





ISSN: 2147–8384  
e-ISSN: 2564–6826

# ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi

(COMU Journal of Agriculture Faculty)

Cilt (Volume): 8 Sayı (Issue): 2 Yıl/Year: 2020

Yazışma Adresi (*Corresponding Address*)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü,  
Terzioğlu Kampüsü, 17100, Çanakkale/Türkiye

Tel: +90 286 218 00 18

Faks: +90 286 21805 45

E-mail: ziraatdergi@comu.edu.tr

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Hakemli bir dergi olup yılda iki sefer yayınlanır.  
Dergi içerisindeki makaleler, çizelgeler, şekiller ve resimler izinsiz olarak kullanılamaz.  
Diğer makale, bildiri ve kitaplar için alıntı yapılacağı zaman referans verilerek yapılmalıdır.

COMÜ Journal of Agriculture Faculty is a peer reviewed journal and published twice in a year.  
The articles, tables and figures of this journal are not allow to be used anywhere without permission.  
Only should be given as reference in other research papers, articles, books, poster and oral presentations.  
All rights to articles published in this journal are reserved by the COMU, Faculty of Agriculture, Canakkale.



**ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**  
(*COMU Journal of Agriculture Faculty*)

**İmtiyaz Sahibi (Publisher)**  
Prof. Dr. Murat YILDIRIM, Dekan/Dean

**Editörler Kurulu Başkanı (Editor-in-Chief)**  
Prof. Dr. Altıngül ÖZASLAN PARLAK

**Yardımcı Editörler (Assistant Editor-in-Chief)**  
Prof. Dr. Mehmet PARLAK  
Prof. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU  
Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN  
Doç. Dr. Cemil TÖLÜ  
Doç. Dr. Anıl ÇAY  
Dr. Öğr. Üyesi Baboo Ali  
Dr. Öğr. Üyesi Bengü EVEREST

**Danışma Kurulu (Advisory Board)**  
Prof. Dr. Aydın AKIN, Bahçe Bitkileri  
Prof. Dr. Çiğdem ULUBAŞ SERÇE, Bitki Koruma  
Prof. Dr. Muhammad AFZAL, Bitki Koruma  
Prof. Dr. Neelima TALWAR, Bitki Koruma  
Prof. Dr. Nevin DEMİRBAŞ, Tarım Ekonomisi  
Doç. Dr. Athanasios KAMPAS, Tarım Ekonomisi  
Prof. Dr. Erdem AYKAS, Tarım Makinaları  
Prof. Dr. Plamen Ivanov Daskalov, Tarım Makinaları  
Prof. Dr. Mustafa YILDIZ, Tarımsal Biyoteknoloji  
Doç. Dr. Shahjahan Shabbir AHMED RANA, Tarımsal Biyoteknoloji  
Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL, Tarımsal Yapılar ve Sulama  
Doç. Dr. Shafiqur RAHMAN, Tarımsal Yapılar ve Sulama  
Prof. Dr. Ali KOÇ, Tarla Bitkileri  
Dr. Anna Wondolowska-Grabowska, Tarla Bitkileri  
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Prof. Dr. Rüdiger ANLAUF, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Prof. Dr. Orhan KARACA, Zootečni  
Prof. Dr. Muhamed BRKA, Zootečni

**Yabancı Dil Danışmanı (Foreign Language Advisor)** **Mizanpaj (Typesetting)**  
Dr. Öğr. Üyesi Baboo Ali Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK

**Yazışma Adresi (Corresponding Address)**  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü, Terzioğlu  
Kampüsü, 17100, Çanakkale/Türkiye.  
Tel: +90 286 218 00 18, Faks: +90 286 21805 45,  
E-mail: ziraatdergi@comu.edu.tr

## Tarandığı Dizinler

**DergiPark**  
AKADEMİK

**ROOTINDEXING**  
JOURNAL ABSTRACTING AND INDEXING SERVICE

**CABI**

**COSMOS**  
IMPACT FACTOR

**INDEX COPERNICUS**  
INTERNATIONAL

**SIA**  
Scientific Indexing Services

**DRJI** Directory of  
Research  
Journals Indexing

**CiteFactor**  
Academic Scientific Journals

**Academic  
Resource  
Index**  
ResearchBib

**ESJI** Eurasian  
Scientific  
Journal  
Index  
[www.ESJIndex.org](http://www.ESJIndex.org)





## ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2020, 8(2):261–489

### İçindekiler/Contents

- Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kayısının Farklı Kurutma Yöntemleriyle Kurutulmasında Kuruma Hızı ve Nem Oranı Parametrelerinin Modellenmesi.....261  
**Modeling of Drying Rate and Moisture Ratio Parameters in Drying Apricot with Different Drying Methods Using Artificial Neural Networks**  
*Ferhat Kurtulmuş, Ahmet Polat, Nazmi İzli*
- Design and Testing of Flexibility Sensors to be Used in Agricultural Engineering Applications.....271  
**Ziraat Mühendisliği Uygulamalarında Kullanılabilecek Esneklik Sensörlerinin Tasarımı ve Testi**  
*Sefa Aksu, Ünal Kızıl*
- Şırnak Yöresel Üzüm Çeşitlerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi.....278  
**Determination of Some Characteristics of Grape Varieties Grown in Şırnak Region**  
*Mehmet Settar Ünal*
- Çanakkale İli Ticari Süt Çiftliklerinde Aydınlatma Koşullarının Değerlendirilmesi.....289  
**Evaluation of Lightning Conditions in Commercial Dairy Farms in Çanakkale Province**  
*Arda Aydın, Anıl Çay, Burak Polat, Aykut Or*
- Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Growth, Nutrient Uptake and Physiological Parameters in Sugar Beet under Different Irrigation Levels.....301  
**Farklı Sulama Rejimlerinde Bitki Gelişmesini Teşvik Eden Bakterilerin Şeker Pancarı Gelişme, Besin Alımı ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi**  
*Ramazan Çakmakçı, Halit Karagöz*
- Determination of Variation in Egg Hatching and Prey Consumption Rates of Different Biological Stages of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) Exposed to Different Insecticides.....319  
**Farklı İnektisitlere Maruz Bırakılan *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae)'in farklı Biyolojik Dönemlerindeki Av Tüketim ve Yumurta Açılış Oranındaki Değişiminin Belirlenmesi**  
*Baboo Ali*
- Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi (FT-NIR) Kullanarak Sütte NaHCO<sub>3</sub> Varlığının Tespiti.....327  
**Detection of NaHCO<sub>3</sub> in Milk Using Near Infrared Spectroscopy**  
*Mehmet Burak Büyükcan, İsmail Kavdır*
- Sürdürülebilir Eko-Turizm Destinasyonları Olarak Sulak Alanlar: Uluabat Gölü.....335  
**Wetlands as Sustainable Eco-Tourism Destinations: Lake Uluabat**  
*Aysun Çelik Çanga, Tülay Polat Üzümcü*



- Çuha Çiçeğinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Su Stresinin Etkilerinin Araştırılması.....347  
**Investigation of the Effects of Water Stress on Morphological and Physiological Properties of Primula**  
*Kürşad Demirel, Deniz Yıldırım, Zehra Ayanoğlu, Figen Albayrak, İnci Kuşak, Çisem Ersoy Nur Betül Budak, Hakan Nar, Gökhan Çamoğlu, Arda Akçal, Gülizar Rumeysel Çatıkkaş*
- Cardinal Üzüm Çeşidinde Aynı Vejetasyon Dönemi İçerisinde Çift Ana Ürün Alma Olanaklarının Araştırılması.....356  
**Investigation on the Possibilities of Obtaining Main Double Cropping During the Same Vegetation Period in Cardinal Grape Cultivar**  
*Nurdan Harput, Alper Dardeniz*
- Geleneksel ve Modern Büyükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Özelliklerinin Kıyaslanması: Çankırı İli Örneği.....367  
**Comparison of Conventional and Modern Cattle Farms' Agricultural Structure and Mechanization Properties: An Example of Çankırı Province**  
*Hakan Kaba, Murad Çanakcı*
- Bingöl İli Kent Merkezinde Açık Süt (Sokak Sütü) Tüketim Durumunun Belirlenmesi.....379  
**Determination of Raw Milk Consumption Status in Bingöl City Center**  
*Ersin Karakaya, Hakan İnci*
- Koca Fiğ (*Vicia narbonensis* L.) ile İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum* L.) Karışımlarının Silaj Kalitesinin Belirlenmesi.....391  
**Determination of Silage Quality of Narbon Vetch (*Vicia narbonensis* L.) and Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) Mixtures**  
*Hanife Mut, Erdem Gülümser, Medine Çopur Doğrusöz, Uğur Başaran*
- Şekerpancarı ve Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Karbon Stokları ile Bazı Fizikokimyasal Özellikleri: Kırklareli-Babaeski ve Balıkesir-Altieylül Örnek Çalışmaları.....397  
**Carbon Stocks And Physicochemical Characteristics Of Sugar Beet And Garlic Cultivated Soils: The Case Studies: Kırklareli- Babaeski And Balıkesir- Altieylül**  
*Mehmet Parlak, Timuçin Everest, Yakup Çıkkılı*
- Yalova Çekirdeksizi Üzüm Çeşidinde Ben Düşme Döneminden İtibaren Yapılan Farklı Düzeylerdeki Sulama Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri ..... 409  
**Effects of Irrigation Practices Applied After Veraison on Yield, Quality and Stomatal Characteristics in the Yalova Çekirdeksizi Grape Cultivar**  
*Ahmet Faruk Pekmezci, Alper Dardeniz*
- Kullanım Sonrası Değerlendirme Metodu, Elazığ Cip Barajı Mesire Alanı Örneği.....419  
**Post Occupancy Evaluation Method Example of Elazığ Cip Dam Recreation Area**  
*Sima Pouya, Enesnur Bayındır, Sümeyye Savaş*

ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesinde Yaşanabilirlik ve Peyzaj Tasarımı İlişkisi.....	427
<b>Relationship between Liveability and Landscape Design at COMU Terzioğlu Campus</b> <i>Alper Sağlık, Elif Sağlık, Abdullah Kelkit, N. Ece Öncül, Merve Temiz</i>	
Coleoptera Species Determined in Almond Orchards in Mugla and Manisa Provinces of Turkey and Species Feed on Almond.....	443
<b>Muğla ve Manisa İlleri Badem Bahçelerinde Saptanan Coleoptera Takımına Ait Türler ve Bademde Beslenen Türler</b> <i>M. Fatih Tolga, Zeynep Yoldaş</i>	
Kadmiyum Stresi Altında Yetiştirilen <i>Trigonella foenum-graecum</i> L. Bitkisinin Bazı Büyüme ve Fizyolojik Parametrelerinin İncelenmesi.....	455
<b>Investigation of Some Growth and Physiological Parameters of <i>Trigonella foenum-graecum</i> L. Plant Grown Under Cadmium Stress</b> <i>Rüveyde Tunçtürk, Murat Tunçtürk, Lütfi Nohutçu</i>	
Süt Sağım Makinelerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Ortalama Pençe Vakumuna Etkisi.....	465
<b>The Effect of Working Vacuum and Milk Flow Rate Variations on Average Claw Vacuum in Milking Machines</b> <i>Halil Ünal, Enes Tumba, Dilek Kılıç, Gaye Atlı</i>	
Hyperspectral Analysis of Grapevine Water Stress.....	475
<b>Asma Su Stresinin Hiperspektral Analizi</b> <i>Emre Özelkan, Muhittin Karaman, Serkan Candar, Ertunga Cem Özelkan, Cankut Örmeci</i>	




Araştırma Makalesi/Research Article

## Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kayısının Farklı Kurutma Yöntemleriyle Kurutulmasında Kuruma Hızı ve Nem Oranı Parametrelerinin Modellenmesi

Ferhat Kurtulmuş\* 

Ahmet Polat 

Nazmi İzli 

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Nilüfer/Bursa, Türkiye  
\*Sorumlu yazar: ferhatk@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.05.2020

Kabul Tarihi: 17.09.2020

### Öz

Bu çalışmada geleneksel (sıcak hava ile), elektrohidrodinamik (EHD) ve EHD-sıcak hava kombinasyonu kurutma yöntemleriyle kurutulan kayısının farklı kurutma parametrelerinin kuruma hızı ve ürünün nem oranı üzerine etkilerinin YSA ile modellenmesi amaçlanmıştır. Farklı transfer fonksiyonları ve öğrenme algoritmaları denenerek her bir kurutma yöntemi için en iyi model performansını veren YSA tespit edilmiştir. EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutmada kuruma hızı ve nem oranı tahminine ilişkin YSA modellerinin test verisi üzerindeki belirtme katsayıları 0,96'dan yüksek değerler olarak saptanmıştır. Araştırma bulguları EHD yöntemi ile tarımsal ürün kurutmanın YSA esaslı yöntemlerle modellenebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayısı, Kurutma, Modelleme, Yapay sinir ağları

### Modeling of Drying Rate and Moisture Ratio Parameters in Drying Apricot with Different Drying Methods Using Artificial Neural Networks

#### Abstract

In this study, it was aimed to model the effects of different drying parameters of apricot on drying rate and product moisture ratio using ANN and different drying methods such as traditional (hot air), electrohydraulic (EHD) and combined EHD-Hot air. The best ANN model performance for each drying method was determined by trying different transfer functions and learning algorithms. The determination coefficients on the test data of the ANN models related to drying rate and moisture ratio estimation in apricot drying with EHD-hot air combination were determined as values higher than 0.96. The research findings showed that the drying of agricultural crops using EHD could be modeled with ANN-based methods.

**Keywords:** Apricot, Drying, Modeling, Artificial neural networks

#### Giriş

En yaygın olarak yetiştirilen çekirdekli meyvelerden kayısı (*Prunus armeniaca* L.) *Rosaceae* ailesine ve *Prunoidae* alt ailesine aittir (Vega-Gálvez ve ark., 2019). FAO'nun 2018 yılı hasat verilerine göre kayısı üretiminin % 59,3 'ü Asya kıtasında gerçekleşirken, Türkiye 750.000 ton ile en yüksek üretim hacmine sahip ülke olarak gösterilmiştir (Anonim, 2020). Kayısı yumuşak dokusu, hoş lezzeti ve yüksek besin değeri ile ön plana çıkan meyvelerden olmuştur. Yapısında bulundukları fenolik ve karotenoid bileşikleri ile kardiyovasküler hastalıkların ve bazı kanserlerin oluşmasında azalma sağladığı belirlenmiştir. Kayıslardaki ana karotenoid olan  $\beta$ -karoten, toplam karotenoidlerin % 60'ından fazlasını oluşturmakta ve A vitamini öncüsü olarak görme yetisinde önemli bir rol oynamaktadır (Deng ve ark., 2019). Yüksek solunum hızı ve hızlı olgunlaşma süreci nedeniyle çok kısa depolama ömrüne sahip olan kayısı iklimsel ve mevsim meyvesi olarak tanımlanmıştır. Kayısının raf ömrünü uzatmak için, kontrollü atmosferlerde paketleme, dondurma, kurutma ve konserveleme dahil üzere farklı koruma yöntemleri kullanılmıştır (García-Martínez ve ark., 2013). Bu işlemlerin en önemlilerinden biri olan kurutma, meyveler, sebzeler, et, tahıllar ve bitkiler gibi çeşitli gıda maddelerinin raf ömrünü uzatmak ve mevsim dışında kullanılabilir hale getirmek için kullanılan en eski, en ucuz ve en yaygın gıda muhafaza tekniklerinden biri olarak gösterilmiştir (Alwazeer ve Örs, 2019).

Son yıllarda oldukça geniş kullanım alanı bulmuş bir makine öğrenmesi yöntemi olan Yapay sinir ağları (YSA), parametre ve fonksiyon tahmininden sınıflandırmaya kadar çeşitli görevlerde



karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Kısmi veri kümeleri, belirsiz ve yetersiz bilgi içeren görevler için YSA'ların yararlı olduğu bildirilmiştir. Ağlar, proses ilişkileri hakkında önceden bilgi sahibi olmasa bile birden fazla çıktı değişkenini tahmin etmek için farklı girdileri kullanabilme yeteneğine sahiptir (Beigi ve ark., 2017). Birçok makine öğrenmesi yönteminin aksine YSA'nın dayandığı temel veriyi oluşturan öznitelikler (değişkenler) arasındaki gizli ilişkileri göz önüne almaktır. YSA'lar önceden gözlemlenebilen veya asıl cevabı bilinen bir parametre dizisi veya sınıflandırma kategorilerini kullanarak öğrenmekte ve buna göre daha önce YSA modelinin görmediği veriyi öğrenme sonucu oluşturulan gizli ağ yapısı ile tahmin edebilmektedir. Bu yaklaşımla YSA biyolojik sinir sistemini taklit etmektedir. Nöronlardan oluşan katmanlar YSA'yı oluşturmaktadır. Giriş katmanında eğitim verisindeki öznitelik sayısı kadar nöron bulunur. Hedef çıktı değerleri çıkış katmanında birer nöron ile temsil edilmektedir. Gizli katmanlar ise giriş ve çıkış katmanları arasında yer alır. Nöronlar aktivasyon veya transfer fonksiyonları aracılığıyla kendilerine ulaşan bilgileri toplayarak bağlı oldukları bir sonraki nöronlara iletirler (Omid ve ark., 2009). Böylelikle bu bilgi akışını sağlayan her bir eğitim iterasyonunda nöron ağırlıkları bir kurala göre güncellenir ve ağ içerisinde bir gizli ilişkiler düzeni oluşur.

Kurutmanın karmaşık bir süreç olması nedeniyle çeşitli kurutma koşullarında kuruma hızı ve ürün nem oranını kurutma sürecine göre modelleyen birçok yaklaşım vardır. Yapay sinir ağları bahsedilen avantajları nedeniyle tarımsal ürünlerin kurutulması çalışmalarında da farklı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Khazaei ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada sıcak hava kurutucuda üzüm kurutmasını yapay sinir ağı (YSA) ile modellemişlerdir. Ayrıca Ghaderi ve ark. (2012), Poonnoy ve ark. (2007), Yousefi ve ark. (2013), Krishna Murthy ve Manohar (2012), Motevali ve ark. (2013) ve Momenzadeh ve ark. (2011), Chasiotis ve ark. (2019) sırasıyla mantar, domates dilimleri, papaya meyvesi, mango zencefil (*Curcuma amada*) dereotu yaprakları, mısır ve elma ürünlerinin kurutma kinetiklerinin tanımlanması çalışmalarında yapay sinir ağı (YSA) modelleme tekniklerini kullanmışlardır.

Yapılan detaylı literatür taraması kayısının elektrohidrokinamik (EHD) kurutma yöntemleriyle kurutulmasında kuruma hızı ve nem oranı değerlerini tahmin etmede YSA esaslı yöntemlerin kullanımı konularındaki çalışmaların sınırlı olduğunu göstermiştir. Tarım ürünlerinin geleneksel olmayan kurutma yöntemleriyle kurutulması süreçlerinin yapay zeka yöntemleriyle açıklanması önemli bir konudur. Böylelikle ortaya çıkan gelişmiş tahmin modelleriyle geleneksel ve geleneksel olmayan kurutma yöntemlerinin kuruma süresi ve kuruma hızı gibi parametreleri öngörülebilir. Bu çalışmada geleneksel (sıcak hava ile) ve elektrohidrokinamik kurutma yöntemi kullanılarak kurutulan kayısının farklı kurutma parametrelerinin kuruma hızı ve ürün nem oranı üzerine etkilerinin Yapay Sinir Ağları ile modellenmesi amaçlanmıştır. Farklı yapay sinir ağı parametreleriyle farklı tahmin modelleri oluşturularak kuruma hızı ve ürün nem oranı için ayrı ayrı YSA modelleri eğitilmiş ve test verisi üzerinde tahmin performansları ortaya konulmuştur.

### Materyal ve Yöntem

Deneylerde kullanılan Hacihaliloğlu çeşit kayısı örnekleri yerel marketten alınmış ve deneylerin sonuna kadar  $4 \pm 0.5$  °C sıcaklık koşullarında tutulmuştur. Örneklerin başlangıçtaki nem içeriği bir etüv (Electromag, Türkiye) kullanılarak kuru bazda (k.b.) 4.81 (g su/g kuru madde) olarak belirlenmiştir.

Zarar görmemiş ve olgun kayısı örnekleri önce ikiye kesilmiş ve daha sonra özel bir küp dilimleyici (Börner, Almanya) ile küp haline getirilmiştir (7x7x7 mm). Küp haline getirilmiş ürünler ince tabakalar halinde kurutmaya tabi tutulmuştur.

Kurutma işlemi sırasında EHD-tel, EHD-iğne, EHD-tel-sıcak hava, EHD-iğne-sıcak hava ve sıcak hava yöntemleri kullanılmıştır. Deneylerde 2 farklı sıcaklık (40 ve 50 °C), hava hızı (1,5 ve 2,5 m/s) ve voltaj seviyesi (10 ve 20 kV) belirlenerek EHD, sıcak hava ve EHD-sıcak hava kombinasyon yöntemleri karşılaştırılmıştır. Kurutma işlemleri, teflon kaplı bir fırında gerçekleştirilmiştir. Ürünler paslanmaz çelik bir plaka üzerinde fırın içine yerleştirilmiştir. Kurutma için tasarlanan EHD-tel ve EHD-iğne sistemleri ile ürün kritik nem seviyesine gelene kadar kurutulmuştur. EHD-tel sisteminde 6 tel (0,4 mm çap) kullanılmış ve aralarındaki mesafe 5 cm, EHD-iğne sisteminde ise 72 iğne (30 mm uzunlukta 0.7 mm çapında) kullanılmış ve iğneler arası mesafe 40 mm olacak şekilde tasarlanmıştır.

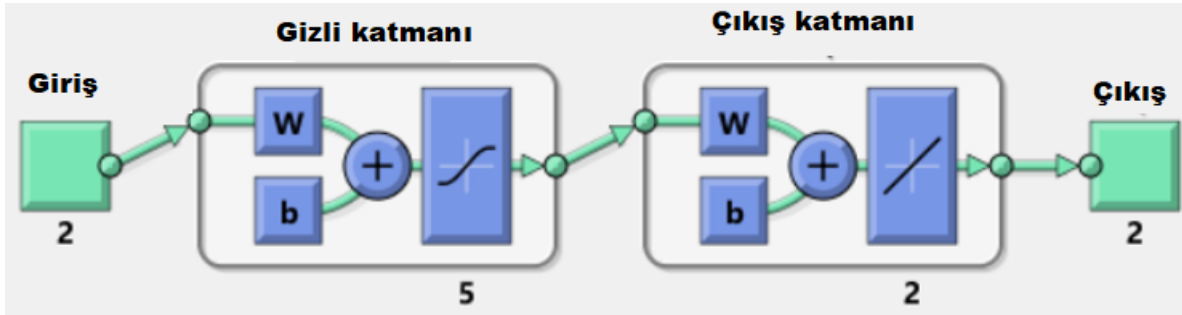
Ürün ile tel veya iğne elektrodu arasındaki mesafe 30 mm olarak ayarlanmıştır. Deneyler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada YSA modellerinin oluşturulup test edilmesinde Matlab (2019b) yazılımından yararlanılmıştır. Genel olarak birçok karmaşık problemin çözümü için bir adet gizli katman yeterli olduğundan YSA modelleri oluşturulurken bir giriş katmanı, bir gizli katman ve 1 çıkış katmanından oluşan YSA mimarisi tercih edilmiştir. YSA'lar oluşturulurken gizli katmandaki nöron sayısının belirlenmesinde genel olarak kabul edilen kesin bir kural yoktur. Ancak birkaç çalışmada bu sayının belirlenmesiyle ilgili ampirik yöntemler oluşturulmuştur (Heaton, 2015; Priddy ve Keller, 2005). Bu çalışmada YSA mimarileri oluşturulurken kayısı kurutma denemeleri verisi üzerinde ön çalışmalarla farklı nöron sayıları denenmiş ve kuruma hızı ve nem oranı değerlerini tahmin etmede gizli katmanda 5 nöron kullanımının daha fazla sayıda nöron kullanımından daha iyi sonuçlar sağladığı görülmüştür. Böylelikle bu çalışmada oluşturulan tüm YSA mimarilerinde gizli katmandaki nöron sayısı olarak 5 değeri sabit tutulmuştur. Çalışmada kullanılan YSA mimarilerinden birine ait ilustrasyon Şekil 1'de görülmektedir. YSA performansını etkileyen bir diğer unsur transfer fonksiyonlarıdır. Oluşturulan YSA'ların çıktı katmanında lineer transfer fonksiyonu kullanılırken, gizli katmanda tanjant-sigmoid ve logaritmik-sigmoid transfer fonksiyonları ayrı ayrı denenmiştir. Bu transfer fonksiyonlarına ait eşitlikler aşağıda verilmiştir (Lertworasirikul ve Tipsuwan, 2008):

$$\log \text{sig}(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})} \quad (1)$$

$$\tan \text{sig}(x) = \frac{2}{(1 + e^{-2x})} - 1 \quad (2)$$

$$\text{purelin}(x) = x \quad (3)$$



Şekil 1. Çalışmada kullanılan YSA mimarilerinden birine ait ilustrasyon.

YSA'larda nöron ağırlıkları eğitim iterasyonları boyunca belirli bir öğrenme kuralına göre güncellenmektedir. Farklı öğrenme algoritmaları verinin kendine özgü yapısı nedeniyle farklı tahmin performansları ortaya koyabilirler. Bu çalışmada literatürde kullanımına oldukça sık rastlanan dört tanesi yani “Levenberg-Marquardt” (trainlm), “Bayesian regularization backpropagation” (trainbr), “Resilient Backpropagation” (trainrp) ve “Scaled Conjugate Gradient” (trainscg) seçilerek ayrı ayrı denenmiştir (Garoosiha ve ark., 2019). Çalışmada kuruma süresi ve kurutma yöntemi YSA'ya girdi olarak verilirken, ağın nem oranı ve kuruma hızını tahmin etmesi beklenmektedir. Ham deneme verileri yapay sinir ağına kullanılmadan önce MATLAB “mapminmax” fonksiyonu ile normalize edilmiştir. Her YSA denemesinde toplam kurutma denemesi verisinin %50'si ağın eğitimi için, %25'i eğitim iterasyonlarındaki doğrulamalar (validasyon) için, kalan %25'lik veri ise modelin tahmin başarısını ortaya koymak üzere test verisi olarak rasgele seçilerek kullanılmıştır. Gerçek ölçülen değerler ile modelin tahmini arasındaki yakınlık, regresyon için makine öğrenmesi uygulamalarında en çok kullanılan belirtme katsayısı ( $R^2$ ) ve hata terimleri (Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (RMSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)) ile değerlendirilmiştir (Bankole ve Ajila, 2013; Theocharides ve ark., 2018). Ayrıca MATLAB yazılımının eğitilen ve test edilen YSA'lar için ürettiği eğriler de bulgular kısmında rapor edilmiştir.





## Bulgular ve Tartışma

### Sıcak hava ile kayısı kurutmanın modellenmesi denemelerine ilişkin YSA modellerinin performansları

Sıcak hava ile kayısı kurutma verilerinin YSA ile modellenmesi çalışmaları kapsamında 8 adet farklı YSA modeli eğitilerek test verisi üzerinde tahmin performansları gözlemlenmiştir. Tüm verilerden rasgele seçilen %25'lik test verisi deneysel ve tahmin verileri Çizelge 1'de görülmektedir. Burada görülen tahmin değerleri denenen 8 farklı YSA modelinin en yüksek tahmin başarısını sağlayanına ait değerlerdir. Çizelge 2'de ise sıcak hava ile kayısı kuruma hızının tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları verilmiştir. Çizelge 2'de MAPE değerlerinin "Tanımsız" olmasının nedeni test verisinde kuruma hızının sıfır olduğu verilerin de yer almasıdır. Bu deneme grubunda en yüksek  $R^2$  değerinin öğrenme algoritması olarak trainlm ve gizli katman transfer fonksiyonunun tanjant-sigmoid olduğu YSA modelinde elde edildiği görülmektedir. Ayrıca bu modelin RMSE hata değeri de (0,009512) oldukça düşüktür. Çizelgeler 1 ve 2 genel olarak değerlendirildiğinde sıcak hava ile kayısı kurutmanın YSA ile modellenmesinde yüksek bir tahmin başarısı sağlandığı söylenebilir.

Çizelge 1. Sıcak hava ile kayısı kurutma test verisi deneysel ve tahmin değerleri (En yüksek başarı için)

Süre (dakika)	Yöntem	Deneysel değerler		Tahmin değerleri	
		Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı	Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı
60	40°C-1,5m/s	0,11	0,81	0,11	0,76
90	40°C-1,5m/s	0,10	0,71	0,10	0,68
210	40°C-1,5m/s	0,05	0,45	0,05	0,46
300	40°C-1,5m/s	0,04	0,30	0,03	0,31
450	40°C-1,5m/s	0,02	0,15	0,02	0,14
540	40°C-1,5m/s	0,01	0,11	0,01	0,10
630	40°C-1,5m/s	0,01	0,09	0,01	0,08
720	40°C-1,5m/s	0,01	0,07	0,01	0,06
330	40°C-2,5m/s	0,03	0,15	0,03	0,17
390	40°C-2,5m/s	0,02	0,11	0,02	0,12
480	40°C-2,5m/s	0,01	0,07	0,02	0,07
570	40°C-2,5m/s	0,01	0,04	0,01	0,04
630	40°C-2,5m/s	0,00	0,04	0,01	0,03
690	40°C-2,5m/s	0,00	0,03	0,00	0,03
750	40°C-2,5m/s	0,00	0,03	0,00	0,02
30	50°C-1,5m/s	0,13	0,87	0,13	0,83
90	50°C-1,5m/s	0,13	0,55	0,14	0,55
210	50°C-1,5m/s	0,07	0,22	0,06	0,21
360	50°C-1,5m/s	0,01	0,03	0,03	0,01
150	50°C-2,5m/s	0,10	0,29	0,09	0,27
210	50°C-2,5m/s	0,08	0,12	0,06	0,12
300	50°C-2,5m/s	0,01	0,03	0,03	0,00

Çizelge 3'te sıcak hava ile kayısı kurumada nem tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları verilmiştir. Kuruma hızında en yüksek tahmin performansını sağlayan YSA modelinin nem tahmininde de en yüksek  $R^2$  değerini (**0,997221**) sağladığı görülmektedir. Mükemmel tahmin başarısına oldukça yakın olan bu performans için RMSE değerinin oldukça düşük ve MAPE değerinin de %20'den az olduğu böylelikle modelin iyi tahmin sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır (Moreno ve ark., 2013).

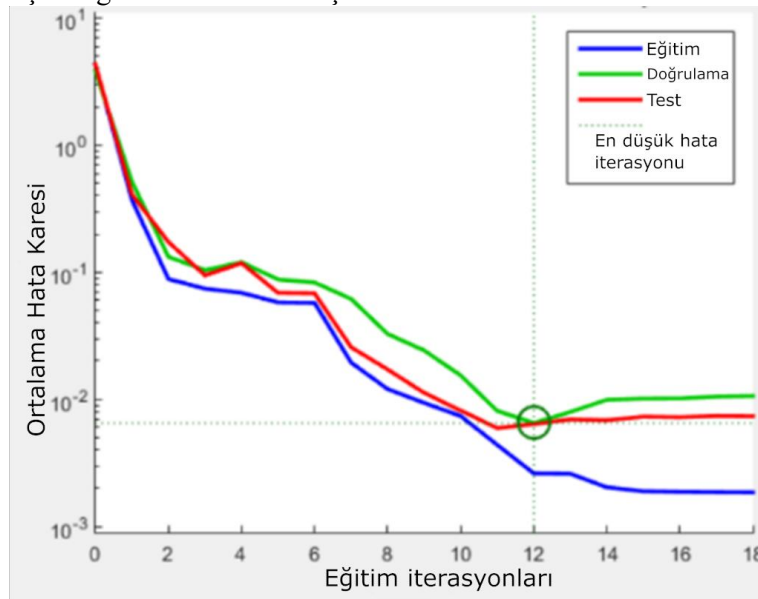
Çizelge 2. Sıcak hava ile kayısı kuruma hızının tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	Gizli katman transfer fonksiyonu: Tanjant-sigmoid			Gizli katman transfer fonksiyonu: Logaritmik-sigmoid		
	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE
trainlm	<b>0,955737</b>	<b>0,009512</b>	Tanımsız	0,951504	0,010002	Tanımsız
trainscg	0,553612	0,029714	Tanımsız	0,529431	0,030421	Tanımsız
trainbr	0,942577	0,011198	Tanımsız	0,950513	0,010343	Tanımsız
trainrp	0,642364	0,028417	Tanımsız	0,781432	0,02389	Tanımsız

Çizelge 3. Sıcak hava ile kayısı kurumada nem tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	Gizli katman transfer fonksiyonu: Tanjant-sigmoid			Gizli katman transfer fonksiyonu: Logaritmik-sigmoid		
	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE
trainlm	<b>0,997221</b>	<b>0,019314</b>	<b>0,136495</b>	0,997095	0,015286	0,102627
trainscg	0,9841	0,033489	0,367722	0,925868	0,073664	0,801045
trainbr	0,993828	0,020833	0,23244	0,993538	0,021498	0,209401
trainrp	0,929359	0,072174	0,619435	0,951373	0,058453	0,479171

YSA modelleri eğitilirken aşırı öğrenme (over-fitting) durumunun gerçekleşip gerçekleşmediğinin mutlaka kontrolünün yapılması gereklidir. Eğitim boyunca tutulan eğitim ve doğrulama setlerine ait hata kaydı gözlenerek bu kontrol gerçekleştirilebilir. Doğrulama ve test hata eğrilerinin eğitim iterasyonları boyunca birbirlerinden zıt yönlerde bir seyir izlemesi, istenmeyen bir durumdur ve YSA eğitiminin istenilen seviyede başarısız olduğu anlamına gelmektedir. Şekil 2’de bu deneme grubunda en başarılı sonucu veren YSA eğitimine ait hata kayıt grafiği verilmiştir. YSA eğitimi 12. eğitim iterasyonunda tamamlanmıştır. Grafikte yeşil halka ile gösterilen bu iterasyonda, en düşük doğrulama hatası elde edilmiştir. YSA modelinin bu iterasyondaki hali kayıt edilerek test verisi üzerindeki performans denemeleri için kullanılmıştır. Grafikte doğrulama ve test hata vektörlerinin benzer bir seyir izlediği görülmektedir. Böylelikle bu YSA modelinin eğitimi sırasında aşırı öğrenme durumunun gerçekleşmediği sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Sıcak hava ile kayısı kuruma modellemesinde en yüksek tahmin performansını sağlayan YSA modeli eğitim hata kaydı.





