammerstrom D., 1993. Neural networks at work. *IEEE Spectrum*, 30(6): 26–32.

Hesami M, Naderi R, Tohidfar M., 2019. Modeling and optimizing *in vitro* sterilization of chrysanthemum via multilayer perceptron-non-dominated sorting genetic algorithm-II (MLP-NSGAI). *Frontiers in Plant Science*, 10: 282.

Hesami M, Naderi R, Yoosefzadeh-Najafabadi M, Maleki M., 2018. *In vitro* culture as a powerful method for conserving Iranian ornamental geophytes. *BioTechnologia. Journal of Biotechnology Computational Biology and Bionanotechnology*, 99(1): 73-81.

Hildebrandt AC, Riker AJ, Duggar BM., 1946. The influence of the composition of the medium on growth *in vitro* of excised tobacco and sunflower tissue cultures. *American Journal of Botany*, 33(7): 591–597.

Honda H, Takikawa N, Noguchi H, Hanai T, Kobayashi T., 1997. Image analysis associated with a fuzzy neural network and estimation of shoot length of regenerated rice callus. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 84(4): 342–347.

Ivashchuk OA, Fedorova V, Shcherbinina NV, Maslova EV, Shamraeva E., 2018. Microclonal propagation of plant process modeling and optimization of its parameters based on neural network. *Drug Invention Today*, 10(3): 3170-3175.

Kaur P, Gupta R, Dey A, Malik T, Pandey DK., 2020. Optimization of salicylic acid and chitosan treatment for bitter secoiridoid and xanthone glycosides production in shoot cultures of *Swertia paniculata* using response surface methodology and artificial neural network. *BMC Plant Biology*, 20(1): 1–13.

Landín M, Rowe R, York P., 2009. Advantages of neurofuzzy logic against conventional experimental design and statistical analysis in studying and developing direct compression formulations. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 38(4): 325–331.

Lek S, Guégan JF., 1999. Artificial neural networks as a tool in ecological modelling, an introduction. *Ecological Modelling*, 120(2–3): 65–73.

Mansouri A, Fadavi A, Mortazavian SMM., 2016. An artificial intelligence approach for modeling volume and fresh weight of callus—A case study of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Theoretical Biology*, 397: 199–205.

Mehrotra S, Prakash O, Mishra B, Dwevedi B., 2008. Efficiency of neural networks for prediction of *in vitro* culture conditions and inoculum properties for optimum productivity. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 95(1): 29–35.

Mitchell TM., 2006. *The discipline of machine learning*. Carnegie Mellon University, School of Computer Science, Pittsburgh, PA.

Murase H, Okayama T., 2008. Intelligent inverse analysis for temperature distribution in a plant culture vessel. In: Gupta, SD., Ibaraki, Y. (Eds.). *Plant tissue culture engineering. Focus on biotechnology*, Pp. 373–394. Springer-Berlag, Berlin.

Murashige T, Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3): 473-497.

Karim NM, Yoshida T, Rivera S, Saucedo V, Eikens B, Oh G., 1997. Global and local neural network models. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 83(1): 1-11.

Niazian M, Sadat-Noori SA, Abdipour M, Tohidfar M, Mortazavian SMM., 2018. Image processing and artificial neural network-based models to measure and predict physical properties of embryogenic callus and number of somatic embryos in ajowan (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague). *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 54(1): 54-68.

Öztemel E., 2003. *Yapay sinir ağları*. Papatya Yayıncılık, Istanbul, Turkey. Pp. 232.

Phillips GC, Garda M., 2019. Plant tissue culture media and practices: An overview. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 55(3): 242–257.

Prasad V, Gupta SD., 2008. Applications and potentials of artificial neural networks in plant tissue culture. In: Gupta, SD., Ibaraki, Y. (Eds.). *Plant Tissue Culture Engineering. Focus on Biotechnology*, Pp. 47-67. Springer, Berlin.

Raj S, Saudagar P., 2019. Plant cell culture as alternatives to produce secondary metabolites. In: Akhtar, M., Swamy, M. (Eds.). *Natural Bioactive Compounds*, Pp. 265-286. Springer, Singapore.

Ruan R, Xu J, Zhang C, Chi C, Hu W., 1997. Classification of plant somatic embryos by using neural network classifiers. *Biotechnology Progress*, 13(6): 741-746.

Sönmez E., 2019. *In vitro* koşullarda *Valeriana officinalis* bitkisinin farklı eksplantlarına bitki büyüme düzenleyicilerinin etkisi. MSc Thesis, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Turkey.

Svetleva D, Velcheva M, Bhowmik G., 2003. Biotechnology as a useful tool in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) improvement. *Euphytica*, 131(2): 189–200.

Uozumi N, Yoshino T, Shiotani S, Suehara KI, Arai F, Fukuda T, Kobayashi T., 1993. Application of image analysis with neural network for plant somatic embryo culture. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 76(6): 505–509.

Zealand CM, Burn DH, Simonovic SP., 1999. Short term streamflow forecasting using artificial neural networks. *Journal of Hydrology*, 214(1–4): 32-48.

Zhang C, Timmis R, Hu WS., 1999. A neural network-based pattern recognition system for somatic embryos of Douglas fir. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 56(1): 25-35.



## Polimerik Membranların Uygulamaları-Kısa Bir Derleme

Yasemin YILDIZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Sakarya

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2855-0496>

\*Sorumlu yazar: yyildiz@sakarya.edu.tr

### Derleme

### ÖZ

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 05.06.2022

Kabul tarihi: 26.07.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Polimerik membran

ISE

Sensör

Gaz arıtma

PIM

Bu araştırma, yeni ve özgün uygulamalarda kullanıldığı için polimer içeren membranlara (PIM) artan ilgiyi vurgulamaktadır. PIM'ler polimer destekli sıvı membranlardır ve ilk kullanımları iyon seçici elektrotlarda ve optik kimyasal sensörlerde algılama membranları olmuştur. Son zamanlarda, ayırma işlemlerine alternatif olmuş ve ayrıca otomatik analiz sistemlerine dahil edilmiştir. Bu inceleme, bugüne kadar literatürde rapor edilen PIM'lerin uygulamalarına genel bir bakış sağlar ve PIM'lerin çok yönlülüklerini gösterir.

## Applications of Polymeric Membranes-A Brief Review

### Review Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 05.06.2022

Accepted:26.07.2022

Published online:09.12.2022

#### Keywords:

Polymeric membrane

Sensor

ISE

Gas purification

PIM

This research highlights the growing interest in polymer inclusion membranes (PIM) as they are used in novel and novel applications. PIMs are polymer-supported liquid membranes and their first use was sensing membranes in ion-selective electrodes and optodes. Recently, it has become an alternative to separation processes and has also been incorporated into automated analysis systems. This review provides an overview of the applications of PIMs reported in the literature to date and demonstrates their versatility.

**To Cite:** Yıldız Y. Polimerik membranların uygulamaları-kısa bir derleme. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 316-327.

### Giriş

Ayırma teknolojisinde dikkat çekici alanlardan ve en hızlı büyüyenlerinden biri membran prosesleridir. Membran proseslerinin arasında yer alan polimer içerikli membranlar (PIM) ilk olarak iyon seçici elektrotlarda (ISE) ve optodlarda (optik kimyasal sensörler) algılama bileşeni olarak ortaya çıkmıştır. Fakat PIM destekli ayırmanın çözücü ekstraksiyonuna kıyasla daha çekici ve daha çevreci bir alternatif olduğu kanıtlandığından,

onlara olan ilgi giderek artmaktadır (Almeida ve ark., 2012). Günümüzde çevresel yasa ve yönetmelikler ile çevresel farkındalık artışı da bu ilginin nedenleri arasındadır (Nghiem ve ark., 2006). Ayırma tekniklerinde kullanılan cihazların hedef numuneyi tespit sınırı oldukça düşüktür. Bunun yanında örnek karışık matrislerde içerdiği için genellikle ön arıtma gereksinimi vardır. Bu süreçte maliyeti artırmaktadır (Almeida ve ark., 2017). PIM'lerin bu durumda kullanımı tercih sebebidir.

PIM'ler bir destek polimerden ve bir sıvı fazdan oluşan bir sıvı membrandır. Genellikle kullanılan taşıyıcı (ekstraktant) ve özel uygulamaya göre seçilen destek polimer [örneğin poli(vinil klorür) (PVC) veya selüloz triasetat (CTA)] (Pereira ve ark., 2009; Kolev ve ark., 2015), mekanik mukavemet sağlayan membranın ve sıvının iskeletidir. Sıvı faz, kompleksleşme veya iyon çifti oluşumu ile ilgili türlerin bağlanmasından sorumlu olan bir ekstraktant /taşıyıcı içerir. Bazı taşıyıcılar plastikleştirici özelliklere sahiptir. Bununla birlikte PIM esnekliğini geliştirmek veya ekstrakte edilen türleri membran sıvı fazında daha çözünür hale getirmek için membran bileşimine ilave bir plastikleştirici veya modifiyer eklenebilir.

PIM'lerin hazırlanması genellikle tüm membran bileşenlerinin küçük bir hacimde tetrahidrofuran gibi uçucu bir çözücü içinde çözülmesi ve çözeltinin amaçlanan uygulamaya göre belirli bir yüzeye dökülmesiyle gerçekleşir. Bir elektrot gövdesinin ucuna dökülerek ISE hazırlanabilir ya da düz bir tabaka membran oluşturularak bir cam plaka üzerine dökülerek bir optodun sensör membranı olarak kullanılabilir ya da bir cam kılcal borunun iç duvarlarına dökülerek bir analitin ayrılması ve ön artırması yapılabilir. Membran bileşiminin, uygun ekstraktantlar, plastikleştiriciler/modifiyerler ve polimerler seçilmesi ile belirli bir analite karşı seçici olacak şekilde ayarlanabilmesi, PIM'lerin yalnızca fiziksel olarak çok yönlü değil aynı zamanda kimyasal olarak çok yönlü olmasına neden olur (Pereira ve ark., 2009).

Membranların bileşimindeki farklılıklar morfolojik yapılarında da değişikliklere neden olur. Genel olarak bir membran için en önemli morfolojik parametreler gözeneklilik, gözenek boyutu, gözenek boyutu dağılımı, kıvrımlılık, yüzey pürüzlülüğü, moleküler ağırlık sınırı ve kalınlıktır. Örneğin, gözenek boyutu membran sınıflandırmasında kritik bir rol oynar (Peter-Varbanets ve ark., 2009; Pendergast ve ark., 2011; Warsinger ve ark., 2018). Ayrıca membran performansları doğrudan morfolojisine (gözenek boyutu ve dağılımı) bağlıdır, bu nedenle morfoloji kontrolü membran üretiminde anahtar faktördür (Spiridonov ve ark., 1987; Yu, 1993; Sahai, 2000; Shen, 2013; Wegner, ve ark., 2014).

Gözeneklerin tümü aynı boyuta ve/veya geometriye sahip olmadığından, gözenek boyutu dağılımının bir temsilini elde etmek için doğrusal olmayan optimizasyon ve Monte

Carlo entegrasyonu gibi bir model kullanılarak bazı istatistiksel analizler yapılmalıdır (Bhattacharya, 2006).

Polimerik membranlar nispeten ucuz olmasının yanı sıra üretimi de kolaydır. Bunlara ek olarak geniş yelpazede gözenek boyutuna sahiptirler ve genellikle çeşitli sektörlerde kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte, pH, sıcaklık, basınç, klor toleransı vb. işletim koşullarında sınırlamalara sahiptir ki bu durum çoğu polimerik membranların geniş uygulama alanları bulmasına engel olur (Cui ve ark., 2010).

Destekli sıvı membranlar (SLM, supported liquid membranes) (Parhi, 2013) gibi diğer sıvı membranlara benzer şekilde, PIM'ler ayrıca membranın karşılıklı iki tarafında da eş zamanlı olarak ekstraksiyon ve geri ekstraksiyonun gerçekleşmesine izin verir. Bu da hedef analitin membran boyunca seçici olarak taşınmasını sağlar ve böylece ayrılma ve/veya ön arıtma işlemi gerçekleşir. Bu membranların çevre dostu olarak kabul edilmesi, toksik ve uçucu organik çözücülerin kullanımını içermemesi ve membran için gereken ekstraktant miktarının çok az olmasıdır. Kullanılan ekstraktant miktarı aynı zamanda pahalı ekstraktantlar kullanılarak yapılacak ayırmalarda ekonomik uygulamalar sağlamaktadır.

PIM'ler aynı zamanda SLM'lerden önemli ölçüde daha kararlı ve sağlamdır; bu kararlılık membran sıvı fazının destek polimerin dolaşmış/dolaşmış zincirlerinin içerisinde olmasından kaynaklanır. Bu durum PIM'leri bitişik sulu fazlara sızmaya daha az eğilimli hale getirir (Almeida ve ark., 2012; Kemperman ve ark., 1996).

PIM'lerin tüm bu özellikleri, seçiciliğinin yanında duyarlılığının da gelişmesi ile birçok uygulama alanında (ayırma, ön arıtma, ISE vb.) ilgi odağı olmasına neden olmuştur. Bu nedenle, bu derleme, PIM'lerin uygulamalarına genel bir bakış sunmayı amaçlamaktadır.

## **Materyal ve Metod**

Derleme, 22 Mayıs 2022 tarihine kadar olan yayınlar için aşağıdaki veri tabanlarında literatür taramasına dayalı olarak hazırlanmıştır; Pub Med; Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar ve ResearchGate'den faydalanılmıştır. Arama için kullanılan anahtar kelimeler; polimerik membran veya polimer içerikli membranlar veya PIM'ler veya ekstraksiyon veya ve atıksu/su, gaz arıtma ve gaz giderme. Aramanın tüm sonuçları ilgili bilgiler için manuel olarak tarandı ve ilgili olabilecek ek yayınlar için referansları da arandı. Analit atıksu/su tespiti hakkında bilgi vermeyen polimerik membranlarla ilgili makaleler, ancak bu membranların yapıları hakkında bilgi vermeleri şartıyla dikkate alınmıştır.

## Polimerik Uygulama Alanları

Polimer membranlar geleneksel olarak paketlenme uygulamaları için geliştirilmiştir fakat zamanla polimer biliminin gelişmesi ile farklı birçok alanda uygulama alanı bulmuştur. 1950'lerde; polimer destekli membranlar, doğal gaz arıtmada büyük bir etki yapmıştır. Asit gazı taşıma özellikleri, özellikle H<sub>2</sub>S gaz taşıma ve polimer filmler için mevcut literatürün çoğu 1950'lere ve 1960'lara dayanmaktadır (Koros ve Mahajan, 2000; Merkel ve Toy, 2006; Yampolskii, 2012). Asit gaz geçirgenliği üzerine 1968'de Robb tarafından rapor edilen daha önceki çalışmalarda 25°C'de polidimetilsiloksan (PDMS) kullanımı tartışılmıştır (Robb, 1968; Stern, 1989) ayrı ayrı çalışmalarında polimerde hidrojen sülfürün daha yüksek çözünürlüğüne ve yoğunlaşabilirliğine atfedilen, H<sub>2</sub>S gazının CO<sub>2</sub>'den nispeten daha geçirgen olduğunu ifade etmişlerdir.

Membranlar, 1960'larda ISE'lerde katyon ve anyon analizi için sıvı membranların kullanılabilmesi ile kimyasal sensörlerde de çok önemli bir rol oynamaya başlamışlardır (Eisenman ve ark., 1967). İlk ticari ISE'ler, Ca<sup>+2</sup> iyonunu ve uzun zincirli alkil amonyum tuzlarını belirlemek için sıvı iyon değiştiricileri olarak kullanıldı. 1970 yılında PVC'de organik fazın bağlanması (immobilizasyonu), ISE'lerde sensör membranını oluşturmak için daha uygun bir yol olarak ifade edildi (Moody ve ark.,1970). Bu membranlar "polimer membranlar" diye isimlendirilmiştir. Bu polimer membranlar, son yıllarda hem iyonik hem de nötr kimyasal türlerin ayrılmasında kullanılan "polimer içerikli membranlar" (PIM'ler) diye ifade edilen membranlarla temelde aynı görünmektedirler (Nghiem ve ark., 2006). Sensör için, membran bileşiminin, hedef iyonun membrandan son derece düşük bir geçiş hızıyla membran/numune solüsyonu arayüzünde hızlı iyon değişimini sağlaması gerekirken, PIM'de ekstraksiyon ve taşıma için hem hızlı iyon değişimi hem de geçişe ihtiyaç vardır. Membrana bu özellikleri kazandırmanın yolu membran bileşimindeki değişikliklerdir.

1980'lerin sonlarına gelindiğinde ilk kez rapor edilen optik kimyasal sensörlerde de PIM'ler kullanılmıştır ve literatürde bunların sayısız örneği mevcuttur (Tan ve ark., 1989; Bakker ve ark., 1997). Polimer membran ISE'leri son araştırmalarda endüktif olarak eşleştirilmiş plazma (ICP) tabanlı spektrometri tekniğine alternatif olacak kadar analiz sınırına sahip olmuşlardır (Bakker ve Pretsch 2005). Katı temaslı ISE'ler (kaplanmış tel elektrotlar) ile yapılan bazı çalışmalar ise klinik ve çevresel uygulamalarda gerçek zamanlı ve uzaktan izleme için son derece kararlı ve tekrarlanabilir minyatür algılama cihazları olarak kullanılmıştır (Cattrall ve Freiser 1971; Bobacka, 2016).

Polimer membran ISE'ler birkaç yayında, voltametrik sensörlerin üretimi için de kullanılmıştır. Bunlardan birinde (Zhang ve ark., 2010), elektroaktif bir tür, iyonofor,

plastikleştirici ve destekleyici elektrolit içeren camsı bir karbon destek üzerine kaplanmış PVC bazlı bir PIM kullanılmıştır. Bahsi geçen iyon sensörleri, biyolojik ve çevresel örneklerin analizinde de kullanılabilir hassaslıktadır.

PIM'ler sensör uygulamalarının yanı sıra yakın zamana kadar karbondioksitin doğal gazdan uzaklaştırılmasıyla sınırlıydı. Son zamanlarda ise PIM'ler doğal gaz işleminin diğer uygulamaları (örneğin nitrojen, hidrojen sülfür ve doğal gaz sıvılarının ayrılması) için rekabetçi hale gelmektedir (Dortmundt ve Doshi, 1999). Yeni membran malzemeleri ve düzenlemeleri daha iyi verimlilik sergileyebilir ve doğal gazda/gaz karışımlarında bulunan kirleticilere karşı daha fazla kararlılık sağlayabilir. Spesifik bir ayırma için bir membran malzemesi seçerken, gerekli geçirgenlik ve seçicilik ile zarin mekanik ve kimyasal özelliklerinin uygun bir kombinasyonu da dahil olmak üzere bir dizi faktör dikkate alınmalıdır (Bessarabov, 1999; Lange ve ark., 1995).

Polimer membran yapımında silikon, polipropilen, polifuran, polialkilsülfon, selüloz asetat, hidrofilik poliolefinler, polikarbonat, selüloz nitrat, polialkilsülfon, sülfolanmış polistiren, polivinilidendiflorid, polieterimid, poliakrilonitril, akrilikler, polimetilmetakrilat, naylon 6, karbon, polivinilklorür, naylon 6,6, polieteramid, aromatik poliamid, polistiren, polieterüre, sülfolanmış polifenilenoksit, zirkonya, paslanmaz çelik vb. çeşitli maddeler kullanılmaktadır (Yıldız, 2014). Son çalışmalarda inflamatuvar reaksiyonları azaltması, toksik olmaması ve vücuttaki enzimler tarafından bozunması nedeniyle polimerlerin tıpta ve eczacılıkta birçok uygulaması vardır. Bu tür polimerler biyolojik olarak parçalanabilir polimerler olarak ifade edilir. Bunlara poli (laktik-ko-glikolik asit) (PLGA), poli(DL-laktik asit-ko-glikolik asit)-g-etilen glikol) (PLGA g-PEG), poli (DL-laktik asit-ko-glikolik asit) ve poli (etilen glikol) gibi polimerlerden örnek verilebilir. Bu polimerlerden polikaprolaktonun (PCL) kemik ve kırıkta rejenerasyonunda kullanılacak biyouyumlu bir yapı iskelesi olduğunu göstermektedir. PLGA-g-PEG, doku mühendisliği ve ilaç taşıma sistemlerinde kullanılan biyolojik olarak parçalanabilen ve biyolojik olarak emilebilen bir başka polimerdir (Asghari ve ark., 2017).

Polimer içerikli membranlar aynı zamanda evsel atıksu içerisindeki organik madde gideriminde de kitosan ve  $Fe_3O_4$  katkılı poliakrilonitril (PAN) membranlar kullanılmıştır. Çalışmada membranlardaki akı azalmasının kitosan ve  $Fe_3O_4$  nanopartiküllerinden değil, atıksu içerisindeki organik ve inorganik askıdaki katı maddelerin membran yüzeyinde birikmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Elcik ve ark., 2016). Bu ifadeden de anlaşıldığı gibi membran kirliliği akı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kirlenme, membranın aktif

alanında bir azalmaya ve bu durum membranın teorik kapasitenin altında bir akı azalmasına sebep olur (Yıldız, 2014).

Membran yüzeyinde meydana gelen kirlilik tabakası nedeni ile kullanılan membranlarda filtrasyondan sonra membran yüzeyindeki hidrofobikliğin arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, temas açılarındaki bu artış membranların karakteristik özelliklerine (membran malzemesi, gözenek boyutu vb.) göre değişiklik göstermiştir. Nanofiltrasyon membranının temas açısındaki artış ultrafiltrasyon membranlarına göre daha fazla olur (Elcik ve ark., 2016). Ayrıca membranlar hidrofilik ve hidrofobik olarak da ayrılmaktadır. Tablo 1’de polimerik hidrofilik membranların özellikleri, uygulamaları ve sektörleri ifade edilmiştir. Tablo 2’de ise polimerik hidrofobik membranların özellikleri, uygulamaları ve sektörleri ifade edilmiştir.

**Tablo 1.** Polimerik hidrofilik membran

Membran tipi	Özellikler	Uygulamalar	Sektörler
CA	Hidrofilik, spesifik olmayan düşük bağlama, düşük adsorpsiyon, termal olarak stabil, standart gözenek yapısı	Protein veya enzim filtrasyonu, protein geri kazanımı, doku kültür ortamı filtrasyonu, şarap filtrasyonu, plazma fraksiyonları ve aşuların ön filtrasyonu Kaba partikül filtrasyonu (büyük gözenek), nihai filtrasyon (küçük gözenek), biyolojik numune hazırlama, intravenöz (IV) filtreler	Laboratuvar-Filtrasyon; Çevresel-İçecek ve Su Testi
PES	Hidrofilik, düşük protein bağlama, yüksek verimli, asimetrik yapı	İntravenöz (IV) filtreler, onkoloji ilaç uygulaması, uzun dönemli uygulama	Çevresel-İçecek Testi; Laboratuvar Filtrasyonu, Tıbbi İnfüzyon
PES Pozitif Yüklü	Hidrofilik, düşük protein bağlama, yüksek verim	İntravenöz hava haznesi	Tıbbi İnfüzyon
Hava Akışı Durdurma PES	Hidrofilik hava akışı durdurma membranı	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) numunesi hazırlama, sulu ve organik solvent ve alkali solüsyon arıtma, içecek ve ilaç işleme	Laboratuvar-Filtrasyon, Analitik, Biyoişleme; Farmasötik; Çevresel-İçecek Testi
NY	Hidrofilik, dahili olarak destekli, yüksek yüzey alanı, yüksek protein bağlama, düşük ekstrakte edilebilirlik, otomatik ekipman kullanımı için dayanım takviyesi	Radyoaktif işaretli ve radyoaktif işaretli olmayan tespit sistemleri, Kuzey ve Güney blotlama (nükleik asitler), Çoklu yeniden sondalama, Alkali transferler, DNA parmak izi, UV çapraz bağlama, İntravenöz filtreler	Laboratuvar-Filtrasyon; Çevresel-İçecek ve Su Testi
NY Pozitif Yüklü Membranı	NC’den daha yüksek bağlama kapasitesi, dahili olarak destekli, çoklu yeniden sondalamaya dayanıklılık, hidrofilik endotoksin tutma	Gravimetrik ve sulu solüsyonlarla arıtma;	Laboratuvar-Moleküler Biyoloji ve Tanıma, Tıbbi İnfüzyon
NC	Hidrofilik, zayıf asitlere, hidrokarbonlara, formaldehit ve petrol eterlerine karşı		Laboratuvar-Filtrasyon; Çevresel-İçecek ve Su Testi

	dayanıklı, yüksek protein bağlama	mikrobiyal yakalama ve tespit	
PVDF Hidrofilik	Yüksek debi, düşük ekstrakte edilebilirlik, geniş kimyasal uyumluluk, çok düşük protein bağlama	Farmasötik, içerik maddeleri, HPLC	Farmasötikten ilaca
RC Rejenere Selüloz	Hidrofilik, yüksek dayanım, mükemmel kimyasal uyumluluk ve solvent direnci, düşük ekstrakte edilebilirlik, üstün termal direnç	Sulu ve organik solüsyonların filtrasyonu, organik solventlerden partikül giderimi, HPLC, arıtma, Protein kimyası	Laboratuvar-Filtrasyon

\* <http://www.gvslifesciences.com.tr/filtrasyon-kilavuzu/6-polimerik-membran-uygulama-kilavuzu.html>

**Tablo 2.** Polimerik hidrofobik membran

Membran tipi	Özellikler	Uygulamalar	Sektörler
PVDF destekli / saf Filtrasyon Membranı	Doğal olarak hidrofobik, saf, yüksek hassasiyet, düşük arka plan, geniş kimyasal uyumluluk	Batı blotlama yoluyla protein tespiti, amino asit analizi, protein dizileme, Gaz kromatografisi (GC) numune hazırlama	Laboratuvar-Moleküler Biyoloji ve Tanıma
PVDF Oleofobik /Hemofobik	Doğal olarak hidrofobik, uygulama esnasında ve sonrasında üstün	Hava / gaz havalandırma, dönüştürücü koruyucu, emme-aspirasyon, tıbbi cihaz	Farmasötikten ilaca, Endüstriyel, Yiyecek ve İçecek, Tıbbi Havalandırma, Otomotiv

\* <http://www.gvslifesciences.com.tr/filtrasyon-kilavuzu/6-polimerik-membran-uygulama-kilavuzu.html>

Yakın tarihli bir çalışmada ise, poli(stiren-blok bütadien-blok-stiren) triblok kopolimer (SBS) bazlı PIM'lerin hem asidik/alkali ortamlara karşı iyi bir stabiliteye sahip olduğunu, hem de PIM sentezinde kullanılan yaygın solventlerde [örneğin tetrahidrofur (THF)] kolayca çözüldüğünü ve ticari olarak PVDF-HPDF'den önemli ölçüde daha ucuz olduğunu bildirmiştir (Xiong ve ark., 2019). Destek polimer olarak SBS kullanan tüm PIM'ler, PVC veya PVDF-HFP tamamlayıcılarının aksine üstün analit uzaklaştırma kabiliyeti göstermiştir. Ancak PIM tabanlı uygulamalar için kritik olan, etkili membran performansı için uyumlu bir taşıyıcı seçimi gereklidir. Taşıyıcı olarak D2EHPA'lı PIM yeniden kullanılmazken, LIX84I tabanlı PIM, en az üç kez yeniden kullanıldığında kabul edilebilir kaldırma verimliliği göstermiştir.