### EHD ile kayısı kurutmanın modellenmesi denemelerine ilişkin YSA modellerinin performansları

EHD ile kayısı kurutma verisinin YSA ile modellenmesi çalışmaları kapsamında 8 adet farklı YSA modeli eğitilerek test verisi üzerinde tahmin performansları gözlemlenmiştir. Çizelge 4’de en yüksek tahmin başarısını sağlayan YSA modeli için %25’lik test verisi üzerinde deneysel ve tahmin değerleri verilmiştir. Çizelge 5’te bu deneme grubunda kuruma hızının tahminine yönelik denenen YSA modellerine ilişkin performans parametreleri görülmektedir. Değerler incelendiğinde tüm modeller için başarının yüksek olmadığı, ancak trainbr öğrenme algoritması ve logaritmik-sigmoid transfer fonksiyonu için kuruma hızı tahmininde belirtme katsayısı değerinin 0,876244 olarak elde edildiği görülmektedir. Ayrıca MAPE değerleri bu deneme grubunda bütün modeller için %20 ile %50 arasında bulunmuştur. Moreno ve ark. (2013)’e göre bu deneme grubunda en yüksek belirtme katsayısına sahip model “makul tahmin” sınıfındadır. Daha yüksek tahminleme başarılarının bu deneme grubunda elde edilememesi, kullanılabilir eğitim verisinin görece azlığı ile açıklanabilir.

Çizelge 4. EHD ile kayısı kurutma test verisi deneysel ve tahmin değerleri (En yüksek başarı için)

Süre	Yöntem	Deneysel değerler		Tahmin değerleri	
		Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı	Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı
240	20kV-iğne	0,17	0,61	0,09	0,67
360	20kV-iğne	0,14	0,46	0,08	0,58
840	20kV-iğne	0,05	0,19	0,05	0,22
1200	20kV-iğne	0,03	0,08	0,03	0,06
120	20kV-tel	0,23	0,76	0,11	0,68
480	20kV-tel	0,09	0,31	0,08	0,40

Çizelge 5. EHD ile kayısı kuruma hızının tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE
trainlm	0,298884	0,061475	30,14022	0,340643	0,059693	22,28111
trainscg	0,370371	0,076923	43,83395	0,498052	0,070886	36,44385
trainbr	0,593297	0,058196	26,41011	<b>0,876244</b>	<b>0,06522</b>	<b>28,27627</b>
trainrp	0,747636	0,06233	45,69943	0,263581	0,073433	40,75007

Çizelge 6. EHD ile kayısı kurumada nem tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE
trainlm	0,996632	0,022618	11,34098	0,997862	0,011306	2,853145
trainscg	0,599413	0,150083	31,0211	0,628379	0,156068	52,73392
trainbr	<b>0,998099</b>	<b>0,011283</b>	<b>2,529583</b>	0,922125	0,074238	19,87036
trainrp	0,526515	0,248528	79,41896	0,965706	0,045211	20,55025

Çizelge 6’da EHD ile kayısı kurumada nem oranı tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları verilmiştir. Nem oranı değeri trainlm öğrenme algoritması ile 0,99 değerinin üzerinde performanslar ile saptanabildiği görülmektedir. Tanjant-sigmoid fonksiyonu ile trainbr öğrenme



algoritmasının kullanıldığı tahmin modelinin en yüksek başarıyı sağladığı saptanmıştır. Bu modelin belirtme katsayısı 1'e oldukça yakındır. RMSE (0,011) ve MAPE (%2,53) hata terimleri de oldukça düşük olarak bulunmuştur. Ayrıca trainlm öğrenme algoritmasıyla oluşturulan tahmin modelleriyle de yüksek belirtme katsayıları elde edilmesine rağmen bu modeller için hata terimleri (RMSE ve MAPE) daha yüksektir.

### EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutmanın modellenmesi denemelerine ilişkin YSA modellerinin performansları

EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutma verisinin YSA ile modellenmesi çalışmaları kapsamında 8 adet farklı YSA modeli eğitilerek test verisi üzerinde tahmin performansları gözlemlenmiştir. Çizelge 7'de test verisi deneysel ve tahmin değerleri görülmektedir. Bu deneme grubunda en yüksek tahmin başarısını (0,964924) sağlayan YSA modeli trainbr/tanjant-sigmoid modeli olmuştur (Çizelge 8). RMSE hata değeri de oldukça düşük olarak hesaplanmıştır. Bu model MAPE değerine göre de (%10<MAPE<%20) iyi tahmin modeli kategorisindedir (Moreno ve ark., 2013). Diğer YSA modellerinin çoğu da yüksek seviyelerde tahmin başarısı ortaya koymuştur. Kuruma hızının bu deneme grubunda başarıyla tahmin edilebildiği söylenebilir.

Çizelge 7. EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutma test verisi deneysel ve tahmin değerleri (En yüksek başarı için)

Süre(dakika)	Yöntem	Deneysel değerler		Tahmin değerleri	
		Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı	Kuruma hızı (g su/g kuru madde.dak)	Nem oranı
60	10kV-40°C-iğne	0,17	0,52	0,16	0,53
90	10kV-40°C-iğne	0,12	0,40	0,11	0,41
210	10kV-40°C-iğne	0,05	0,14	0,04	0,14
300	10kV-40°C-iğne	0,02	0,04	0,02	0,04
90	20kV-40°C-iğne	0,13	0,31	0,12	0,31
150	20kV-40°C-iğne	0,07	0,14	0,06	0,15
180	20kV-40°C-iğne	0,04	0,09	0,04	0,10
270	20kV-40°C-iğne	0,01	0,03	0,02	0,02
60	10kV-50°C-iğne	0,19	0,38	0,22	0,38

Çizelge 8. EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kuruma hızının tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	R <sup>2</sup>	Gizli katman transfer fonksiyonu: Tanjant-sigmoid			Gizli katman transfer fonksiyonu: Logaritmik-sigmoid		
		RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>
trainlm	0,92377	0,02515	34,14746	0,929627	0,020743	17,11374	
trainscg	0,894651	0,07104	58,59634	0,679992	0,038708	81,50836	
trainbr	<b>0,964924</b>	<b>0,012315</b>	<b>17,54127</b>	0,955569	0,01331	14,11235	
trainrp	0,8845	0,093541	85,15249	0,926066	0,07663	77,77767	

Çizelge 9'da EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutmada nem oranı tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları görülmektedir. EHD-sıcak hava kombinasyonu için en yüksek nem oranı tahmin başarısı (0,998291) benzer şekilde trainbr/tanjant -sigmoid modeli ile elde edilmiştir. Diğer modeller de 0,90 değerinin üzerinde tahmin başarıları göstermiştir. Bu tahmin modeli için RMSE ve MAPE değerleri sırasıyla yaklaşık 0,008 ve %8,58 olarak bulunmuştur. Bu deneme grubu için YSA yöntemi kullanarak ile yüksek bir tahmin başarısı elde edildiği söylenebilir.



Çizelge 9. EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutmada nem tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları

Öğrenme algoritması	R <sup>2</sup>	Gizli katman transfer fonksiyonu:			Gizli katman transfer fonksiyonu:		
		RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAPE	R <sup>2</sup>
		Tanjant-sigmoid			Logaritmik-sigmoid		
trainlm	0,990727	0,01731	7,935636	0,931223	0,050652	32,17279	
trainscg	0,969739	0,042242	23,92444	0,92214	0,126967	37,28596	
trainbr	<b>0,998291</b>	<b>0,008413</b>	<b>8,582548</b>	0,991591	0,01645	8,826872	
trainrp	0,982378	0,068009	43,11986	0,965683	0,031373	30,89697	

Literatürde kayısının elektrohidrodinamik yöntemlerle kurutulması ve bu süreçlerin YSA ile modellenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma olması, araştırma bulgularının birebir adil bir karşılaştırma ile yorumlanmasını güçleştirmektedir. Ancak, yine de tartışılmaya değer bazı bulgulara değinmekte yarar vardır. Khazaei ve ark. (2013) sıcak hava ile üzüm kurutma denemelerinde ürün nem oranının YSA ile test verisi üzerinde yüksek bir doğruluk ( $R^2=0,99952$ ) ile modelleyebilmişlerdir. Motevali ve ark. (2013) benzer şekilde dereotu kurutulmasında YSA esaslı modelleme çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar kuruma oranı ve ürün nemi tahmininde determinasyon katsayısını 0,9990 olarak bildirmişlerdir. Ayva dilimlerinin kurutulmasının YSA ile modellenmesine yönelik gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise determinasyon katsayısı 0,99 olarak bildirilmiştir (Chasiotis ve ark., 2019). Kayısının farklı yöntemlerle kurutulduğu bu çalışmada literatürde bildirilen tahmin performanslarına benzer başarı değerleri elde edilmiştir. Bu durum, tarım ürünlerinin kurutulma süreçlerinin YSA esaslı olarak modellenmesi potansiyelini desteklemektedir.

### Sonuç

Bu çalışmada kayısının geleneksel olmayan elektrohidrodinamik kurutma yöntemiyle kurutulmasında kuruma hızı ve nem parametrelerinin YSA ile modellenmesi yapılmıştır. Ürün farklı voltaj seviyeleri (10 ve 20 kV), sıcaklık (40 ve 50 °C) ve hava hızı (1,5 ve 2,5 m/s) kullanılan EHD-tel, EHD-iğne ve EHD-sıcak hava kombinasyon yöntemleri ile kurularak YSA modellemesi için gerekli veri elde edilmiştir. Farklı öğrenme algoritmaları ve transfer fonksiyonları kullanarak oluşturulan YSA modelleri eğitim verisi ile eğitilerek test verisi üzerinde tahmin performansları ortaya konulmuştur. Sıcak hava ile kurutma denemelerinde kuruma hızı ve nem oranı değerlerinin tahmini için en yüksek model başarıları sırasıyla 0,9557 ve 0,9972 olarak elde edilmiştir. EHD yöntemi ile ise kuruma hızı ve nem için en yüksek tahmin başarıları sırasıyla 0,8762 ve 0,9979'dur. EHD-sıcak hava kombinasyonu ile kayısı kurutmada kuruma hızı ve nem tahminine ilişkin YSA modellerinin performansları da 0,96'dan yüksek değerler olarak saptanmıştır. Araştırma bulguları EHD yöntemi ile tarımsal ürün kurutmanın YSA esaslı yöntemlerle modellenmesi bakımından umut vericidir. Gelecek çalışmalarda farklı ürünlerin geleneksel olmayan yöntemlerle kurutulmasında farklı makine öğrenmesi yöntemlerinin modelleme performanslarının ortaya konulması önerilmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışmayı 1170793 nolu proje kapsamında destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Alwazeer, D., Örs, B., 2019. Reducing atmosphere drying as a novel drying technique for preserving the sensorial and nutritional notes of foods. *J. Food Sci. Technol.*, 56(8): 3790-3800.
- Anonim, 2020. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Erişim Tarihi: 09.04.2020.
- Bankole, A.A. Ajila, S.A., 2013. Predicting cloud resource provisioning using machine learning techniques. In: 2013 26th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE), 1-4.
- Beigi, M., Torki-Harchegani, M., Tohidi, M., 2017. Experimental and ANN modeling investigations of energy traits for rough rice drying. *Energy*, 141: 2196-2205.



- Chasiotis, V.K., Tzempelikos, D.A., Filios, A.E., Moustris, K.P., 2019. Artificial neural network modelling of moisture content evolution for convective drying of cylindrical quince slices. *Comput. Electron. Agr.*, 105074.
- Deng, L.Z., Pan, Z., Mujumdar, A.S., Zhao, J.H., Zheng, Z.A., Gao, Z.J., Xiao, H.W., 2019. High-Humidity hot air impingement blanching (HHAIB) enhances drying quality of apricots by inactivating the enzymes, reducing drying time and altering cellular structure. *Food Control*, 96: 104-111.
- García-Martínez, E., Igual, M., Martín-Esparza, M.E., Martínez-Navarrete, N., 2013. Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment. *Food Bioprocess Tech.*, 6(11): 3247-3255.
- Garosiha, H., Ahmadi, J., Bayat, H., 2019. The Assessment of levenberg–marquardt and bayesian framework training algorithm for prediction of concrete shrinkage by the artificial neural network. *Cogent Eng.*, 6(1): 1609179.
- Ghaderi, A., Abbasi, S., Motevali, A., Minaei, S., 2012. Comparison of mathematical models and artificial neural networks for prediction of drying kinetics of mushroom in microwave-vacuum drier. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.*, 18(2): 283-293.
- Heaton, J., 2015. Introduction to Neural Networks for Java: Feedforward Backpropagation Neural Networks. <http://www.heatonresearch.com/node/707>. Erişim Tarihi: 04.12.2016.
- Khazaei, N.B., Tavakoli, T., Ghassemian, H., Khoshtaghaza, M.H., Banakar, A., 2013. Applied machine vision and artificial neural network for modeling and controlling of the grape drying process. *Comput. Electron. Agr.*, 98: 205-213.
- Krishna Murthy, T.P., Manohar, B., 2012. Microwave drying of Mango Ginger (*Curcuma Amada Roxb*): prediction of drying kinetics by mathematical modelling and artificial neural network. *International J. Food Sci. Technol.*, 47(6): 1229-1236.
- Lertworasirikul, S., Tipsuwan, Y., 2008. Moisture content and water activity prediction of semi-finished cassava crackers from drying process with artificial neural network. *J. Food Eng.*, 84(1): 65-74.
- Momenzadeh, L., Zomorodian, A., Mowla, D., 2011. Experimental and theoretical investigation of shelled corn drying in a microwave-assisted fluidized bed dryer using artificial neural network. *Food Bioprod Process.*, 89(1): 15-21.
- Moreno, J.J.M., Pol, A.P., Abad, A.S. Blasco, B.C., 2013. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*, 25(4): p:500-506.
- Motevali, A., Younji, S., Chayjan, R.A., Aghilinategh, N., Banakar, A., 2013. Drying kinetics of dill leaves in a convective dryer. *Int Agrophys.*, 27(1): 39.
- Omid, M., Mahmoudi, A., Omid, M.H., 2009. An Intelligent System for Sorting Pistachio Nut Varieties. *Expert Syst. App.*, 36(9): 11528–11535.
- Poonnoy, P., Tansakul, A., Chinnan, M., 2007. Artificial neural network modeling for temperature and moisture content prediction in tomato slices undergoing microwave-vacuum drying. *J. Food Sci.*, 72(1): E042-E047.
- Priddy, K.L., Keller, P.E., 2005. *Artificial Neural Networks: An Introduction* (SPIE Tutorial Texts in Optical Engineering), The International Society for Optical Engineering, Bellingham, Washington, USA.
- Theocharides, S., Makrides, G., Georghiou, G.E., Kyprianou, A., 2018. Machine learning algorithms for photovoltaic system power output prediction. In: 2018 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON), 1-6.
- Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Uribe, E., Martínez-Monzo, J., Pasten, A., Lemus-Mondaca, R., 2019. Bioactive compounds and physicochemical characterization of dried Apricot (*Prunus Armeniaca L.*) as affected by different drying temperatures. *CYTA-J. Food.*, 17(1): 297-306.
- Yousefi, A., Asadi, V., Nassiri, S.M., Niakousari, M., Aghdam, S.K., 2013. Comparison of mathematical and neural network models in the estimation of papaya fruit moisture content. *Philipp. Agric. Sci.*, 95(3): 192-198.





Araştırma Makalesi/Research Article

## Design and Testing of Flexibility Sensors to be Used in Agricultural Engineering Applications

Sefa Aksu\*  Ünal Kızıl 

Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çanakkale, Turkey

\*Corresponding author e-mail: aksusefa@comu.edu.tr

Received: 25.04.2020

Accepted: 05.06.2020

### Abstract

Flexibility sensors are used to measure bending response of flexible materials which are employed in different technologies. They can be produced with easily available and low-cost materials. Its compactness, lightness and low power consumption makes this sensor ideal for manifold as well as any applications needs to monitor changes in shape or bending behavior. In this paper essential steps needed to design a custom-made, longer and cost effective flex sensor are discussed. It was found that selection of resistor, temperature dependency, and maximum possible length are major criteria to be considered. The best resistor yields the widest range was determined to be 100  $\Omega$  with maximum length of 75 cm. Another important finding of the study was the need of temperature compensation.

**Keywords:** Flexibility, flex sensor, bending, robotics, material science

### Ziraat Mühendisliği Uygulamalarında Kullanılabilecek Esneklik Sensörlerinin Tasarımı ve Testi

#### Öz

Esneklik sensörleri, farklı teknolojilerde kullanılan esnek malzemelerin bükülmeye karşı verdikleri tepkileri ölçmek için kullanılırlar. Kolayca temin edilebilir ve düşük maliyetli malzemelerle üretilebilirler. Kompaktlığı, hafifliği ve düşük güç tüketimi, bu sensörü şekillendirme veya bükme davranışındaki değişiklikleri izlemek için gereken tüm uygulamaların yanı sıra manifold tasarımları için ideal kılar. Bu çalışmada özel üretim, daha uzun ve düşük maliyetli bir esneklik sensör tasarımı için gerekli adımlar tartışılmıştır. Direnç seçiminin, sıcaklığa bağlılığın ve mümkün olan maksimum uzunluğun dikkate alınması gereken ana kriterler olduğu belirlenmiştir. En geniş sensör çıktı aralığını veren rezistansın maksimum 75 cm uzunluğundaki bir sensör için 100  $\Omega$  olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, sıcaklık kompensasyonu gereksinimidir.

**Anahtar Kelimeler:** Esneklik, esneklik sensörü, eğilme, robotik, malzeme bilimi

#### Introduction

Rapid developments in all aspects of technology make the components of electronics cost-effective and accessible. This results in use of such technologies in our daily life with more affordable prices (Kızıl et al., 2011). Especially, integration of various sensors with low-cost microprocessors makes it possible to develop prototypes of state-of-the art devices (Beyaz, 2017; Adnan et al., 2012). Of those technologies flex sensors are one of the best examples that are used in robotic systems. In flex sensors, also known as flexion or flection sensors, as the bending of material attached to it changes the resistance of the circuit changes accordingly (Saggio et al., 2016). Saggio et al. (2016) also reported that measurement of flexion can be achieved by means of various sensors such as fiber Bragg grating sensors (Al-Fakih et al., 2012), accelerometers (Luinge et al., 2007) gyroscopes (Williamson and Andrews, 2001), magnetometers (Bonnet and Hélot, 2007), elastic sensors (Saggio et al., 2014), surface acoustic wave (SAW) sensors (Preethichandra and Kaneto, 2007; Zhang et al., 2013), and optical coordinate capturing systems (Beth et al., 2003) etc. However, recent developments in flex sensor technologies enable designers to improve measurement sensibility and related accuracy.

The active material of the sensor is generally made of carbon. As the thin flexible material is bent the sensor generates a signal proportional to the bending action. On the other hand Sarkate (2019) developed a flex sensor using aluminum foil paper which is easily available from the market. He was able to achieve analog values with high accuracies.



These sensors are being used in various applications such as posture determination (Beyaz, 2017), development of glove for hand gesture recognition (Nisar et al., 2014), wearable triboelectric nano-generators (Xiong and Lee, 2019), robotic hand design (Özkan et al., 2017).

Since flex sensor is responsive to bending actions it has potential to be used in applications in agricultural and biosystems engineering. Frame systems in agricultural structures, especially greenhouse posts and beams, fruit picking devices, land slide identifications, food processing machines, robotic applications etc.

Shrivastava et al. (2015) studied a field-scale multi-tasking robot that employs a flex sensor. The robot is designed to help producers in distance farming. In another study, Megalingam et al. (2017) analyzed different methods in the development of a robotic arm that is suitable for agricultural applications. They used flex sensor in a wearable glove to sense the user's arm movements. Based on the flex sensor data robotic arm is controlled remotely.

Shanmugam et al. (2016) designed a system to monitor the finger disease in turmeric. They used an array of flex sensors to monitor the growth characteristics of the disease. They tested five sets of nodes by measuring the change in flex resistance.

This sensor produce output signals proportional to bending in elements attached to it. There are commercially available flex sensors that can be used in such applications. However, these commercial sensors are sometimes not long enough to be used in specific applications. In this study it was aimed to produce longer flex sensors and test the performance of these sensors under laboratory conditions.

### Material and Method

Commercially available flexibility sensors have a length of up to 15 – 20 cm. However, in some agricultural applications such as determination of critical bending in structural materials longer sensors are needed. Since commercially available sensors cannot represent bending motion, longer flexibility sensors have been produced. These produced sensors must be narrow and easy to be mounted to profiles of varying diameters and long enough to fully detect bending motion. For this reason, the maximum length was determined to be 75 cm that is fed by 5 volt. The circuit diagram of the sensor is given in Figure 1.

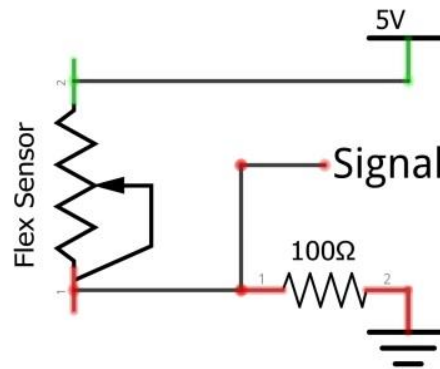


Figure 1. Circuit diagram of the flex sensor

As it can be noticed from Figure 1, the flex sensor is nothing but a resistor. As the bending occurs, resistance of the active element, in our case copper stripe, reduces. This allows more electrons to flow and causing higher sensor outputs. In our testing system, analog input Pin resolution is 10 bits. This value implies that the applied voltage value between 0 and 5 Volts is divided into  $2^{10}$ . That means when a voltage value of 5 is achieved, the sensor output is 1024. In order to convert sensor output values into voltage, following equation is used;

$$V_{out} = S_{raw} \times \left[ \frac{5}{1024} \right] \quad (1)$$

Where;  $V_{out}$ : sensor response (V),  $S_{raw}$ : analog sensor values of up to 1024.

It was noticed that coating the sensor with laminates yields linearity in results and reduces sensor response time. Therefore, sensors were laminated with 1 mm thick strips on both sides. Then, copper strips of 3 mm wide were placed between these laminated strips. In the middle of these strips, a velostat material is placed to completely cover the conductive zone. They were inserted into heat-shrink tubing to ensure the stability of the sensor and to protect active copper material from humidity (Figure 2).

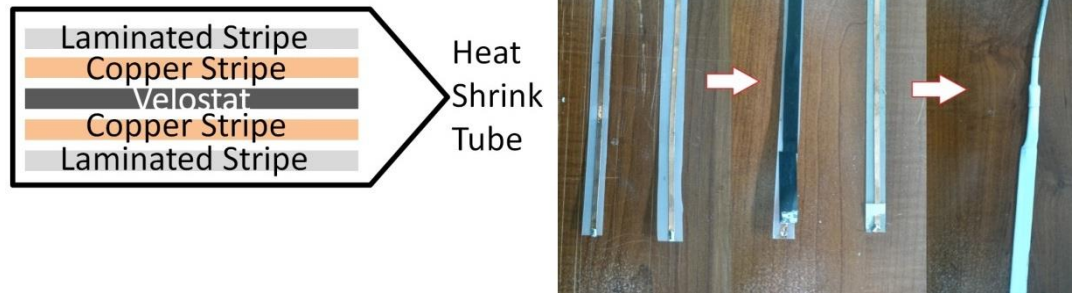


Figure 2. Production of flex sensors

### Results and Discussion

The main objective of this research is to evaluate the performance of the custom-designed flex sensor. Therefore, each stage in the development phase should be discussed. The first step was to determine the resistor value. In order to define the angular movement within a certain voltage range a fixed resistor was employed. This allowed division of operating voltage range into equal parts. Different resistor yields different voltage output ranges. In this study it was aimed to achieve the widest voltage range for best precision. Thus, the sensor tested with 12 different resistors. In the test an Arduino Uno microprocessor equipped with an LCD screen was used. The schematic representation and actual test system is shown in Figure 3.

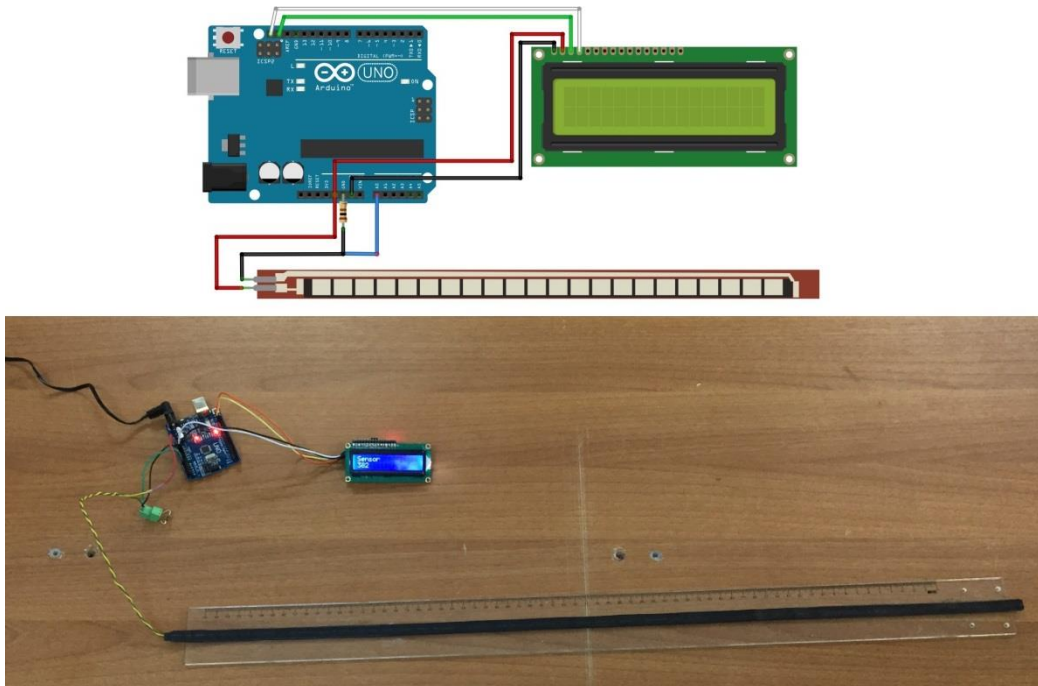


Figure 3. Flex sensor test unit

In the determination of voltage ranges with varying resistance values first sensor response monitored from LCD screen while the sensor is in flat position (at rest). This output represents the



minimal value attained from the sensor. In order to determine the maximum value, the sensor was bended gradually and output monitored from the screen. As the bending increases, sensor output value increases accordingly. After one point, generally bending angle values greater than  $45^\circ$ , sensor output remains same. This sensor response was recorded as the maximum value of the range (Figure 3).

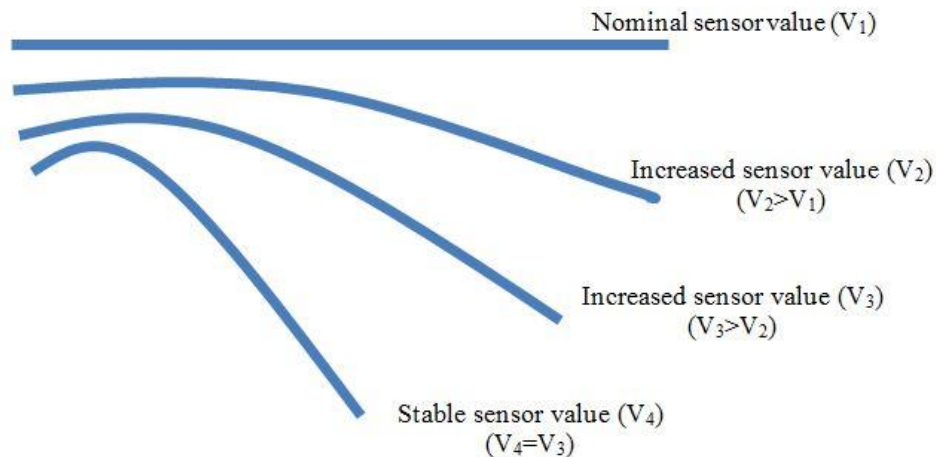


Figure 3. Sensor response change proportional to bending

Of those resistors the widest reading range achieved when  $100 \Omega$  of resistance was used. Those resistors and their output voltage ranges are given in Table 1.

Table 1. Different resistors and corresponding sensor responses

Resistor type	Raw sensor response range ( $S_{raw}$ )	Corresponding Voltage range ( $V_{out}$ )
10 $\Omega$	48 – 169	0.23 – 0.83
46 $\Omega$	88 – 290	0.43 – 1.42
<b>100 <math>\Omega</math></b>	<b>460 – 716</b>	<b>2.25 – 3.50</b>
150 $\Omega$	538 – 746	3.63 – 3.64
220 $\Omega$	628 – 820	3.07 – 4.00
470 $\Omega$	746 – 913	3.64 – 4.46
1 k $\Omega$	851 – 968	4.16 – 4.73
5.6 k $\Omega$	982 – 1013	4.79 – 4.95
10 k $\Omega$	1002 – 1017	4.89 – 4.97
33 k $\Omega$	1012 – 1019	4.94 – 4.98
100 k $\Omega$	1020 – 1023	4.98 – 5.00
330 k $\Omega$	1023 - 1024	5.00 – 5.00

Since the sensor is covered with a heat-shrink tube effects of humidity on active sensor material is omitted. However, temperature sensor and temperature interaction should be investigated. A sample flex sensor is exposed to temperatures ranging between 4 and 27  $^\circ\text{C}$ . The result is plotted in Figure 4.

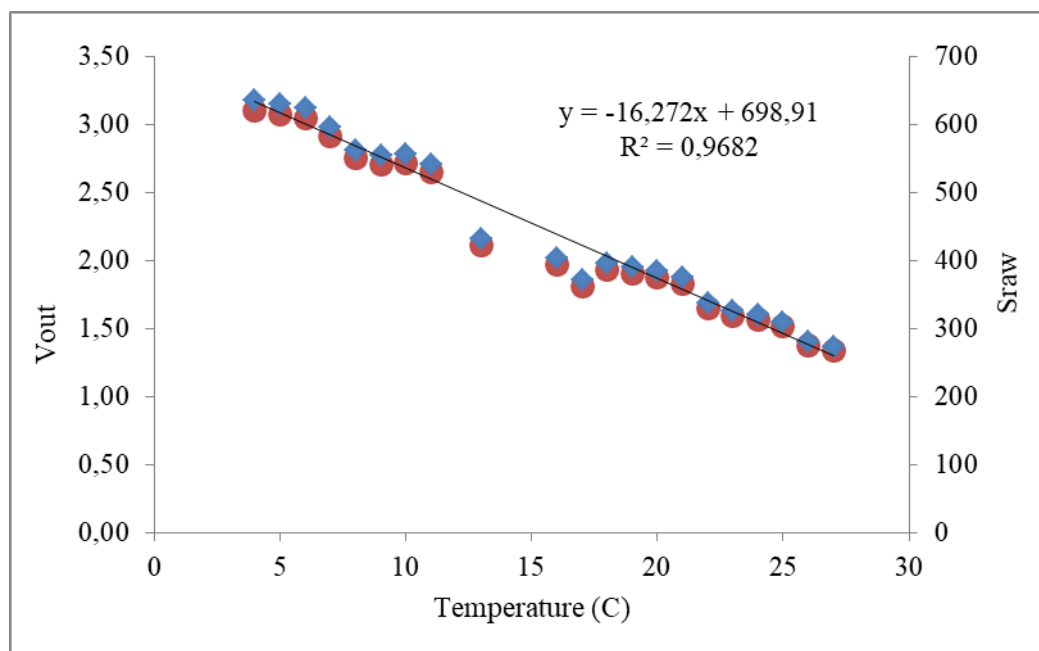


Figure 4. Effects of temperature on sensor response

As shown in Figure 4, sensor yields greater values as the temperature increases. This can be explained by increased electron conduction or decreased resistance by accelerated molecular movements with increasing temperature. Above given linear relationship should be used to compensate temperature effect. However, this particular equation can't be used for all sensors. Our experimental studies demonstrated that each sensor has its own unique response range even though they are all made developed using same materials and procedure.

### Conclusions

In this study, manufacturing and testing stages of flexibility sensors used in robotics or other applications developed for agricultural purposes are explained. Although these sensors are commercially available, they are generally small in size. In some applications, short sensors do not provide sufficient performance. Therefore, they must be produced and tested in different dimensions specific to the purpose. The results of this study showed that the most suitable resistance to be used in the development of the sensor is 100  $\Omega$ . In addition, it has been determined that sensor performance is affected by temperature changes. The temperature compensation equations of each sensor must be determined. The sensors developed within the scope of this study will be used in the determination of deformations due to the stresses of the structural elements of the greenhouses.

**Note:** This manuscript is written for partial fulfillment of the graduation requirements of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Çanakkale Onsekiz Mart University. It is produced from the findings of Sefa Aksu's doctoral dissertation entitled "Development of Wind and Snow Load Monitoring System for Plastic Covered Greenhouses".

### References

- Adnan, N.H., Khairunizam, W.A.N., Shahrman, A.B., Zaaba, S.K., Basah, S.N., Zuradzman, M., Razlan, D., Hazry, M., Nasir, Ayob. Rudzuan, M.N., Aziz, A.A., 2012. Measurement of the flexible bending force of the index and middle fingers for virtual interaction. *Procedia Engineering*. 41(2012): 388-394.
- Al-Fakih, E., Abu Osman, N.A., Mahamd Adikan, F.R., 2012. The use of fiber Bragg grating sensors in biomechanics and rehabilitation applications: The state-of-the-art and ongoing research topics. *Sensors*. 12:12890–926.
- Beth, T., Boesnach, I., Haimerl, M., Moldenhauer, J, Bös, K., Wank, V., 2003. Characteristics in human Motion—from acquisition to analysis. *IEEE Int. Conf. on Humanoid Robots* pp 56–75.
- Beyaz, A., 2017. Posture determination by using flex sensor and image analysis technique. *Agric. Sci. Digest*. 37(4) 2017: 257-262.
- Bonnet, S., Héliot, R., 2007. A magnetometer-based approach for studying human movements. *IEEE Trans.*



- Biomed. Eng. 54:1353–5.
- Kizil, Ü., İnalpulat, M., Genç, L., 2011. Elektronik burun sistemlerinin tasarım ilkeleri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. (25): 109-118.
- Luinge, H.J., Veltink, P.H., Baten, C.T.M., 2007. Ambulatory measurement of arm orientation. J. Biomech. 40:78–85.
- Megalingam, R.K., Vivek, G.V., Bandyopadhyay, S., Rahi, M.J., 2017. Robotic arm design, development and control for agriculture applications. 2017 International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS -2017), Jan. 06 – 07, 2017, Coimbatore, INDIA
- Nisar, O., Imtiaz, M.A., Hussain, S., Saleem, O., 2014. Performance optimization of a Flex sensor based glove for hand gestures recognition and translation. International Journal of Engineering Research & Technology.3(5): 1565-1570.
- Özkan, S.S., Karayel, D., Atalı, G., Gökbayrak, İ., 2017. Robot hand design and implementation based on flexible sensor controlled. J. of Eng. and Sci. 5-3(2017): 35-40.
- Preethichandra, D.M.G., Kaneto, K., 2007. SAW sensor network fabricated on a Polyvinylidene difluoride (PVDF) substrate for dynamic surface profile sensing. Sensors J., IEEE. 7:646–9.
- Shanmugam, M., Ramasamy, A., Paramasivam, S., Prabhakaran, P., 2016. Monitoring the turmeric finger disease and growth characteristics using sensor based embedded system -a novel method. Circuits and Systems. 2016(7): 1280-1296.
- Saggio, G., Quitadamo, L.R., Albero, L., 2014. Development and evaluation of a novel low-cost sensor-based knee flexion angle measurement system. The Knee. 21:896–901.
- Saggio, G., Riillo, F., Sberini, L., Quitadamo, L.R., 2016. Resistive flex sensors: a survey. Smart Mater. Struct. 25 (2016): 013001 (30pp).
- Sarkate, S.P., 2019. Develop very low cost flex sensor using Aluminum (Al) foil paper. Int. J. of Creative and Inn. Res. In All Studies. 1(11): 12-15.
- Shrivastava, P., Singh, A., Singh, K.P., Srivastava, A., 2015. Mobile controlled agricultural device for enhanced execution of farming techniques. Procedia Computer Science. 49:306-312
- Williamson, R., Andrews, B.J., 2001. Detecting absolute human knee angle and angular velocity using accelerometers and rate gyroscopes. Medical and Biological Engineering and Computing. 39:294–302.
- Xiong, J., Lee, P.S., 2019. Progress on wearable triboelectric nanogenerators in shapes of fiber, yarn, and textile. Science and Technology of Advanced Materials. 20(1): 837-857.
- Zhang, C.H., Yang, Y., Zhou, C.J., Shu, Y., Tian, H., Wang, Z., Xue, Q.T., Ren, T.L., 2013. Wafer-scale flexible surface acoustic wave devices based on an AlN/Si structure. Chin. Phys. Lett. 30:077701.



Araştırma Makalesi/Research Article

## Şırnak Yöresel Üzüm Çeşitlerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

Mehmet Settar Ünal\* 

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak  
\*Sorumlu yazar: munal62@hotmail.com

Geliş Tarihi: 20.05.2020

Kabul Tarihi: 09.12.2020

### Öz

Bu çalışma, 2018-2019 yılında Şırnak ili merkez ilçe, Uludere, Beytüşşebab, Güçlükönak, Silopi ve Cizre yöresi bağ alanlarında yetiştirilen yerli üzüm çeşitlerinin ve bunların kısa özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, uygulanan bağcılık tekniği ve üzüm çeşitleri hakkında yöre bağcılarında bilgi alınmış; hasattan hemen önce çeşitlerin bazı özellikleri belirlenmiş ve fotoğraflar çekilmiş; alınan salkım ve yaprak numuneleri bozulmayı önlemek için buzluk içerisinde laboratuvara getirilerek analizleri yapılmıştır. Projede; yetiştirilen çeşitlerin sinonimleri, şekil, renk, ağırlık, kabuk kalınlığı gibi tane özellikleri, salkım iriliği ve sıklığı, şırada kuru madde ve asit miktarı ile pH, sıra randımanı, olgunluk zamanı, kullanım amacı ve yaygınlık durumu incelenmiştir. Söz konusu bu özelliklerin belirlenmesinde IBPGR, OIV ve UPOV tarafından yayınlanan 'Descriptors for Grape' adlı yayından da yararlanılmıştır. Söz konusu çeşitlerin genellikle eylül ayı içerisinde hasat edildiği ve sofralık olarak değerlendirildiği, ayrıca Kıtılnefis ve Kerküş çeşitlerinin yörede en fazla yetiştirildiği belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı; iklim yapısı olarak bağcılığa elverişli olan, ancak ana kadar önemli bir çalışma yapılamayan ilin mahalli üzüm çeşitlerini ve bazı özelliklerini tespit etmek suretiyle katma değeri yüksek olabilecek çeşitleri üretime kazandırmak ve yine her biri değerli birer gen kaynağı olan bu çeşitleri muhafaza altına alarak kayıp olmalarını önlemektir.

**Anahtar Kelimeler:** Şırnak, Üzüm, Fenolojik dönemler, Değerlendirme şekilleri

### Determination of Some Characteristics of Grape Varieties Grown in Şırnak Region Abstract

This study was carried out in 2018-2019 to determine the local grape cultivars grown in the vineyards of Şırnak city center, Uludere, Beytüşşebab, Güçlükönak, Silopi and Cizre region and their short characteristics. For this purpose, it was get information about applied the viticulture technique and grown grape Varieties from the local vine growers; some of the grape Varieties were determined and photographs were taken just before the harvest. The bunch and leaf samples taken were brought to the laboratory in the freezer to prevent deterioration and analyzed. In the project, it was examined characteristics such as cultivar synonym, berry characteristics (shape, color, weight, skin thickness), bunch size and compactness, dry matter, acid, pH, must yield, time of harvest, purpose of use and prevalence of the grape Varieties grown in region. The publication named 'Descriptors for Grape' published by IBPGR, OIV and UPOV was also used in determining these features. While the mentioned Varieties are generally harvested and harvested in September, Kıtılnefis and Kerküş Varieties are grown the most in the region. The aim of this study was to determine some features of local grape cultivars grown in the province, which is suitable for viticulture as a climate structure, to bring the Varieties that may have high added value to production and to protect these varieties as a source of genes.

**Keywords:** Şırnak, Grape, Phenological periods, Evaluation forms

### Giriş

Ülkemiz, birçok meyve türünün anavatanı ve meyve yetiştiriciliğinin beşiği konumunda olup meyve yetiştiriciliğinde önem arzeden üzüm, elma, armut, ayva, antepfıstığı, vişne, kiraz, erik, fındık, badem, kestane, incir ceviz, nar gibi çoğu meyve türünün ortaya çıktığı yerdir. Bu meyve türleri dışında ahududu, böğürtlen, muşmula, kuşburnu, alıç, keçi boynuzu, üvez, melengiç ve mahlep gibi yabancı meyve türlerine de rastlanabilmektedir (Gerçekçioğlu, 2008).

Yeryüzünde yaygın olarak kültürü yapılan asma (*V. vinifera* sp. *sativa*), *Vitis* cinsi içerisinde yer alan en önemli türdür ve yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinin çok önemli bir bölümünü teşkil etmektedir (Çelik, 2011).



Anadolu, binlerce yıl içerisinde çok zengin bir asma çeşit/tip potansiyeline sahip olmuş, bağcılık ilk önce bu bölgede başlayıp buradan tüm dünyaya yayıldığı için üzümün anavatanı olarak kabul edilmektedir (Ağaoğlu, 2006; Anonim, 2012; Uysal ve ark., 2016).

Ayrıca ülkemizin zengin bir üzüm çeşit potansiyeline sahip olduğu moleküler genetik araştırmalar ile de desteklenmiştir. Yaklaşık 10 ülkeden 1200 kültür çeşidi ve yabani asma üzerinde yürütülen SSR analiz sonuçları, Anadolu'nun bağcılık kültürünün merkezlerinden biri olduğunu ve yabani asma popülasyonundaki zenginliğin en fazla bu bölgede olduğunu göstermektedir (Ergül ve ark., 2006).

Ülkemizde Ampelografi terimine Cumhuriyet'ten sonra ilk kez 1926 yılında ders notlarının bir araya getirilmesiyle hazırlanan ve 1938 yılında yeni harflerle genişletilerek ikinci baskısı yayınlanan bu kitapta rastlanıldığı bildirilmektedir (Serhat, 2016).

Ülkemiz için ekonomik açıdan önemli bir tarım kolu olan bağcılığın geliştirilmesi amacıyla asma genetik kaynaklarının toplanmasına, muhafazasına ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar bağcılığımızın geleceği açısından önemlidir. Bu çalışmalardan en önemlileri, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından kurulan "Milli Koleksiyon Bağı" dır. Ayrıca Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde milli koleksiyon bağının bir paraleli de oluşturulmaktadır.

Yapılan çalışmalar, Dünya üzerinde yaklaşık 13.000, Türkiye'de de 1.400'den fazla üzüm çeşidi/tipi olduğunu, ancak ticari değeri olan üzüm çeşidinin 30 dolayında bulunduğunu göstermektedir (Sağlam ve ark., 2009; Sağlam ve Sağlam, 2018; Anonim, 2019a).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Şırnak ilinin alanı 7172 km<sup>2</sup>, ortalama yükseltisi 1400 m'dir. İlin yüksek kesimlerinde sert kara iklim, diğer kesimlerde ise karasal iklim hüküm sürmektedir (Anonim, 2019b).

Bölgenin geçim kaynağı esasen madencilik, ziraat ve ticarete dayalıdır. Kırsal alanda ana gelir kaynağı ise hayvancılıktır. Batı kesimi Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Dicle bölümünde, diğer yarısı da Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde kalan ili; batıda Mardin, Kuzeyde Siirt, Kuzeydoğuda Hakkâri illeri, Güneyde de Irak ve Suriye ülkeleri çevirir. Ülkemiz bağ üretim alanı 3.786.828 da, üretim miktarı 3.933.000 ton, ortalama verim 1.039 kg/da'dır. Şırnak bölgesinde ise toplam bağ üretim alanı 30.760 da, üzüm üretim miktarı 17.258 ton ve ortalama üzüm verimi 561 kg/da olup ülkemiz ortalamasının oldukça altındadır (Çizelge 1). Ortalama verimin bu kadar düşük olmasında yer ve çeşit seçiminden bağdaki bakım işlemlerine kadar birçok faktör sayılabilir.

İlde üretilen üzümün % 50.5'i sofralık, % 38.2'si kurutmalık, % 11.3'ü şaraplık olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2018).

Çizelge 1. Şırnak ili bağ alanı ve üzüm üretim miktarı

İlçeler (da)(ton)(kg/da)	Bağ alanı	Üzüm üretimi	Verim
Merkez	7.219	5.351	741
Cizre	197	61	310
İdil	19.067	10.449	548
Silopi	104	54	519
Uludere	657	97	148
Beytüşşebab	73	38	525
Güçlükonak	3.443	1.208	521
Toplam	30.760	17.258	561

Ülkemiz bağcılığında hem alan hem de üretim bakımından önemli bir yere sahip olan Güneydoğu Anadolu bölgesi içerisinde fazla önem arz etmeyen ancak eskiden beri yerli bağcılık yapılan Şırnak'ta İdil ilçesi önemli bir yere sahiptir (Kaya, 2018). Ancak bölge çiftçileri modern bağcılık teknolojileri ve yetiştirme yöntemleri hususunda yeterli bilgiye sahip değildirler.

İklim yapısı olarak bağcılığa uygun olmakla beraber, özellikle terör olaylarından dolayı şu ana kadar önemli ölçüde bir çalışma yapılamamıştır. Bölge üreticisi, geleneksel bağcılık yaptığından genellikle birim alandan az ve düşük kaliteli ürün elde etmektedir. Bu durum zaman içerisinde üreticinin bağa olan ilgisini azalttığından başka ürünlere yönelmesine sebep olmakta, her biri önemli birer gen kaynağı olan ve ıslah çalışmalarında araştırmacıya ışık tutacak olan bu üzüm çeşitlerinin kaybolmasına zemin hazırlamaktadır. Bu çalışma ile ilde yetiştirilen üzüm çeşitlerini ve bazı

özelliklerini tespit ederek katma değeri yüksek olabilecek çeşitleri üretime kazandırmak ve daha da önemlisi her biri birer gen kaynağı olan bu çeşitleri muhafaza altına alarak kayıp olmalarını önlemektir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Çalışma, 2018-2019 yıllarında, İdil ilçesi hariç, diğer ilçelerde yetiştirilen yöresel üzüm çeşitleri üzerinde yürütülmüştür. Bu üzüm çeşitleri; Bilbizeki, Kerküş, Tayfi, Sinciri, Reşşik, Zeynebi, Mor, Negotik, Dendor, Şehzay, Zerok, Reşik, Haseni, Kıtılnefis, Suray, Hışınuk üzüm çeşitleridir.

### Metot

Bu çalışma, üzüm çeşitleri ve bunların ayrıntılı özellikleri daha önce tespit edilen İdil ilçesi hariç, diğer Tarım İlçe Müdürlükleri (Silopi, Cizre, Şırnak merkez, Uludere, Beytüşşebab) ile işbirliği halinde yürütülmüş olup, bunun için dinlenme döneminde her ilçede, Tarım ve Orman İlçe Müdürlüklerine gidilerek yörede yetiştirilen üzüm çeşitleri ve yetiştiriciliğin yapıldığı köyler hakkında bilgi alınmıştır. Hasattan hemen önce bağcılığın yapıldığı bu köylerdeki bağ alanlarına gidilerek yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinin sinonimleri, tane şekli, rengi; salkım iriliği ve sıklığı; olgunluk zamanı, yaygınlık durumu, kullanım amacı gibi bazı özellikleri belirlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca her çeşitten yaklaşık 1 kg salkım numunesi alınarak laboratuvarında hassas terazi ile tane ağırlığı (g), tatmak suretiyle tane kabuk kalınlığı, refraktometre ile kuru madde miktarı (%), pHmetre yardımıyla pH değeri, ölçü silindiri yardımı ile şıra randımanı (%) ve titrasyon yöntemi kullanılarak tartarik asit miktarı (g/l) tespit edilmiştir.

Çalışmada, 'Descriptors for Grape' adlı 'Üzüm Tanımlayıcıları' temel alınmakla beraber 5. Uluslararası Sempozyumda yayınlanan 'Minimal Descriptor List for Grapevine Varieties' adlı 'Üzüm Tanımlayıcı'larından da istifade edilmiştir (Anonim, 1983; Anonim, 1989; Anonim, 1990; Anonim, 2001; Anonim, 2012).

Bu kapsamda, tane rengi (OIV225), tane şekli (OIV223), tane ağırlığı (OIV503), salkım sıklığı (OIV204), suda erir kuru madde miktarı (OIV505), asitlik (OIV506), şıra randımanı (OIV233) kod numaralarına göre verilmiştir.

Kullanılan kısaltmalar:

Ağırlık; ağır. kalınlık; kal. SÇKM; kuru madde Randıman; rand.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Şırnak ili genelinde bağ alanlarında yetiştirilen mahalli (yöresel) üzüm çeşitleri ve özellikleri 'Yöresel Üzüm Çeşitleri ve Özellikleri' başlığı altında verilmiştir.

## Yöresel Üzüm Çeşitleri ve Özellikleri

<b>Çeşit ismi</b>	: Bilbizeki
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Oval
<b>Tane ağır. (OIV503)</b>	: Çok ağır (5.9 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Orta
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Yüksek (22)
<b>Asit (g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (3.75)
<b>pH</b>	: 4.22
<b>Şıra rand. (%) (OIV233)</b>	: Yüksek (73)
<b>Olgunlaşma zamanı</b>	: Ağustos ortası Eylül başı
<b>Değerlendirme Şekli</b>	: Sofralık, Kurutmalık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 1. Bilbizeki üzüm çeşidi



<b>Çeşit ismi</b>	: Kerküş
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Orta (2.9 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Kalın
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Yüksek (21)
<b>Asit (g/l) (OIV506)</b>	: Orta (7.50)
<b>pH</b>	: 3.91
<b>Şıra rand. (%)</b>	: Yüksek (70)
<b>Olgunlaşma zamanı</b>	: Eylül başı Eylül ortası
<b>Değerlendirme şekli</b>	: Pekmezlik, Kurutmalık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Yaygın



Şekil 2. Kerküş üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Tayfi
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Kırmızımsı beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Elips
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Ağır (4.1 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Kalın
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Orta (17)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (3.75)
<b>pH</b>	: 3.82
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Yüksek (69)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 3. Tayfi üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Sinciri
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Hafif (2.0 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (14)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Orta (7.50)
<b>pH</b>	: 4.10
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Yüksek (75)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık, Pekmezlik
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 4. Sinciri üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Reşemişik
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Siyah
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Hafif (2.4 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Orta
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (15)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (6.00)
<b>pH</b>	: 3.80
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (44)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 5.Reşemişik üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Zeynebi
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Uzun elips
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Ağır (4.2 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Orta
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Seyrek
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (15)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (4.50)
<b>pH</b>	: 3.96
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Orta (64)
<b>Olum zamanı</b>	: Ağustos ortası Ağustos sonu
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık, Kurutmalık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 6.Zeynebi üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Mor
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Kırmızı
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Çok Ağır (6.6 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Kalın
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (16)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (6.50)
<b>pH</b>	: 3.97
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (54)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 7.Mor üzüm çeşidi



<b>Çeşit ismi</b>	: Negotik
<b>Sinonimleri</b>	: Negatik
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Siyah
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Orta (3.2 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: Ufak
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Seyrek
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Yüksek (21)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (6.25)
<b>pH</b>	: 3.76
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (50)
<b>Olum zamanı</b>	: Ağustos sonu
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Az



Şekil 8.Negotik üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Dendor
<b>Sinonimleri</b>	: Dendar
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Ağır (4.4 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Seyrek
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Çok Düşük (11)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Orta (7.75)
<b>pH</b>	: 3.48
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (44)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül sonu
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



Şekil 9.Dendor üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Şehzay
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Siyah
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Küt-kalın
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Hafif (3.6 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Kalın
<b>Salkım iriliği</b>	: Orta
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (16)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (6.00)
<b>pH</b>	: 3.86
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Orta (57)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



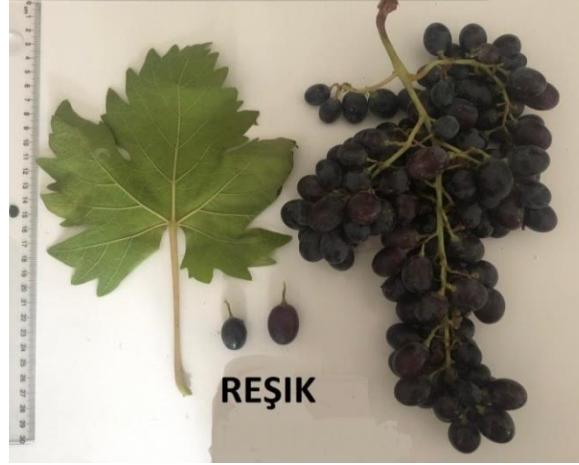
Şekil 10.Şehzay üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Zerok
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Yuvarlak
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Orta (3.9 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (15)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (4.50)
<b>pH</b>	: 3.83
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (51)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık, Pekmezlik
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Orta



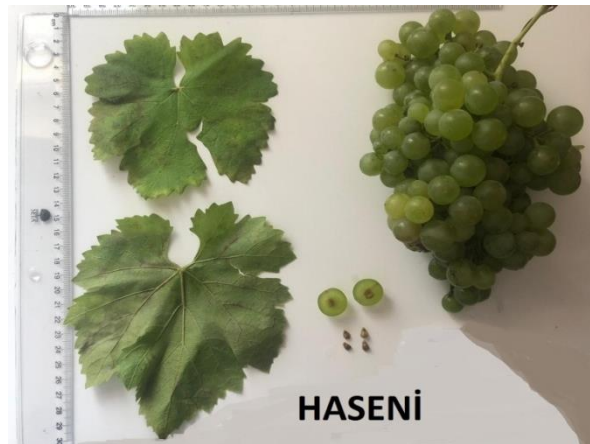
Şekil 11.Zerok üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Reşik
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Siyah
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Elips
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Ağır (5.1 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Orta
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (16)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (5.55)
<b>pH</b>	: 3.78
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Orta (55)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Az



Şekil 12.Reşik üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Haseni
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Oval
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Ağır (5.2 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (13)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (4.50)
<b>pH</b>	: 3.66
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Yüksek (66)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Az



Şekil 13.Haseni üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Kıtılnefis
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Siyah
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Oval
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Hafif (2.2 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: İnce
<b>Salkım iriliği</b>	: Ufak
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Orta (19)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (5.85)
<b>pH</b>	: 3.62
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Orta (56)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı Eylül ortası
<b>Kullanım amacı</b>	: Pekmezlik, Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Yaygın



Şekil 14.Kıtılnefis üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Surav
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz-kırmızı
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Oval
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Çok Ağır (6.4 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Kalın
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Düşük (13)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (5.55)
<b>pH</b>	: 3.92
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (53)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Az



Şekil 15. Surav üzüm çeşidi

<b>Çeşit ismi</b>	: Hışınuk
<b>Sinonimleri</b>	: -
<b>Tane rengi (OIV225)</b>	: Beyaz
<b>Tane şekli (OIV223)</b>	: Uzun Elips
<b>Tane ağırlığı (OIV503)</b>	: Çok Ağır (5.6 g)
<b>Kabuk kal.</b>	: Orta
<b>Salkım iriliği</b>	: İri
<b>Salkım sıklığı (OIV204)</b>	: Orta-Sık
<b>SÇKM (%) (OIV505)</b>	: Yüksek (22)
<b>Asit(g/l) (OIV506)</b>	: Düşük (6.00)
<b>pH</b>	: 4.39
<b>Şıra rand.(%)</b>	: Düşük (50)
<b>Olum zamanı</b>	: Eylül başı
<b>Kullanım amacı</b>	: Sofralık
<b>Yaygınlık durumu</b>	: Az



Şekil 16.Hışınuk üzüm çeşidi





Eldeki verileri değerlendirdiğimizde; söz konusu 16 çeşitten 6 çeşit elips, 5 çeşit yuvarlak, 2'şer çeşit basık ve uzun elips, 1 çeşit ise küt-kalın grubunda yer almıştır. Ancak bir omcada veya çeşitte tane şeklinin çevre şartlarından fazla etkilenmemesi bu özelliğin ampelografideki önemini göstermektedir. Bununla beraber tane şeklinin tozlayıcı üzüm çeşidine göre değişebileceği bildirilmektedir (Karataş ve Ağaoğlu, 2007; Sabır, 2015; Şahin, 2016).

Tane kabuk rengi bakımından üzüm çeşitlerin çoğunluğu (8 çeşit) beyaz grubunda yer alırken 5 çeşit siyah, 2 çeşit beyaz-kırmızı, 1 çeşit ise kırmızı grubunda yer almıştır. Ben düşmeden itibaren yeşil rengin kaybolarak çeşide has bir hal aldığı bilinmektedir. Tane rengi her ne kadar üzüm çeşidine has olsa da, rengin yoğunluk ve birörnekliği aynı omcada bile farklılık göstermektedir. Bu durum ekoloji, hatta bakım şartları ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir.

Tane kabuk kalınlığı yemek suretiyle belirlenmiş olup; 6'şar adet üzüm çeşidinin orta kalın ve kalın, 4 adet üzüm çeşidinin ise ince kabuk kalınlığı grubunda olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kalın kabuklu çeşitler muhafaza ve uzun mesafelere nakliyyede önem arz etmektedir. Salkım veya tanede en, boy, ağırlık gibi birçok kantitatif özelliklerde olduğu gibi kabuk kalınlığı da çeşit özelliği yanında çevre ve bakım şartlarından etkilenmektedir (Kamiloğlu ve Üstün, 2014). Nitekim İdil (Şırnak) yöresinde de yetiştirilen Bilbizeki (ince), Kerküş (orta), Tayfi (ince) ve Zeynebi (orta) üzüm çeşitlerinde kabuk kalınlığı, Şırnak ilinin diğer yörelerinde farklı bulunmuş olup sırasıyla orta, kalın, kalın ve orta kalın bulunmuş; benzeri sonuçlar tane ağırlığı, salkım iriliği ve sıklığı, olum zamanında da gözlenmiş ve tespit edilmiştir (Ünal ve Sevgin, 2017).

Tane ağırlığı bakımından üzüm çeşitlerinin 5 çeşit ağır, 4 çeşit çok ağır ve hafif, 3 çeşit de orta ağır grubunda yer almış; konuyla ilgili olarak çekirdeklerin, tane iriliği yanında tane şekline de etki ettiğini; tanenin çekirdek sayısı ve şekline göre şekil aldığı ifade etmektedirler. Genellikle iri ve ağır tanelerin çekirdekleri ağır olmakla beraber uzun tanelerin çekirdeklerinin de uzun olması dikkat çekmiştir (Kamiloğlu ve Üstün, 2014; Atak ve ark., 2011).

'EnxBoy' olarak hesaplanan salkım iriliği, çeşit tanımlamada kullanılan bir özelliktir. Bu bakımdan üzüm çeşitlerinin çoğu iri grubunda yer alırken 6 çeşit orta iri, 2 çeşit ise küçük salkım grubunda bulunmuştur. Salkımlar arasındaki irilik farkının aynı çeşitte, hatta aynı omcada bile görülmesi bakım şartları ve yetiştiği ortamın büyük etkisi olduğunu göstermektedir. Nitekim araştırmacılar verdikleri bilgide ağırlık, en ve boy gibi kantitatif; renk, tüylülük ve şekil gibi kalitatif özelliklerin teşekkülünde hem genlerin, hem de çevrenin, hatta bakım işlemlerinin farklı seviyelerde etki ettiği ifade etmektedirler (Şensoy ve Balta, 2010; Tangolar ve ark., 2013; Eren ve Yağcı, 2015; Aşçı ve ark., 2017).

Salkım sıklığı (OIV204) bakımından 8 üzüm çeşidinin orta sık grubunda yer alırken, 5 üzüm çeşidinin sık, 3 üzüm çeşidinin ise seyrek salkım grubunda olduğu görülmüştür. Ancak salkım sıklığı üzerine de, yukarıda bildirildiği gibi, bakım işlemleri, iklim ve çeşidin çiçek yapısının etkili olduğu bildirilmektedir (Tangolar ve ark., 2013; Bekar, 2016).

İncelenen üzüm çeşitlerinin hasat döneminde yapılan analizleri dikkate alındığında ise suda çözünebilir kuru madde (% SÇKM) miktarı; 1 çeşitte orta seviyede bulunurken 3 çeşitte yüksek, 12 çeşitte ise düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin çoğunda suda çözünür kuru madde oranının düşük olması; çeşit ve ekoloji farklılığı (Kayalar, 2015; Yıldırım, 2019) yanı sıra çeşitli sebeplerden dolayı uygun hasat döneminin yakalanamaması da etkili olabilmektedir.

Şıranın % asit içeriği, 3 çeşitte orta, 13 çeşitte ise düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarında yapılan yorumun bir benzerini % asitlik için de yapmak mümkündür.

Araştırmamızda, yine sırada pH değerleri de çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Nitekim yürütülen bir çalışmada (Keskin ve ark., 2013), oluma kadar pH'ın önemli derecede arttığını, pH'daki bu değişim ile yeme kalitesindeki uygunsuz tatların kaybolduğu ve değiştiği bildirilmektedir. Bu çalışmada en düşük pH 3.48 ile Dendor, en yüksek pH 4.39 ile Hışınuk üzüm çeşitleri verirken, diğer üzüm çeşitleri bu iki değer arasında sıralanmışlardır.

Şıra randımanı bakımından 7 çeşit düşük grupta yer alırken 4 çeşit orta, 5 çeşit ise yüksek sınıfında sıralanmış olup, şıra randımanı özellikle şıralık çeşitler için ön plana çıkmaktadır.

Olum zamanı olarak çeşitler Ağustos ortası-Eylül sonu arasında hasat edilmekle beraber çeşitlerin çoğu Eylül ortalarında hasat edilmektedir. Aynı şekilde şıra randımanı ve olum zamanı da bir çeşit özelliği olmakla beraber ekoloji ve bakım işlemlerinin de oldukça etkili olduğu görülmektedir.



Kullanma amacı olarak çeşitlerin çoğu sofralık olarak tüketilirken Bilbizdeki üzüm çeşidi gibi daha fazla kuru madde biriktiren birkaç çeşit kurutmalık, Kıtılnefis ve Kerküş üzüm çeşidi gibi bazı çeşitler ise pekmez yapımında değerlendirilmektedir. Bu, üzüm çeşitlerinin kullanım amacında çeşit özelliği etkili olduğu gibi, yöre insanının uzun yıllara dayalı alışkanlıklarının da etkili olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Çeşitlerin yaygınlık durumuna baktığımızda ise bunun yöre yöre değişmekte olduğunu görmekteyiz. Örneğin, Tayfi ve Kıtılnefis üzüm çeşitleri İdil yöresinde az seviyede yetiştirilirken, Uludere ve Güçlükönak'ta yaygın, buna mukabil Mazrone üzüm çeşidi İdil yöresinde daha yaygın olarak yetiştirilmektedir.

Bölgede bağların, genellikle ekonomik değeri düşük çok sayıda çeşitten oluşması ve bu çeşitlerin bağda karışık olarak bulunması, bakım işlemleri yanında ürünün değerlendirilmesini de zorlaştırmaktadır. Ayrıca ismine doğru sağlıklı materyal teminini de riske sokmaktadır. Bunun yerine bağların ekonomik değeri yüksek 1-2 çeşitten oluşması ve bu çeşitlerin bağa belli bir plan içerisinde yerleştirilmesi yetiştiricilik açısından çok daha uygun olacaktır.

Üzüm çeşitlerinin tanımlanmalarında kullanılan renk, şekil ve ağırlık gibi özellikler; çeşit özelliği yanında yöre ve bakım şartlarına göre de büyük değişiklikler gösterebildikleri belirlenmiştir.

Hazırlanacak yeni projeler ile yürütülecek bir ıslah çalışmasına kaynak oluşturması ve kaybolmasının önlenmesi amacı ile Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde bulunan 'Milli Koleksiyon Bağ'ına veya Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde bunun bir paraleli kurulan bağa bulunmayan çeşit/tyiplerin aşılmalari planlanmaktadır.

### Sonuç

Bölgede yetiştiriciliği yapılan ve her biri genetik kaynak olan yerli üzüm çeşitlerini ve bu çeşitlerin bazı özelliklerini belirleyerek, ileride yürütülecek üretim ya da ıslah çalışmalarına katkıda bulunmak ve bunların değişik sebeplerden dolayı genetik erozyona uğramalarını önlemek amacı ile gerekirse alınacak aşı materyalleri ile 'Tekirdağ veya Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde kurulu bulunan "Milli Koleksiyon Bağ"ına aşılama; standartlara girebilecek özelliklere sahip genotiplerin tespiti halinde "klon seleksiyonu" başlatmak ve bu çeşitler ile kapama tarzda modern bağ tesislerini teşvik ederek bağcılığı yaygınlaştırmak ve rantabil hale getirerek üreticinin gelir seviyesine katkıda bulunmak, dolayısıyla refah seviyesini artırmak olarak sayabiliriz.