Son çalışmalar, PVC bazlı PIM'lerin farklı sulu ortamlarda olağanüstü stabiliteye sahip olduğunu göstermiştir (Jha ve ark., 2020; Witt ve ark, 2018; Almeida ve ark, 2015). Pasif bir numune alma cihazının yardımıyla polimer matrisinin PIM stabilitesi ve amonyak başlangıç akışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. PVC bazlı PIM, CTA bazlı muadili ile karşılaştırıldığında üstün stabiliteye sahip olduğu görülmüştür. Genel olarak, bu çalışma PVC bazlı PIM'lerin CTA'ya göre olağanüstü performansını göstermiştir (Almeida ve ark, 2015).

Ayrıca eser metal iyonlarının taşınması için ağırlıkça %5-15 gümüş nanopartiküller (AgNP'ler) içeren bir polivinil klorür (PVC) bazlı PIM'i modifiye ederek kullanan

çalışmalarda mevcuttur (Maiphethlho ve ark, 2020). AgNP'lerin membrana dahil edilmesi ile hem hidrofilisite iyileşmesi hem de sadece PIM'den oluşan membrandan daha yüksek bir analit akışına sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda da görüleceği gibi modifiye etmek suretiyle birçok yeni nesil membranlar elde edilmektedir.

### **Tartışma ve Sonuç**

Bu gözden geçirme, PIM'lerin yeni uygulamalarına ilişkin son makalelerde gösterilen analizlerde PIM'lere artan ilgiyi vurgulamıştır. Bilhassa klinik, biyolojik ve çevresel analizlerde kullanım için yüksek bir hassasiyete sahip minyatür sensörler üretmeye odaklanarak kimyasal algılamada ilgi çekmeye devam edeceği görülmektedir. Ayrıca, PIM tabanlı ayırma sistemleri otomatik hale getirilebilir ve yanı sıra ebatları küçültülebilir. Böylece taşınabilir özellik kazanır ve kimyager olmayan kullanıcılar için kolay uygulama imkanı sağlayabilir (Jayawardane, 2013; Pantuckov, 2015).

Son zamanlardaki çalışmaların odağı PIM'lerin performansında neredeyse hiç kayıp olmadan çoklu yeniden kullanımlarına olanak verecek membranların kararlılığının daha da geliştirilmesidir (Mikhelson ve Peshkova, 2015; Bonggotgetsakul, 2016).

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazar, makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

### **Kaynaklar**

Almeida MIGS, Cattrall RW, Kolev SD., 2012. Recent trends in extraction and transport of metal ions using polymer inclusion membranes (PIMs). *Journal of Membrane Science*, 415.

Almeida, MIGS, Silva, AML, Cattrall RW, Kolev SD., 2015. A study of the ammonium ion extraction properties of polymer inclusion membranes containing commercial dinonylnaphthalene sulfonic acid. *Journal of Membrane Science*, 478: 155-162.

Almeida GS, Cattrall RW, Kolev SD., 2017. Polymer inclusion membranes (PIMs) in chemical analysis- A review. *Analytica Chimica Acta*, 987: 1-14.

Asghari F, Samiei M, Adibkia K, Akbarzadeh A, Davaran S., 2017. Biodegradable and biocompatible polymers for tissue engineering application: a review. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 45(2):185-192.



Bakker E, Buhlmann P, Pretsch E., 1997. Carrier-based ion-selective electrodes and bulk optodes. 1. General characteristics. *Chemical Reviews*, 97: 3083-3132.

Bakker E, Pretsch E., 2005. Potentiometric sensors for trace-level analysis. *Trends in Analytical Chemistry*, 24(3): 199-207.

Bessarabov D., 1999. Membrane gas-separation technology in the petrochemical industry. *Membrane Technology*, 9–13.

Bhattacharya S, Gubbins KE., 2006. Fast method for computing pore size distributions of model materials. *Langmuir*, 22: 7726–7731.

Bobacka J., 2006. Conducting polymer-based solid-state ion-selective electrodes. *Electroanalysis*, 18: 7-18.

Bonggotgetsakul YYN, Cattrall RW, Kolev SD., 2016. Recovery of gold from aqua regia digested electronic scrap using a poly (vinylidene fluoride-co hexafluoropropene) (PVDF HFP) based polymer inclusion membrane (PIM) containing Cyphos (R) IL 104. *Journal of Membrane Science*, 514: 274-281.

Cattrall RW, Freiser H., 1971. Coated wire ion selective electrodes. *Analytical Chemistry*, 43, 1905-1906.

Cui F, Jiang Y, Field RW., 2010. *Membrane technology*. Elsevier, 1-12, Oxford, UK.

Dortmundt D, Doshi K., 1999. Recent developments in CO<sub>2</sub> removal. *Membrane Technology*, UOP LLC, Des Plaines, IL.

Eisenman G, Sandblom JP, Walker JL., 1967. Membrane structure and ion permeation. *Science*, 155: 965-974.

Elcik H, Çelik SÖ, Çakmakçı M, Ünal E, Kaya B., 2016. Farklı özelliklere sahip polimerik membranlarla evsel atıksuların arıtılması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 5(2)*: 104-116.

GVS Filtre. 2022. Polimerik membran uygulama klavuzu. <http://www.gvslifesciences.com.tr/filtrasyon-kilavuzu/6-polimerik-membran-uygulama-kilavuzu.html> (Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2022).

Jayawardane BM, Coe LD, Cattrall RW, Kolev SD., 2013. The use of a polymer inclusion membrane in a paper-based sensor for the selective determination of Cu(II). *Analytica Chimica Acta*, 803: 106-112.

Jha R, Rao MD, Meshram A, Verma HR, Singh KK, 2020. Potential of polymer inclusion membrane process for selective recovery of metal values from waste printed circuit boards: a review. *Journal of Cleaner Production* 265, 121621.

Kemperman AJB, Bargeman D, Den Boomgaard T, Van Strathmann H., 1996. Stability of supported liquid membranes: state of the art. *Separation Science and Technology*, 31: 2733-2762.

Kolev SD, Almeida MIGS, Cattrall RW., 2015. Polymer inclusion membranes. in: A.K. Pabby, S.S.H. Rizvi, A.M. Sastre (Eds.), *Handbook of Membrane Separations: Chemical, Pharmaceutical, Food and Biotechnological Applications*, CRC Press, Boca Raton, 721-737.

Koros WJ, Mahajan R., 2000. Pushing the limits on possibilities for large scale gas separation: which strategies. *Journal of Membrane Science*, 175: 181–196.

Lange R De, Keizer K, Burggraaf A., 1995. Analysis and theory of gas transport in microporous sol-gel derived ceramic membranes. *Journal of Membrane Science*, 104: 81-100.

Maiphethlo K, Shumbula N, Motsoane N, Chimuka L, Richards H., 2020. Evaluation of silver nanocomposite polymer inclusion membranes (PIMs) for trace metal transports: selectivity and stability studies. *Journal of Water Process Engineering*, 37: 101527.

Merkel T, Toy L., 2006. Comparison of hydrogen sulfide transport properties in fluorinated and nonfluorinated polymers. *Macromolecules*, 39: 7591-7600.

Mikhelson KN, Peshkova MA., 2015. Advances and trends in ionophore-based chemical sensors. *Russian Chemical Reviews*, 84: 555-578.

Moody GJ, Oke RB, Thomas JDR., 1970. Calcium-sensitive electrode based on a liquid ion exchanger in a poly(vinyl-chloride) matrix. *Analyst* 95: 910-918.

Nghiem LD, Stern P, Potter ID, Perera JM, Cattrall RW, Kolev SD., 2006. Review-extraction and transport of metal ions and small organic compounds using polymer inclusion membranes (PIMs). *Journal of Membrane Science*, 281: 7-41.

Pantuckov P, Kuban P, Bocek P., 2015. In-line coupling of microextractions across polymer inclusion membranes to capillary zone electrophoresis for rapid determination of formate in blood samples. *Analytica Chimica Acta*, 887: 111-117.

Parhi PK., 2013. Supported liquid membrane principle and its practices: a short review. *Journal of Chemistry*, 11 s, Article ID 618236.

Pendergast MM, Hoek EM., 2011. A review of water treatment membrane nanotechnologies. *Energy Environmental Science*, 4: 1946-1971.

Pereira N, John ASt, Cattrall RW, Perera JM, Kolev SD., 2009. Influence of the composition of polymer inclusion membranes on their homogeneity and flexibility. *Desalination* 236: 327-333.

Peter-Varbanets M, Zurbrügg C, Swartz C, Pronk W., 2009. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. *Water Research*, 43: 245–265.

Robb W., 1968. Thin silicone membranes-their permeation properties and some applications. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 146: 119–137.

Sahai R., 2000. Membrane separations/filtration. In *Encyclopedia of Separation Science*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 1717–1724.

Shen JZ, Kosmac T., 2013. Advanced ceramics for dentistry: Chapter 16. In *Advanced Dental-Restoration Materials: Concepts for the Future*, Elsevier Inc.: Philadelphia, PA, USA,

Spiridonov V, Belov S, Kirikova O., 1987. Calculation of mean pore size in porous materials. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 53: 1169-1172.

Stern SA, Mi Y, Yamamoto H, Clair AKS., 1989. Structure/permeability relationships of polyimide membranes. Applications to the separation of gas mixtures. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, 27: 1887-1909.

Tan SSS, Hauser PC, Chaniotakis NA, Suter G, Simon W., 1989. Anion-selective optical sensors based on a coextraction of anion-proton pairs into a solvent polymeric membrane. *Chimia*, 43: 257-261.

Warsinger DM, Chakraborty S, Tow EW, Plumlee MH, Bellona C, Loutatidou S, Karimi L, Mikelonis AM, Achilli A, Ghassemi A., 2018. A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse. *Progress in Polymer Science*, 81: 209–237.

Wegner G, Allard N, Al Shboul A, Auger M, Beaulieu AM, Bélanger D, Bénard P, Bilem I, Byad M, Burette F., 2014. *Functional materials: For energy, sustainable development and biomedical sciences*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG: Berlin, Germany.

Witt K, Radzaminska-Lenarcik E, Kosciuszko A, Gierszewska M, Ziuziakowski K, 2018. The influence of the morphology and mechanical properties of polymer inclusion membranes (PIMs) on zinc ion separation from aqueous solutions. *Polymers* 10: 134. <https://doi.org/10.3390/polym10020134>.

Xiong X, Almeida MIGS, Simeonova S, Spassov TG, Cattrall RW, Kolev SD, 2019. The potential of polystyrene-block-polybutadiene-block-polystyrene triblock copolymer as a base-polymer of polymer inclusion membranes (PIMs), *Separation and Purification Technology*, 229: 115800. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115800>.

Yampolskii Y., 2012. Polymeric gas separation membranes. *Macromolecules*, 45: 3298–3311.

Yıldız Y., 2014, Polimer içerikli membranlar ile kobalt ve nikelin ayrılması. *Sakarya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, 166 s.

Yu AB, Standish N., 1993. Characterisation of non-spherical particles from their packing behaviour. *Powder Technology*, 74: 205–213.

Zhang J, Harris AR, Cattrall RW, Bond AM., 2010. Voltammetric ion-selective electrodes for the selective determination of cations and anions. *Analytical Chemistry*, 82: 1624-1633.



## Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Biyokömürün Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi

Cemile ELMASOĞLU<sup>1</sup>, Fulya Eda KUMRAL<sup>2\*</sup>, Bekir ŞİMŞEK<sup>3</sup>, Çağdaş AKPINAR<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Osmaniye

<sup>4</sup> Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0121-314X>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6150-8532>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4606-8257>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2783-397X>

\* Sorumlu yazar: fulyaedakumral@gmail.com

### Derleme

### ÖZ

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 28.03.2022

Kabul tarihi: 29.06.2022

Online Yayınlanma: 09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Biyokömür

Tarımsal atık

Sürdürülebilir tarım

Toprak Islahı

Hızla artan dünya nüfusu, tarımsal alanlara yoğun bir baskıyı da beraberinde getirmektedir. Yoğun toprak işleme, iklim faktörleri vb. sebepler topraklarda organik maddenin hızla ayrışması ve beraberinde toprak verimliliğinde kayıplara neden olmaktadır. Organik maddenin hızla ayrışması topraktan atmosfere mineralizasyon yolu ile karbondioksit salınımını da arttırmaktadır. Tarım topraklarında azalan organik madde seviyesini arttırmak için çeşitli hayvan gübreleri ve kompost uygulamaları sıklıkla uygulanan tarımsal yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat iklimsel faktörler ve içerik yönünden bu materyaller hızla ayrışmakta ve toprakta çok uzun süre etkili bir biçimde kalamamaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda organik materyallerin karbon yönünden zenginleştirilerek toprağa verilmesi yönünde uygulamalar yaygınlaşmıştır. Bu uygulamalardan bir tanesi de biyokömür uygulamasıdır. Biyokömür, birçok farklı tipte organik artık malzemenin düşük sıcaklıkta piroliz yoluyla üretilmesidir. Biyokömür olarak adlandırılan bu yöntemde toprağa eklenen biyokömür daha fazla süre toprakta kalabilmekte ve daha uzun zamanda ayrışabilmektedir. Bu yöntem, kentsel alanlarda ve tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetimi için alternatif bir yol sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, bitki atıklarından elde edilen biyokömürün toprak kalitesi üzerine etkilerini ele alan araştırma sonuçları derlenmiş ve bulguları tartışılmıştır.

## Effect of Biochar Produced from Agricultural Wastes on Soil Quality

### Review Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 28.03.2022

Accepted: 29.06.2022

Published online: 09.12.2022

#### Keywords:

Biochar

Agricultural waste

Sustainable agriculture

Soil breeding

The rapidly increasing world population brings in its wake intense pressure on agricultural areas. Intensive tillage and climatic factors, etc., causes give rise to dramatic decreases in organic matter in soils and losses in soil fertility. The rapid decomposition of organic matter increases the release of carbon dioxide from the soil into the atmosphere through mineralization. Animal manure and compost application are frequently applied agricultural methods to increase organic matter levels in fields. However, in terms of climatic factors and content, these materials decompose rapidly and do not remain effective in the soil for a very long time. In recent studies, it has become common to apply organic materials by enriching them in terms of carbon to the soil. One of these applications is the biochar application. Biochar is the production of many different types of organic waste materials at a low temperature with a pyrolysis process. In this method, which is called biochar, the biochar added to the soil can stay in the

---

soil for a longer time and decompose for a longer time. This system offers an alternative way to manage organic residues generated in urban areas and agricultural production. In this study, the results of the research conducted to investigate the effects of biochar obtained from plant wastes on soil quality have been compiled and discussed.

---

**To Cite:** Elmasoğlu C, Kumral FE, Şimşek B, Akpınar Ç. Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün toprak kalitesi üzerine etkisi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 328-338.

## **Giriş**

Artan dünya nüfusu ile birlikte gıda ve enerji ihtiyacında da hızlı bir artış görülmektedir. Dünya genelinde fosil yakıtlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarından dolayı oluşan aşırı ihtiyaç göz önüne alındığında, yakın gelecekte fosil yakıtlar enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yetersiz olacaktır (Moriarty ve ark., 2012). Fosil enerji kaynaklarının sınırlı olması ve bu yakıtların kullanımının çevreye ve iklim değişikliği üzerine olumsuz etkisi göz önüne alındığında, alternatif bir enerji kaynağı kullanılmalıdır (Çitak ve Pala, 2016). Küresel ısınma göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tüketiminin yaklaşık %90 karşılaması gerektiği belirtilmiştir (Jones ve Warner, 2016). Rüzgar, güneş, dalga enerjisi ve biyokütlelerin dönüşümünden elde edilen enerjiler başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar arasında biyokütleyi diğerlerinden ayıran en önemli özelliği karbon kaynağı olmasıdır (Akgül, 2017).

Biyokütlelerin oksijensiz veya sınırlı oksijen içeren bir ortamda yüksek sıcaklık derecelerinde yakılmasına piroliz adı verilmektedir (Kurt ve Koçer, 2010). Piroliz işlemi sonucunda biyo-yağ ve granüllü yapıda karbon içeriği yüksek katı fazlardan hidrojen, metan, karbonmonoksit ve karbondioksit gibi gazlar oluşmaktadır. Geniş gözeneklere sahip granüllü bir yapıda olan ve bünyesinde yüksek oranda karbon bulunduran bu maddeye biyokömür denilmektedir (Sümer ve ark., 2016).



**Şekil 1.** Biyokömür üretim şeması (Carrillo, 2021)

Biyokömür elde edilmesinde kullanılan bir diğer teknik ise hidrotermal karbonizasyon tekniğidir (Çavdar, 2020). Piroliz tekniğinde kuru biyokütlelerden biyokömür ve yan ürünleri elde edilirken, hidrotermal karbonizasyon tekniğinde yüksek basınç altında su ile ısıtılmış biyokütleden biyokömür elde edilir (Günel ve Erdem, 2018; Sönmez ve Çığ, 2019). Birim alandan elde edilen verim artışının yanı sıra biyokömürün, fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurulduğunda toprağın, fiziksel, kimyasal yapısını iyileştirme ve toprakta bulunan mikroorganizma varlığında artışları sağlayacağı belirtilmiştir (Madari ve ark., 2017). Biyokömürün toprağın yapısını ve verimliliğini artırmak amacıyla ilk olarak TerraPreta de Indio topraklarında kullanıldığı düşünülmektedir. Amazonlarda bulunan bu topraklar koyu renkli ve verim kapasitesi yüksek topraklardır (Günel ve Erdem, 2018).

### Literatür

Dünyanın farklı yerlerinde ve farklı yöntemler ile elde edilen biyokömür, uygulamasının birçok üründe (mısır, yerfıstığı, pirinç, soya fasulyesi vs.) verim üzerine olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar biyokömür uygulaması ile toprağın, su tutma kapasitesi, toprak bünyesindeki mikroorganizma varlığı, çözülmüş azot (N) miktarının arttığını belirtmişlerdir (Clough ve ark., 2013). Ayrıca biyokömür uygulaması ile toprakların fiziksel yapılarında düzelmeler olduğu pH ve iletkenliğin de olumlu yönde etkilendiğini belirtmişlerdir (Yu ve ark., 2013). Biyokömür uygulamaları ile ilgili yapılmış olan çalışmaların bazıları şu şekildedir:

Arın ve Çoşkan (2021), çay budama atıklarının biyokömür olarak kullanılması ve biyokömür uygulamasının Karadeniz Bölgesi topraklarının pH değerine ve toprağın biyolojik aktivitelerine etkilerini incelemek amacı ile farklı oranlarda (%0, %0,5 ve %1) biyokömür

uygulamasını yapmışlardır. Denemeden her 30 günde bir alınan gözlemlerin alındığını ve bu gözlemler sonucunda, biyokömür uygulamasının, toprak pH'sını enzim aktivitelerini, amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) konsantrasyonlarını arttırabileceğini belirtmişlerdir.

Gao ve ark., (2021), yapmış oldukları çalışmada, yerfıstığı yetiştiriciliğinde, organik veya mineral gübreler ile birlikte biyokömür uygulamasının, toprağın mikrobiyal biyokütlesi ve karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ve metan ( $\text{CH}_4$ ) emisyonları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada, organik gübre ile biyokömürün birlikte kullanılması sonucunda topraktaki mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) oranının sadece organik gübre kullanımına kıyasla önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca organik gübre ile biyokömürün birlikte kullanılması ile biriken metan gazı emisyonu %68 oranında azaldığını belirtilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, biyokömür kullanımının toprağın kalitesini iyileştirebileceği ve karbon (C) tutma seviyesini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Xu ve ark., (2015), yapmış oldukları çalışma sonucunda, biyokömür uygulamasının topraktaki çinko (Zn), potasyum (K) miktarı ve toplam karbon, nitrojen ve C:N oranını arttırdığını, biyokömür uygulamasının sulama ve gübreleme ile arasında etkileşimin önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre, tarla koşullarında yerfıstığı yetiştiriciliğinde farklı sulama ve gübreleme oranları ile biyokömür uygulamasının yerfıstığı kalitesini iyileştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Khadem ve ark., (2021), iki farklı (kumlu-tınlı ve killi ve kireçli) yapıya sahip olan topraklara biyokömür uygulamasının mikrobiyal aktiviteler ve toprağın özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile yapmış oldukları çalışma sonucunda, biyokömür uygulamasının toprak pH, iletkenlik ve potasyum içeriğini arttırdığını belirtmiştir. Ayrıca kurak topraklarda biyokömür uygulamalarının topraktaki mikrobiyal aktiviteleri arttırdığını gözlemlenmiştir.

Lu ve ark., (2020), yapmış oldukları çalışmanın sonucunda, biyokömür uygulamasından sonra yapılan gözlemlerde topraktaki toplam karbon, azot, fosfor, organik madde oranı ve su seviyesinin kontrol olarak denemeye alınan biyokömür uygulanmamış toprağa göre yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Biyokömür uygulamasının topraktaki mikroorganizma varlığı üzerine etkisinin olumlu yönde olduğunu ve yapısı bozulmuş toprakların ıslah edilmesinin yanısıra yapılarının iyileştirilmesinde de biyokömür kullanımının tavsiye edilebileceğini belirtmişlerdir.

Dai ve ark., (2020), yapmış oldukları çalışmada, biyokömür uygulamasının toprak yapısı ve bitkisel yetiştiricilik üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütmüş olduğu çalışmada, biyokömür uygulaması sonucunda, toprağın pH değeri, katyon değişim kapasitesi



ve topraktaki toplam karbon oranında artışlar olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca kumlu ve asidik topraklarda biyokömür uygulamaları sonucunda bitkisel verimlilik artmıştır.

He ve ark., (2020), tuzlu-alkali toprakta *Miscanthus* (Fil Çimeni) bitkisinin büyümesi üzerine etkilerini belirlemek amacı ile sera koşullarında farklı seviyelerde (%0; %1,0; %2,0; %2,5; %5,0 ve %10,0) biyokömür uygulaması denemişlerdir. Yürütmüş oldukları çalışmada, %2 ve %2,5 oranlarında biyokömür uygulamasında, toprağın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ve Fil Çimeni yetiştiriciliği üzerine etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca toprak nemini, topraktaki organik madde miktarı ile topraktaki azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının önemli derecede arttığını, toprağın pH ile birlikte sodyum iyonu ve değişebilir sodyum yüzdesinde de azalma olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacılar ayrıca, biyokömür uygulamasından sonra topraktaki bakteri topluluğunun çeşitliliğinin arttığını, bu artışta topraktaki azotve fosfor döngüsü olumlu etkilemesi ile toprağın fizikokimyasal özelliklerinin iyileştiğini gözlemlemişlerdir.

Liu ve ark., (2020), biyokömür kullanımının alkali toprakta yetiştirilen soya fasulyesi verimine ve toprağın fizikokimyasal yapısı üzerine etkilerini belirlemek üzere saksı denemesi olarak yürüttükleri bu çalışmada, alkali toprağa %0;%2,5; %5 ve %10 oranında biyokömür karıştırılmıştır. Biyokömür karıştırılması sonucunda toprağın, su tutma kapasitesi, toplam karbon ve azot oranı artmıştır. Ayrıca %5 oranında biyokömür karışımında yetiştirilen soya fasulyesinden maksimum bakla verimi elde edilmiştir ve bu oran %10 seviyesine çıkarıldığında bakla veriminde azalma görülmüştür.

Özenç ve ark., (2019), fındık hasat artıklar (zuruf) ve fındık kabuklarından oluşturdukları biyokömür 3 farklı oranda (dekara 3 ton, 6 ton ve kontrol olarak) karıştırılmıştır. Bütün karışımlar 1 ay, 2 ay, 3 ay ve 4 ay süre ile inkübasyona bırakılmıştır ve sonrasında toprağın fiziksel biyolojik ve kimyasal özelliklerindeki değişimler sonucunda biyokömür uygulama dozu arttıkça incelenen bütün özelliklerde artış olduğunu belirtmişlerdir. İnkübasyon sürelerinin ise incelenen özellikler üzerinde farklı etkileri olduğunu belirterek;

- 1 aylık inkübasyon süresinde, demir, mangan, çinko ve bakır içeriklerinin en yüksek değerlere ulaştığını ve toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkisinin en fazla olduğunu,
- 2 aylık inkübasyon süresinde, potasyumun (ekstrakte edilebilir) ve mikrobiyal biyokütle- C değerinin en yüksek seviyede olduğunu,

- 3 aylık inkübasyon süresinde, kolay alınabilir su yüzdesi, topraktaki organik madde miktarı, agregat stabilitesi ve bitkiye yararlı fosfor miktarının en yüksek seviyede olduğunu,
- 4 aylık inkübasyon süresinde, toprağın havalanma kapasitesi, doyumluk yüzdesi, hidrolik ve elektriksel iletkenliği en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Araştırmacılar yaptıkları tüm analiz ve incelemeler sonucunda, biyokömür uygulamasının toprak özelliğini iyileştirdiğini ve dekara 3 ton uygulamasının yeterli olacağını belirtmişlerdir.

Mahmoud ve ark., (2019), Mısır'da 2013/14 ve 2014/15 yetiştirme sezonlarında, biyokömür, tuzdan etkilenen toprakların ıslah edilmesi yöntemiyle toprağın verimliliğini artırmak için önemli bir kaynak olabileceği düşüncesi ile yürütmüş oldukları çalışmada, odun talaşı ve mısır sapından elde ettiği biyokömürü 5,10 ve 19 ton/ha olarak uyguladığını belirtmiştir. Bu çalışma sonrasında, biyokömürün toprak organik maddesini, mikrobiyal biyokütleyi, topraktaki mevcut fosfor konsantrasyonunun önemli ölçüde arttırdığını ancak sodyum yüzdesini ve elektrik iletkenliğini azalttığını belirtmiştir. Ayrıca biyokömürün tuzlu toprakların ıslahında ve toprağın verimliliğini arttırmak için kullanılabileceğini belirtmiştir.