**Teşekkür:** Çalışma Şırnak Üniversitesi BAP kordinasyonu birimince 2019.FNAP.13.01.02 numaralı proje bünyesinde desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Anonim, 1983. Descriptor for grape. IBPGR Secretariat. Rome Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof. 93p.
- Anonim, 1989. Minimal descriptor list for Grapevine varieties. 5th International Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof.
- Anonim, 1990. Standart Üzüm Çeşitleri Katalogu. Tar. Or. ve Köyişl. Bak. Yayınları, Ankara, Seri No: 15, 91s.
- Anonim, 2001. 2. Edition of the OIV descriptor list for grape Varieties and vitis species. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, Paris.
- Anonim, 2012. Türkiye Asma Genetik Kaynakları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bak., TAGEM, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Tekirdağ.
- Anonim, 2019a. <https://www.haberler.com/turkiye-de-bin-400-e-yakin-uzum-cesidi-bulunuyor-8920373-haberi/>. Erişim Tarihi: 3 Kasım 2019.
- Anonim, 2019b. <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C5%9E%C4%B1rak>. Erişim Tarihi: 1 Mayıs 2019.
- Ağaoğlu, Y. S. 2006. Türkiye'de üzüksü meyvelerin bugünkü durumu ve geleceği. II. Ulusal Üzüksü Meyveler Sempozyumu. Nobel Yayım Dağıtım, (s. 1-7), Tokat.
- Aşcı, Ö. A., Babalık, Z., Demirci, T., Baydar, N. B., 2017. Alphonse Lavallée üzüm çeşidinde borik asit uygulamalarının bazı kalite kriterleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 12 (2):40-46.
- Atak, A., Altındışli, A., Özer, C., Kahraman, K. A., 2011. Melezleme ile elde edilen üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşit adaylarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Bahçe 40 (2): 1 – 11.
- Bekar, T., 2016. Şaraplık üzüm kalitesi üzerine yetiştiriciliğin etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(4): 255–264, 2016.



- Çelik, S., 2011. Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Cilt 1, 3. Baskı, Tekirdağ, 427s.
- Eren, F., Yağcı, A., 2015. Gemerek (Sivas) yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27 (Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, Özel Sayısı):s. 580-585, 2015.
- Ergül, A., Kazan, K., Aygün, H., Burak, B., Ayanoğlu, H., Kuden, A., Bayazıt, B., Çölekçioğlu, S., Akçay M. E., Yaşasın, A.S., Atak, A., Kocataş, H., Şahin, N., Tan, N., Öz, M. H., Karadoğan, B., Vurgun, H., Doğan, A., Demirtaş, İ., Öztürk, G., Pektaş, M., Söylemezoğlu, G., Çelik, H., Boz, Y., Özer, C. Akman, B., 2006. Ülkemizde ekonomik öneme sahip bazı meyve türleri ile asma gen kaynaklarının high-throughput moleküler yöntemlerle tanımlanması. 105G078, TAGEM-Tubitak projesi.
- Gerçekçioğlu, R., 2008. Meyveciliğin Ülke Ekonomisindeki Yeri. Genel Meyvecilik (Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları) Nobel Yayın Dağıtım, (s. 3-29), Ankara.
- Kamilioğlu, Ö., Üstün, D., 2014. Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinin Hasat Sonrası Kalite Özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 1(3): 361-368, 2014.
- Karataş, H. ve Ağaoğlu, Y. S., 2007. Bazı üzüm çeşitlerinin döl verimleri üzerine tozlayıcı Kalecik karası çeşidinin etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi. 2007, 13(3) 261-264.
- Kaya, M., 2018. Diyarbakır ili üzüm çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 123s.
- Kayalar, M., 2015. Tokat ilinde farklı yörelerde yetiştirilen Narince üzüm çeşidinden üretilen şarapların bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S.?
- Keskin, N., Yağcı, A., Keskin, S., 2013. Sivas-Gemerek yöresi üzümünün bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. YYÜ Tar. Bil. Derg., 2013, 23(3): 271-278.
- Sabır, A., 2015. Xenia and metaxenia in grapes: differences in berry and seed characteristics of maternal grape cv. 'Narince' (*Vitis vinifera* L.) as influenced by different pollen sources. Plant Biology, 17 (2): 567-573.
- Sağlam, H., Sağlam, Ö.Ç., Yağcı, A., Merken, Ö., Ünal, A., İnan, M.S., 2009. Ege bölgesi asma genetik kaynakları. 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 1, 18-22. (Tam Metin Bildiri/)(Yayın No:706160)
- Sağlam, H. ve Sağlam, Ö.Ç., 2018. Bilecik ili asma genetik kaynaklarının belirlenmesi. BAHÇE Dergisi, Özel sayı, Cilt 47, Yıl 2018, sayfa 279-286
- Serhat, M. İ., 2016. Iğdır yöresinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S.
- Şahin, G., 2016. Farklı tozlayıcıların Alphonse Lavallée (*V. vinifera* L.) üzüm çeşidinde tane tutumu ile tane ve çekirdek özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S.
- Şensoy, R.İ. G., Balta, F., 2010. Bazı üzüm çeşitlerinin Van ekolojik şartlarına adaptasyonu. YYÜ Tar Bil Derg., 2010, 20(3): 159-170.
- Tangolar, S., Şahan, E. ve Tangolar, S., 2013. Flame Seedless ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitlerinde bilezik alma ve salkım seyreltmesi uygulamalarının bazı salkım ve tane özellikleri üzerine etkisi. 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 25-28 Eylül 2013. PS-051. Konya.
- TÜİK, 2018. Bitkisel üretim istatistikleri. [https:// biruni. tuik. gov. tr/](https://biruni.tuik.gov.tr/). Erişim Tarihi: 26 Temmuz 2019.
- Uysal, T., Boz, Y., Yaşasın, A. S., Gündüz, A., Avcı, G.G., Sağlam, M., Öztürk, L., Kıran, T., Solak, E., 2016. Türkiye asma genetik kaynaklarının belirlenmesi, muhafazası ve tanımlanması üzerinde araştırmalar. Bahçe Özel Sayı: VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri-Cilt II: Sebzeçilik-Bağcılık-Süs Bitkileri.
- Ünal, M.S., Sevgin, N., 2017. İdil/Şırnak yöresi üzüm çeşitleri ve bazı ampelografik özellikleri. 2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2017).
- Yıldırım, M., 2019. Şırnak ili idil ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 134s.







Araştırma Makalesi/Research Article

## Çanakkale İli Ticari Süt Çiftliklerinde Aydınlatma Koşullarının Değerlendirilmesi

Arda Aydın<sup>1\*</sup>

Anıl Çay<sup>2</sup>

Burak Polat<sup>3</sup>

Aykut Or<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 17020-Merkez, Çanakkale, Türkiye.

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17020-Merkez, Çanakkale, Türkiye.

<sup>4</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, 17020-Merkez, Çanakkale, Türkiye.

\*Sorumlu yazar: araydin@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.03.2020

Kabul Tarihi: 17.11.2020

### Öz

Bu çalışmada süt hayvancılığı yapılan çiftliklerde kullanılan aydınlatma seviyelerinin uygunluğu ve ölçüm değerlerinin uluslararası standartlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma Çanakkale il sınırları içerisinde bulunan bir tanesi serbest duraklı sistemli, sağım hane doğumhane, revir gibi bölümleri bulunan modern bir hayvancılık işletmesinde diğeri ise daha çok geleneksel yöntemlerle faaliyetlerini devam ettiren bağlı duraklı sistem olan daha ilkel bir süt çiftliğinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma esnasında işletmelerin farklı bölümlerinde beş farklı noktadan ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler, aydınlatma düzeyinin incelenmesi açısından günün farklı zaman dilimlerinde gerçekleştirilmiştir. Gündüz yapay aydınlatmanın olmadığı A çiftliğinde saat 10.30 da B çiftliğinde ise saat 13.00 te ölçümler elde edilmiştir. Yapay aydınlatmanın kullanıldığı saatlerde ise A çiftliğinde saat 20.30, B çiftliğinde ise saat 22.00 de ölçümler alınmıştır. Her iki tesis içinde elde edilen veriler aynı gün içerisinde alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda yapay aydınlatmanın kullanıldığı saatlerde her iki işletmesinde bazı bölümlerinde standartın üzerinde aydınlatma enerjisi kullanıldığı, bazı bölümlerinde ise yetersiz aydınlatmanın kullanıldığı gözlemlenmiştir. ASAE standardına göre 500 lüks olması gereken aydınlanma seviyesi, A çiftliğinin sağımhane çukurunda ortalama olarak 1151,2 lüks olarak bulunmuştur. Geleneksel yöntemle üretim gerçekleştirilen B çiftliğinde ise bu değer 4.6 lüks olarak bulunmuştur. Oysaki ASAE standardı geleneksel çiftlikler için 200 lüks olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü üzere A çiftliğinde aydınlanma seviyesinin standardın çok çok üzerinde olduğu, B çiftliğinde ise standardın çok altında olduğu görülmektedir. Bu nedenle A çiftliğinde aydınlatma armatürlerinin azaltılması, B çiftliğinde ise artırılması gerektiği ortaya konarak ilgili çiftlik yöneticileri bu konuda bilgilendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hayvan refahı, aydınlatma, ahır, süt, hayvan sağlığı

## Evaluation of Lightning Conditions in Commercial Dairy Farms in Çanakkale Province Abstract

The aim of this study was to compare the suitability of the lighting systems used in dairy farms with the international standards. The study was carried out on a more primitive milk farm with a freestanding system in the province of Çanakkale. , in a modern livestock farm with sections such as milking parlor, infirmary, and the other in a stalled system, which continued its activities with traditional methods. During the study, measurement values were taken from 5 different points of the enterprises. In the study, measurement values were taken in different time periods in order to examine the lighting level. Measurements were taken at 10.30 for the A farm where no artificial lighting was carried out during the day and measurements were taken at 13.00 for the B farm. Measurements were taken at 20.30 hours on farms A and 22.00 hours on farms B on artificial farms. The data obtained in both facilities were taken on the same day. As a result of the measurements, it was observed that the lighting energy was used in some parts of the enterprises during the times of artificial lighting and some parts of the buildings were used with inadequate lighting. The results are compared with the standards and aimed to reach the correct lighting level. Average lighting was found as 1151.2 lüks in modern dairy farm while the ASAE standard was 500 lüks. Although, the ASAE standard was 200 lüks for primary dairy farms, the average lighting was found as 4.6 lüks. It was aimed to raise awareness of farmers about the missing lighting areas and what should be done as a result of these determinations. As can be seen from the results, it is seen that the level of enlightenment in farm A is far above the standard, and far below the standard in farm B. For this reason, it was revealed that the lighting fixtures should be reduced in farm A and increased in farm B, and the relevant farm managers were informed on this issue.

**Keywords:** Animal welfare, lighting, barn, milking, animal health



## Giriş

Güneş ışığı dünyadaki tüm canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi, günlük ve mevsimsel döngülere uyum sağlayabilmesi açısından oldukça önemlidir (Wright ve Shelford, 2013). Gün ışığı ile birlikte yapay aydınlatmanın önemi birçok bilim insanı tarafından araştırılmış ışığın özellikle çiftlik hayvanlarının bulunduğu ortamın mikro ikliminin temel bileşenlerinden biri olduğu ayrıca hayvanların aynı türden arkadaşları ile teması noktasında hayvan refahının en önemli unsurlarından biri olduğu ortaya konmuştur (Mitev, 2012; Ulimbashev, 2011).

Işık yoğunluğunun etkilerinin belirlenmesi amacıyla, yapay aydınlatma, yıl boyunca yumurta üretiminin aydınlatma değişikliği ile kontrol edildiği endüstriyel üretim sistemlerinde yetiştirilen kümes hayvanlarında, üreme dönemini uzatmak veya yeniden başlatmak için at yetiştiriciliğinde, süt sığırcılığında süt verimini ve hastalık direncini arttırmak için kullanılmıştır (Phillips ve Schofield, 1989; Dahl ve ark., 2000). Bununla birlikte aydınlatmanın hayvan morfolojisi, fizyolojisi ve davranışı üzerindeki etkileri (Rendic, 2002; Hayes, 2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile ortaya konmuştur. Işık yoğunluğu ve süresi ineklerin sağlık ve yaşam süreleri için büyük önem taşımaktadır (Dole ve ark., 2002).

Araştırmacılara göre, inekler karanlık yerlere nazaran ışığı tercih etmektedirler. Muhtemelen, daha iyi aydınlatma, inekler arasındaki görsel temas, sosyal hiyerarşi oluşumuna ve travmatizmanın önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu durum, araştırmacıların ve çiftlik ekipmanı üreticilerinin mümkün olan en iyi aydınlatma ve mikro iklim için teknolojiler geliştirmesine ve uygulamasına ve böylece optimum yetiştirme koşullarını sağlmasına neden olmuştur (Sístková ve ark, 2010). Hayvan tesislerinin uygun şekilde aydınlatılması, çiftlik hayvanları için hem hayvan refahı hem de güvenli, sağlıklı çalışma koşulları için önemlidir (Belyaev ve Gorbunova, 1973; Miteva, 2012).

Işığın etkisi altında, retinaların fotoreseptörleri uyarılmaktadır. Ayrıca, sinir impulsu, bir dizi interneuronal retinohipotalamik bağlantı yoluyla epifiz bezine inhibe edici bir sinyale dönüştürülmektedir (Rieter, 1991). Epifiz bezi bir dizi hormon salgılar, ancak uzun süreli ışık uyarımı melatonin sentezini azaltmaktadır (Rieter, 1980; Petkov ve ark, 2000). Işık, melatonin sentezi için birincil enzim olan N-asetil-transferaz üretimini de engellemektedir (Illnerova ve Sumova, 1997).

Melatonin üretimi uyku sırasında ve günün karanlık saatleri arttığında yükselmektedir. Melatonin metabolizmanın yavaşlamasına neden olmakta, aynı zamanda vücut yağ içeriğini arttırmakta ve hayvanların üretkenliğini de azaltmaktadır. Dahl'a (2003) göre hayvanların vücudu (inekler dahil) diğer hormonların salgılanmasındaki değişiklikleri modüle etmek için melatonin konsantrasyonundaki değişiklikleri kullanabilir. Süt ineklerinde uzamış aydınlatmanın, insülin benzeri büyüme faktörünün (IGF-) salgılanmasının artmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (Dahl ve ark., 1997). Ayrıca, ineklerde daha yüksek IGF'nin süt veriminin artmasına neden olduğu ortaya konmuştur (Dahl, 2003). Bununla birlikte, Phillips ve Schofield'e (1989) göre hayvanlarda ışığa bağlı değişiklikler çoğunlukla kan glukokortikoid konsantrasyonlarına bağlıdır. Peters ve ark. (1981), doğal ışık koşullarında (9 12 saat) yetiştirilen ineklere kıyasla, artmış aydınlatma süresi altında (16 Işık: 8 Koyu) yetiştirilen ineklerde tirotropinileasing hormonundan türetilen 1.5 ila 1.8 kat daha yüksek prolaktin seviyelerini kanıtlamışlardır. Bu durumda mantıksal olarak artan aydınlatmanın süt ineklerinde yüksek süt verimine dönüşeceğini ortaya koymaktadır.

Süt verimindeki artışın yanı sıra uzun aydınlatmanın düvelerin ve ineklerin büyümesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Uzun günlerin olduğu aylarda düvelerin daha iyi vücut büyümesi sergilediği ve daha erken cinsel olgunluğa ulaştığı kanıtlanmıştır (Dahl ve ark.2000). Ayrıca, güneş ışığı ve ultraviyole radyasyonun, büyük ruminantların sağlığı için faydalı olduğu ve çok yüksek ortam sıcaklığı olmaması koşuluyla üretkenliklerini de arttırdığı ortaya konmuştur (Varlyakov, 1999).

Tamamlayıcı yapay ışığın ve süre ve yoğunluk olarak özelliklerinin süt ineklerinin davranışının tüm yönleri üzerindeki etkisi ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Örneğin, araştırmacılar, ineklerin ahırın karanlık alanlarına karşı ışığın belirgin bir afiniteye sahip olduğunu ve beslenme yolunda yeterli ışık olmaması durumunda, yem alımının azalmasına neden olan önemli bir stres kaynağı olduğunu göstermiştir (Phillips ve ark. 1998). Dahl ve ark. (2000) ve Dahl (2005), ise ışığın ineklerde süt üretimini uyardığı, artan enerji gereksinimlerinin beslenme davranışını baskın hale getirdiğini ve daha fazla yem tüketimine neden olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, yıllarca süren araştırmaların ardından endüstriyel üretim sistemlerinde, yem alımı ve dönüşümü ve dolaylı



olarak verimliliğin, gruptaki fizyolojik durum ve hiyerarşiden mevsimden ve aydınlatmadan etkilendiği ortaya konmuştur (Varlyakov, 1991, 1993, 2007, 2010a, 2010b).

Işık süresinden etkilenen bir diğer önemli faktör, günlük beslenme için harcanan zamandır. İneklerin beslenme amaçlı ziyaretleri büyük ölçüde aydınlatma süresine bağlıdır (Karvetski ve ark. 2006). Araştırmacılar, artmış aydınlatma koşullarında yetiştirilen süt ineklerinin, kısa aydınlatma altında yetiştirilen ineklere kıyasla daha düzenli olarak dağılmış olan daha uzun beslenme aktivitesi sergilediğini göstermiştir. Bu, araştırmalar göz önüne alındığında, aydınlatma özellikle, ahır tasarımı ve beslenme alanı yönetiminde dikkate alınabilir. Bodurov (1979), doğal veya yapay aydınlatma ile elde edilen artmış aydınlatmanın (16 L: 8 D) ineklerin süt verimini %13 ve süt yağı içeriğini ise %0,3 oranında arttırdığını bildirmiştir. Bu çalışmada sığırlarda artan süt yağı, daha önce tarif edilen fizyolojik olaylarla çelişmektedir, çünkü sonuç olarak daha uzun aydınlatma ile indirgenmiş melatonin vücut yağ metabolizmasını inhibe etmektedir. Araştırmada, süt yağının artmasının en olası nedeni olarak daha yüksek yem alım seviyesi ve özellikle mısır silajı görülmektedir. Çünkü bu araştırmanın aksine Stanisiewski ve ark. (1985) ve Phillips ve Schofield (1989), ek ışık altında (16 L: 8D) yetiştirilen ineklerde süt yağının azaldığını göstermişlerdir.

Aydınlatmanın süt verimi ve üretilen sütün kalitesi üzerindeki belirgin etkisine rağmen, çiftçiler ineklerin sağlığını korumayı hedeflemelidir. Kuru dönemdeki kısa aydınlatma, doğum sonrası ilk 10 gün boyunca düşük mastitis ve metrit oluşumu ile ineklerin bağışıklık sistemini güçlendirmektedir (Auchtung ve ark. 2003). Ulimbashev (2011) emzirme döneminde en yüksek verimin ve iyi sağlık durumunun 150 lx'lük ışık yoğunluğu altında ve kontrol grubuna göre %14,8'lik daha fazla süt üretimi ile elde edildiğini göstermiştir. Bu durum, 150 lx'lük bir aydınlatmanın, süt veren ineklerin fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamak için optimum ışık akısı olarak kabul edilebileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar 100, 150 ve 200 lx ışık kaynaklarıyla gerçekleştirilen deneylerde elde edilmiş olup optimum ışık yoğunluğunun 200 olmadığına özellikle dikkat edilmelidir. Çünkü, aşırı parlak ışığın hayvanlar tarafından bir stres verici olarak algılanması olumsuz bir etkiye sahiptir (Rist ve ark. 1974).

Tüm bu araştırmalar, aydınlatmanın hem geleneksel hem de modern süt çiftliklerinde inekler ve süt çiftlikleri açısından ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bakımdan bu çalışmanın amacı, Çanakkale ili içerisinde yer alan, geleneksel ve modern üretim gerçekleştirilen süt çiftliklerinde ki aydınlatma koşullarının değerlendirilmesidir.

### **Materyal ve Metot**

Araştırma materyali olarak Çanakkale il çevresinde bulunan yarı açık serbest duraklı modern süt üretim tesisi ve geleneksel yöntemlerle ile süt üretimi gerçekleştiren iki adet üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin mevcut aydınlatma düzeylerinin ölçümü yapılmıştır. Ölçüm değerlerini işletmelerin farklı bölümlerin sağıma hane, revir, hayvanların gezindiği alanlarda, doğumhane, yem depolarında, süt depolama alanlarında, ineklerin bekleme alanlarından farklı noktalarından elde edilen ölçümlerle sağlanmıştır. Bu incelemeler sonucunda elde edilen değerleri, süt tesislerindeki ASAE EP344.3 (Lighting Systems for Agricultural Facilities – Tarımsal Tesisler için Aydınlatma Sistemleri) standardı ile belirlenen referans aydınlık düzeyi seviyeleri ile karşılaştırılarak doğru aydınlık seviyelerinin verimli aydınlatma cihazlarıyla elde edilmesinin enerji üzerine olası etkisi konusunda tavsiyelerde bulunulmuştur.

### **Denemede kullanılan Cihazlar:**

Çalışmada tesislerdeki mevcut aydınlatmayı ölçmek için ANEMOMETER PCE-EM 888 farklı değerler ölçümü yapan cihazdan yararlanılmıştır. Ürünün katalog değerleri aşağıda verilmiştir.

PCE-EM 888, hava koşullarını ve ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemlerinin performansını izlemek için ideal taşınabilir bir el tipi anemometredir (Şekil 1). Bu çok fonksiyonlu dijital cihaz, rüzgar hızını, hacimsel hava akışı, sıcaklık, bağıl nem, ışık ve barometrik basıncı ölçmek için kullanılır. Yüksek hassasiyetli K tipi termokupl sensörü, hızlı sıcaklık ölçümü sağlar. Pervane ise doğru rüzgar hızı ölçümlerini sağlar. Rüzgar hızını ölçerken, cihaz daima hava akışının sıcaklığını ölçer. İklim sayacı da bağıl nem algılayıcısına sahiptir. Monolitik sikon esaslı basınç sensörü, barometrik veya atmosferik basıncın ölçülmesini sağlar. Işık sensörü, bu çok fonksiyonlu anemometrenin işlevlerini tamamlar. Aydınlatma değerlerini ölçmeden cihazı etkin şekilde kullanabilmek için kullanma talimatları dikkate alınarak kurulum işlemleri yapılmıştır. Gerekli

kurulumlar yapıldıktan sonra ölçüm işlemlerini gerçekleştirmek için işletme sahasında inilmiştir. Tesisin farklı alanlarında gerçek sonuçlar alabilmek için 5 farklı noktadan ölçüm yapılarak ölçme işlemi tamamlanmıştır.

Çizelge 1. ASAE EP344.3 standartları.

Çalışma Alanı	Önerilen Aydınlanma Düzeyi <sup>1</sup>	Lüks	Katsayı Kullanım Tahmini <sup>2</sup>	Lamba Çıkışı Lm/sqft <sup>3</sup>	Etkinlik (Lm/W) <sup>4</sup>	Gerekli Güç W/sqft <sup>5</sup>	Önerilen Armatür <sup>6</sup>
<b>Sağım Merkezi</b>							
Sağımhane, genel aydınlatma	Fc	Lüks					
Sağımhane, genel aydınlatma	20	200	35	57	94	57/94=0.61	Psmh
Operatör çukuru (inek memesi)	50	500	30	167	96	1.7	Psmh
İnek dönüş geçitleri	20	200	35	57	92	0.62	Psmh
İnek bekleme alanı	10	100	35	29	92	0.31	Psmh
<b>Süt odası</b>							
Genel aydınlatma	20	200	35	57	89	0.64	Flor 8
Ekipman yıkama alanı	100	1000	40	250	89	2.8	Flor 8
Dökme tankı/iç silo	100	1000	80	125	82	1.5	
<b>Hizmet/Ekipman Odası</b>							
Genel aydınlatma	20	200	30	67	89	0.75	Flor 8
Ekipman Tamir ve Bakımı	100	1000	45	220	25	8.9	Halojen
<b>Annelik/Bakım alanları</b>							
Genel aydınlatma	20	200	30	67	96	0.69	Psmh
Tedavi veya ameliyat	100	1000	50	200	25	8.0	Halojen
Sığır sınırlandırma alanları (içeride)	20	200	30	67	96	0.69	Psmh
Sığır sınırlandırma alanları (dışarıda)	1	10	20	3.3	115	0.03	Ybs
<b>Besin Depolama alanları</b>							
Tahıl ambarı sahası	5	50	20	25	115	0.22	Ybs
Emtia binaları	10	100	25	40	115	0.35	Ybs

<sup>1</sup> Kaynak: Tarım Tesisleri için ASAE Aydınlatma Sistemleri (taslak)

<sup>2</sup> En az yüzde 65'i direkt aşağı ulaşan aydınlatma armatürlerinin kullanım katsayısı

<sup>3</sup> Önerilen aydınlatma seviyesini karşılamak için gereken lamba çıkışı, lümen/sqft

<sup>4</sup> Seçilen lambanın lümen çıkışı, her Watt başına nominal lümen miktarı

<sup>5</sup> Her sqft için seçilen lamba için gerekli watt miktarı

<sup>6</sup> Psmh – pulse start metal halide, Flor 8- Floresan T8, Ybs – yüksek basınçlı sodyum

1 fc = 10.7639104167 lux (Lm/m<sup>2</sup>), 1 sqft = 0.09290304 m<sup>2</sup>, 1 ft = 0.3048 m



Şekil 1. Pce-Em 888 anemometer taşınabilir el tipi çok fonksiyonlu dijital cihaz/ rüzgar hızı, hacimsel hava akışı, sıcaklık, bağıl nem, ışık ve barometrik basınç ölçer

## Bulgular ve Tartışma

### Araştırma Verileri

Araştırma kapsamında süt üretim tesisine aydınlanma düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan ölçüm değerlerini sonucunda elde edilen değerleri uluslararası ASAE EP344.3 standardına göre önerilen aydınlatma seviyeleriyle karşılaştırılmıştır (Çizelge 1).

### Verilerin alındığı A çiftliği

Araştırma kapsamında ölçüm yapılan A işletmesinde 3000 baş sağır ineğin bulunduğu, serbest duraklı bekleme alanına sahiptir ve 6 ahırdan oluşan hayvanların kaldığı ağıl bulunan, 50 inek sağma kapasiteli sağım ünitesi, sağılan sütün pastörize odası, süt depolama alanı, buzağı bakım ünitelerinde, revir, yem depolama alanlarından yaptığımız ölçümleri ve elde ettiğimiz değerleri gerçek değerlerle karşılaştırarak aydınlatma düzeyinin yeterli olup olmadığını sonucunu elde etmiş olacağız.

Çizelge 2. A çiftliğinde sağım hane genel aydınlatma elde edilen değerler

Saat	Ölçüm alınan Noktalar	Ölçülen Değerler (Lüx)	Ortalama Değer (Lüx)	ASAE EP344.3 Önerilen (Lüx)
10:30	1	404	546.2	500
	2	837		
	3	1000		
	4	204		
	5	286		
20:30	1	1300	1151.2	500
	2	1200		
	3	1140		
	4	1162		
	5	954		

A çiftliğinin sağım hane çalışma alanında ölçümler sonucunda elde edilen veriler sonucunda gerçek değerlerle karşılaştırıldığı zaman sağım hanede ölçülen aydınlanma düzeyi (lüx) gerçek değerden fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Ölçüm değerleri iki farklı zaman diliminde gerçekleştirilip elde edilen verilerin gündüz ve gece elde edilen değerler ile farklılık olup olmadığı da ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre saat 10.30 ta yapılan aydınlanma düzeyi ortalama değeri 546.2 (lüx) ölçülmüştür ve ASAE EP344.3 Önerilen (lüx) değeri 500 olarak belirtilmiştir. Akşam saat 20.30 ta yapılan ölçümlerde ise ortalama sağım hane aydınlanma değeri 1151.2 (lüx) olarak belirlenmiştir ve ASAE EP344.3 Önerilen (lüx) değeri 500 olarak belirtilmiştir. Hayvan refahı için önemli olan aydınlanma faktörü A tesisinin normalden fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu tablo tesiste fazla enerji sarfiyatına neden olabilir.



Şekil 2. A çiftliğinde gece sağım hane görüntüsü



A çiftliğinde sağım haneye ait gece görüntüleri Şekil 2’de gündüz görüntüleri ise Şekil 3’te görülmektedir. A çiftliğinde süt depolama alanında elde edilen sonuçlar doğrultusunda saat sabah 10.30 ta yapılan ölçümler sonucunda aydınlanma düzeyi ortalama değeri 59.6 (lüx) olduğu belirlenmiştir ve ASAE EP344.3 Önerilen değer 200 (lüx) olarak tespit edilmiştir ve standartların altında olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. A çiftliğinde süt depolama alanında yapılan ölçümler

Saat	Ölçüm alınan Noktalar	Ölçülen Değerler (Lüx)	Ortalama Değer (Lüx)	ASAE EP344.3 Önerilen (Lüx)
10:30	1	4	59.6	200
	2	217		
	3	53		
	4	10		
	5	14		
20:30	1	140	76.4	200
	2	55		
	3	70		
	4	60		
	5	57		

Akşam saat 20.30 ta yapılan ölçümde ise ortalama aydınlanma düzeyi 76.4 (lüx) olarak belirlenmiştir ve ASAE EP344.3 Önerilen değer 200 (lüx) olarak tespit edilmiştir ve standartların altında olduğu gözlenmiştir. A çiftliğinde süt depolama alanına ait görüntüler Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3. A çiftliğinde sağım hane gündüz görüntüleri

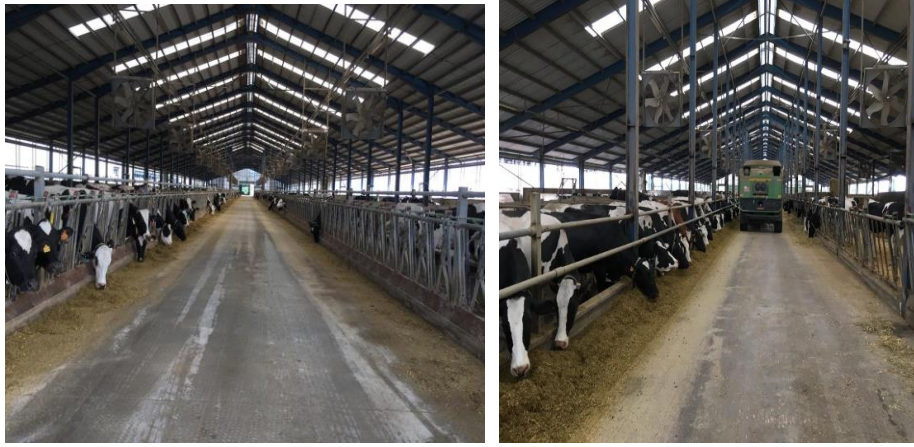


Şekil 4. A çiftliği süt depolama alanı

Çizelge 4. Hayvanların kaldığı alanda ölçülen aydınlanma değerleri

Saat	Ölçüm alınan Noktalar	Ölçülen Değerler (Lüks)	Ortalama Değer (Lüks)	ASAE EP344.3 Önerilen (Lüks)
10 : 30	1	2390	1561.4	150-200
	2	1342		
	3	1280		
	4	1320		
	5	1475		
20 : 30	1	22	18.4	150-200
	2	18		
	3	30		
	4	10		
	5	12		

A çiftliğinde hayvanların bekleme alanında elde edilen sonuçlar doğrultusunda saat sabah 10.30 ta yapılan ölçümler sonucunda aydınlanma düzeyi ortalama değeri 1561.4 (lüx) olduğu belirlenmiştir ve ASAE EP344.3 Önerilen değer 150-200 (lüx) olarak tespit edilmiştir ve standartların üstünde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4). Akşam saat 20.30 ta yapılan ölçümde ise ortalama aydınlanma düzeyi 18.4 olarak belirlenmiştir ve ASAE EP344.3 Önerilen değer 150-200 (lüx) olarak tespit edilmiştir ve standartların altında olduğu gözlenmiştir. A çiftliği hayvanların kaldığı alanların gündüz görüntüleri Şekil 5 te gece görüntüleri ise Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 5. A çiftliği hayvanların kaldığı alanların gündüz görüntüleri



Şekil 6. A çiftliğinde hayvanların kaldığı alanın gece görüntüleri

### Verilerin Alındığı B Çiftliği:

Araştırma kapsamında ölçüm alınan B işletmesi 20 büyükbaş hayvana sahiptir ve daha çok geleneksel yöntemlerle uygulama faaliyetlerini sürdürmektedir. İşletmede bağlı duraklı barınak tipi mevcut olup modern tesislerin içerisinde bulunduğu alanların hepsi bünyelerinde bulunmayıp daha az alanla gerekli olan işlemleri yürütme faaliyeti sürdürmektedir. B çiftliğinde bölümünde yapılan ölçümler iki farklı zaman diliminde yapıp saat 13.00 da yapılan ölçümünde aydınlanma düzeyi 2745.2 (lüx) olup ASAE EP344.3 önerilen aydınlanma düzeyi 200 (lüx) şiddetinde olması önerilmektedir (Çizelge 5). Elde edilen değer standartın çok üzerinde olduğu görülmekte ama gece saat 22.00 da yapılan ölçümde elde edilen değerde ise standartın çok altında olduğu görülmektedir. Bunu sebebi ise çiftçimiz sağımalarını gün ışığından faydalandığı için gerek duymamaktadır fakat hayvanların refahı göz ardı edilmektedir.

Çizelge 5. B çiftliği sağım hanede ölçülen aydınlatma değerleri

Saat	Ölçüm alınan Noktalar	Ölçülen Değerler (Lüx)	Ortalama Değer (Lüx)	ASAE EP344.3 Önerilen (Lüx)
13:00	1	27	2745.2	200
	2	4470		
	3	2700		
	4	3400		
	5	3129		
22:00	1	3	4.6	200
	2	0		
	3	5		
	4	8		
	5	7		



Şekil 7. B çiftliği sağımhane görüntüleri

B çiftliği sağım hane görüntüleri Şekil 7’de, hayvanların kaldığı alanlara ait görüntüler ise Şekil 8’de görülmektedir. B çiftliğinde yapılan ölçümler sonucunda gündüz aydınlatma düzeyi 1065 (lüx ) olup ASAE EP344.3 Önerilen aydınlanma düzeyi 200 (lüx) şiddetinde olması önerilmektedir (Çizelge 6). Gece yapılan ölçümde ise 4.4 ( lüx değerinde olan aydınlatma değeri standartın çok altındadır.

Çizelge 6. B çiftliğinde hayvanların kaldığı alanda ölçülen aydınlanma değerleri

Saat	Ölçüm alınan Noktalar	Ölçülen Değerler (Lüks)	Ortalama Değer (Lüks)	ASAE EP344.3 Önerilen (Lüks)
13:00	1	410	327	200
	2	360		
	3	270		
	4	328		
	5	267		
22:00	1	0	4.4	200
	2	4		
	3	7		
	4	3		
	5	8		



Şekil 8. B çiftliğinde hayvanların kaldığı alandaki görüntüler

Çizelge 7. Çiftlikler arası istatistiksel analiz sonucu

Sağım Hane Aydınlatma Verileri			Hayvanların Kaldığı Alan Aydınlatma Verileri		
	A Çiftliği	B Çiftliği		A Çiftliği	B Çiftliği
1.Bölge	404	2700	1.Bölge	2390	410
2.Bölge	837	4470	2.Bölge	1342	360
3.Bölge	1000	2700	3.Bölge	1280	270
4.Bölge	204	3400	4.Bölge	1320	328
5.Bölge	286	3129	5.Bölge	1475	267
Ortalama	546.2	3279.8	Ortalama	1561.4	327
Standart Sap.	351.9676	729.0577481	Standart Sap.	468.9454	60.88514
ASAE EP344.3	500	500	ASAE EP344.3	150-200	150-200

Çanakale ili çevresinde bulunan A işletmesinde sağım hane meme seviyesinde yapılan aydınlatma düzeyi 10.30 ta ortalama değeri 546,2 (lüks) şiddetinde olduğu tespit edilmiştir ve ASAE EP344.3 önerilen aydınlanma düzeyi 500 (lüks) belirtilmiştir. Çanakale de bulunan A işletmesinde ortalamanın üzerinde olduğu ortaya çıkmıştır. Her iki işletmede de söz konusu kısımların 5 farklı bölgesinde hem sabah hem de akşam olacak şekilde ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerin karşılaştırılması noktasında sürekli istatistik dağılımlarından biri olan Student t-dağılımı(T-dağılımı) ile sonuçlar karşılaştırılabilecektir. Örneklem sayısının küçük ( $n < 30$ ) olduğu durumlarda T-dağılımı





kullanmak en etkili çözümü vermektedir. Bundan dolayı hem sağım hane hem de hayvanların kaldığı alanlarda sabah yapılan aydınlatma ölçümleri çalışmamızda da ifade ettiğimiz gibi aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

Çizelge 7’deki veriler dikkate alındığında,

$$t_v = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n} - \frac{S_2^2}{m}}},$$

$\bar{X}_i$  : Ortalamalar  
 $S_i^2$  : Standart sapmalar  
 $\mu_i$  : Populasyon ortalaması  
 $n, m$  : Gözlem sayıları

İstatistiği her iki kitlenin normal dağılımına sahip olması halinde en yakın tam sayıya eşit alınan

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n} + \frac{S_2^2}{m}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n}\right)^2}{n-1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{m}\right)^2}{m-1}}$$

Serbestlik derecesi ile yaklaşık olarak T-dağılımına sahip olur. Çalışmamızda her iki çiftlikten yapılan örnek sayısı eşit ( $n = m = 5$ ) olduğundan serbestlik derecesi  $v = n - 1$  olarak alınır. Sağım hane de yapılan aydınlatma ölçümlerine göre T-testi yardımıyla serbestlik derecesi 4 olduğundan T-tablosundaki değer yani kritik bölge  $t > t_{1-\alpha} = t_{0,95} = 2,1318$  dir. Öte yandan

$$t_v = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (0)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n} - \frac{S_2^2}{m}}} = 0,000337$$

olur. Olasılık değerimiz 0,005 ten küçük olduğundan  $H_0$  reddedilir. Bu da ortalamalar arasında fark olduğunu bu karşılaştırmanın anlamlı ve bilimsel bir karşılaştırma olduğunu göstermektedir.

Benzer biçimde hayvanların kaldığı alanlar da yapılan ölçüm değerleri dikkate alındığında excel yardımıyla yapılan T-testi sonucuna göre 0.003871 edilmektedir. Dolayısıyla hayvanların kaldığı alanlar da yapılan ölçümler bakımından A çiftliği ile B çiftliğinin karşılaştırılmasının yapılması sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür. Araştırma bulgularından görüldüğü üzere A çiftliğinde aydınlanma seviyesinin standardın çok üzerinde olduğu, B çiftliğinde ise standardın çok altında olduğu görülmektedir. Bu nedenle A çiftliğinde aydınlatma armatürlerinin azaltılması, B çiftliğinde ise artırılması gerektiği ortaya konarak ilgili çiftlik yöneticileri bu konuda bilgilendirilmiştir. Ancak, mevcut sistemler üzerinde değişikliğe gitmenin getirdiği maliyetlerden kaçınılması bakımından, ASAE standartları çiftliklerin kurulum aşamasında dikkate alınmalı ve armatür seçimleri bu standartlara göre gerçekleştirilerek uygun aydınlanma seviyelerinin elde edilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

## Sonuç

Araştırma bulgularından görüldüğü üzere A çiftliğinde aydınlanma seviyesinin standardın çok üzerinde olduğu, B çiftliğinde ise standardın çok altında olduğu görülmektedir. Bu nedenle A çiftliğinde aydınlatma armatürlerinin azaltılması, B çiftliğinde ise artırılması gerektiği ortaya konarak ilgili çiftlik yöneticileri bu konuda bilgilendirilmiştir. Ancak, mevcut sistemler üzerinde değişikliğe gitmenin getirdiği maliyetlerden kaçınılması bakımından, ASAE standartları çiftliklerin kurulum aşamasında dikkate alınmalı ve armatür seçimleri bu standartlara göre gerçekleştirilerek uygun aydınlanma seviyelerinin elde edilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2018-2771 proje numarası ile desteklenmiştir. Araştırmacılar projeye maddi destek sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkürlerini sunarlar.

## Kaynaklar

- Auchtung, T.L., Morin, D.E., Mallard, C.C., Dahl, G.E., 2003. Photoperiod manipulation during the dry period: effects on general health and mastitis occurrence. Proceeding of the National Mastitis Council Annual Meeting. Ft Worth TX Jan 26 29th, 2003.
- Belyaev, V., Gorbunova, E. 1973. Effect of lightning in premises on milk yield of cows. Veterinaria, 11: 29 31.



- Bodurov, N., 1979. Effect of supplementary artificial illumination with visible rays on some biochemical parameters in the blood serum, milk production and fertility in cows during lactation. *Veterinarnomedicinski Nauki*, 16: 58 65.
- Dahl, G.E., Elsasser, T.H., Capuco, A.V., Erdman, R.A., Peters, R.R., 1997. Effect of long day photoperiod on milk yield and circulating insulin-like growth factor-1. *J. Dairy Sci.*, 80: 2784 2789.
- Dahl, G.E., Buchanan, B.A., Tucker, H.A., 2000. Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. *J. Dairy Sci.*, 83: 885 893.
- Dahl, G.E., 2003. Photoperiod management of dairy cattle for performance and health. *Adv. Dairy Technol.*, 15: 347 353.
- Dahl, G., 2005. Let there be light: Photoperiod management of cows for production and health. *Proceedings 42nd Florida Dairy Production Conference, Gainesville, May 3, Pp. 35 41.*
- Dole al, O., erná, D, Kní ek, J., 2002. *Komfortní ustájení vysokoproduk ních dojnic (Comfortable environment of high yielding cows)*. Prague, VÚ V Prague.
- Hayes, A.W., 2007. *Principles and methods of toxicology*, 5 th edn. Informa Healthcare, New York, Pp. 1070 1071.
- Illnerova, H., Sumova, A., 1997. Photic entrainment of the mammalian rhythm in melatonin production. *J. Biol. Rhythms*, 12: 547 555.
- Karvetski, K.E., Velasco, J.M., Reid, E.D., Salak-Johnson, J.L., Dahl, G.E., 2006. Behavioral time budget of dry cows: Photoperiod alters distribution of maintenance behaviours. *J. Anim. Sci.*, 84(Suppl. 1): 410.
- Mitev, Y., 2012. *Contemporary aspects of welfare in dairy cattle farms, Stara Zagora*. 280 Pp.
- Miteva, Ch., 2012. *Hygienic aspects of freerange production systems for dairy cows*. Monograph, Academic Publishing House of the Trakia University.
- Peters, R.R., Chapin, L.T., Emery, R.S., Tucker, H.A., 1981. Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplemented light. *J. Dairy Sci.*, 64: 1671 1678.
- Petkov, A., Enev, E., Sivkova, K., Varlyakov, I., 2000. *Textbook of animal physiology*.
- Phillips, C.J.C., Schofield, S.A., 1989. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Product.*, 48: 293 303.
- Phillips, C.J.C., Lomas, C.A., Arab, T.M., 1998. Differential response of dairy cows to supplementary light during increasing or decreasing daylength. *Anim. Sci.*, 66: 55 63.
- Rendic, S., 2002. Summary of information on human CYP emzymes: Human P450 metabolism data. *Drug Metabolism Reviews*. New York, Informa Healthcare, 1 2: 83 448.
- Rieter, R.J., 1980. The pineal and its hormones in the control of reproduction in mammals. *Endocrine Rev.*, 1: 109 131.
- Rieter, R.J., 1991. Pineal melatonin, cell biology of its synthesis and of its physiological interactions. *Endocrine Rev.*, 12: 151 180.
- Rist, M., Berthoud, A., Heusser, H., 1974. *Über Belichtung und Beleuchtung in Ställen, under besonderer Berücksichtigung der Belichtuhsverhältnisse in neueren schweizerischen Rindvichställen*.
- Sistkova, M., Peterka, A., Peterka, B., 2010. Light and noise conditions of buildings for breeding dairy cows. *Res. Agric. Eng.*, 56(3): 92 98.
- Stanisiewski, E.P., Mellenberger, R.W., Anderson, C.R., Tucker, H.A., 1985. Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 68: 1134 1140.
- Ulimbashev, M. 2011. More light more milk (effect of lightning of barns on milk production of cows). *Animal Husbandry in Russia*, N. 9 - 51.
- Varlyakov, I., 1991. A study on the eating behaviour of lactating cows by a recording apparatus. *Proceedings of the 7th International Congres on Animal Hygiene, Leipzig, Germany. 20 24 August 1991, Vol. III, Pp. 1101 1106.*
- Varlyakov, I., Tosev, A., Sivkova, K. 1993. Ethological assessment of free-range cattle production system on deep permanent litter. I. Feeding behaviour, rest, locomotion. *Anim. Sci. (Sofia)*, 7: 10 16.
- Varlyakov, I., 1999. *Cattle Behaviour*. In: *Animal Behaviour. Book of Ethology*. KOTA, Stara Zagora, Pp. 59 90.
- Varlyakov, I., Dinev, D., Radev, V., Slavov, T., 2007. Ethological evaluation of large measured building for dairy cows reared in individual cubicles. *Trakia J. Sci.*, 5(1): 52 58.
- Varlyakov, I., Radev, V., Slavov, T., Grigorova, N., 2010a. Ethological evaluation of a building for free housing of dairy cows. I. Behavioral activities in the summer. *Trakia J. Sci.*, 8(Suppl.1): 222 229.
- Varlyakov, I., Slavov, T., Grigorova, N., 2010b. Ethological evaluation of a building for free housing of dairy cows. II. Behavioural activities in the winter. *Agric. Sci. Technol.*, 2(1): 14 21.
- Wright, J., Shelford, T., 2013. Light spectrum and its implications on milk production. *Dairy business*, Pp. 27 28.







Araştırma Makalesi/Research Article

## Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Growth, Nutrient Uptake and Physiological Parameters in Sugar Beet under Different Irrigation Levels

Ramazan Çakmakçı<sup>1\*</sup> 

Halit Karagöz<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup>Eastern Anatolia Agricultural Research Institute, Erzurum; Turkey

\*Corresponding author: rcakmak@atauni.edu.tr

Received: 02.10.2020

Accepted: 01.12.2020

### Abstract

Two experiments were conducted to investigate the of nine ACC deaminase-containing, IAA-producing, N<sub>2</sub>-fixing and/or P-solubilizing bacteria, on the growth, yield, chlorophyll, macro- and micro-nutrient content, and selected morpho-physiological parameters of sugar beet, under five irrigation levels (150%, 100%, 75%, 50%, and 25% of water-holding capacity). The research was established according to factorial arrangement in randomized block experimental design of five water regimes, eleven treatments and five replications. The experiment was set up in two sets; and the first set was harvested after 65 days and the second set was done after 130 days. Inoculation with multi-traits bacteria stimulated overall plant growth, including sugar content, root and leaf yield and the leaf chlorophyll contents, and macro- and micro-nutrient uptake, which might partly contribute to the activation of the processes involved in the alleviation of the effect of water stress. According to the results, under water constraint at the level of 75, 50 and 25% of water-holding capacity, beet yield parameters BF4, BF6, Bio-organic and mineral fertilizer was found effective. As an average of the five water regimes, bacterial formulations increased dry storage root weight by 6.5-27.7% and 9.1-27.3% and dry leaf weight by 6.1-26.7% and 3.9-25.8% at the first and second trials, whereas, mineral fertilizers (NP) and bio-organic fertilizers increased dry storage root weight by 24.5% and 9.3-15.5% and 20.2 and 9.2-15.2%, and dry leaf weight by 23.5% and 11.7-23.2% and 22.2% and 3.3-21.9%, respectively, compared with control. Moreover, water stress in sugar beet plants was alleviated partially by the inoculation with bacterial strains. Our results provide strong evidence that the role of bacteria in the performance of sugar beet plants in the stressful environment of soils not only the improved plant growth, yield, and macro- and micro-nutrient content, but also the alleviation of water deficit and waterlogging stress.

**Keywords:** Water stress, nutrients uptake, bacteria, enzyme activity, hydrogen peroxide, malondialdehyde

### Farklı Sulama Rejimlerinde Bitki Gelişmesini Teşvik Eden Bakterilerin Şeker Pancarı Gelişme, Besin Alımı ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi

#### Öz

Bu araştırma; beş farklı sulama rejimi altında (su tutma kapasitesinin %150, %100, %75, %50 ve %25'i), ACC deaminaze içeren, IAA üretici, Azot fikseri ve Fosfat çözücü bakteri uygulamalarının şeker pancarının gelişimine, makro ve mikro besin elementi alımına ve bazı morfo-fizyolojik özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre beş su rejimi, on bir uygulama ve beş tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeler biri 65 gün, ikinci ise 130 günlük olmak üzere iki set halinde yürütülmüştür. Çoklu özelliğe sahip bakteri aşılama; şeker oranı, kök ve yaprak verimi, yaprak klorofil içeriği, makro ve mikro element alımı dahil gelişmeyi teşvik etmiş ve ayrıca su stresinin etkisinin hafifletilmesinde yer alan süreçlerin aktivasyonuna kısmen katkıda bulunabilmiştir. Sonuçlara göre, su tutma kapasitesinin %75, %50 ve %25'i seviyesinde su kısıtı altında şeker pancarı verim parametreleri bakımından BF4 ve BF6 kombine bakteri, Biyo-organik ve mineral gübre uygulamaları etkin bulunmuştur. Beş sulama rejimi ortalaması olarak, bakteri formülasyonları, birinci ve ikinci deneme setinde sırasıyla, kuru kök-gövde ağırlığını %6,5-27,7 ve % 9,1-27,3 ve kuru yaprak ağırlığını ise % 6,1-26,7 ve % 3,9-25,8 oranında artırırken; kontrole kıyasla, sırasıyla, mineral gübre ve biyo-organik gübre uygulamaları sırasıyla kuru depo-kök ağırlığını % 24,5 ve % 9,3-15,5 ve %20,2 ve 9,2-15,2 ve kuru yaprak ağırlığını ise % 23,5 ve % 11,7-23,2 ve % 22,2 ve % 3,3-21,9 artırmıştır. Bakteri aşılama ile şeker pancarında su stresi kısmen hafifletilmiştir. Bu araştırma sonuçları, bakteri aşılama performansının sadece bitki gelişmesi, verim ve besin alımının iyileştirilmesinde değil, aynı zamanda su kısıtı ve fazla sudan kaynaklanan stresin hafifletilmesinde de güçlü kanıtlar sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Su stresi, besin alımı, bakteriler, enzim aktivitesi, hidrojen peroksit, malondialdehit



## Introduction

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is a very important industrial sugar crop, and fertilizers are the most important inputs for beet production. Adequate sugar beet production requires supplementary irrigation, but drought stress has recently become a major constraint to sugar beet cultivation, causing serious reductions in productivity. Drought inhibits the photosynthesis of plants, and thus reduces growth and development. Water stress reduces the production rate of dry matter, leaf and taproot growth of sugar beet. Water stress is considered as one of the major limiting factors for sugar beet root and leaf yield (Bloch and Hoffmann, 2005; Pidgeon et al., 2006; Romano et al., 2013). As evidenced, sucrose concentration and photosynthesis are highly sensitive to drought, since its efficiency decreases with the increasing water deficit (Bloch et al., 2006). Plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) improve many nutritional, biochemical, physiological and morphological plant responses, and thus, it enhances the plant resistance to biotic and abiotic stresses. The inoculation of selected drought-tolerant strains can reduce the yield limitation caused by water deficit and improve the ability of plant tolerance to drought stress (Marulanda et al., 2009; Castillo et al., 2013). They have the ability to fix N<sub>2</sub>, solubilize inorganic P, produce 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase and indole-3-acetic acid (IAA), and promote plant growth. In addition to providing plant nutrients, plant growth promoting bacteria directly stimulate plant growth by reducing plant ethylene levels through ACC deaminase activity (Glick, 1995; Glick, 2005). Bacteria containing ACC deaminase reduce the negative effects of ethylene causing water stress (Glick et al., 1998; Safronova et al., 2006). If bacteria containing ACC deaminase can reduce the production of increased "stress ethylene" under stress conditions, it is expected to protect against the inhibitory effect of stress in plants (Glick et al., 1998; Glick, 2005; Çakmakçı et al., 2009). In this way, in the researches carried out using bacteria with ACC deaminase activity in laboratory and field conditions, protection is provided to plants against stresses such as water (Farwell et al., 2007), organic pollutants (Reed and Glick, 2005), heavy metals (Nie et al., 2002; Reed and Glick, 2005; Farwell et al., 2006; Safronova et al., 2006; Pordel et al., 2019), high salinity (Mayak et al., 2004a; Cheng et al., 2007; Saravanakumar and Samiyappan, 2007), and drought and water deficit (Mayak et al., 2004b; Erdoğan et al., 2016; Karagöz et al., 2018).

Soil bacteria providing benefits to plants are defined as PGPR. According to a general definition, bio-fertilizers are substances containing one or more beneficial live microorganisms, which, when applied to seeds, plant surfaces or soil, colonize the rhizosphere or the interior of the plant, and promote plant growth by increasing the supply or availability of primary nutrients (Vessey, 2003; Çakmakçı, 2014). Biofertilizers are the preparations containing cells of microorganisms, which may be nitrogen fixers, phosphorus and potassium solubilizers and/or mobilizers (Chandra, 2015; Okur, 2018).

The use of beneficial bacteria as agricultural inputs for increasing crop production needs the selection of competent rhizobacteria with plant growth-promoting attributes. The effectiveness of bacterial inoculation under drought conditions in natural soil has been almost unexplored (Armada et al., 2014). Another alternative strategy is to induce stress tolerance by using beneficial microorganisms. Moreover, few studies have focused on the effects of rhizospheric microorganisms on the amelioration of water stress in plants. Different approaches are required for better water wasting due to the lack of water resources. The objective of this study was to evaluate possible effects of mineral fertilizer, two bio-organic and bio-mineral fertilizer, and seven N<sub>2</sub>-fixing, P-solubilizing, IAA-producing and/or ACC deaminase containing microorganism based bio-fertilizers formulations in triple and quadruple strains combinations on the growth, yield, chlorophyll, macro- and micro-nutrient content, and selected morphological and physiological parameters of sugar beet, under five watering regimes (150%, 100%, 75%, 50%, and 25% of water-holding capacity:WHC).

## Material and Methods

### Bacterial strains

We selected twelve different potential promising PGPRs from a pool of 987 rhizobacterial isolates, strains tested in triple and quadruple strain combinations for seven bioformulations, two bio-organic and bio-mineral fertilizers, and mineral fertilizer under five watering regimes (150%, 100%, 75%, 50%, and 25% of water-holding capacity, WHC) on growth, yield, chlorophyll, macro- and



micro-nutrient content, and selected morphological and physiological parameters of sugar beet increasing potential under natural soil conditions by conducting greenhouse two experiments trials. The experiment also included inoculation two bio-organic fertilizers, and application mineral fertilizer as well as a control treatment without inoculation and fertilizer application. The bacterial strains *Paenibacillus polymyxa* RC05 was isolated from wheat, and *Bacillus subtilis* RC11, *Bacillus subtilis* RC63, *Pseudomonas fluorescens* T26, *Rhodococcus erythropolis* RC9, and *Variovorax paradoxus* RC21 were isolated from the rhizosphere of wild red raspberries (Çakmakçı et al., 2007a, 2009). The other four isolates of the bacteria used in the study (*Pseudomonas putida* RC310, *Pseudomonas fluorescens* PF8/6, and *Bacillus megaterium* A21/3) were selected through 460 isolates that had been isolated from the tea rhizosphere soil (Çakmakçı et al., 2010). Some features of bacteria used in the bacterial formulations are given in Table 1.

### Greenhouse Experiment, Inoculation and Growth Conditions

This study was conducted under natural light. In the first and second trial sets, the seeds of genetic monogerm Z type "Feliçita" sugar beet were sowed in 6-L and 16-L pots at 2.5 cm depth. Sugar beet seedlings were grown in a greenhouse in a day-night cycle of 14-10 h light, 15 to 24 °C, and 60% humidity during the initial period and in 15-9 h day-night, 16–28°C and 55-60% relative humidity during the development period. In the research, two different experiment sets were established according to the factorial arrangement in randomized block experimental design of five water regimes, eleven treatments and five replications. Totally 11 applications existed in both test sets; (1) control (without bacteria inoculation and mineral fertilizers), (2) NP-fertilizers (60 mg of N + 40 mg P/kg soil), (3) Bio-OF (banana residue compost-based bacterial formulations); (4) Bio-MF (zeolite-based bacterial formulation), (5) BF1 (*P. fluorescens* T26 + *P. polymyxa* RC05 + *B. subtilis* RC63), (6) BF2 (*P. fluorescens* T26 + *R. erythropolis* RC9 + *B. megaterium* A21/3), (7) BF3 (*P. fluorescens* T26 + *V. paradoxus* RC21 + *B. subtilis* RC11), (8) BF4 (*P. fluorescens* PF8/6 + *P. polymyxa* RC05 + *B. subtilis* RC11 + *B. megaterium* A21/3), (9) BF5 (*P. fluorescens* PF8/6 + *R. erythropolis* RC9 + *V. paradoxus* RC21 + *B. subtilis* RC63), (10) BF6 (*P. putida* RC310 + *P. polymyxa* RC05 + *B. subtilis* RC63 + *B. megaterium* A21/3), and (11) BF7 (*P. putida* RC310 + *R. erythropolis* RC9 + *V. paradoxus* RC21 + *B. subtilis* RC11), and five water regimes (150%, 100%, 75%, 50%, and 25% of WHC), randomly distributed into pots filled with equal amounts of soil. The applied bio-organic fertilizer consisted of organic fertilizer from banana residue compost, zeolite, and it contained bacteria, namely  $1.5 \times 10^7$  viable *P. fluorescens* + *P. polymyxa* + *B. subtilis* spores per gram of organic fertilizer and  $1.5 \times 10^7$  viable of *P. fluorescens* + *V. paradoxus* + *B. megaterium* per gram of zeolite-based bio-mineral formulation.

For the experiment, pure cultures of fifteen single strains were grown in 50% strength tryptic soy broth (TSB) on a rotary shaker (120 rpm; 25°C) for 3 days. Bacteria were then harvested by centrifugation (ca.  $3,000 \times g$  for 10 min), washed and re-suspended in 10 mM sterile phosphate buffer, pH 7.0 to a density of  $10^9$  cfu·ml<sup>-1</sup> for the bacterial strains. For triple and quadruple inoculation, equal volumes ( $10^9$  cfu·ml<sup>-1</sup> of each inoculant) of bacterial cultures were mixed. For the seven microorganisms based bio-fertilizers, frozen bacterial culture seeded in petri dish Nutrient Agar (NA) containing medium, incubated for 24 hours at 27 °C. Pure colonies were taken from fresh culture and transferred to Nutrient Broth (NB) culture media. Horizontal shaker incubator developed a 24-hour culture, inoculated in NB containing the liquid culture media, previously prepared by fermentors and sterilized by autoclaving at 121 °C for 20 min. Bacteria were developed 24 h optimum pH, oxygen, and temperature values. Bacteria inoculated organic liquid carrier, the optimum growth conditions were incubated in the bioreactor. Counts of viable bacteria per millilitre (cfu) made in bacterial concentration were  $1 \times 10^8$  cells/ml at the end of 48 hours, during which time exceeds, packaging made completely sterile conditions, the product has been kept in room temperature at 24 °C. Seeds were then treated with the bacterial suspensions for 30 min. Seeds surface-sterilized by soaking in 25% commercial-grade bleach (sodium hypochlorite) for 5 min, followed by thorough washing under running tap water and air-drying aseptically overnight at room temperature were soaked into the bacterial suspension. Bacterial inoculation of the seeds was carried out according to Sahin et al. (2004). Seeds were then treated with the bacterial suspensions at the concentration of  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> for 30 min under sterilized conditions.



The bio-organic fertilizer used in this study was obtained by aerobically fermenting a mixed organic fertilizer with triple bacterial suspension (100:1, w/v) for 7 days at  $<40^{\circ}\text{C}$ . The mixed organic fertilizer was prepared from mature compost of banana residue compost, which contained 42.5% organic matter, 3.2% N, 0.27%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 2.8%  $\text{K}_2\text{O}$  and 28.4%  $\text{H}_2\text{O}$  and zeolite. Bacterial isolates were inoculated into NB broth and incubated on a shaker incubator at 150-rpm for 48 h. After 48 h of incubation, the broth containing  $10^9$  cfu  $\text{ml}^{-1}$  was used for the preparation of banana residue compost and zeolite-based formulations. For the preparation of bio formulations, to 400 ml bacterial suspension, a mixture of 1 kg of a purified banana residue compost and zeolite, pH was adjusted to 7 by adding calcium carbonate and 10 g carboxyl methyl cellulose (CMC adhesive) was added under sterile conditions, following the method described by Vidhyasekaran and Muthuamilan (1995), Ardakani et al. (2010), Jorjani et al. (2011) and Çakmakçı et al. (2014). Powdered carriers material and CMC mixed well. Then four hundred millilitres of bacterial suspension containing  $1 \times 10^8$  cfu/ml was added to 1 kg of carrier and mixed well under sterile conditions. Bio-organic fertilizers formulations were prepared by mixing equal volume of individual strains and blended with the carrier. Survivability of PGPR was checked at a regular interval of one month for a period of six months using direct plating method in nutrient agar medium. The final bio-organic fertilizer was stored at  $4^{\circ}\text{C}$  and was used in the experiments only if the population of the bacteria remained at the level of  $10^8$  cfu per gram of dry matter. The bio-fertilizer had  $10^8$  bacterial cells  $\text{g}^{-1}$  carrier at the time of application to soil. Soil application of bio-organic fertilizers at the rate of 2.5 kg formulation mixed with 25 kg of well decomposed farmyard manure (150 mg of the formulated product for one seedling in a pot) per ha on one days before sowing.

At the beginning of the experiment, pots were saturated with water to determine the water-holding capacity (WHC) per pot; pots were covered to prevent evaporation and they were left free drainage. After the drainage was stopped, pots were weighed and WHC was found. Two pot experiments were conducted on sugar beet well supplied with water (100% WHC), under waterlogging (150% of WHC), and continuous moderate (75% and 50% of WHC) and severe drought stress (25% of WHC). After sugar beet was sowed, all the pots were irrigated at the rate of  $65 \pm 5\%$  of WHC to provide the seedling emergence and seedling hold for 3 weeks after sowing. After three weeks from sowing, different irrigation levels were started to be applied in both sets of the experiment. For the determination of irrigation water to be given to each pot, pots were weighted to found out the difference between current weights with field capacity weight, immediately before the irrigation. Water application of 150% of the field capacity, the water leaking from the pot accumulated on the pot base and recycled. For the first experiment, after two weeks from sowing, beets were diluted in the pots, in each pot, six plants were allowed in the two-leaf period and five plants were allowed in five-leaf periods. For the second experiment, in each pot, six plants were allowed in the two-leaf period, four plants were allowed in five-leaf periods and one plant was allowed in seven-leaf period. Chlorophyll contents of the top fourth and fifth leaves were measured using a chlorophyll meter SPAD-502 (Minolta, Japan), which is used to measure leaf greenness of the plants. The first experiment set was harvested 65 days after sowing and the second set was harvested 130 days after sowing.

#### **Acetylene reduction assay, phosphate solubilization, IAA production and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase activity**

Nitrogen fixation of the isolates was determined in a nitrogen-free medium by acetylene reduction assay (Hardy et al., 1968). Ethylene production was measured using a Hewlett Packard gas chromatograph (Model 6890, USA). All the pure isolates were tested in triplicate for their phosphate solubilizing capacity in sucrose-tricalcium phosphate agar media (Pikovskaya, 1948) by inoculating 1 ml of 6-day-old culture (density  $4 \times 10^9$ ) in 250-ml Erlenmeyer flasks containing  $500 \mu\text{g ml}^{-1}$  of P as rock phosphate at  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . After incubation for 6 days, water soluble P was determined colourimetrically by the vanadomolybdo-phosphoric yellow colour method.

The PGPR was tested for indole-3-acetic acid-like auxin production using the method of Bent et al. (2001). The concentration of IAA in the culture medium was measured using Salkowski's reagent [50 ml 35% (v/v)  $\text{HClO}_4$  + containing 1 ml 0.5 M  $\text{FeCl}_3$ ]. The absorbance was measured at 530 nm in a Shimadzu UV-1208 spectrophotometer (Tokyo, Japan). Bacterial cells were separated from the supernatant by centrifugation at 10.000 rpm for 30 min at  $4^{\circ}\text{C}$ . The isolates were assayed for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase activity by testing their ability to grow in





DF minimal salts medium supplemented with 3 mmol ACC as the sole source of nitrogen (Penrose and Glick 2003). The cell extracts and the measure of the ACC deaminase activity were carried out quantifying the amount of  $\alpha$ -ketobutyrate produced (nmoles mg protein<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) by the procedure of Honma and Shimomura (1978).

#### Determination of enzyme activities and protein concentrations

Leaf samples from harvested plants were washed three times with 50 mM Tris–HCl+0.1 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH 8.0), and each was homogenized by liquid nitrogen, transferred to 100 mM PVP + 10mM NaN<sub>3</sub> + 50 mM Tris–HCl+0.1 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH 8.0) buffer, and centrifuged at 4°C, 15.000 g for 60 min (Çakmakçı et al., 2009). The supernatant was used as a crude extract at the measurement of enzyme activity and protein determination. The activities of Glutathione reductase (GR; EC 1.8.1.7), Glutathione S-transferase (GST; EC 2.5.1.18), Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD; EC 1.1.1.49) and 6-phosphogluconate dehydrogenase (6PGD; EC 1.1.1.44) were assayed by the method of Carlberg and Mannervik (1985), Habig and Jacoby (1981) and Beutler (1984), respectively. Each enzyme activity was detected spectrophotometrically (Shimadzu Spectrophotometer UV-1208, Kyoto, Japan) at 25°C. Protein concentration was calculated according to the method of Bradford (1976) with help to 595 nm absorbance measurement by using as the standard of bovine serum albumin. The content of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) was determined according to Sairam and Srivastava (2002) method. Lipid peroxidation was determined by estimating the malondialdehyde (MDA) content in fresh leaf weight according to the method of Heath and Packer (1968).