Qian ve ark., (2019), bitki yetiştirme ortamına dört farklı oranda (%0, %1, %5 ve %10) karıştırılan biyokömürün, iki farklı (Tiefeng 3 ve Liaodou 13) soya fasulyesi çeşidi verimi üzerine etkilerini belirlemek için yürüttükleri çalışmada, araştırmacılar her iki soya fasulyesi çeşidinde de biyokömür uygulaması ile sakkaroz fosfat sentetaz, sakkaroz sentetaz, nitrojen denge indeksi ve klorofil indeksi gibi özellikleri ile yapraktaki nişasta oranının biyokömür uygulaması ile arttığını belirtmiştir. Liaodou 13 soya fasulyesi verimi biyokömür oranı %5 olduğunda, %31 artış göstermiştir. Biyokömür oranı %10'a çıkarıldığında Liaodou 13 soya fasulyesinde bakla verimi %51 gibi önemli bir oranda artmıştır. Tiefeng 3 soya fasulyesi çeşidinde de en yüksek bakla verimi %10 oranında biyokömür uygulamasından elde edilmiştir. Sonuç olarak biyokömür uygulamasının, soya fasulyesinde verim ve biyokütle birikimini arttırdığını belirtmiştir.

Sönmez ve Çığ (2019), farklı dozlarda ( %0, %5, %10 ve %20) biyokömür ve solucan gübresinin bitki ve topraktaki, potasyum, bakır, sodyum, magnezyum, kalsiyum, demir, mangan ve çinko miktarları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, bitki kök üstü organ, kök ve toprakta yaptıkları analizlerde biyokömür ve solucan gübresi uygulamalarının kontrol örneğine göre besin elementi içeriği üzerine önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca %20 oranında biyokömür uygulamasının solucan gübresi kadar etkili

olduğunu ve biyokömürün iyi bir toprak düzenleyici ve organik gübre olabileceğini belirtmişlerdir.

Arabi ve ark., (2018), İran'da yürütmüş oldukları çalışmada, biyokömür ve biyo-gübre ile toprak ıslahının soya fasulyesi verimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmada dört farklı (0, 2, 5, 8 ve 16 ton/ha) biyokömür ve yapraktan iki farklı biyo-gübre uygulaması (aşılama yapılan ve aşılama yapılmayan) yapıldığını, uygulamanın soya fasulyesinde verim ve hasat indeksi üzerine etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. En yüksek hasat indeksi (%56,9) ve en yüksek (%17,7) yağ içeriğinin, 8 ton/ha biyokömür uygulaması ve biyo-gübre aşılama yapılan yapıldığı uygulamadan elde edildiğini, yine aynı uygulamada en yüksek tane veriminin (3440 kg/ha) elde edildiğini belirtmiştir. Biyokömür ve biyo-gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamaların soya fasulyesinde tane verimini %51 oranına kadar artırabileceğini belirtmişlerdir.

Torun (2018), tarımsal artıklardan birisi olan zeytin pirinasının toprağa uygulanmasının toprak yapısı ve toprak verimlilik parametreleri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, iki farklı formda pirina türünü (düz pirina olarak ve piroliz işleminden geçirilip biyokömür olarak) birisi kontrol dozu olmak üzere 4 farklı (0;0,5; 1,0 ve 1,5 ton/dekar) dozda uygulamıştır. Her iki uygulamada da azot başta olmak üzere toprak yapısındaki makro elementlerde artış sağlandığı belirtilmiştir. Ayrıca toprağın fiziksel özelliklerinden toprağın hacim ağırlığı, agregat büyüklüğü ve stabilitesi dağılımının her iki uygulamadan da önemli derecede etkilendiğini belirtmiştir. Araştırmacı, her iki uygulamanın da toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumsuz etkisinin olmadığını, aksine her iki uygulama sonucunda toprağın yapısındaki, nem içeriği, organik madde, agregat stabilitesi, organik karbon içeriğini arttırdığını, toprağı yapısını makro ve mikro besin elementleri bakımından zenginleştirdiğini ve topraktaki sıkışmayı önlediğini belirtmiştir. Sonuç olarak dekara 1 ton zeytin pirinası ve biyokömür uygulamasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olabileceğini belirtmiştir.

Abujabhah ve ark., (2016), Avustralya da yürütmüş oldukları olan çalışmada, akasya yeşil atıklarından elde edilen biyokömür ve kompost uygulamasının toprağın yapısı üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan her iki uygulama sonucunda toprak pH'nda azalma, organik karbon içeriğinde ise artışlar görüldüğünü belirtmiştir.

Glab ve ark., (2016), kumlu topraklara uygulanan biyokömürün boyut ve miktarının toprak özellikleri ve toprağın yapısı üzerine etkilerini belirlemek amacı ile 2014 yılında kurulan saksı denemesinde, 3 farklı partikül büyüklüğünde (0–500 µm, 500–1000 µm ve 1000–2000 µm) hazırlanan biyokömür örnekleri, saksılara 4 oranda (%0,5;%1; %2 ve %4)

uygulanmıştır. Araştırmacı araştırma sonrasında, biyokömür uygulamasının toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini, toprağın su tutma kapasitesini yükselttiğini belirtmiştir.

Liu (2015), yürütmüş olduğu çalışmada, toprağın, biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla biyokömür kullanmış, biyokömür uygulaması ile topraktaki çözünmüş olarak bulunan organik karbon ve nitrojen, mikrobiyal kütle ve toprağın heterotrofik solunumunu arttırdığını gözlemlemiştir. Araştırmacı ayrıca biyokömür uygulamasından sonra topraktaki mevcut besin maddelerinin iyileşmesini ve mikrobiyal aktiviteleri arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Jien ve Wang (2013), yapmış oldukları çalışmada, asidik bir yapıya sahip olan ultisol topraklara bitki artıklarından atıklarından elde edilen biyokömürün üç farklı oranda (%0; %2,5 ve %5) uygulaması sonucunda ultisolün fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Araştırmacılar, toprağın kation yüzdesinde, pH seviyesinde ve kation değişim kapasitesi de önemli artışların olduğunu belirtmiştir. Ayrıca biyokömür uygulamasının toprak erozyonunu engellediğini ve %5'lik biyokömür uygulamasının toprağın fizikokimyasal yapısı üzerine olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sonuç olarak yapılan araştırmalara göre, biyokömür iyi bir toprak düzenleyicisi olarak sürdürülebilir tarımda kullanılmaktadır. Biyokömürün piroliz işlemi sonrasında alkali bir yapıya sahip olması uygulama yapılacak topraklarda dikkat edilmesi gereken bir husustur. Tarımsal uygulamalar neticesinde ortaya çıkan atıkların karbonlaştırılarak toprağa tekrar uygulanması organik madde yönünden fakir topraklarımıza olumlu katkı sağlayacaktır. Biyokömürün toprak ıslahı için uygulanması ve biyokömürün toprak işleme için gelecekteki araştırma ve uygulamalarda kullanımı tarım, çevre ve sürdürülebilirlik açısından son derece büyük bir önem taşımaktadır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## **Kaynaklar**

Abujabhah IS, Bound SA, Doyle R, Bowman JP., 2016. Effects of biochar and compost amendments on soil physico-chemical properties and the total community within a temperate agricultural soil. *Applied Soil Ecology*, 98: 243-253.

Akgül G., 2017. Biyokömür: üretimi ve kullanım alanları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4): 485-499.

Arabi Z, Eghtedaey H, Gharehchmaghloo B, Faraji A., 2018. Effects of biochar and bio-fertilizer on yield and qualitative properties of soybean and some chemical properties of soil. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(21): 1-9.

Arın A, Çoşkan A., 2021. Biyokömür uygulamalarının Karadeniz bölgesi toprağının pH'sına ve bazı biyolojik aktivite parametrelerine etkileri. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 187-199.

Carrillo R., 2021. Carbon farming in vigneto, i vantaggi del biochar e del CB Mix. Erişim Tarihi: 23/03/2022. <https://vigneviniequalita.edagricole.it/vigneto/sostenibilita-vigneto/carbon-farming-in-vigneto-i-vantaggi-del-biochar-e-del-cb-mix/>

Clough TJ, Condon LM, Kammann C, Müller C., 2013. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3(2): 275-293.

Çavdar AD., 2020. Yeni nesil fonksiyonel karbon malzemeler "Biyokömür". *Academic Studies in Agriculture, Forestry and Aquaculture-II*, 105.

Çitak E, Pala PBK., 2016. Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 79-102.

Dai Y, Zheng H, Jiang Z, Xing B., 2020. Combined effects of biochar properties and soil conditions on plant growth: A meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 713, 136635.

Gao M, Yang J, Liu C, Gu B, Han M, Li J, Han X., 2021. Effects of long-term biochar and biochar-based fertilizer application on Brown earth soil bacterial communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, 107285.

Głąb, T., Palmowska J., Zaleski T., Gondek K., 2016. Effect of biochar application on soil hydrological properties and physical quality of sandy soil. *Geoderma*, 281: 11-20.

Günal E, Erdem H., 2018. Biyokömür; tanımı, kullanımı ve tarım topraklarındaki etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 87-93.

He K, He G, Wang C, Zhang H, Xu Y, Wang S, Hu R., 2020. Biochar amendment ameliorates soil properties and promotes *Miscanthus* growth in a coastal saline-alkali soil. *Applied Soil Ecology*, 155, 103674.

Jien SH, Wang CS., 2013. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*, 110, 225-233.

Jones GA, Warner KJ., 2016. The 21st Century population-energy-climate nexus. *Energy Policy*, 93, 206-212.

Khadem A, Raiesi F, Besharati H, Khalaj MA., 2021. The effects of biochar on soil nutrients status, microbial activity and carbon sequestration potential in two calcareous soils. *Biochar*, 3(1): 105-116.

Kurt G, Koçer NN., 2010. Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(3): 240-247.

Liu D, Feng Z, Zhu H, Yu L, Yang K, Yu S, Guo W., 2020. Effects of corn straw biochar application on soybean growth and alkaline soil properties. *Bio Resources*, 15(1): 1463-1481.

Liu J., 2015. The application of biochar as a soil amendment in land reclamation. <https://era.library.ualberta.ca/items/01e558bf-9cec-4c44-bb46-d999cf68ade8>

Lu H, Yan M, Wong MH, Mo WY, Wang Y, Chen XW, Wang JJ., 2020. Effects of biochar on soil microbial community and functional genes of a land fill cover three years after ecological restoration. *Science of the Total Environment*, 717, 137133.

Madari BE, Silva MA, Carvalho MT, Maia AH, Petter FA, Santos JL, Zeviani WM., 2017. Properties of a sandy clay loam haplic ferralsol and soybean grain yield in a five-year field trial as affected by biochar amendment. *Geoderma*, 305, 100-112.

Mahmoud E, El-Beshbeshy T, Abd El-Kader N, El Shal R, Khalafallah N., 2019. Impacts of biochar application on soil fertility, plant nutrients uptake and maize (*Zea mays* L.) yield in saline-sodic soil. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(23): 1-9.

Moriarty P, Honnery D., 2012. What is the global potential for renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1): 244-252.

Özenç DB, Yılmaz FI, Tarakçıoğlu C, Aygün S., 2019. Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 7-13.

Qian ZHU, Kong LJ, Shan YZ, Yao XD, Zhang HJ, Xie FT, Xue AO., 2019. Effect of biochar on grain yield and leaf photosynthetic physiology of soybean cultivars with different phosphorus efficiencies. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(10): 2242-2254.

Sönmez F, Çığ F., 2019. Artan dozdaki biyokömür ve solucan gübresi uygulamalarının buğdayda ve toprakta besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 526-536.

Sümer SK, Kavdır Y, Çiçek G., 2016. Türkiye’de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19(4): 379-387.

Torun S., 2018. Farklı karakteristiğe sahip zeytin pürinası uygulamalarının bazı toprak verimlilik parametreleri üzerine etkileri. <http://acikerisim.akdeniz.edu.tr/handle/123456789/3490>

Yu OY, Raichle B, Sink S., 2013. Biyokömürün tınlı kumlu toprağın su tutma kapasitesi üzerindeki etkisi. Uluslararası Enerji ve Çevre Mühendisliği Dergisi, 4(1): 1-9.

Xu CY, Bai SH, Hao Y, Rachaputi RC, Xu Z, Wallace HM., 2015. Peanut shell biochar improves soil properties and peanut kernel quality on a red ferrosol. Journal of Soils and Sediments, 15(11): 2220-2231.

## Türkiye’de Farklı Sulama ve İklim Koşullarında Kimi Bitkilerin Bitki Su Stres İndekslerinin (CWSI) İrdelenmesi

Alper BAYDAR<sup>1\*</sup>, Yeşim Bozkurt ÇOLAK<sup>2</sup>, Mete ÖZFİDANER<sup>3</sup>, Engin GÖNEN<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1426-466X>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1836-3910>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8453-8136>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-0471-9376>

\*Sorumlu yazar: alper.baydar@tarimorman.gov.tr

### Derleme

#### Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi: 24.05.2022

Kabul tarihi: 24.08.2022

Online Yayınlanma:09.12.2022

#### Anahtar Kelimeler

Bitki su stres indeksi

Sulama programlaması

Çağ sıcaklığı

### ÖZ

Bitki su stres indeksi (CWSI), bitkinin çağ sıcaklığını dikkate alarak su stresini belirlemede kullanılan tekniklerden biridir. Uygun biçimde oluşturulan sulama programı; su, enerji ve gübre üretim girdilerinin etkin kullanımları sağlanmaktadır. Su stresi, bitkilerin büyüme mevsimi boyunca farklı aşamalarındaki verim üzerinde olabilecek etkilerin belirlenmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu anlamda, uygun sulama programlaması için bitki su stresinin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi önemlidir. Özellikle son yıllarda bitkilerin su içeriği ve düzeyinin belirlenmesine yönelik ölçüm teknikleri oldukça dikkat çeken bir konu durumuna gelmiş ve ülkemizde de araştırmalar giderek artmaktadır. Bitki su stres indeksi (CWSI), sulama uygulamaları için kızılötesi çağ sıcaklıkları, ortamdaki hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı değerlerinden hesaplanmaktadır. Bitki çağ sıcaklığı, su stres seviyesinin belirlenmesinde bitkilerde olumsuz etki oluşturmayan ve hızlı bir yöntem olması nedeni ile CWSI hesaplanmasında pratik olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de kimi bölgelerde yetiştirilen mısır, pamuk, ayçiçeği, patates, soya, karpuz, fasulye, brokoli, salçalık biber, dolmalık biber, patlıcan, kabak çekirdeği, kabak ve bağ gibi önemli bitkilere ilişkin kısıntılı sulama koşullarına gösterdiği CWSI değerleri irdelenmiştir ve CWSI değerlerinin sulama planlamasındaki uygunlukları değerlendirilmiştir.

## Investigation of Crop Water Stress Index (CWSI) of Some Plants under Different Irrigation and Climate Conditions in Turkey

### Review Article

#### Article History:

Received: 24.05.2022

Accepted: 24.08.2022

Available online:09.12.2022

#### Keywords:

Crop water stress index

Irrigation scheduling

Canopy temperature

### ABSTRACT

The Crop Water Stress Index (CWSI) is one of the techniques used to determine the water stress of the plant by considering the canopy temperature of the plant. Effective use of water, energy and fertilizer production inputs are ensured with a properly created irrigation program. Water stress has critical importance in determining the effects that may have on the yield of plants at different stages of the growing season. In this sense, reliable estimation of crop water stress is important for proper irrigation scheduling. Especially in recent years, measurement techniques for determining the water content and level of plants have become a very valuable subject and researches are increasing in our country. CWSI was calculated from infrared canopy temperatures, ambient air temperatures and vapor pressure deficit values for



the irrigation treatments. Canopy temperature is practically used in the calculation of CWSI because it is a fast method that does not have a negative effect on plants in determining the water stress level. In this study, CWSI of important crops grown in some regions in Turkey such as corn, cotton, sunflower, potato, soybean, watermelon, beans, broccoli, tomato, bell pepper, eggplant, pumpkin, squash and vineyard were examined and CWSI values were evaluated for their suitability in irrigation planning.

**To Cite:** Baydar A, Bozkurt Çolak Y, Özfıdaner M, Gonen E., 2022. Türkiye’de farklı sulama ve iklim koşullarında kimi bitkilerin bitki su stres indekslerinin (CWSI) irdelenmesi. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 339-353.

## Giriş

Bitkisel üretimde sulu tarım, çevre ve küresel gıda güvenliği açısından önemlidir. İklim değişikliği hidrolojik döngü üzerinde yüksek baskı oluşturmaktadır. Dünyanın bazı bölgelerinde azalan yağış, artan buharlaşma ve sıcaklar nedeniyle son yıllarda kuraklık olasılığı ve şiddeti artmaktadır. Bu nedenle, su ile sınırlı alanlarda su verimliliğini artırma potansiyelinin olması için su tasarrufu stratejilerinin benimsenmesine ihtiyaç vardır.

Sulama programı, sulama süresince verilecek olan sulama suyu miktarının hangi zaman dilimlerinde uygulanması gerektiğini tespit eden işlemdir. Uygun biçimde oluşturulmuş bir sulama programı ile su, enerji ve gübre üretim girdilerinin etkin kullanımları sağlanmaktadır. Ayrıca tarımsal mekanizasyon ve kimyasal mücadele gibi kültürel işlemler ile ilk yatırım maliyetleri açısından dikkate alındığında sulama programının doğru yapılması önem arz etmektedir. Sulama programlama yaklaşımları tam sulama ve kısıntılı sulama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Kısıntılı sulama (KS) ile sulama planlaması, özellikle gelecek yıllarda ki olası iklim değişikliği dikkate alındığında önemli sulama yönetimi uygulamasıdır. Su eksikliği olan bölgelerde suyu korumak ve bitkisel üretimi sürdürmek için kısıntılı sulama uygulamaları ile bitkinin büyüme aşamaları veya bazen tüm büyüme mevsimi boyunca ihtiyaç duyduğu sudan daha düşük miktarda sulama suyu uygulanmaktadır. Bu nedenle, KS koşulları altında bitkiler belirli bir derecede su stresine maruz kalır ve bu stresi ancak bir dereceye kadar tolere edebilirler. Belirli bir eşik seviyesinin ötesinde, verimde ciddi kayıplar olmaktadır (Liu ve ark., 2006). Anılan eşik düzeyi bitkilerin su stresine tepkisini doğrudan ölçerek belirlenebilir (Ihuoma ve Madramootoo, 2017). Bitkide etkili ve verimli sulama planlamasının sağlanabilmesi için, su stresinin zararlı düzeye gelmeden sulamaların yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, sulamaların uygun biçimde yapılabilmesi için su stres eşik değerlerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır (Pereira, 1999).

Sulamanın temel amacı, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu doğru zamanda sağlamak olduğundan, bitkinin izlenmesi, sulama zamanının belirlenmesinde daha doğru bir

yaklaşımıdır. Uygulanacak sulama suyu miktarını belirlemede bitki parametrelerinin toprak suyu ile ilişkilendirilmesi gerekir. Bitki, içinde bulunduğu çevreye tepki verdiği için ve su kaynağı olan toprakla atmosfer arasında yer aldığından sulama programlanması için bitkinin içsel su durumunun ortaya konulması amacıyla bitkinin izlenmesi gerekir (Yazar ve ark., 1999).

Özellikle son yıllarda bitkilerin su içeriği ve düzeyinin belirlenmesine yönelik ölçüm teknikleri oldukça dikkat çeken bir konu durumuna gelmiştir. Bu yönden, bitki su stresi kavramı, bir bitkinin kendi bünyesi içerisinde suya olan gereksinimin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bitkinin su stresine maruz kalması, fotosentez hızında azalmalar vb. fizyolojik olarak olumsuz durumlara sebep olmaktadır. Fotosentez hızında azalma ve diğer fizyolojik olumsuz şartlar bitkinin büyüme hızını azaltarak zaman içerisinde ölümüne sebep olmaktadır.

Bu derlemede, su tasarrufu sağlayan kısıntılı sulama uygulamalarında, sulama programlama tekniklerinden olan bitki su stres indeksinin Türkiye’de yetiştirilen ürünlerde uygunlukları incelenmiştir.

### **Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)**

Bitkinin içsel su durumunu belirlemeye yönelik yöntemler sulama programlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Reginato ve Howell, 1985; Yazar, 1993). Optimum bitki sıcaklığının korunması, bir bitkinin metabolik aktiviteleri için çok önemlidir. Bitki sıcaklığı terleme ile düzenlenmektedir. Terleme, buharlaşmanın gizli ısıyı almakta ve böylece yaprak yüzeyini soğutmaktadır. Toprak nemi eksikliği altında, daha düşük bir terleme oranı yaprak sıcaklığını yükseltmektedir. Bitki su stres indeksi (CWSI) taş-hava sıcaklığı farkından ve psikometrik ölçümlerden yararlanarak belirlenmektedir (Jackson, 1982). Anılan yöntemde ölçümler sırasında bitkiye temas edilmediğinden, bitkilere zarar verilmemekte, hızlı ve doğru ölçümler yapılabilmektedir (Zipoli, 1990).

Bitki su stresi indeksi, iki farklı yaklaşımla belirlenmektedir. Bunlardan birincisi deneysel (ampirik), ikincisi ise teorik olanıdır. Deneysel yaklaşımda, taş-hava sıcaklığı farkı ( $T_c - T_a$ ) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasında regresyon analizi yapılmaktadır (Idso ve ark., 1981). Teorik yaklaşımda ise bitki tacının özelliğini yansıtan hava direnci ( $r_a$ ) ve taş direncini ( $r_c$ ) kullanarak enerji denge eşitliklerinden yararlanılmaktadır (Jackson ve ark., 1981). Her iki yöntemde de bulunan ( $T_c - T_a$ ) farkı bitkinin karakteristik özelliğini yansıtmaktadır (O’Toole ve Real, 1986).

Infrared (IR) termometrelerin gelişmesiyle bitki su stresinin belirlenmesinde bitki taç sıcaklığının ölçülmesi geniş çapta uygulanmaya başlamıştır. Kök bölgesinde depolanan su azaldığında terlemenin azalacağı ve absorbe edilen radyasyon nedeniyle bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığından daha yüksek olacağı varsayımına dayanan bu yaklaşım, pek çok araştırmacı tarafından uzun yıllardır bitki su stresinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Jackson, 1982; Idso ve Clowson, 1986).

Idso ve ark. (1981) bitki su stresi indeksini (CWSI) belirlemede su eksikliğinin olmadığı ve bitkinin potansiyel hızda terleme yaptığı koşullara ilişkin bir alt-sınır çizgisiyle, terlemenin tamamen durduğu koşulları temsil eden bir üst sınır çizgisi kavramlarını geliştirerek ampirik bir yaklaşım belirlemiştir. Ancak, bu yöntemde net radyasyon ve rüzgar hızı dikkate alınmadığından alt sınır çizgisi, bitki çeşitlerine ve yıllara göre farklılıklar göstermektedir (Idso, 1982; Burke ve ark., 1990; Nielsen, 1994). Ampirik yaklaşımda, alt sınır çizgisinin deneysel olarak belirlenme zorunluluğu vardır ve bu durum çizgilerin farklı iklim koşullarına aktarılmasını engellemektedir.

Stockle ve Dugas (1992) ampirik yöntemin sulama zamanını bitkide bir miktar stres oluşuktan sonra gecikmeli olarak belirlediğine işaret ederek, bu yaklaşımın su stresine duyarlı bitkilere uygulanmasını sınırlandırdığını belirtmişlerdir.

Jackson ve ark. (1981) enerji dengesine dayanarak; net radyasyon, aerodinamik direnç, bitki taç sıcaklığı, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığını (VPD) kullanarak CWSI'ni hesaplamak için teorik bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu teorik yöntem, bitki su durumunun direk ve bağımsız ölçümünü sunmaktadır. Sulama programlaması amacıyla, toprak suyu ölçümleri ve/veya su dengesi modeli ile birlikte kullanılabilir (Yazar ve ark., 1999). Teorik yaklaşımda alt ve üst sınır değerlerinin nasıl değerlendirileceği tanımlanmış olsa da, minimum bitki taç direncini belirlemede gerekli olan aerodinamik direnç parametresinin eldesi karmaşık arazi ölçümlerini gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Yapılan araştırmalar bitki su stres indeksinin, kolaylıkla ölçülebilen parametreler kullanılarak niceliksel olarak ifade edebileceğini göstermiştir. Bitki su stres indeksi (CWSI), taç-hava sıcaklığı arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil etmektedir. CWSI taç sıcaklığı, ıslak ve kuru termometre değerlerinden hesaplanan havanın buhar basıncı açığından yararlanarak Idso ve ark. (1981)'nin önerdiği ampirik yöntemle belirlenmektedir. Idso ve ark. (1981)'a göre CWSI Eşitlik 1. de tanımlanmıştır;

$$CWSI = (T_c - T_a) - LL / (UL - LL) \quad (1)$$

Eşitlikte:

Tc: Taç sıcaklığı, (°C)

Ta: Hava sıcaklığı, (°C)

LL: Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır değeri (bitkilerin potansiyel hızda transpirasyon yaptığı sınır değeri);

UL: Bitkilerin tamamen stres altında olduğu üst sınır değeri (bitkinin transpirasyon yapmadığı varsayılan sınır değeri).

VPD ölçümleri ise ıslak kuru termometre yardımıyla arazide yüzey sıcaklıkları ölçümleri öncesinde ve sonrasında alınarak hesaplanmaktadır.

Ayrıca bitkilerden olan yansımanın spektrometreler ile ölçülerek farklı bantlardaki yansıma oranlarından elde edilen vejetasyon indekslerinin son dönemde kullanımı artmaya başlamıştır. Farklı bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar CWSI ve vejetasyon indekslerinin sulama programlamasında kullanılabileceğini göstermiştir. Bitkilerin taç sıcaklıklarını belirlemek amacıyla, özellikle teknolojinin de ilerlemesi ile yaygınlaşan termal kameraların kullanım olanakları da artmıştır. Kızılötesi termometreler ile elde edilen sıcaklık değerleri yaprak düzeyinde ve noktasal olmakta, alanın tamamı hakkında bilgi vermemekte ancak kameralar yardımıyla alınan görüntülerde görüntü içerisine giren tüm öğelerin sıcaklıkları ayrı ayrı belirlenebilmektedir. Bu da sıcaklığın yersel dağılımı konusunda bize önemli bilgiler vermekte ve bu sayede istenilen objenin sıcaklığı görüntülerden ayrılabilir. Böylece bitki dışındaki diğer objeler çıkarılabilmekte ve daha doğru sonuçlar elde edilebilmektedir (Çamoğlu ve Genç, 2013).