#### Plant analysis

Leaf samples were oven-dried at 68°C for 48 h and ground to pass 1 mm. The Kjeldahl method and a Vapodest 10 Rapid Kjeldahl Distillation Unit (Gerhardt, Königswinter, Germany) were used to determine total N. After extraction, Macro- (P, K, Ca and Mg) and micro-elements (Fe, Mn, Zn and Cu) were determined with an inductively Coupled Plasma spectrophotometer (Optima 2100 DV, ICP/OES, Perkin-Elmer, Waltham MA, USA). Polarimetric sugar contents analysis were carried out in the laboratories of the Sugar Factories in Erzurum using Cold Aqueous Digestion Method (Nouruzhan, 1957).

#### Statistical analysis

The research was established according to factorial completely randomized design of five water regimes, eleven treatments and five replications. The data acquired from both experiments were subjected to analysis of variance using SPSS13.0 (SPSS Inc.) and the means were separated according to Duncan's Multiple Range Test.

Table 1. Biochemical characteristics of the bacterial strains used in bio-formulations and bio-organic and bio-mineral fertilizers

Bio-formulation	Bacterial strain	Nitrogenase activity (nmol C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , 10 <sup>7</sup> cfu h <sup>-1</sup> )	P-solubilization (µg P mL <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	IAA-production (µg mL <sup>-1</sup> (OD <sub>600</sub> unit <sup>-1</sup> ))	ACC deaminase Activity (nmol $\alpha$ -ketobutyrate mg <sup>-1</sup> protein h <sup>-1</sup> )
BF1	<i>Pseudomonas fluorescens</i> T26	0.61±0.13	27.7± 1.2	23.9± 2.1	796.1±35.2
	<i>Paenibacillus polymyxa</i> RC05	0.68±0.14	10.07±0.9	32.8±2.6	682.1±33.7
	<i>Bacillus subtilis</i> RC63	0.74±0.17	34.6±0.08	29.7 ± 1.9	972.0 ± 28.3
BF2	<i>Pseudomonas fluorescens</i> T26	0.61±0.13	27.7± 1.2	23.9± 2.1	796.1±35.2
	<i>Rhodococcus erythropolis</i> RC9	0.55 ±0.11	27.8±1.5	22.6± 1.5	577.8 ±26.7
	<i>Bacillus megaterium</i> A21/3	0.48±0.16	74.3±1.9	19.5± 1.1	276.3 ±16.7
BF3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> T26	0.61±0.13	27.7± 1.2	23.9± 2.1	796.1±35.2
	<i>Variovorax paradoxus</i> RC21	0.47±0.12	0.47±0.12	19.4± 1.2	332.6±17.4
	<i>Bacillus subtilis</i> RC11	0.32±0.12	16.6±0.41	29.4±1.8	539.2±21.2
BF4	<i>Pseudomonas fluorescens</i> PF8/6	0.47±0.09	113.5±12.7	20.7±1.5	223.6±21.7
	<i>Paenibacillus polymyxa</i> RC05	0.68±0.14	10.07±0.9	32.8±2.6	682.1±33.7
	<i>Bacillus subtilis</i> RC11	0.32±0.12	16.6±0.41	29.4±1.8	539.2±21.2
	<i>Bacillus megaterium</i> A21/3	0.48±0.16	74.3±1.9	19.5± 1.1	276.3 ±16.7



BF5	<i>Pseudomonas fluorescens</i> PF8/6	0.47±0.09	113.5±12.7	20.7±1.5	223.6±21.7
	<i>Rhodococcus erythropolis</i> RC9	0.55 ±0.11	27.8±1.5	22.6± 1.5	577.8 ±26.7
	<i>Variovorax paradoxus</i> RC21	0.47±0.12	0.47±0.12	19.4± 1.2	332.6±17.4
	<i>Bacillus subtilis</i> RC63	0.74±0.17	34.6±0.08	29.7 ± 1.9	972.0 ± 28.3
BF6	<i>Pseudomonas putida</i> RC310	0.66±0.15	26.8± 1.8	35.9±2.4	746.2±46.8
	<i>Paenibacillus polymyxa</i> RC05	0.68±0.14	10.07±0.9	32.8±2.6	682.1±33.7
	<i>Bacillus subtilis</i> RC63	0.74±0.17	34.6±0.08	29.7 ± 1.9	972.0 ± 28.3
	<i>Bacillus megaterium</i> A21/3	0.48±0.16	74.3±1.9	19.5± 1.1	276.3 ±16.7
BF7	<i>Pseudomonas putida</i> RC310	0.66±0.15	26.8± 1.8	35.9±2.4	746.2±46.8
	<i>Rhodococcus erythropolis</i> RC9	0.55 ±0.11	27.8±1.5	22.6± 1.5	577.8 ±26.7
	<i>Variovorax paradoxus</i> RC21	0.47±0.12	0.47±0.12	19.4± 1.2	332.6±17.4
	<i>Bacillus subtilis</i> RC11	0.32±0.12	16.6±0.41	29.4±1.8	539.2±21.2
Bio-OF	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	S+	S+	S+	S+
	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	S+	+	+	S+
	<i>Bacillus subtilis</i>	S+	+	S+	+
Bio-MF	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	S+	+	+	+
	<i>Variovorax paradoxus</i>	+	S+	ND	+
	<i>Bacillus megaterium</i>	+	S+	+	S+

“S+”: strong positive reaction, “+”: positive reaction, “W+”: weak positive reaction, Bio-OF: bio-organic fertilizer, Bio-MF: bio-mineral fertilizer, BF: bioformulations; ND: not determined; Data were means ± standard error of three replicates

## Results and Discussion

Bacterial inoculations, bio-organic and mineral fertilizer application significantly increased fresh and dry leaf weight, and sugar per plant compared to control in the first and second trials (Table 2). In terms of sugar beet root fresh and dry weight for both harvests (65-day and 130-day harvest), all inoculations except for BF5 bacterial formulation gave better results compared to control. Of the 11 treatments, the maximum fresh and dry storage root and leaf weight in sugar beet was seen in BF4 inoculation, followed by BF6, NP, Bio-OF, and BF1. While determining the highest weight of fresh leaf, BF4 and BF6 microbial formulations, Bio-OF and mineral fertilizer were found to importantly increase fresh and dry leaf weight compared to control and BF5 inoculation gave the same result as the control in terms of fresh and dry storage root weight. On average of the five water regimes, application of sugar beet with BF1, BF2, BF3, BF4, BF5, BF6, BF7, Bio-OF and Bio-MF gave increases over control respectively of by 12.2, 3.9, 6.0, 32.5, 5.2, 30.5, 6.3, 14.3, and 8.8% and 17.7, 11.7, 12.1, 38.6, 6.8, 35.5, 10.2, 17.9 and 6.8% in fresh storage root weight at the first and second trials, by 14.6, 11.0, 16.1, 34.2, 11.9, 27.6, 16.8, 28.5 and 13.4%, and 17.3, 9.3, 12.7, 32.7, 7.1, 27.5, 14.4, 23.4 and 10.4% in fresh leaf weight at the first and second trials. NP mineral fertilizers applications, however, increased fresh storage root weight by 14.6% and 19.1% and fresh leaf weight by 27.4% and 24.9% at the first and second trials, respectively, compared with control.

In the excessive irrigation by water application of both trail sets, primarily Bio-MF and BF, all bacteria inoculations importantly increased fresh and dry root, and the amount of sugar per plant compared to control. Water-stressed plants inoculated with the effective PGPR recorded improved the plant growth in terms of fresh and dry root weight, and sugar per plant compared to the un-inoculated, water-stressed plants (Table 2, Figure 1). In the application of water at the rate of 100 % of WHC PGPR inoculation increased fresh root weight by 6.4-24.5% and 2.7-28.6% in the first and second trials, whereas NP fertilizer increased the weight by 27.2 and 25.4%, respectively, compared to control. Whereas, in the application of water at the rate of 25% of WHC, inoculation with BF4, BF6 and BF1 increased the sugar beet fresh root weight by 34.3, 32.2 and 25% over control respectively in the first trial and 44.3, 16.8, 31.5% in the second trial. As an average of the five water regimes, PGPR inoculation increased fresh root weight by 2.1-28.3% and 7.1-35.1% in the first and second trials, whereas NP fertilizer increased the weight by 11.3 and 17.9%, respectively, compared to control.

In the application of water at the rate of 100 % of WHC PGPR inoculation increased dry root weight by 1.1-22.0% and 3.4-15.4% in the first and second trials, whereas NP fertilizer increased the weight by 48.1 and 22.3%, respectively, compared to control. According to the average irrigation level, the highest fresh and dry root and leaf weight was achieved with BF4, BF6 and BF1



formulations inoculations (Table 2). As an average of the five water regimes, PGPR inoculation increased dry root weight by 6.5-27.8% and 9.1-27.4% in the first and second trials, whereas NP fertilizer increased the weight by 24.5 and 20.2%, respectively, compared to control. Bacterial formulations BF4, BF6, BF1, and mineral and bio-organic fertilizer (Bio-OF) were most effective in promoting fresh and dry leaf weight of sugar beet in both trials set. Moreover, BF6, BF4, BF1, BF3 and Bio-OF applications were found to be effective in terms of fresh and dry leaf and root weight at water constraint applications at levels of 75 %, 50% and 25% of WHC. The fact that inoculation of bacteria encouraged the growth of sugar beet leaves was in line with the results of previous researches (Schmidt et al., 2004; Shi et al., 2009). Sugar beet root, leaf development and yield decreased under the water restrictions.

Under waterlogging stress (150% of WHC), sugar beet chlorophyll contents (SPAD) significantly increased NP fertilizer, BF1, BF3 and BF4 inoculation. The maximum chlorophyll contents in the sugar beet leaves were found after BF4, followed by BF6, BF1 and Bio-OF applications under drought stress applied at 75%, 50% and 25% WHC in both experiments (Figure 1). Our results indicated that water stress decreased chlorophyll content, while bacterial inoculations increased it. In both trial sets, drought stress decreased the chlorophyll contents of sugar beet, and generally, inoculation of the multi traits bacteria under drought stress improved the chlorophyll contents, but responses were strain-specific. A similar result was reported by Abbasi et al. (2013) who showed that PGPR application could contribute to reducing the drought stress effect and significantly increased chlorophyll content of soybean. Furthermore, Sahin et al. (2015) reported that PGPR inoculation could alleviate the deleterious effects of lower irrigation conditions on the growth and yield of lettuce plants. When temporary water stress appears at the early period, it can be said that it reduces sugar beet root yield importantly. Indeed, when young beet plants were exposed to the stress of water, it was found that sugar yield, the rate of photosynthesis and assimilation severely decreased (Monti et al., 2006) and storage roots showed significant changes (Hoffmann, 2010). Sahin et al. (2004) determined that the bacterial activity was higher at the early development stages.

Table 2. The effect of PGPR and fertilizer application on the fresh and dry storage root weight, and fresh and dry leaf weight of sugar beet in the different harvest and under different water regimes

Treatments	Water regimes at the first trial set were harvested 65 days after sowing						Water regimes at the second trial set were harvested 130 days after sowing					
	S1	S2	S3	S4	S5	Mean	S1	S2	S3	S4	S5	Mean
	<b>Fresh storage root weight (g/plant)</b>											
Control	32.6	46.9	33.6	27.6	23.6	32.9 d	286	405	305	232	203	286 d
NP	38.5	59.7	34.9	25.7	23.8	36.6 b	311	508	398	263	207	337 b
Bio-OF	35.3	53.7	38.3	32.9	21.9	36.4 b	336	491	336	313	194	334 b
Bio-MF	38.9	49.8	40.6	25.6	21.4	35.3 bc	365	445	257	244	201	302 c
BF1	32.8	52.8	40.8	30.8	29.5	37.4 b	306	419	382	293	267	333 b
BF2	38.8	49.9	30.2	26.7	24.9	34.1 bc	367	428	286	263	237	316 bc
BF3	37.6	51.6	31.6	30.5	24.6	35.2 bc	352	422	300	289	234	319 bc
BF4	37.9	58.4	43.8	38.9	31.7	42.2 a	349	551	408	362	293	393 a
BF5	38.0	49.9	30.2	26.8	22.8	33.5 d	361	416	316	244	195	306 c
BF6	33.8	52.9	49.8	42.2	31.2	42.0 a	316	510	474	382	237	384 a
BF7	36.4	48.8	31.5	29.8	24.8	34.3 bc	340	443	300	283	194	312 bc
Mean	36.4 b	52.3 a	36.8 b	30.7 c	25.4 d	36.3	335 b	458 a	342 b	288 c	224 d	329
<b>Dry storage root weight (g/plant)</b>												
Control	4.24	5.28	3.94	3.54	2.96	3.99 d	52.9	69.8	50.2	37.4	28.6	47.8 d
NP	4.63	7.82	5.46	3.73	2.74	4.97 b	54.3	85.4	69.5	43.6	34.1	57.4 b
Bio-OF	4.41	6.46	4.92	4.15	2.90	4.61 b	55.3	80.8	55.3	51.6	32.0	55.0 b
Bio-MF	4.82	5.87	4.42	3.82	2.79	4.37 c	60.2	75.4	54.3	40.1	33.0	52.6 c
BF1	4.14	5.56	5.09	3.99	3.79	4.52 b	50.4	75.2	62.9	48.2	43.9	56.1 b
BF2	4.88	5.71	3.98	3.48	3.34	4.29 bc	60.6	73.3	48.4	43.7	39.0	53.0 bc



BF3	4.65	5.34	4.03	3.96	3.34	4.27 bc	58.0	72.2	49.3	47.7	38.5	53.1 bc
BF4	4.67	6.44	5.21	4.92	4.04	5.10 a	57.4	79.7	64.2	54.6	48.2	60.8 a
BF5	4.78	5.49	4.28	3.74	2.93	4.25 d	58.7	72.7	58.9	39.8	30.6	52.1 c
BF6	4.24	6.29	5.52	5.29	3.44	4.99 a	52.0	80.6	73.0	60.1	35.0	60.2 a
BF7	4.48	5.87	4.19	3.86	2.90	4.28 bc	55.8	77.0	49.3	46.6	31.9	52.1 bc
Mean	4.54 b	6.01 a	4.64 b	4.04 c	3.20 d	4.51	56.0 b	76.6 a	57.8 b	46.7 c	35.9 d	54.6
<b>Fresh leaf weight (g/plant)</b>												
Control	69	92	79	51	47	67.5 d	368	473	344	264	233	336 d
NP	90	128	101	58	52	86.0 b	448	627	446	319	259	420 b
Bio-OF	84	117	100	81	52	86.7 b	436	602	405	378	256	415 b
Bio-MF	84	108	80	64	48	76.6 c	426	538	353	304	236	371 c
BF1	71	101	86	70	58	77.3 c	392	515	429	348	290	395 bc
BF2	84	97	82	57	55	74.9 c	427	481	366	291	274	368 c
BF3	91	97	83	68	54	78.4 c	452	484	357	335	268	379 c
BF4	84	121	99	83	66	90.6 a	427	556	494	417	338	446 a
BF5	85	100	83	62	48	75.6 c	432	497	355	283	235	360 c
BF6	72	111	98	89	60	86.2 b	372	541	487	444	304	430 b
BF7	77	110	83	72	51	78.8 c	385	549	382	356	253	385 bc
Mean	81 b	108 a	88 b	68 c	54 d	79.9	415 b	533 a	402 b	340 c	268 d	391
<b>Dry leaf weight (g/plant)</b>												
Control	7.46	8.64	6.98	4.86	4.59	6.51 d	41.6	55.8	39.9	29.8	26.6	38.7 e
NP	8.19	11.64	9.18	5.76	5.05	8.03 b	49.6	72.0	49.6	36.8	28.8	47.4 b
Bio-OF	7.75	10.60	8.82	7.66	5.03	8.02 b	49.9	69.2	45.8	42.7	28.5	47.2 b
Bio-MF	7.76	10.71	7.04	5.91	4.70	7.27 c	46.1	60.7	33.1	33.5	26.7	40.0 d
BF1	6.56	9.45	8.09	6.72	5.72	7.33 c	42.9	58.7	48.5	39.3	31.8	44.2 bc
BF2	7.76	8.95	6.84	5.48	5.44	6.90 c	42.1	54.6	48.5	28.7	27.4	40.3 d
BF3	8.38	9.20	6.73	6.45	5.29	7.22 c	49.4	54.6	41.3	37.9	27.6	42.2 c
BF4	7.76	10.74	8.47	7.39	6.60	8.24 a	47.0	62.8	51.0	45.1	37.9	48.8 a
BF5	7.87	9.54	6.75	5.85	4.77	6.98 c	42.4	56.2	47.8	31.4	28.1	41.2 d
BF6	6.69	10.44	8.69	8.19	5.89	8.02 b	43.6	61.1	55.0	50.2	30.8	48.1 b
BF7	7.14	10.16	7.17	6.97	5.12	7.35 c	42.6	61.7	46.7	39.6	27.9	43.7 bc
Mean	7.57 b	10.0 a	7.71 b	6.48 c	5.29 d	7.44	45.2 b	60.7 a	45.2 b	37.7 c	29.3 d	43.6

\*Control: without bacteria inoculation or mineral fertilizers; NP fertilizer (60 mg of N + 40 mg P/kg soil); S1: 150% of water-holding capacity (WHC), S2: 100% of WHC, S3: 75% of WHC, S4: 50% of WHC, S5: 25% of WHC; all strains used in these bioformulations were explained in Table I

\*\*Averages of the same column values (each section separately) followed by the same letter did not differ significantly from Duncan's multiple range tests ( $p < 0.01$ ).

Water-restriction caused important yield losses and this effect was excessive in young plants affected by drought. If water stress occurs in young sugar beet plants, it can drastically reduce the growth and yield. Sugar beet root weight reduction decreased significantly under drought conditions, but this situation changed according to inoculated bacteria and irrigation level.

Of the bacterial inoculations, BF4 and BF6 produced the highest sugar per plant compared to control and mineral fertilizer while other inoculations gave the same result with mineral fertilizer. The highest ACC deaminase-containing bacterial formulations BF4, BF6, BF1, and banana residue compost-based bacterial formulations inoculation were found to be effective according to the amount of sugar per plant at water constraint applications with 75%, 50% and 25% of WHC. Under insufficient water supply, the sucrose concentration was higher than under well-watered conditions. The increase in sucrose concentration caused by adding may only be a result of low water content in the roots. Moreover, if water stress limits the use of sucrose in the growth at a higher rate than the decrease in photosynthesis, sugar rate increase can be the main reason for the more sugar in the roots. Drought could increase the sugar content in sugar beet, but reduce the root, leaf and sugar yield and the drought is clearly the main reason for the sugar beet yield losses (Pidgeon et al., 2006). Similarly, sucrose concentration increased with reduced water availability (Bloch et al., 2006). Our results showed that water stress reduced the vegetative growth and fresh weight; it increased sugar percentage



and the percentage of fresh weight in the root. Bacterial inoculation minimized the drought stress-imposed effects significantly increasing the sugar per plant in sugar beet, but this changed depending on the inoculation bacterial formulations and level of irrigations.

On average of five water regimes, inoculation of PGPR significantly increased the N and P content leaves of the sugar beet except for Bio-MF and BF2, respectively, compared to control. On the other hand, all bacterial strains formulations and bio-organic fertilizers tested significantly increased the K, Ca and Zn content of the sugar beet leaf. N, P, K and Zn content were the greatest with BF4 and BF6, whereas maximal Ca and Mg was with bacterial formulations BF3 and BF7 inoculations, but BF4 and BF6 inoculation were as effective as them (Table 3). In addition, five of the formulations (BF1, BF3, BF4, BF5, and BF6) significantly increased the Mn content of sugar beet plants, but not Fe and Cu concentrations. Apart from BF5 and BF6, the five remaining PGPR formulations tested significantly increased Mg content, while only BF3 inoculants significantly increased the Na content in the leaves of the sugar beet compared to the control (Table 3). Decreasing water availability under drought generally results in the reduced total nutrient uptake, whereas application of PGPR increased the uptake of N, P, K, Ca, Mg, Mn and Zn in sugar beet.

Of the bacterial inoculations, high ACC deaminase-containing bacterial formulations exhibiting better performance under severe drought stress (25% of WHC) conditions was observed to have the highest-level K content in sugar beet leaf, which was correlated well with their increased root and leaf weight and enhanced 6PGD and G6PD enzyme activities (Figure 2), thus protecting the plants from water stress compared to the other bacteria and control. Under drought conditions, increased nutrient uptake could improve water-use efficiency and alleviate drought stress effects on plant growth. Indeed, if nutrient uptake can be increased by using active bacteria, plant growth can be stimulated. The data in this study show a close relationship between enzyme activities in plant leaves and growth promotion by PGPR formulations and bio-organic fertilizer. Thus, the growth and yield parameters of sugar beet could be enhanced by bacterial formulations inoculation due to increases in the activities of enzymes, which play an important role in nitrate assimilation as well as in water and nutrient-use efficiency (Çakmakçı et al., 2007 b, 2009). Previous studies indicated that PGPR inoculations could improve the yield and growth, nutrient and water uptake of different crops grown under drought stress (Saravanakumar et al., 2011; Heidari and Golpayegani, 2012; Lim and Kim, 2013; Şahin et al., 2015; Mutumba et al., 2018).

On average of five water regimes, the highest GR activity was found effective at BF2, BF1, BF6, BF4 and mineral fertilizer, whereas the highest GST activity was found effective at BF5 and Bio-MF (Figure 2). The maximum 6PGD in sugar beet leaf was found after BF5 inoculation, followed by BF4, BF1, and BF6. The highest leaf G6PD activity was observed after NP fertilization, followed by BF4, BF6 and BF1 inoculations. Under continuous moderate (75% and 50% of WHC) and severe drought stress (25% of WHC), the maximum GR activity was found after NP mineral fertilizer application, followed by BF6, BF2, BF4 and BF1, whereas the highest levels of GST activity were determined in treatments with BF5, followed by bio-organic fertilizers. Recently, our studies demonstrated, for the first time, that PGPR could enhance GR, GST, 6PGD and G6PD activities, together with the growth of wheat and spinach plants (Çakmakçı et al., 2007 a, 2009).



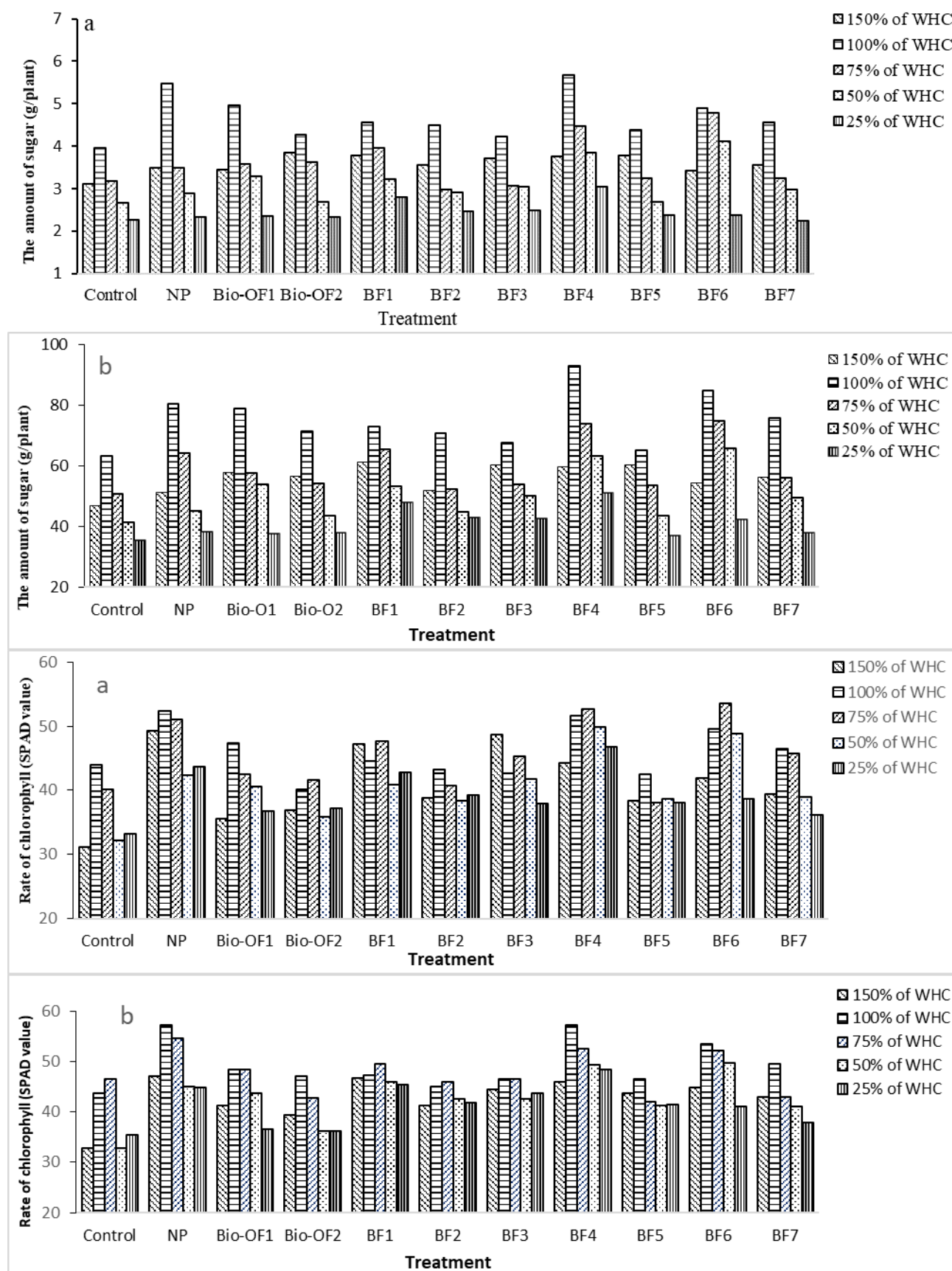


Figure 1. Effect of bacterial formulations and mineral and bio-organic fertilizer on the chlorophyll content and sugar per plant at the first (a) and second trial (b) under different water regimes



Table. 3. Effect of mineral fertilizer and plant growth-promoting rhizobacteria formulations and bio-organic fertilizers on macro- and micro-nutrient concentrations in sugar beet leaves in the first trial set with the average of five water regimes

Treat-ments	Macro-nutrient (g kg <sup>-1</sup> DW)					Micro-nutrient (mg kg <sup>-1</sup> DW)				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
Control	21.6 g	2.98 b	20.9 e	8.61 c	3.58 c	1676 b-c	136 a-c	31.8 a	45.7 f	31.7 g
NP	26.7 ab	3.16 a	24.7 ab	8.85 bc	3.70 bc	1692 a-c	137 a-c	28.6 bc	45.6 f	33.9 f
Bio-OF	25.1 bc	3.19 a	23.3 cd	9.07 ab	3.92 ab	1760 ab	129 cd	28.3 bc	51.4 cd	37.7 e
Bio-MF	22.9 fg	3.15 a	23.0 b-d	9.3 ab	3.80a-c	1709 a-c	134 a-d	28.2 bc	48.1 ef	38.4 de
BF1	25.1 b-d	3.20 a	23.9 a-d	9.34 ab	3.85 ab	1619 cd	133 b-d	28.6 bc	56.4 a	39.9cd
BF2	23.9 d-f	3.12 ab	23.8 a-d	9.32 ab	3.86 ab	1710 a-c	138 ab	27.3 c	47.9 ef	44.6 b
BF3	25.7 bc	3.23 a	23.6 a-d	9.49 a	3.99 a	1807 a	128 d	28.8 bc	50.5 de	41.7 c
BF4	27.9 a	3.26 a	25.0 a	9.40 a	3.90 ab	1534 d	142 a	28.7 bc	52.4 b-d	48.2 a
BF5	24.1 c-f	3.15 a	23.0 cd	9.43 a	3.78a-c	1688 bc	132 b-d	28.8 bc	55.2 ab	38.5 de
BF6	26.7 ab	3.23 a	24.5 ab	9.48 a	3.82a-c	1513 d	138 ab	28.5 bc	54.2 a-c	47.7 a
BF7	24.9 c-e	3.22 a	23.9 a-c	9.44 a	3.97 a	1541 d	133 b-d	29.2 b	46.6 f	45.4 b
Mean	24.8	3.17	23.6	9.25	3.70	1659	134	29.0	50.4	40.7

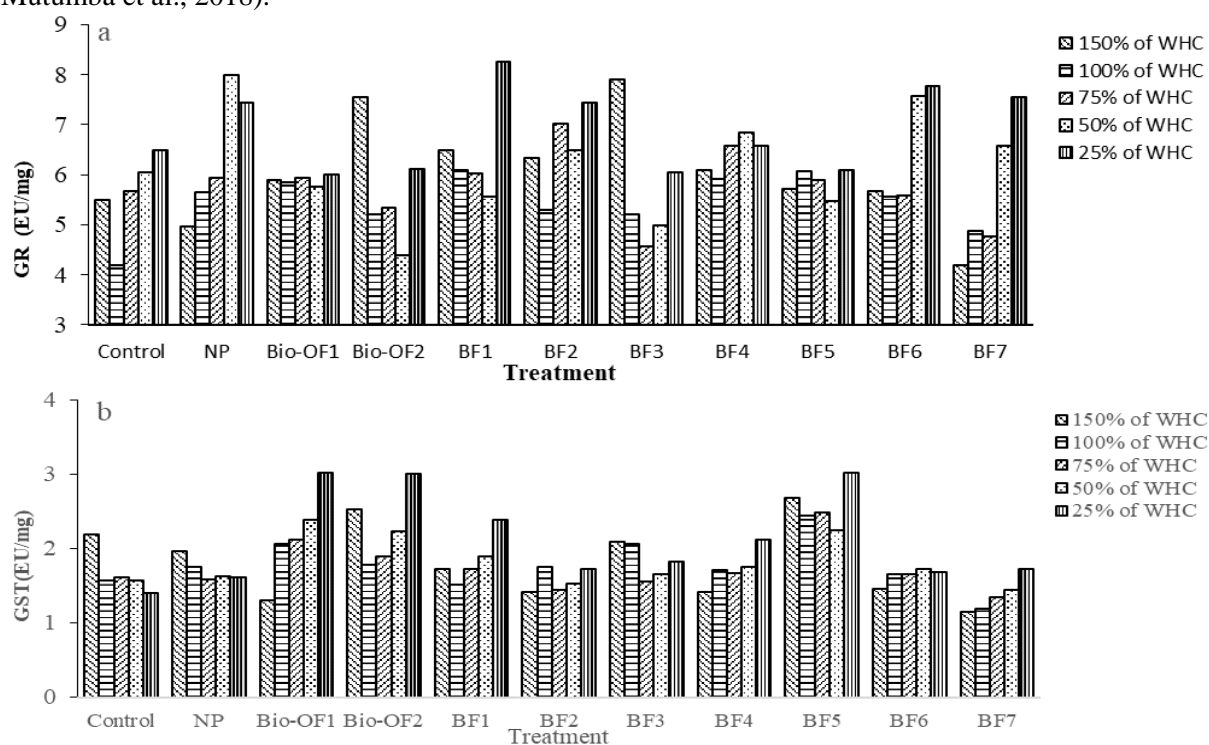
<sup>a</sup>Means followed with the same letter within each column are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test=0.05)

On average of five water regimes, the highest GR activity was found effective at BF2, BF1, BF6, BF4 and mineral fertilizer, whereas the highest GST activity was found effective at BF5 and Bio-MF (Figure 2). The maximum 6PGD in sugar beet leaf was found after BF5 inoculation, followed by BF4, BF1, and BF6. The highest leaf G6PD activity was observed after NP fertilization, followed by BF4, BF6 and BF1 inoculations. Under continuous moderate (75% and 50% of WHC) and severe drought stress (25% of WHC), the maximum GR activity was found after NP mineral fertilizer application, followed by BF6, BF2, BF4 and BF1, whereas the highest levels of GST activity were determined in treatments with BF5, followed by bio-organic fertilizers. Recently, our studies demonstrated, for the first time, that PGPR could enhance GR, GST, 6PGD and G6PD activities, together with the growth of wheat and spinach plants (Çakmakçı et al., 2007 a, 2009).

MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> levels were increased by drought stress both in inoculated and in non-inoculated plants. While MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> decreased, sugar beet growth, root and leaf weight, sugar per plant and chlorophyll contents also increased. Water deficit treatment significantly increased the drought stress markers (MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), which indicated the extent of oxidative injury posed by stress conditions. Four of the PGPR formulations (BF4, BF6, BF1 and BF3) and Bio-OF exhibiting better performance under water deficit conditions were observed to have lower levels of MDA content in the leaf, which was correlated well with their decreased H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content (Figure 3) and enhanced leaf and root weight (Table 2), thus protecting the plants from lipid peroxidation of membrane systems compared to the other bacteria and control, which had higher levels of MDA content. The diminishing water supply caused a gradual decrease in plant growth, accompanied by the increasing concentrations of drought stress markers (MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content) in sugar beet (Figure 3). The MDA content was measured to determine the extent of lipid peroxidation. The oxidative damage to lipids increased because of drought as measured by the MDA content. After drought treatment, gradual increases of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA contents were observed in all treatments. The MDA content was higher in control plants at all the stress levels. The highest MDA content under severe drought stress (25% of WHC) was observed in the control plants followed by BF5 and BF7 formulations and mineral fertilizer application. As the intensity of drought increased, both H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA levels increased. According to the average of 11 applications and two harvests, MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> increased approximately three times in severe water restriction (25% of WHC) compared to well-watered plants (100% of WHC). After drought treatment, gradual increases of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA contents were observed in all treatments, whereas effective bacterial strains decreased the MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content. Bacterial inoculation



elevated the cold stress deleterious effect and decreased  $H_2O_2$  values non-cold stress and cold stress condition (Turan et al. 2013). Of the bacterial inoculations, high ACC deaminase-containing formulations BF4 and BF6 exhibiting better performance under moderate and severe drought stress (50 and 25% of WHC) conditions were observed to have the highest level N and K content in sugar beet leaf, which was correlated well with their increased root and leaf weight, 6PGD and G6PD enzyme activities and decreased both  $H_2O_2$  and MDA content (Figure 3), thus protecting the plants from water stress compared to other bacteria and control. Earlier studies suggested that inoculation with multi-traits bacteria proved to be the most effective treatment to enhance tolerance to water in wheat genotypes (Mutumba et al., 2018), increase leaf relative water content, stomatal conductance, and plant nutrient element content (Şahin et al., 2015), and could improve stress tolerance and water use efficiency of plants under water deficit conditions (Sandhya et al., 2010; Lim and Kim, 2013; Mutumba et al., 2018).



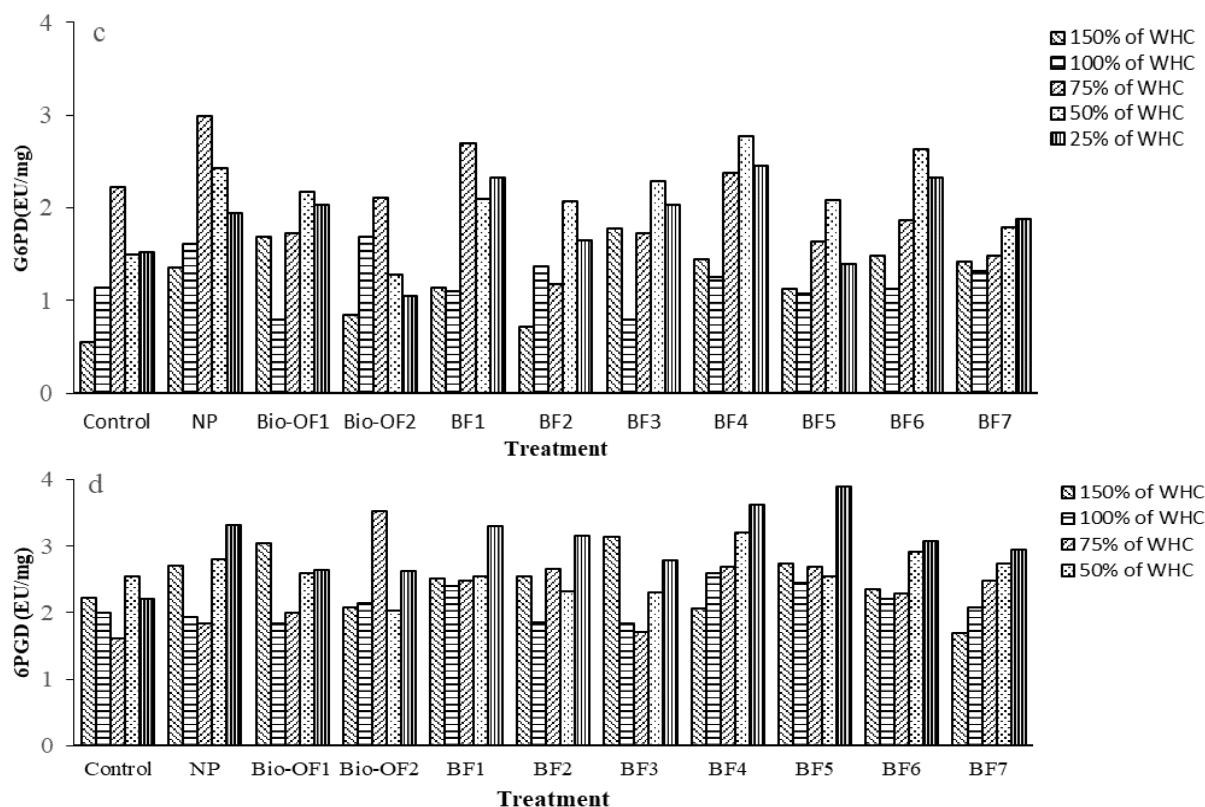
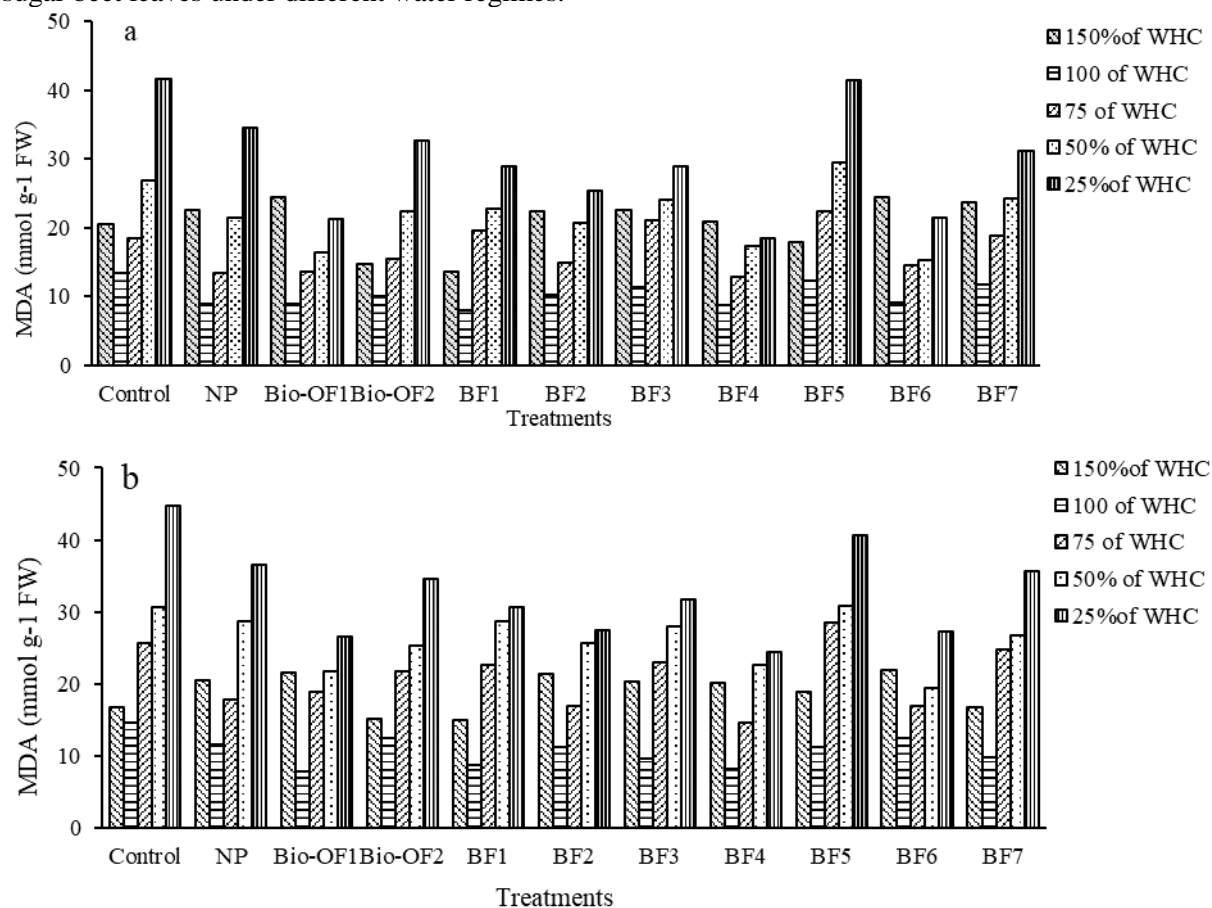


Figure 2. Effect of bacterial formulations and mineral and bio-organic fertilizer on the activities of anti-oxidant (GR and GST) and oxidative pentose phosphate cycle enzymes (G6PD and 6PGD) in sugar beet leaves under different water regimes.





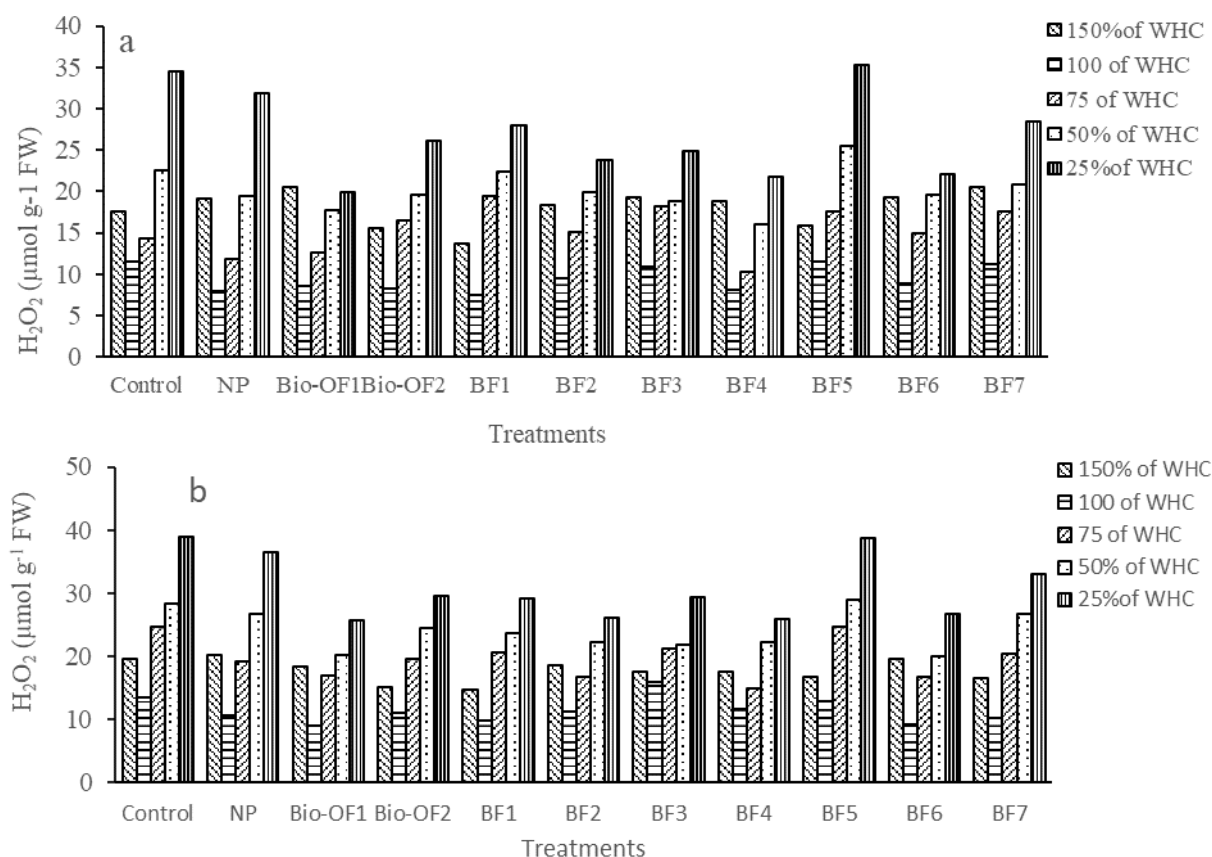


Figure 3. Effect of different water regimes and bacterial formulations and mineral and bio-organic fertilizer on the MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content of sugar beet leaves in the first (a) and second trial (b)

Plant seedlings inoculated with beneficial bacterial strains and exposed to water stress, moreover, showed a better water status than control plants, alleviated drought stress by using alternative mechanisms and higher yields under drought conditions were obtained (Compant et al., 2010). The bacteria also increased total phenolics content (TPC), trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), anti-oxidant enzymes activity (GR, GST, CAT, POD and SOD), and the contents of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu but decreased MDA and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> contents which may contribute in part to activation of processes involved in the alleviation of the effect of water stress (Erdogan et al., 2016). The study revealed that screening of bio formulations with multi-traits could be highly effective for improving the growth and nutrient uptake of sugar beet. These beneficial bacterial formulations could play an important role in understanding plant tolerance to stress, adaptation to stress and mechanisms that develop in plants under stress conditions.

Drought caused a significant decrease in leaf weight as well as in root weight. Inoculation with IAA and ACC deaminase-producing bacteria could tolerate a certain degree of slow leaf development caused water constraint and they slowed leaf weight reduction occurred in the mineral fertilization. Positive effects of these selected strains on fresh and dry root and leaf weight, chlorophyll contents, enzyme activities and nutrient uptake of sugar beet plants showed the beneficial role of these PGPR, which might be attributed to IAA production, N<sub>2</sub>-fixation, P-solubilisation, ACC deaminase activity, or even other non-evaluated PGPR traits that stimulated the plant growth. The results have shown that by increasing water stress, leaf chlorophyll content decreases leading to less photosynthesis, growth and yield. A large number of studies have suggested that the bacteria that most effectively protect plants against a wide range of different stresses produce both IAA and ACC deaminase (Glick, 2012). Inoculation with IAA-producing bacteria (Shi et al., 2009) and N<sub>2</sub>-fixing and/or P-solubilizing (Sahin et al., 2004) bacteria stimulate growth and increased root and sugar yields of sugar beet. Sugar beet cultivation inoculation with ACC deaminase-containing bacteria can be used to minimize the harmful effects of water stress, eliminated the effects of water stress on growth, and increased the uptake of nutrients (Karagöz et al., 2018).





## Conclusions

Under water deficit and waterlogging stress conditions, sugar beet fresh and dry roots and leaf weight reduction were alleviated to a certain extent by using inoculation of bacteria, but it was strongly dependent on the inoculation bacteria and the level of irrigations. While all applications were effective in this study, among the various bio-formulations tested, BF4 (*P. fluorescens* PF8/6 + *P. polymyxa* RC05 + *B. subtilis* RC11 + *B. megaterium* A21/3) and BF6 (*P. putida* RC310 + *P. polymyxa* RC05 + *B. subtilis* RC63 + *B. megaterium* A21/3) were found to be most effective in alleviating the effects of water deficit and waterlogging stress, improving sugar beet growth, increasing yield, quality and enzyme activity. This research has shown that sugar beet cultivation in PGPR can be used to minimize the harmful effects of water stress. Inoculation with ACC deaminase-containing bacteria partially eliminated the effects of water stress on growth, yield and quality of sugar beet. Multi-traits bacterial formulations might also increase nutrient uptake and the antioxidant activities of plants and thereby may alleviate damage induced by abiotic and biotic stresses. The effective bacterial strain tested in this study improved for enhanced plant growth promotion will be able to reduce the inputs of chemical fertilizers and the negative effect of water stress will have a potential to be used as a bio-fertilizer in sustainable and organic sugar beet production.

Due to insufficient irrigation water and the high cost of water, in arid and semi-arid regions, inoculation with ACC deaminase containing PGPR can be used to prevent the reduction in yield. The PGPR could induce plant growth and development, reduce stress susceptibility, and may contribute to the concept of biotechnology application in agriculture. Additional field trials are needed to confirm the effects of multi-traits PGPR strains on plant growth, nutrient uptake, enzyme activity, and stress resistance in sugar beet and other plant species under different water deficit and waterlogging stress conditions. There is a need for research focusing on examining and explaining how bacteria and the effective bacterial mechanisms to tolerate stress affect the resistance mechanism of plants against water stress. These studies should also focus on improving the survival of multi character rhizobacteria, their interactions with water and drought-stressed plants, and the ability of PGPR's potential mechanisms to mitigate the effects of drought stress by improving the physiology, growth and yield of crop plants.

## References

- Abbasi, S., Zahedi, H., Sadeghipour, O., Akbari, R., 2013. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on physiological parameters and nitrogen content of soybean grown under different irrigation regimes. *Res. Crop.* 14 (3): 798-803.
- Armada, E., Portela, G., Roldán, A., Azcón, R., 2014. Combined use of beneficial soil microorganism and agrowaste residue to cope with plant water limitation under semiarid conditions. *Geoderma.* 232-234: 640–648.
- Bent, E., Tuzun, S., Chanway, C.P., Enebak, S., 2001. Alterations in plant growth and in root hormone levels of lodgepole pines inoculated with rhizobacteria. *Can. J. Microbiol.* 47: 793-800.
- Beutler, E., 1984. Red cell metabolism: A Manual of Biochemical Methods. 3rd edn. Grune & Stratton, Orlando, FL, USA, pp.188
- Bloch, D., Hoffmann, C.M., 2005. Seasonal development of genotypic differences in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and their interaction with water supply. *J. Agron. Crop Sci.* 191: 263–272.
- Bloch, D., Hoffmann, C.M., Marlander, B., 2006. Impact of water supply on photosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes. *Eur. J. Agron.* 24: 218–225.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- Carlberg, I., Mannervik, B., 1985. Glutathione reductase. *Methods Enzymol.* 113: 484-490
- Castillo, P., Escalante, M., Gallardo, M., Alemano, S., Abdala, G., 2013. Effects of bacterial single inoculation and co-inoculation on growth and phytohormone production of sunflower seedlings under water stress. *Acta Physiol. Plant.* 35: 2299–2309.
- Chandra, K., 2015. NPK-liquid biofertilizers (Poly Culture). *Biofertiliser Newsletter.* 23: 4-12.
- Cheng, Z., Park, E., Glick, B.R., 2007. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase from *Pseudomonas putida* UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. *Can. J. Microbiol.* 53: 912-918.



- Compant, S., van der Heijden, M. G. A., Sessitsch, A., 2010. Climate change effects on beneficial plant-microorganism interactions. *FEMS Microbiol. Ecol.* 73: 197–214.
- Çakmakçı, R., 2014. Mikrobiyal gübre olarak kullanılabilir mikroorganizmaların etki mekanizmaları ve özellikleri. Mikrobiyal Gübre Çalıştayı, .23-24 Ekim, Kastamonu, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 60. Yıl. Toprak Gübre ve Su kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını. 5-17.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü. and Dönmez, M.F., 2007 a. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 170: 288-295.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F. and Erdoğan, Ü., 2007 b. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turk. J. Agric. For.* 31 (3):189-199.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü., Şahin, F., 2009. Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 84:375–380.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2010. Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant Soil.* 332: 299-318.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Kotan, R., Erat, M., Varmazyari, A., Türkyılmaz, K., Haznedar, A., Sekban, R., 2014. Development of plant growth-promoting bacterial based bioformulations using solid and liquid carriers and evaluation of their influence on growth parameters of tea. 9<sup>th</sup> Int. Soil Sci. Cong. Soul Soil Civil., Book of Proceedings, 801-808, 14-16 October, Side, Antalya.
- Erdoğan, Ü.G., Çakmakçı, R., Varmazyari, A., Turan, M., Erdoğan, Y., Ktır, N., 2016. Role of inoculation with multi-trait rhizobacteria on strawberries under water deficit stress. *Zemdirbyste.* 103 (1):67–76.
- Farwell, A.J., Vesely, S., Nero, V., Rodriguez, H., Shah, S., Dixon, D.G., Glick, B.R., 2006. The use of transgenic canola (*Brassica napus*) and plant growth-promoting bacteria to enhance plant biomass at a nickel-contaminated field site. *Plant Soil.* 288: 309–318.
- Farwell, A.J., Vesely, S., Nero, V., McCormack, K., Rodriguez, H., Shah, S., Dixon, D.G., Glick, B.R., 2007. Tolerance of transgenic canola (*Brassica napus*) amended with ACC deaminase-containing plant growth-promoting bacteria to flooding stress at a metal-contaminated field site. *Environ. Poll.* 147: 540-545.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41: 109–117.
- Glick, B.R., 2005. Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. *FEMS Microbiol Lett.* 251:1–7.
- Glick, B.R., 2012. Plant growth-promoting bacteria mechanisms and applications. *Scientifica.* 2012: 1-15.
- Glick, B.R., Penrose, D.M., Li, J., 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *J Theor Biol.* 190:63–68.
- Habig, W.H., Jakoby, W.B., 1981. Assays for differentiation of glutathione S-transferases. *Methods Enzymol.* 77: 398–405.
- Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K., Burns, R.C., 1968. The acetylene–ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.* 43: 1185-1207.
- Heath, R.L., Packer, L., 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125:189-198.
- Heidari, M., Golpayegani, A., 2012. Effects of water stress and inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on antioxidant status and photosynthetic pigments in basil (*Ocimum basilicum* L.). *J. Saudi Soc. Agr. Sci.* 11:57–61.
- Hoffmann, C.M., 2010. Sucrose accumulation in sugar beet under drought stress. *J. Agron. Crop. Sci.* 196: 243–252.
- Honma, M., Shimomura, T., 1978. Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agric. Biol. Chem.* 42: 1825-1831.
- Karagoz, H., Çakmakçı, R., Hosseinpour, A., Kodaz, S., 2018. Alleviation of water stress and promotion of the growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants by multi-traits rhizobacteria. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 16 (5): 6801-6813.
- Lim, J.H., Kim, S.D. 2013. Induction of drought stress resistance by multi-functional PGPR *Bacillus licheniformis* K11 in pepper. *Plant Pathol. J.* 29, 201-208.
- Marulanda, A., Barea, J.M., Azcón, R., 2009. Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. *J. Plant Growth Regul.* 28: 115–124.
- Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004a. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance in tomato to salt stress. *Plant Physiol. Biochem.* 42: 565–572.



- Mayak, S., Tirosch, T., Glick, B.R., 2004b. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomato and pepper. *Plant Sci.* 166: 525–530.
- Monti, A., Brugnoli, E., Scartazza, A., Amaducci, M.T., 2006. The effect of transient and continuous drought on yield, photosynthesis and carbon isotope discrimination in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *J. Exp. Bot.* 57: 1253–1262.
- Mutumba, F.A., Zagal, E., Gerding, M., Castillo-Rosales, D., Paulino, L., Schoebitz, M., 2018. Plant growth promoting rhizobacteria for improved water stress tolerance in wheat genotypes. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 18 (4):1080-1096.
- Nie, L., Shah, S., Burd, G. I., Dixon, D. G., Glick, B. R., 2002. Phytoremediation of arsenate contaminated soil by transgenic canola and the plant growth-promoting bacterium *Enterobacter cloacae* CAL2. *Plant Physiol. Biochem.* 40: 355–361.
- Nouruzhan, H., 1957. Pancar şekeri fabrikası işletmesinin kimyasal kontrolü, T.Ş.F.A.Ş., Yayın No: 46, 187 s, Ankara
- Okur, N., 2018. A review: Bio-fertilizers-power of beneficial microorganisms in soils. *Biomed. J. Sci. Tech. Res.* 4.
- Penrose, D.M., Glick, B.R., 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiol. Plant.* 118: 10-15.
- Pidgeon, J.D., Ober, E.S., Qi, A., Clark, C.J.A., Royal, A., Keith, W., Jaggard, K.W., 2006. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. *Field Crop. Res.* 95: 268–279.
- Pikovskaya, R.E., 1948. Mobilization of phosphates in soil in connection with vital activities of some microbial species. *Microbiologia.* 17: 362–370.
- Pordel, F., Pour A.H., Çakmakçı, R., 2019. Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) erken alüminyum stresine karşı bakteri uygulamalarının etkileri. *Atatürk Univ. Ziraat Fak Derg.* 50 (1): 57-65.
- Reed, M.L.E., Glick, B.R., 2005. Growth of canola (*Brassica napus*) in the presence of plant growth-promoting bacteria and either copper or polycyclic aromatic hydrocarbons. *Can. J. Microbiol.* 51: 1061–1069.
- Romano, A., Sorgona, A., Lupini, A., Araniti, F., Stevanato, P., Cacco, G., Abenavoli, M.R., 2013. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. *Acta Physiol. Plant.* 35: 853–865.
- Safronova, V. I., Stepanok, V. V., Engqvist, G. L., Alekseyev, Y. V., Belimov, A. A., 2006. Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. *Biol. Fert. Soils.* 42: 267–272.
- Sahin, F., Çakmakçı, R., Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil.* 265: 123–129.
- Sahin, U., Ekinci, M., Kiziloglu, M.F., Yildirim, E., Turan, M., Kotan, R., Ors, S., 2015. Ameliorative effects of plant growth promoting bacteria on water-yield relationships, growth, and nutrient uptake of lettuce plants under different irrigation levels. *Hort. Sci.* 50(9):1379–1386.
- Sairam, P.K., Srivastava, G.C., 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. *Plant Sci.* 162: 897–904.
- Sandhya, V., Ali, S.Z., Venkateswarlu, B., Reddy, G., Grover, M., 2010. Effect of plant growth promoting *Pseudomonas* spp. on compatible solutes, antioxidant status and plant growth of maize under drought stress. *Plant Growth Regulat.* 62:21–30.
- Saravanakumar, D., Kavino, M., Raguchander, T., Subbian, P., Samiyappan, R., 2011. Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiol. Plant.* 33:203–209.
- Saravanakumar, D., Samiyappan, R., 2007. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) plants. *J. Appl. Microbiol.* 102:1283–1292.
- Schmidt, C.S., Agostini, F., Simon, A.M., Whyte, J., Townend, J., Leifert, C., Killham, K., Mullins, C., 2004. Influence of soil type and pH on the colonisation of sugar beet seedlings by antagonistic *Pseudomonas* and *Bacillus* strains, and on their control of *Pythium* damping-off. *Eur. J. Plant Pathol.* 110:1025–1046.
- Shi, Y.W., Lou, K., Li, C., 2009. Promotion of plant growth by phytohormone-producing endophytic microbes of sugar beet. *Biol. Fert. Soils.* 45: 645–653.
- Turan, M., Gulluce, M., Cakmakçi, R., Sahin, F., 2013. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria strain on freezing injury and antioxidant enzyme activity of wheat and barley. *J. Plant Nutr.* 36 (5):731-748.
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 255: 571 586.





Research Article/Araştırma Makalesi

**Determination of Variation in Egg Hatching and Prey Consumption Rates of Different Biological Stages of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) Exposed to Different Insecticides**

Baboo Ali\* 

Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops–17100/Canakkale, Turkey  
\*Corresponding author: babooali@comu.edu.tr

Received: 28.08.2020

Accepted: 21.12.2020

**Abstract**

This research has been carried out to determine the prey consumption of different biological stages (3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars + male and female individuals) as well as the egg hatching rate of the predatory insect, *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae) of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae), occurred at three different time periods (24, 48 and 72 hours) under four different insecticide (Spinetoram, Chlorpyrifos ethyl, Diflubenzuron and Spirotetramat) treated conditions. According to the results of this research, the average per day prey consumption (eggs of *Ephestia kuehniella*) rates of different biological stages of *A. nemoralis* in an insecticide treated environment was determined highest as 27.70% in female individuals and lowest as 18.44% in 3<sup>rd</sup> nymphal instars of the predatory insect. The highest prey consumption rate was noted in control (distilled water) treatments with 30.83% and the lowest (20.56%) was recorded in spirotetramat treated experiments when taken into account the average per day prey consumption rate of different biological stages depending on applied insecticides. The average prey consumption of biological stages of predatory insect correlated to different treated insecticides was found to be 27.81%. As a result of keeping *A. nemoralis* under insecticide treated environments for five days, it was observed that there was no egg hatching at the end of 1<sup>st</sup> day (24 hours) and 2<sup>nd</sup> day (48 hours), however, egg hatching rate increased to 21.71% at the end of 3<sup>rd</sup> day (72 hours), to 49.11% at the end of 4<sup>th</sup> day (96 hours) and to 58.11% on the 5<sup>th</sup> day (120 hours) after the conduction of research experiments. At the end of the 5<sup>th</sup> day, highest egg hatching rate (32.43%) was determined in control treatment followed by diflubenzuron with 30.35%, while the lowest egg hatching rate (14.70%) has been recorded in chlorpyrifos ethyl according to the average insecticide application.

**Keywords:** *Anthocoris nemoralis*, egg hatching, insecticide, prey consumption, biocontrol.

**Farklı İnsektisitlere Maruz Bırakılan *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae)'in farklı Biyolojik Dönemlerindeki Av Tüketim ve Yumurta Açılış Oranındaki Değişiminin Belirlenmesi**

**Öz**

Bu araştırma armut psillidi (*Cacopsylla pyri*) (Hemiptera: Psyllidae)'nin avcı böceği olan *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae)'in farklı biyolojik dönemlerinin (3. ve 5. nimf ile dişi ve erkek bireyleri) 4 farklı insektisitli (Spinetoram, Chlorpyrifos Ethyl, Diflubenzuron ve Spirotetramat) ortamda 3 farklı zamanda (24, 48 ve 72 saat) ortaya çıkan av tüketim ile yumurta açılış oranlarını tespit amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre insektisitli ortamda *A. nemoralis*'in farklı biyolojik dönemlerinin bir günlük ortalama av tüketim oranı en fazla (*Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtaları) %27.70 ile dişi avcı böcek, en az ise %18.44 ile 3. nimf döneminde belirlenmiştir. Av tüketim oranının biyolojik dönemlerine bağlı olarak uygulanan insektisitlerin ortalamalarına bakıldığında en yüksek av tüketim oranı %30.83 ile kontrol (saf su) grubunda, en düşük ise Spirotetramat uygulamasında (%20.56) tespit edilmiştir. Farklı insektisit ve biyolojik dönemlerinin ortalama av tüketim oranı %27.81 olduğu ortaya çıkmıştır. *A. nemoralis*'in farklı insektisitli ortamlarda 5 gün boyunca tutulması sonucunda 1. (24 saat) ve 2. gün (48 saat) sonunda hiç yumurta açılışının olmadığı gözlenmiştir. Fakat 3. gün (72 saat) sonunda yumurta açılış oranı %21.71, 4. gün (96 saat) sonunda %49.11 ve 5. günde (120 saat) ise %58.11'e yükselmiştir. Beşinci gün sonunda insektisit ortalamalarına göre yumurta açılış oranı en fazla kontrol uygulamasında (%32.43) belirlenmiştir. Kontrol uygulamasını %30.35 ile diflubenzuron izlemiştir. En düşük yumurta açılış oranı (%14.70) ise chlorpyrifos ethyl uygulamasında kaydedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Anthocoris nemoralis*, yumurta açılışı, insektisit, av tüketimi, biyolojik mücadele.





## Introduction

Pesticides have long been used to control harmful insect pests, plant diseases and weeds (Bernardes, et al., 2015). Agricultural product losses of approximately 30-35% could be experienced per annum if weeds, diseases, and insect pests are not kept under control in plant production. These losses can reach up to 100% if the above-mentioned harmful entities cause epidemic. The main goal of chemical control practices against insect pests, diseases, and weeds are to reduce or minimize the product losses which will occur in plants. Moreover, it is aimed to realize environment-friendly agriculture that does not endanger the health of human beings as well as other living things in the ecosystem while carrying out chemical control practices. The main purpose in pest control is to prevent the agricultural product losses and on the other hand to make sure a sustainable agriculture system by causing the least possible damage to environment, agroecosystem, biodiversity and human health with the appropriate insect pest, disease and weed control methods to be selected.

In Turkey, it creates negative effects in human health, environment, ecology and economy sectors due to intensive and untimely usage of pesticides, particularly, in the fields of viticulture, and pomology (Kaymak and Serim 2014). In this regard, one of the most obvious examples is experienced in pear production. Many important plant protection problems are faced in pear production and *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) is one of them (Winfield et al. 1984; Gençer and Kovancı, 2000). Pear psylla is perhaps the most serious insect pest in pear orchards (Sigsgaard, 2010). Nymphal and adult stages of pear psylla cause economic damage by feeding on green leaves and shoots of pear trees (Önuçar, 1983). Growth and development of pear trees stop in those orchards where the pear psylla population is found dense. Furthermore, fruit deformities can also occur along with the shedding of leaves and fruit before maturity. Pear psylla has gained tremendous resistance against several insecticides due to the intensive and unconscious usage of pesticides in the control of harmful insect pests, diseases, and weeds in pear orchards. That is why, the consumption of insecticides has been increasing day by day depending on pesticide resistance in *C. pyri*. As a result, alternative control methods should be introduced against the influence of *C. pyri* in pear orchards. Among these control methods, priority should be given to biological control.

The most important predatory insect, *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae) that keeps *C. pyri* under control in the natural field conditions, comes first among the biocontrol agents (Fauvel and Atger, 1981; Hodgson and Mustafa, 1984; Er and Uğur, 1999; Gençer and Kovancı, 2000). *A. nemoralis* is a polyphagous predatory insect feeds on eggs, nymphal and adult stages of pear psylla in pear orchards and can be reared by feeding on the fresh eggs of *E. kuehniella*, *Ephestia cautella*, *Plodia interpunctella*, etc., under laboratory conditions.

This study has been carried out to determine the variation in prey consumption rates of 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars as well as the male and female biological stages along with the egg hatching rate of the *A. nemoralis* when exposed to different insecticide treated environments under laboratory conditions while feeding on the fresh eggs of *E. kuehniella*. Therefore, this study will contribute to the determination of Integrated Pest Management (IPM) strategies which are primarily used in biological control of pear psylla in pear orchards in our country. Moreover, the results of this research also help our farmers and pear producers in the selection of the appropriate insecticide that could be suitable for using in the IPM programme of *C. pyri* with releasing the different biological stages of the *A. nemoralis* in pear orchards against the nymphal and adult stages of pear psylla.