Yetiştirilen bitkinin türüne göre bire bir temas söz konusu olduğu durumlarda ya da ürünün zarar görme olasılığı koşulları altında arazi düzeyinde ölçüm yapabilen el radyometreleri ve uzaktan algılama tekniği ile birlikte bitkilerin durumlarının izlenmesi daha kolay olmaktadır. Spektral yansımaların ölçülebilmesi durumunda gözle görülemeyen ve farklı nedenlerden dolayı oluşan stresli bitkilerin kapladığı alanlar gözle görülebilir duruma gelmeden önce tespit edilebilmektedir. Bunun nedeni strese maruz kalan ve sağlıklı gelişen bitkilerin farklı yansımalara sahip olmalarıdır. Stres koşullarında bulunmayan bitkiler güneşten gelen mavi ve kırmızı dalga boyunda ki ışığı bünyelerinde absorbe ederken, yeşil dalga boylu ışığı ise geri yansıtmaktadırlar (Çamoğlu ve ark., 2010).

### **Türkiye’de Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Ülkemizde farklı bitkilerde bitki su stres indeksinin belirlenmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda su stresinin çeşitli bitkisel ürünlerin bitki sıcaklığı ve verimi

üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar Tablo 1’de verilmiştir. Yazar ve ark. (1999), LEPA ile mısır için, günlük bitki taç sıcaklık ölçümleri kullanılarak  $T_c - T_a = 1,06 - 2,56$  VPD olarak “su stresi olmayan temel” bir denklem geliştirilmiştir. Mısır bitkisinde CWSI’nin eşik değerini 0,33 olarak belirlemiş ve bu eşik değerden sonra verimde düşüşler olduğu belirtmişlerdir. Gençoğlan ve Yazar (1999), mısır bitkisinde bitki su stres indeksinin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan su stresinin olmadığı alt sınır (LL) eşitliklerini sırasıyla  $T_c - T_a = 2,9 - 2,66$  VPD ve  $T_c - T_a = 2,41 - 2,045$  VPD ve bitkinin tamamen su stresi altında olduğu üst sınır (UL) değerleri ise sırasıyla  $4,25^{\circ}\text{C}$  ve  $3,50^{\circ}\text{C}$  olarak belirlemişlerdir. Sulama zamanındaki infrared termometre ölçümlerinden, mısır dane veriminin düşmeye başladığı eşik CWSI değerini 0,21 olarak saptamıştır. Irmak ve ark. (2000), mısır verimini en üst düzeye çıkarmak için sulama planlaması yaptıkları çalışmada mevsimsel ortalama CWSI değerinin 0,22 değerinde sulanması gerektiğini bu değeri aştığında verimde düşüşler olduğunu belirtmişlerdir. Yazar ve ark. (2007), mısır bitkisinde toprak profilinde ki kullanılan suyun tüketilen yüzdesini (fDEP) doğrudan CWSI ile ilişkilendiren bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Bir su stresi katsayısı  $K_s$  kullanılarak, su stresi indeksi geliştirilmiş (SWSI) ve CWSI’nin SWSI’ne eşit olduğu varsayılarak, CWSI’nin fDEP ile ilişkilendirilebileceğini açıklamışlardır. Çamoğlu ve ark. (2010), Çanakkale yöresinde mısır bitkisine dair yürüttükleri araştırmada spektral indeksler yardımı ile bitki su stresinin belirlenebileceğini tespit etmişlerdir. Bahsi geçen araştırmada normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI), su bandı indeksi (WBI), basit oran (SR), yapısal bağımsız pigment indeksi (SIPI), pigment spesifik basit oran indeksi (PSSR), ayarlanmış klorofil absorpsiyon yansıma indeksi (MCARI), Zarco ve Miller (ZM) indeksini kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre bitkinin maruz kaldığı su stresinin derecesine göre spektral indeks değerlerinin farklılıklar gösterdiği sonucuna varmışlardır. Orta ve ark. (2002), CWSI’nin yaklaşık 0,59 değerinde olduğunda ayçiçeğinin sulanması gerektiğini öne sürmüştür. Erdem ve ark. (2006a), patates bitkisinde sulama öncesi CWSI değerlerinin kullanılabilir nemin %30’u tüketildiğinde 0,49 değerinde; %50’si tüketildiğinde 0,55 ve %70’i tüketildiğinde 0,69 değerinde sulanması gerektiğini ve maksimum verimlerin bu eşik değerlerinde alındığını belirtmişlerdir. Ödemiş ve Baştuğ (1999), pamuk bitkisinde bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde yararlanılabileceği ve bu amaçla CWSI değerinin 0,45 olarak alınabileceği saptamışlardır. Ayrıca, mevsimlik ortalama CWSI ile pamuk kütlü verimi arasında doğrusal bir ilişki elde etmişlerdir. Anılan ilişki ile CWSI değerlerinden yararlanılarak pamuk veriminin tahmin edilebileceğini belirlemişlerdir. Ünlü ve ark. (2011), pamuk bitkisinde en yüksek verim için CWSI’nin eşik değerini 0,36 belirlemişler. Yazar (1990) Çukurova bölgesinde soya bitkisinde yaptığı araştırmada bitki taç

sıcaklığı ölçümlerini dikkate alarak CWSI değerleri belirlemiştir. Araştırmada bitki su stres indeksi ve soya verim değerleri arasında  $r^2 = 0,96$  gibi yüksek doğrusal ilişki sonucuna varılmıştır. Karaca ve ark. (2018) soya için CWSI değerlerinin sulama uygulamalarına bağlı olarak sezon başında 0-0,4 arasında ve sezon sonunda 0,5-1 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Orta ve ark. (2003) CWSI'nin yaklaşık 0,41 değerinde olduğunda karpuzun sulanması gerektiğini öne sürmüştür. Erdem ve ark. (2005) karpuzun 0,6 CWSI değerinde sulanmasını tavsiye etmiştir. CWSI'nin eşik değerlerindeki bu farklılıklar, çalışmaların lokasyonları arasındaki genotipik farklılıklar veya çevresel farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. Bozkurt Çolak ve ark. (2015) daha yüksek ve kaliteli verim için patlıcanda sulama planlaması için CWSI eşik değerinin 0,18 ile 0,20 arasında olmasını önermiştir. Üçlü ve Büyükcangaz (2020) Yalova koşullarında patlıcan bitkisinde CWSI eşik değerinin 0,20 olmasını önermiştir. Sezen ve ark. (2014) kırmızıbiber için farklı sulama sistemleri (damla = 0,26 ve karık = 0,38) için CWSI'nin farklı eşik değerlerini önermiştir. Yazar ve ark. (2018) dolmalık biber bitkisinde sulama öncesi ortalama CWSI değerleri yüzey damla tam sulama konusunda 0,22; toprakaltı damla tam sulamada ise 0,19 olarak saptamıştır. Erdem ve ark. (2010) brokoli bitkisinde sulama öncesi ortalama 0,51'lik eşik CWSI değerinde maksimum verim almışlardır. Brokoli bitkisinde CWSI'nin sulama planlamasında ve verim tahmininde oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir. Erdem ve ark. (2006b), fasulye bitkisinde verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilir  $y=2,731x-2,034$  doğrusal eşitlik elde etmişlerdir. Sonuçta CWSI'nin verim tahmininde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Köksal ve ark. (2010), bodur yeşil fasulye bitkisinde CWSI'nin 0,25-0,50 arasında sulanması gerektiğini önermişlerdir. Çamoğlu ve Genç (2013) taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Gina) bitkisinde, spektral yansıma verilerini ve termal görüntüleme tekniğini kullanarak su stresinin belirlenmesini çalışmışlar ve termal görüntüleri kızılötesi termal kamerayla, spektral verileri ise spektrometreyle elde etmişlerdir. Sınıflandırma ve regresyon ağacı analizlerine göre, su stresinin özellikle  $I_{100}$  seviyesinde termal indeksler ile daha iyi açıklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, spektral indekslerden Yapısal Bağımsız Pigment İndeksi (SIPI) ve Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksinin (NDVI), termal indekslerden de amprik esasa dayalı hesaplanan bitki su stresi indeksi (CWSI<sub>e</sub>) ve yapay referans yüzeylere göre hesaplanan bitki su stresi indeksinin (CWSI<sub>a</sub>) taze fasulyede su stresinin belirlenmesinde kullanılabilirliğini önermişlerdir. Araştırmada CWSI<sub>p</sub> değerlerini 0,31-0,80, CWSI<sub>e</sub> değerlerini 0,40-0,88 ve CWSI<sub>a</sub> değerlerini ise 0,32-1,14 şeklinde yetiştirme periyodu boyunca belirlemişlerdir.

**Tablo 1.** Su stresinin çeşitli bitkisel ürünlerin bitki sıcaklığı ve verimi üzerindeki etkisi

Bitki	Sulama Sistemi	Sulama Konuları	Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Kaynaklar
Mısır	LEPA (low-energy precision application)	( %100, %80, %60, %40, %20 ve %0) 1,5 m toprak derinliğinde azalan toprak suyunun tamamlanması	0,33 (LL = 1,06-2,56 VPD)	1246	Yazar ve ark., 1999
	Tıkalı karık	Her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun %100, %80, %40, %20 ve %0	0,21 (LL=2,9-2,66 VPD) (UL=4,25°C)	1001,5	Gençoğlan ve Yazar, 1999
	Tamamlama sulama	90 cm toprak profilinde %25, 50 ve %75'ine düştüğünde tarla kapasitesine getirilmesi	0,22	605,8	Irmak ve ark., 2000
	Tıkalı karık	100 cm toprak profilinde kullanılabilir suyun %40- 60-80'ini tüketildiğinde	-	1032	Yazar ve ark., 2007
Pamuk	Göllendirmeli karık	90 cm profil derinliğindeki kullanılabilir suyun %30-50-70'i tüketildiğinde ve RF	0,45 LL=0,257-0,413 VPD	-	Ödemiş ve Baştuğ, 1999
	Damla sulama	YSP eşik değerlerinde sulama (I <sub>100</sub> = -15 bar; I <sub>70</sub> = -17 bar; I <sub>50</sub> = -20 bar ); ve RF (I <sub>0</sub> )	0,36 LL=-1,7543VPD+1,56 UL=-0,0217VPD+3,2191	3280	Ünlü ve ark., 2011
Ayçiçeği	Karık sulama	90 cm toprak profilinde bitki su tüketimi kayıplarının (%100, 75, 50, 25, 0)	0,59 (LL=-1,2069VPD-3,595)	529	Orta ve ark., 2002
Patates	Karık sulama	Üç farklı kullanılabilir nemin tüketilen yüzdesi (%30-50-70) ve üç farklı sulama seviyesi (toprak suyunun tüketilen yüzdelerinin tamamlanması %100-50-0)	%30 sulama rejimi: 0,49 (LL=-1,4493VPD+0,046) %50 sulama rejimi: 0,55 (LL=-1,2387VPD-0,068) %70 sulama rejimi: 0,69	3224	Erdem ve ark., 2006b

(LL=-1,7092VPD+0,683)					
Soya	Damla sulama	İki soya çeşidi ATAEM-7 ve SA-88 Class Apan buharlaşması 25±5 mm olduğu zaman (0, 0,25, 0,50, 0,75, 1,00 ve 1,25 pan katsayısı (Kpc))	0,19-0,60	-	Karaca ve ark., 2018
Bağ	Damla sulama	Yaprak su potansiyeli eşik değerlerinde sulama (I <sub>1</sub> : Ψ <sub>w</sub> =-1,0MPa; I <sub>2</sub> : Ψ <sub>w</sub> = -1,3 MPa; I <sub>3</sub> : Ψ <sub>w</sub> = -1,6 MPa); ve RF (I <sub>4</sub> )	0,30-0,40	1125-2390	Yazar ve ark., 2010
	Damla sulama	90cm'de eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi (TS, I <sub>75</sub> , I <sub>50</sub> , PRD <sub>75</sub> , PRD <sub>50</sub> , RF)	0,20 LL= -0,6157VPD-1,2407 UL: 0,002 VPD+1,846	3000	Bozkurt Çolak ve Yazar, 2017
Karpuz	Damla sulama	90 cm profilde tüketilen suyun yüzdeleri (100,75,50,25 ve 0)	0,41 LL=-1,2042VPD+0,4716	8230	Orta ve ark., 2003
	Damla sulama	0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1,0 (RF) CWSI değerlerine ulaştığında sulama	0,6 LL=-1,2042 VPD+0,4716	7630	Erdem ve ark., 2005
Fasulye	Damla sulama	60 cm toprak profilinde kullanılabilir nemin %50'si tüketildiğinde (%0-25-50-75-100)	0,10 (LL= 2,6955VPD+3,531)	238	Erdem ve ark., 2006a
Bodur yeşil fasulye	Damla sulama	Haftalık açık su yüzeyi buharlaşmasının %120-90-60-30-10 katları ve RF	0,25-0,50	2279	Köksal ve ark., 2010
Brokoli	Damla sulama	Haftalık Class A pan buharlaşması (kcp= 0-0,50-0,75-1,00 ve 1,25)	0,51 LL=-2,5762VPD+4,6388	İlkbahar	Erdem ve ark., 2010
				Sonbahar	
Salçalık Biber	Damla ve karık sulama	Damla (TS, I <sub>75</sub> , I <sub>50</sub> sabit PRD, alternatif PRD)	YD = 0,26; karık = 0,38	Damla= 4598	Sezen ve ark., 2014
		Karık (Atlamalı karık, PRD karık, Tam sulama)	LL=-1,10VPD-0,49	Karık=3855	



		UL= 0,0005VPD+2,86			
Dolmalık Biber	Yüzey ve toprakaltı damla sulama	2 sulama yöntemi YD ve YAD, dört farklı sulama rejimi (TS; I <sub>75</sub> ve I <sub>50</sub> ; PRD <sub>50</sub> ; RDI)	YD= 0,22, TD= 0,19	7300	Yazar ve ark., 2018
Patlıcan	Yüzey ve toprakaltı damla sulama	2 sulama yöntemi YD ve YAD, 2 sulama aralığı (3 ve 6 gün), dört farklı sulama rejimi (TS; I <sub>75</sub> ; I <sub>50</sub> PRD <sub>50</sub> )	0,18-0,20 LL= -1,4502 VPD-1,352 UL= 0,0349 VPD+ 4,088	7870	Bozkurt Çolak ve ark., 2015
	Damla sulama	Dört farklı vejetasyon döneminde, 16 farklı sulama konusu	0,20	3320	Üğlü ve Büyükcangaz., 2020
Kabak çekirdeği	Damla sulama	Altı farklı sulama seviyesi (I <sub>0</sub> , I <sub>20</sub> , I <sub>40</sub> , I <sub>60</sub> , I <sub>80</sub> ve I <sub>100</sub> )	LL = - 2,3728VPD + 4,4254	136,2	Kırnak ve ark., 2019
Yaz kabağı	Damla sulama	Class Apan buharlaşması (Epan= 0-0,50-0,75-1,00-1,25)	UL= 3,52 LL= -3,4505VPD+4,2797	3295	Özer ve Ahi., 2020

YD: yüzey damla; YAD: yüzey altı damla; TS: tam sulama; I<sub>75</sub>: geleneksel kısıntılı sulama %75; I<sub>50</sub>: geleneksel kısıntılı sulama %50; PRD: kısmi kök kuruluşu; RDI: planlanmış kısıntılı sulama; RF: Yağışa dayalı; CWSI: bitki su stress indeksi; LL: alt sınır çizgisi; UL: üst sınır çizgisi; Ψ<sub>w</sub>: YSD değerle

Yazar ve ark. (2010) farklı üzüm çeşitlerinde yaptıkları çalışmada Alphonse Lavallee, Ergin Çekirdeksizi ve Flame Seedless çeşitlerinin CWSI'nin 0,30-0,35 aralığında; Italia çeşidinin ise CWSI'nin 0,35-0,40 değerinde sulanması önermişlerdir. Bozkurt Çolak ve Yazar (2017) Royal sofralık üzüm çeşidinde en yüksek verim için CWSI değerinin yaklaşık 0,20 olduğunda sulanması önermiştir. Bitki su stres indeksini greyfurt sulama yönetimi için de değerlendirmişler ve yüksek su stresi döneminde CWSI değerleri sulama işlemine göre  $1,58 \pm 0,29$  tam sulama ve  $1,94 \pm 0,42$  kısıntılı sulama ( $I_{50}$ ) olarak değiştiğini belirtmişler. Özer ve Ahi (2020) yaz kabağında CWSI ile sulama programlaması yaptıkları çalışmada CWSI ile verim arasında doğrusal önemli ilişkiler belirlemişlerdir. CWSI ile verim arasında verim tahmini ve bitki büyüme modellerini geliştirmek için önemli bir anahtar olduğunu belirtmişlerdir. Kırnak ve ark. (2019) kabak çekirdeğinde yürüttükleri çalışmada CWSI hesaplamaları için ortalama alt limit temel denklemini  $T_c - T_a = -2,3728 \text{ VPD} + 4,4254$  olarak tanımlamıştır. CWSI değerlerinin 2015 yılında 0,24-1,0 arasında, 2016 yılında ise 0,08-0,93 arasında değiştiğini ve kabak çekirdeği bitkilerinin sulama planlamasında ve verim tahmininde CWSI'nin güvenilir bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Emekli ve ark. (2007) bermuda çimeninde yaptıkları çalışmada CWSI değeri 0,10 civarında tutulabilirse, mevsimsel olarak kabul edilebilir bir renk kalitesi korunabileceğini belirtmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalar, sulama planlaması için CWSI eşik değerlerinin, ürün türleri ve genotiplerinin yanı sıra sulama yöntemlerine ve çevre koşullarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Çeşitli çevresel koşullar için farklı CWSI eşik değerlerinin gerekliliği, sulama planlamasında kullanımına sınırlamalar getirmesine rağmen, kontrollü çevresel koşullar altında belirli bir bitkinin su stresine verdiği verim tepkisini tahmin etmek için uygun bir yaklaşımdır.

### **Tartışma ve Sonuç**

Bu derlemede, su stresini tespit etmek ve ölçmek için göstergelerden birisi olan bitki su stres indeksinin etkinliğini, su kısıntısı seviyelerinden etkilenen bitkiye dair verim değerleri ve ülkemizde yetişen bazı bitkilerde sulama planlamasında kullanılma potansiyeli araştırılmaya çalışılmıştır. Bitkiye dayalı su stres göstergeleri, düşük toprak nemi durumunda ve su ihtiyacının artması sonucunda su stresini belirlenebilmesi için toprağa dayalı yaklaşımlara göre avantaja sahiptir. Farklı su kısıntısı koşulları altında bitkideki su stres seviyesini tespit etmek ve ölçmek için başarıyla kullanılabilir. Bu derlemede bahsedilen çalışmaların çoğunda su stres sonuçları verim değerleri ile tutarlılık göstermiştir.

Su stresi eşik değerleri, bitkinin büyümesi ve verimi üzerinde olumsuz bir etkisi olmaksızın bitkinin maruz kalabileceği eşik su stresi seviyesini belirlemek için kullanılabilir. Bu anlamda bitki su stresi, bitkilerin su tasarrufu sağlayan yeni sulama uygulamalarına tepkisini ve adaptasyonunu anlamak için etkili olabilmektedir. Yapılan bu derleme ile farklı iklim kuşaklarına sahip ülkemizde sulama planlaması için bitkiye dayalı su stresi göstergesi olan CWSI eşik değerlerinin, bitki türlerinin kuraklığa duyarlı veya toleranslı olmasının yanında değişen çevresel koşulların etkileri de dikkate alınarak her bir bitki türü için belirlenebilmesine dair yoğun araştırmalara ihtiyaç vardır.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

### **Kaynaklar**

Bozkurt Çolak Y, Yazar A, Çolak İ, Akça H, Duraktekin G., 2015. Evaluation of crop water stress index (CWSI) for egg plant under varying irrigation regimes using surface and sub surface drip systems. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4: 372-382.

Bozkurt Çolak Y, Yazar A., 2017. Evaluation of crop water stress index on royal table grape variety under partial root drying and conventional deficit irrigation regimes in the Mediterranean Region. *Scientia Horticulturae*, 224: 384-394.

Burke JJ, Hatfield JL, Wanjura DF., 1990. A thermal stress index for cotton. *Agronomy Journal*, 82: 526-530.

Çamoğlu G, Aşık Ş, Genç L., 2010. Mısır bitkisinin su stresine karşı spektral tepkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1): 37-43.

Çamoğlu G, Genç L., 2013. Taze fasulyede su stresinin belirlenmesinde termal görüntülerin ve spektral verilerin kullanımı. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 15–27.

Emekli Y, Baştuğ R, Büyüктаş D, Emekli NY., 2007. Evaluation of a crop water stress index for irrigation scheduling of bermudagrass. *Agricultural Water Management*, 90(3): 205-212.

Erdem Y, Erdem T, Orta AH, Okursoy H., 2005. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). *J. Cent. Eur. Agric.*, 6: 449–460.

Erdem Y, Erdem T, Orta AH, Okursoy H., 2006a. Canopy–air temperature differential for potato under different irrigation regimes. *Acta Agricultural Scand.*, 56 (3): 206–216.

Erdem Y, Sehirali S, Erdem T, Kenar D., 2006b. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Turk. J. Agric. Forest*, 30: 195–202.

Erdem Y, Arin L, Erdem T, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültas H., 2010. Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea L. var. italica*). *Agricultural Water Management*, 98(1): 148-156.

Gençoğlan C, Yazar A., 1999. Cukurova koşullarında yetistirilen I. ürün mısır bitkisinde infrared termometreden yararlanılarak bitki su stresi indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 87-95.

Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Reginato RJ, Hatfield JL., 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 24: 45-55.

Idso SB., 1982. Non-water-stressed baselines: A key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 27: 59-70.

Idso SB, Clawson KL., 1986. Foliage temperature: Effects of environmental factors with implication for plant water stress assessment and the CO<sub>2</sub> climate connection. *Water Resource Research*, 22: 1702-1716.

Ihuoma SO, Madramootoo CA., 2017. Recent advances in crop water stress detection. *Comput. Electron. Agric.* 141: 267-275.

Irmak S, Dorota ZH, Baştuğ R., 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. *Agronomy Journal*, 92: 1221-1227.

Jackson RD, Idso SB, Reginato RJ, Pinter JR PJ., 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resources Research*, 17(4): 1133-1138.

Jackson RD., 1982. Canopy temperature and crop water stress. *Advances in Irrigation*. Edited by Daniel Hillel. Academic Press. New York. London 1:43-85.

Karaca C, Tekelioğlu B, Büyüktaş D, Baştuğ R., 2018. Relations between crop water stress index and stomatal conductance of soybean depending on cultivars. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(6): 4212-4219.

Kırnak H, Irik HA, Ünlükara A., 2019. Potential use of crop water stress index (CWSI) in irrigation scheduling of drip-irrigated seed pumpkin plants with different irrigation levels. *Scientia Horticulturae*, 256: 108608.

Köksal ES, Üstün H, İlbeyi A., 2010. Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2010 ): 25-36.

Liu F, Shahnazari A, Andersen MN, Jacobsen SE, Jensen CR., 2006. Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato. *Scientia Horticulture*, 109: 113–117.

Nielsen DC., 1994. Non-water-stressed baselines for sunflowers. *Agricultural Water Management*, 26: 265-276.

Orta AH, Erdem T, Erdem Y., 2002. Determination of water stress index in sun-flower. *Helia*, 37: 27–38.

Orta AH, Erdem Y, Erdem T., 2003. Crop water stress index for watermelon. *Scientia Hort.* 98: 121-130.

O'Toole JC, Real JG., 1986. Estimation of aerodynamic and crop resistances from canopy temperature. *Agronomy Journal*, 78: 305-310.

Ödemiş B, Baştuğ R., 1999. Infrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 3137.

Özer S, Ahi Y., 2020. Crop water stress assesment of drip irrigated summer squash (*Cuburbita Pepo L.*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29: 1-8.

Pereira LS., 1999. Higher performance through combined improvements in irrigation methods and scheduling: A discussion. *Agricultural Water Management*, 40: 153-169.

Reginato RJ, Howel J., 1985. Irrigation scheduling using crop indicators. *Journal of and Drainage Engineering ASCE*, 111(2): 125-133.

Sezen SM, Yazar A, Daşgan Y, Yücel S, Akyıldız A, Tekin S, Akhoundnejad Y., 2014. Evaluation of crop water stress index (CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 143: 59-70.

Stockle CO, Dugas WA., 1992. Evaluating canopy temperature-based indices for irrigation scheduling. *Irrigation Science*, 13: 31-37.

Üğlü G, Büyükcangaz H., 2020. Determination of crop water stress index with infrared thermometer technique of eggplant. *Proceedings E-Book*. pp:133.

Ünlü M, Kanber R, Kapur B, Tekin S, Koç DL., 2011. The crop water stress index (CWSI) for drip irrigated cotton in a semi-arid region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(12): 2258-2273.

Yazar A., 1990. Utilization of infrared thermometry technique for assessing crop water stress and irrigation scheduling for soybean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 14(4): 517-533.

Yazar A., 1993. Infrared termometre ile bitki su stresinin ölçülmesi. S. Şener Edit. *Sulama Teknolojisinde Yeni Gelismeler. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Genel Müdürlüğü. Yayın No: 76. Tarsus.*

Yazar A, Howell AT, Dusek DA, Copeland KS., 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA Irrigated Corn. *Irrig. Sci.* 18: 171-180.

Yazar A, Gençel B, Ülger AC, Sezen SM, Bozkurt Y, 2007. Bitki su stres indeksini kullanarak uygulanacak sulama suyu miktarının kestirimi. *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK TOGTAG-3305 Nolu Proje Kesin Sonuç Raporu, 52s, Ankara.*

Yazar A, Tangolar S, Sezen SM, Bozkurt Çolak Y, Bilir H, Gençel B., Sabır A., 2010. Yaprak su potansiyeli kullanılarak Çukurova koşullarında yüksek kaliteli verim için optimum sulama zamanının belirlenmesi. *TÜBİTAK 106O747 Nolu Proje Sonuç Raporu, 110s.*

Yazar A, Bozkurt Çolak Y, Tekin S, İnce Kaya Ç, Sezen SM, Torun B, Yıldız M, Kara O., 2018. Tarımda su tasarrufu: Akdeniz Bölgesinde sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için teknolojik geliştirmeler (AB Projesi TÜBİTAK ERA-NET) Proje No: 215O951

Zipoli G., 1990. Remote sensing for scheduling irrigation: Review of thermal infrared approach. *Acta Horticulture*, I(1-442): 281-288.