## Materials and Methods

Different biological stages such as 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars as well as the male and female individuals of *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae) along with the fresh eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) were used as living materials in this research. The active ingredients i.e., Chlorpyrifos ethyl, Spirotetramat, Spinetoram and Diflubenzuron insecticides (Table 1.) were used for the purpose to determine their side-effects on egg hatching and prey consumption rates of *Anthocoris nemoralis*. Firstly, the samples of adult stages of *A. nemoralis* were collected from the neglected, wild, and unsprayed pear trees situated in the District of Çubuk from Ankara Province, Turkey. Secondly, the collected live insect samples have been brought to the biological control laboratory of the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture in Ankara University. Later, the collected live insect specimens have been reared in an incubation room



constituted with  $25 \pm 1$  °C temperature,  $70 \pm 10\%$  relative humidity, 16:8 hrs. (L:D) exposure period and 2500 lux light intensity. The individuals were fed on the fresh eggs of *E. kuehniella*, and tagged them as ‘Çubuk Culture’.

Table 1. Insecticides their side-effects were examined on egg hatching and prey consumption of the *Anthocoris nemoralis* under laboratory conditions.

Active ingredients	Trade names	Applied doses	Company names	Formulations
Chlorpyrifos ethyl	Dursban 4	100 ml/100 lt water	Dow AgroSciences	EC
Spirotetramat	Movento 100	100 ml/ 100 lt water	Bayer CropScience	SC
Spinetoram	Delegate 250	40 ml/ 100 lt water	Dow AgroSciences	WG
Diflubenzuron	Dimilin 48	25 ml/ 100 lt water	Certis & Chemtura	SC

Firstly, the insecticide concentrations were prepared and secondly, they were sprayed with the help of a spraying tower (Potter, 1952) with an amount of 2 ml/petri dish before transferring the insects into them. After that, insecticide treated empty petri dishes were left to dry for 30-45 minutes. Later, the newly emerged (0–24 hrs.) individuals of *A. nemoralis* were selected randomly from the stock culture (Çubuk Culture), and then 1 individual from each biological stage (3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instar + adult male and female) was transferred to per insecticide treated petri dish for determining to prey consumption rate. During the entire research, the fresh eggs of *E. kuehniella*, which were adhered on black cardboard strips (1×1 cm) with the help of distilled water and kept them at -4°C for 72 hrs., before presented to *A. nemoralis* as food. The fresh eggs of *E. kuehniella* were presented to the individuals of the predatory insect every 24 hours during the experiment. Experimental trials were established using 6 replications for each insecticide along with a control treatment, and 1 insect individual (3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instar + adult male and female) has been placed in each replication (insecticide treated petri dish). The experimental trials have been carried out separately each for 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars as well as the adult male and female individuals of *A. nemoralis*.

#### **Effects of insecticides on prey consumption of *Anthocoris nemoralis* (F.)**

During the research, the fresh eggs of *E. kuehniella*, which were adhered on black cardboard strips with the help of distilled water and kept them at -4°C for 72 hours before presented to the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars along with the adult male and female individuals of the predatory for determining the prey consumption rates of different biological stages of the *A. nemoralis*. For this purpose, white blotting paper was placed on the bottom of each petri dish before transferring the eggs of *E. kuehniella* and a single predator of the required stage was then allowed to feed on the eggs of *E. kuehniella*. After 24 hours of the conduction of experiments, the consumed eggs of *E. kuehniella* by the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars as well as the male and female individuals of *A. nemoralis* were counted separately under binocular microscope and then recorded. Within the period of 24 hours, if any individual of *A. nemoralis* from any petri dish died, a newly emerged individual from insect stock was taken and added to its place. The method for recording the prey consumption rate of different stages of the predatory insect was followed as described by Taleb and Sardar (2007).

#### **Effects of insecticides on egg hatching of *Anthocoris nemoralis* (F.)**

Ivy geranium, *Pelargonium peltatum* (L.) (Geraniales: Geraniaceae) has been grown under greenhouse conditions for obtaining the fresh eggs of *A. nemoralis* required for the conduction of experimental trials regarding to determine the side-effects of four different insecticides on egg hatching of *A. nemoralis*. For this purpose, the greenhouse, possesses the conditions of 25-35°C temperature and 50-70% relative humidity, was used. Rearing technique of *A. nemoralis* and the usage of the leaves of ivy geranium as the oviposition substance described by Samsøe-Petersen et al. (1989). The females of *A. nemoralis* could lay eggs on *P. peltatum* leaves by transferring one leaf to 100 ml transparent plastic insect rearing containers with the capacity of an approximate of 20 males and 20



females *A. nemoralis*. Excess eggs were eliminated with the help of a needle under binocular microscope when the number of laid eggs on each leaf of ivy geranium exceeds 30. A total of three ivy geranium leaves, one egg-containing leaf in each replicate for each insecticide (including control), were used in this experiment. The leaves of ivy geranium containing 30 newly laid eggs (0-24 hrs.) of *A. nemoralis* onto them were sprayed using the applied dose of the required insecticide by a spraying tower (Potter 1952). The number of hatched eggs were started to count 24 hours after the conduction of experiments once after every 24 hours, and the experiments regarding egg hatching under insecticide treated environment have been ended after 5 days (120 hours). The obtained data regarding egg hatching of *A. nemoralis* were recorded and then analyzed. All these experiments have been carried out under  $25\pm 1$  °C temperature and  $70\pm 10\%$  relative humidity in the biocontrol laboratory. Data regarding the egg hatching of *A. nemoralis* under four different insecticide treated conditions were analyzed by applying ‘Analysis of Variance’ and "Tukey" test with the help of SPSS program.

## Results

### Effects of insecticides on prey consumption rate of *Anthocoris nemoralis* (F.)

Per day prey consumption rates of 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars as well as the adult male and female stages of *A. nemoralis* under four different insecticide treated environments were statistically found non-significant (Ffemale = 2.32, Pfemale = 0.128, Fmale = 0.85, Pmale = 0.524, F3rd = 2.91, P3rd = 0.078, F5th = 1.24, P5th = 0.356). According to the results of four different insecticides, the highest prey consumption rate has been observed in the control treatment of female containing experiment with 34.44% followed by diflubenzuron treated female experiment with the rate of 33.33%. The lowest prey consumption rate was recorded in the 3<sup>rd</sup> nymphal instars treated with spirotetramat active ingredient with 11.11% followed by diflubenzuron treated experiments again containing the same nymphal instar of *A. nemoralis* with 12.22% (Table 2.). So, the obtained data, regarding the prey consumption rates of four different biological stages of *A. nemoralis* under four different insecticide treated conditions, show that the female individuals can easily feed on prey (*E. kuehniella*'s eggs) in the presence of the effect of diflubenzuron active ingredient, and it further shows that there is not a big difference between the prey consumption rates of *A. nemoralis* under diflubenzuron treated condition and control treatment.

Table 2. Prey consumption rates of biological stages of *Anthocoris nemoralis* (F.) under insecticide treated conditions\*

Active ingredients	Mean±SE			
	3 <sup>rd</sup> nymph	5 <sup>th</sup> nymph	Female	Male
Chlorpyrifos ethyl	17.78±5.09 a	24.44±8.38 a	20.74±10.00 a	28.89±1.92 a
Spirotetramat	11.11±5.09 a	18.89±8.39 a	25.56±10.18 a	26.66±3.33 a
Diflubenzuron	12.22±6.94 a	28.89±8.39 a	33.33±10.00 a	25.55±1.92 a
Spinetoram	22.22±5.09 a	25.55±5.09 a	24.44±5.09 a	26.55±3.85 a
Control	28.89±5.09 a	32.22±8.39 a	34.44±5.09 a	27.78±3.85 a

\*: The difference between different letters in the same column is significantly important (Tukey,  $P\leq 0.05$ ).

### Egg hatching rate of *Anthocoris nemoralis* (F.) under insecticide treated conditions

The difference between the egg hatching rate of *A. nemoralis* depending on the exposure period to four different insecticides was found statistically significant, except the exposure period for 72 hours ( $F_{72}= 1.08$ ,  $P_{72}= 0.416$ ), which showed non-significant difference between the exposure time to insecticides and the egg hatching rates ( $F_{24}=0.000$ - $P_{24}=0.000$ ,  $F_{48}=0.000$ - $P_{48}=0.000$ ,  $F_{96}=6.12$ - $P=0.009$  and  $F_{120}=15.56$ - $P=0.000$ ) of *A. nemoralis* shown in Table 3. In addition to the exposure periods, egg hatching rate of *A. nemoralis* has been found statistically significant with the application of four different insecticides ( $F_{dur}=31.66$ - $P_{dur}=0.000$ ,  $F_{mov}=82.42$ - $P_{mov}=0.000$ ,  $F_{dim}=109.57$ -



Pdim=0.000, Fdel=30.78-Pdel=0.000, Fcont=86.35-Pcont=0.000). The highest egg hatching rate of *A. nemoralis* was determined as 80.44% in the control treatment after 120 hours of exposure time. This was followed by the 120 and 96 hours of exposure period with the egg hatching rates of 61.78% and 57.78%, respectively, treated with diflubenzuron active ingredient. According to the overall obtained data, there was no egg hatching observed after 24 and 48 hours of the application of four different insecticides including control (distilled water) treatment. Table 3 shows that there was no egg hatching recorded in the first two days of the application of four different insecticides. However, newly emerged nymphs from the insecticide treated eggs of *A. nemoralis* from 3<sup>rd</sup> to 5<sup>th</sup> day of experiments were recorded. There was no further egg hatching observed after the fifth day (120 hrs.) of conduction of the experiments. After waiting for three days more without observing any egg hatching then the experiments were given an end.

Table 3. Effects of different insecticides on egg hatching rates of *Anthocoris nemoralis* (F.)\*

Active ingredients	N	Mean±SE				
		24 hours	48 hours	72 hours	96 hours	120 hours
Chlorpyrifos ethyl	3	00.00±0.00	00.00±0.00	00.17±0.07	36.67±0.00	36.67±0.03
		C – a	C – a	B – a	A – b	A – b
Spirotetramat	3	00.00±0.00	00.00±0.00	25.56±0.04	51.11±0.03	57.11±0.04
		C – a	C – a	B – a	A – ab	A – b
Diflubenzuron	3	00.00±0.00	00.00±0.00	32.23±0.03	57.78±0.04	61.78±0.04
		D – a	D – a	C – a	B – a	A – a
Spinetoram	3	00.00±0.00	00.00±0.00	23.33±0.04	45.56±0.05	54.56±0.06
		C – a	C – a	B – a	A – ab	A – b
Control	3	00.00±0.00	00.00±0.00	27.28±0.03	54.44±0.03	80.44±0.05
		D – a	D – a	C – a	B – a	A – a

\*: The difference between different letters in the same column is significantly important (Tukey, P≤0.05).

N: number of replicates

### Discussion

In this research, we observed that the prey consumption rates of the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars along with the adult male and female stages of *A. nemoralis*, exposed to four different insecticides, were found statistically non-significant. Table 2 describes that the highest prey consumption has been reported in the control treatments (28.89-34.44%) of all biological stages of *A. nemoralis*, except the male stage. Prey consumption rate has been found high (28.89%) in adult male stage of *A. nemoralis* treated with chlorpyrifos ethyl insecticide. According to the obtained results of this study, the average highest prey consumption rate (27.7%) in terms of all applied insecticides to the different biological stages of *A. nemoralis* was determined in female individuals followed by male stage, 5<sup>th</sup> and 3<sup>rd</sup> nymphal instars with the average prey consumption rate of 27.10%, 26.00% and 18.40%, respectively.

A similar study was conducted to determine the side-effects of chlorpyrifos ethyl, diazinon and fenitrothion on a predatory insects of *Andrallus spinidens* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae). In the experiment, five different densities (2, 4, 8, 16 and 32 larvae) of the larval stages of *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) were presented to *A. spinidens* as food at 25±2 °C temperature, 60±10 % relative humidity and 16:8 (L: D) hours of lighting conditions. As a result of this study, it was determined that there was a decrease in the prey consumption rate of predatory insect depending on the application of insecticides. In addition, the side-effects of chlorpyrifos ethyl on the predatory insect was significantly lower than that of other two insecticides (diazinon and fenitrothion). In this study, the side-effects of applied insecticides were found higher on the prey consumption rate of *A. spinidens* as compared to control treatment (Gholamzadeh-Chitgar et al., 2015).

In another study, the side-effects of three different concentrations (LC<sub>10</sub>, LC<sub>20</sub> and LC<sub>30</sub>) of fenpropathrin and abamectin active ingredients on prey consumption of female and larval stages of *Scolothrips longicornis* (Priesner) (Thysanoptera: Thripidae) were investigated when fed on the eggs of *Tetranychus urticae* (Koch)(Acari: Tetranychidae). All of three different concentrations of these two active ingredients (fenpropathrin and abamectin) significantly reduced the prey consumption rate





of female thrips. According to results of this study, fenpropathrin showed a higher effect on prey consumption of thrips as compared to abamectin active ingredient (Pakyari and Enkegaard, 2015). In another study, the impact of cypermethrin active ingredient on the functional response, predatory and mating behaviour of the adult stages of *Acanthaspis pedestris* (Hemiptera: Reduviidae) were examined. It was determined that as the number of prey per treatment increased then the prey capturing time and the rate of prey discovery also proportionally increased, but the attacking rate of the predatory insect reduced in control treatments (Claver et al., 2003). Similar results are also obtained by Khan (2000). Another study was conducted to determine the prey consumption rates of the female and nymphal instars of *Phytoseius plumifer* (Canestrini & Fanzago) (Acari: Phytoseiidae), which was fed with *T. urticae* exposed to sublethal effects with four different concentrations of fenpyroximate and three different concentrations of abamectin. The all applied concentrations of the two acaricides (fenpyroximate and abamectin) strongly affected the prey consumption of female mites. On the other hand, female mites those exposed to fenpyroximate showed an extreme reduction in prey consumption as compared to those individuals which exposed to abamectin (Hamedi et al., 2009).

The difference between the egg hatching rates of *A. nemoralis* depending on different exposure periods in insecticide treated environments was found to be statistically significant in all treatments, except 72 hours of exposure period shown in Table 3. In this study, insecticide treated eggs of *A. nemoralis* started to hatch in all treatments from the 3<sup>rd</sup> day (72 hours) of the conduction of experiments. Later on, the egg hatching rate increased with the passage of time. As a matter of fact, we observed that there was no egg hatching on the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> days of the experiment in all treatments. Egg hatching occurred at the rate of 21.71%, 49.11% and 58.10% on the 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> day of experiment, respectively. It was observed the average highest egg hatching in the control (distilled water) treatment with the rate of 34.40% followed by diflubenzuron with 30.40% and spirotetramat with 26.80%, while the lowest egg hatching rates were determined with 24.70% in spinetoram and 14.70% in chlorpyrifos ethyl treatments. In another study, sublethal dose of methoprene (C<sub>19</sub>H<sub>34</sub>O<sub>3</sub>) and Malathion (C<sub>10</sub>H<sub>19</sub>O<sub>6</sub>PS<sub>2</sub>) were applied to the female fourth instar larvae of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). It has been observed that the application of insecticides reduced egg hatching by 36% in females compared with control treatments (Robert and Olson, 1989). In a similar study, it was observed that the sublethal doses of the above mentioned insecticides shorten the life span and also reduced the egg hatching in insects (Moriarty, 1969).

Serin (2009) investigated the side-effects of 0.001, 0.01 and 0.1 ppm concentrations of Dichlorvos (C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>P), an organophosphorus insecticide, on egg hatching of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). All of the sublethal concentrations negatively affected the egg hatching of *P. turionellae* and relatively reduced the rate of egg hatching to control treatment. Higbee et al. (1995) reported that the pyriproxyfen (C<sub>20</sub>H<sub>19</sub>NO<sub>3</sub>) and fenoxycarb (C<sub>17</sub>H<sub>19</sub>NO<sub>4</sub>) active ingredients reduced the egg hatching rate of *Cacopsylla pyricola* Foerster (Hemiptera: Psyllidae) for one week after exposure. An approximate of similar results have also been obtained by Ding et al. (2002) and they demonstrated that the pyriproxyfen and methoprene active ingredients have a clearly lethal effect on egg hatching of *Liposcelis entomophila* (Psocoptera: Liposcelididae).

## Conclusions

In conclusion, the average per day highest prey consumption rate of different biological stages (3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> nymphal instars, adult female and male individuals) of *A. nemoralis* was determined as 27.70% in adult females under four different insecticide treated environments along with a control treatment, whereas, the average per day lowest prey consumption rate was recorded as 18.44% in the 3<sup>rd</sup> nymphal instar of *A. nemoralis*. The highest prey consumption rate was observed in control treatment with 30.83%, while the lowest (20.56%) was recorded in spirotetramat active ingredient when considering the average prey consumption rate of different biological stages of *A. nemoralis* depending on four different applied insecticides. The average prey consumption rate of different biological stages correlated to insecticides was found to be 27.81%. As a result of keeping the eggs of *A. nemoralis* under four different insecticide environments for 5 days, it observed that there was no egg hatching till the end of 1<sup>st</sup> (24 hrs.) and 2<sup>nd</sup> (48 hrs.) days of experiment. However, *A. nemoralis* egg hatching rate increased, under insecticide treated conditions, to 21.71%, 49.11% and 58.11% on the 3<sup>rd</sup> (72 hrs.), 4<sup>th</sup> (96 hrs.) and 5<sup>th</sup> (120 hrs.) days, respectively. According to the overall average





insecticide results, the egg hatching rate was determined highest in control (32.43%) treatment, which is followed by diflubenzuron treated eggs of the predatory bug with 30.35%; while the eggs of *A. nemoralis*, treated with chlorpyrifos ethyl active ingredient, had the lowest egg hatching rate of 14.70% at the end of the 5<sup>th</sup> day of experiments. It is concluded that the application of four active ingredients significantly affect the prey consumption as well as the egg hatching of *A. nemoralis*.

**Acknowledgements:** Author is very grateful to the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK-2215-Doctoral Fellowship Award) for financially supported this research work. Moreover, this research article is a part of the PhD dissertation of the author of this article.

## Literature

- Bernardes, M.F.F., Pazin, M., Pereira, L.C., Dorta, D.J. 2015. Impact of pesticides on environmental and human health. Book: Toxicology studies-cells, drugs and environment, Intech, 1-39 pp.
- Claver, M.A., Ravichandran, B., Khan, M.M., Ambrose, D.P. 2003. Impact of cypermethrin on the functional response, predatory and mating behaviour of a non-target potential biological control agent *Acanthaspis pedestris* (Stål) (Heteroptera: Reduviidae). J. Appl. Ent., 127, 18-22.
- Ding, W., Shaaya, E., Wang, J.J., Zhao, Z.M., Gao, F. 2002. Acute lethal effect of two insect growth regulators on *Liposcelis entomophila* (Psocoptera: Liposcelididae). Zoological Research, 23: 173–176.
- Er, H., Uğur, A. 1999. Ankara ilinde *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae)'nin doğal düşmanları ve populasyon değişimleri üzerinde araştırmalar. Türkiye IV. Biyolojik Mücadele Kongresi, 295-307 s., Adana.
- Fauvel, G., Atger, P. 1981. Study on the build-up of insect predators and their relation to the pear psyllid (*Psylla pyri* L.) and the red spider-mite (*Panonychus ulmi* Koch) in two orchards in southeastern France in 1979. Agronomie, 1(9): 813-820.
- Gençer, N.S., Kovancı, B. 2000. Bursa ilinde armutlarda zararlı *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae)'nin biyolojisi. Türkiye IV. Entomoloji Kongresi, 101-110 s., Aydın.
- Gholamzadeh-Chitgar, M., Hajizadeh, J., Ghadamyari, M., Karimi-Malati, A., Hoda, H. 2015. Effects of sublethal concentration of diazinon, fenitrothion and chlorpyrifos on demographic and some biochemical parameters of predatory bug, *Andrallus spinidens* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) in laboratory conditions. International Journal of Pest Management, 61(3):204-211.
- Hamed, N., Fathipour, Y., Saber, M., Garjan, A.S. 2009. Sublethal effects of two common acaricides on the consumption of *Tetranychus urticae* (Prostigmata: Tetranychidae) by *Phytoseius plumifer* (Mesostigmata: Phytoseiidae). Systematic and Applied Acarology, 14(3): 197–205.
- Higbee, B.S., Horton, D.R., Krysan, J.L. 1995. Reduction of egg hatch in pear psylla (Homoptera: Psyllidae) after contact by adults with insect growth regulators. J. Econ. Entomol., 88(5): 1420–1424.
- Hodgson, C.J., Mustafa, T.M. 1984. Aspect of chemical and biological control of *Psylla pyricola* Förster in England. SROP/WPRS Bull., 7(5): 330-353.
- Kaymak, S., Serim, T.A. 2014. Pestisit sektöründe araştırma ve geliştirme. Meyve Bilimi, 2(1): 27-34.
- Khan, M.M. 2000. Impact of cypermethrin and neemgold on a non-target potential biocontrol agent *Acanthaspis pedestris* (Stål) (Insecta: Heteroptera: Reduviidae). M.Sc. Thesis. St. Xavier's College, Palayankottai, India.
- Moriarty, F. 1969. The sublethal effects of synthetic insecticides on insects. Biological Reviews, 44(3): 321–356.
- Önuçar, A. 1983. İzmir ve çevresinde bitkilerde zararlı Psyllid (Homoptera: Psyllinea) türlerinin tanınmaları, konukçuları ve taksonomileri üzerinde araştırmalar. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, İzmir Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi No: 44, 122 s., Ankara.
- Pakyari, H., Enkegaard, A. 2015. Sublethal effects of abamectin and fenpropathrin on the consumption of *Tetranychus urticae* eggs by *Scolothrips longicornis*. Journal of Systematic and Applied Acarology, 20, 357–365.
- Potter, C., 1952. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films with data on the electrostatic charge on atomized spray fluids. *Annals of Applied Biology*, 39, 1–28.
- Robert, L.L., Olson, J.K. 1989. Effects of sublethal dosages of insecticides on *Culex quinquefasciatus*. J. Americ. Mosq. Control Assoc., 5(2): 239–246.
- Samsoe-Petersen, L., Bigler, L., Bogenschütz, H. et al. 1989. Laboratory rearing techniques for 16 beneficial arthropod species and their prey/hosts. Z. Pflanzenkrankh., Pflanzensch, 96, 289-316.
- Serin, M.E. 2009. Diklorvos'un subletal dozlarının *Pimpla turionellae* (L.)'nin yumurta açılımına etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), s; 36.



- Sigsgaard, L. 2010. Habitat and prey preferences of the two predatory bugs *Anthocoris nemorum* (L.) and *A. nemoralis* (Fabricius) (Anthocoridae: Hemiptera-Heteroptera). *Biological Control*, 53(1): 46-54.
- Taleb, M.A., Sardar, M.A. 2007. Predation efficiency of insect predators in suppressing red mite, *Tetranychus bioculatus* attacking marigold. *J. Agric. Rural Dev.*, 5(1&2): 98-104.
- Winfield, A.L., Hancock, M., Jackson, A.W., Hommon, R.P. 1984. Pear sucker (*Psylla pyricola*) in Southeast England. *SROP/WPRS Bull.*, 7(5): 45-54.



Araştırma Makalesi/Research Article

## Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopi (FT-NIR) Kullanarak Sütte NaHCO<sub>3</sub> Varlığının Tespiti

Mehmet Burak Büyükcın \* 

İsmail Kavdır 

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,  
17100/Çanakkale.

\* Sorumlu yazar: buyukcanb@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.04.2020

Kabul Tarihi: 09.09.2020

### Öz

Süt endüstrisinde sıklıkla karşılaşılan sorunların başında tağşiş sorunu gelmektedir. Bu tip tağşişlerin başında süt içerisine sütün belirli miktarda bakteri üretimini engelleyici NaHCO<sub>3</sub> maddesinin eklenmesi gelmektedir. Kromatografik yöntemler ile tağşişli ürünler tespit edilebilmektedir fakat pahalı, zaman alıcı ve güvenilirlik dereceleri düşüktür. Bu kapsamda Fourier-Dönüşümlü Yakın Kızılötesi (FT-NIR) spektroskopi yöntemi kullanılarak zamandan yararlanmak, doğruluk derecesi yüksek ve düşük maliyette belirlenebilmesi bu çalışmada amaçlanmıştır. Bu amaçla yerel bir süt üreticisinden alınan ham sültere dışarıdan ilave edilmek üzere belirli oranlarda (0.05-1 g/100 ml) NaHCO<sub>3</sub> ilave edilmiştir. Değişik oranlarda karıştırılan sülter FT-NIR spektroskopisi “Geçirgenlik (Transmittance)” metodunda spektrumları alınmıştır. Hiyerarşik kümeleme yöntemi analizine göre referans olarak tanımlanan ham sülter ile 0.05 ve 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenen sülter eser miktarda olduğundan aynı kümede yer alırken daha yüksek oranda karıştırılan sülter farklı kümede yer almaktadırlar. IDENT yönteminde ise eşik değeri (threshold değeri) 0.00182 olarak belirlenmiştir. Bu değere bağlı olarak 0.05 ve 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenen sülter sistem içerisinde “Kabul” olarak değerlendirilirken 0.20 ve 0.30 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenen sülter “Ret” olarak değerlendirilmiştir. Fakat IDENT yöntemi 0.40-1 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenen sülterleri de “Kabul” olarak değerlendirmiştir. Yapılan analizler neticesinde IDENT yöntemi %57 başarı performansı elde edilmiştir. FT-NIR spektroskopi yöntemi süt ve süt ürünlerin üzerinde yapılan tağşişlerin belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. **Anahtar Kelimeler:** FT-NIR Spektroskopisi, NaHCO<sub>3</sub>, Tağşiş, hasarsız tahminleme

### Detection of NaHCO<sub>3</sub> in Milk Using Near Infrared Spectroscopy

#### Abstract

The problem of adulteration is one of the most common problems in the dairy industry. At the beginning of this type of adulteration is the addition of NaHCO<sub>3</sub>, which prevents milk from producing a certain amount of bacteria. Adulterated products can be detected by chromatographic methods, but they are expensive, time-consuming and have low reliability. In this context, it was aimed to determine adulteration in milk using Fourier-Transform Near Infrared (FT-NIR) spectroscopy method taking the advantage of time with high accuracy and low cost. For this purpose, NaHCO<sub>3</sub> has been added, in certain proportions (0.05-1 g / 100 ml), to the milk obtained from a local dairy producer. FT-NIR transmittance spectrums of milk samples were acquired. According to the hierarchical clustering analysis method, the reference milk samples and 0.05 and 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> added milk samples were classified as one group while the milk samples with higher amount of added NaHCO<sub>3</sub> were classified as different cluster. In the IDENT method, a threshold value was determined as 0.00182. Depending on this value, 0.05 and 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> added milk samples were evaluated as “Acceptance” in the system, while 0.20 and 0.30 g / 100 ml NaHCO<sub>3</sub> added milk samples were evaluated as “Reject”. However, the IDENT method evaluated 0.40-1 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> added milk samples as “Acceptance”. As a result of the analysis, the IDENT method achieved 57% success performance. FT-NIR spectroscopy method can be used successfully in determining adulterations in milk and milk products.

**Keywords:** FT-NIR Spectroscopy, NaHCO<sub>3</sub>, adulteration, nondestructive prediction

#### Giriş

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesi açısından önemli bir gıda kaynağıdır. Özellikle çiğ süt; işlem görmüş pastörize sültere kıyasla bağışıklık sisteminin güçlenmesinde ve kemik gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Ülkemizde sığır, koyun ve keçi sülterleri en fazla tüketilen süt çeşitleri olarak belirtilmektedir. TÜİK verilerine göre 2018 yılı itibari ile yaklaşık 35 M baş koyun, 17 M baş sığır ve



11 M baş keçi bulunmaktadır. Yine 2018 yılı verilerine göre 6.337 M baş inek yaklaşık 20 M ton, 18.819 bin baş koyun yaklaşık 1.446 bin ton ve 5.327 bin baş keçi ise 561 bin ton süt vermektedir. Toplam da ise yaklaşık 30.484 M baş sağlıklı hayvandan 5.348 bin ton süt üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2019a).

Süt özellikle sağlık açısından dengeli beslenmede önemli rol oynamaktadır. Çocukluk, gebelik ve yaşlılık döneminin her aşamasında yer alan kemik sağlığı açısından da oldukça önemlidir (Anonim, 2008). Süt, içerisinde yağ, yüksek kalite protein, laktoz, vitamin ve mineraller bulunmaktadır (Vaclavik & Christian, 2008). Protein, kalsiyum, B2 ve B12 vitaminleri, fosfor gibi birçok besin maddesinin ana içerikleri bakımından oldukça önem arz etmektedir (Turan ve ark., 2017). Özellikle kalsiyum ve fosfor içerikleri ile insan sağlığı açısından önemli bir besin grubu olarak değerlendirilmektedir.

Süt, üretildiği andan soframıza gelene kadar birçok aşamadan geçmektedir. Bu aşamalarda ise günümüz gelişen teknolojisinden süt üreticileri ve endüstriyel boyuttaki süt işleme tesisleri maksimum düzeyde faydalanabilmektedir. Bilim ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte üretilen ürünlerin belirli standartlarda ve kalitelerde üretilmesi mümkün olabilmektedir. Fakat son yıllarda ortaya çıkan gıda sahteciliği ile bu durum sektöre uğratılmaktadır. Gıdalarda yapılan sahtecilik ya da dolandırıcılıklar, gıda ürünlerinin içerisine kalitesiz veya zararlı kimyasal malzemelerin eklenmesi ile mevcut gıda ürünlerinin kalitelerinin düşürülerek piyasaya sunulması ile yapılabilmektedir. Aynı zamanda sadece mevcut orijinal ürüne ekstra kimyasal ya da başka etken maddelerinin eklenmesinin yanında gıda maddelerinin yetiştirilmesi ya da üretilmesinde, taşınmasında, depolanmasında ve paketlenmesinde ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2018a).

İsminden de anlaşılacağı üzere tağşiş, bir şeyin içine başka bir madde karıştırma anlamına gelmektedir. 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu madde 3/63'e göre tağşiş, bu kanun kapsamındaki ürünlere temel özelliğini veren öğelerin ve besin değerlerinin tamamının veya bir bölümünün mevzuata aykırı olarak çıkarılmasını veya miktarının değiştirilmesini veya aynı değeri taşımayan başka bir maddenin, o madde yerine aynı maddeymiş gibi katılmasıdır (Anonim, 2010).

Gıda içerikli yapılan sahtecilik ya da dolandırıcılıklar sadece ekonomik anlamda bir sorun olmaktan ziyade insan sağlığı açısından da önemli riskler taşımaktadır (Santos et al., 2013). Özellikle süt ve süt ürünlerinde yapılan hileler hem ekonomik anlamda hem de sağlık açısından önem arz etmektedir. Ticari açıdan bakıldığında süttten yağ çekilmesi, asitlik gelişimini örtmek amacıyla nötrleyici madde kullanmak, su karıştırılması, uzun raf ömrü olması açısından bazı yasak maddelerin (Hidrojen Peroksit, Sodyum Karbonat, Borik Asit v.b.) eklenmesi sütte yapılan hilelerin başında gelmektedir (Anonim, 2019b). Aynı zamanda süt ürünlerine de yapılan hileler oldukça fazladır. Yoğurdun yapım aşaması sırasında daha kıvamlı olabilmesi için un, nişasta, jelatin gibi maddeler ilave edilmektedir. Beyaz peynire peynir altı suyunun eldesinden sonra bu suyun kaynatılması ve bu suya nişasta, un, kireç gibi maddelerin ilavesi yapılmaktadır. Kaşar peynirlerin üretimi esnasında patates püresinin konulması diğer bir hile yöntemleri arasında yer almaktadır. Tereyağı yapımında süt kreması yerine çeşitli sıvı yağların kullanılması başlıca tağşiş yöntemleri arasında gösterilmektedir (Anonim, 2019c). Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere süt ve süt ürünleri üzerinde çeşitli yöntemlerle tağşiş uygulamaları ticari firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Süte katılan  $\text{NaHCO}_3$  halk arasında kabartma tozu olarak ifade edilmektedir. Süt kesilmesi; çiğ sütün ısıtma işlemi gördükten sonra sıcaklık ve mikrobiyal faaliyet gibi çeşitli olumsuz durumlardan dolayı pıhtı oluşmasını ifade etmektedir. Sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), sütün kesilmesini engelleyici nitelikte olduklarından üreticiler süt içerisine bu tip çeşitli kimyasal maddeler koyarak bu istenmeyen durumun önüne geçmeye çalışmaktadır. Sodyum bikarbonat kullanımı ile sütte oluşabilecek asidin nötrleştirilmesi sağlanmaktadır. Bu tip maddelerin ilave edildiği sütlerde kültürden beklenen asitlik düzeyi istenilen değerlerde olmamakta, proteolitik bakteriler için uygun koşullar sağlanmakta ve sütte pıhtılaşma gecikmektedir. İşte bu nedenlerden dolayı ve ayrıca yukarıda da bahsi geçen  $\text{NaHCO}_3$  maddesinin kullanılması ile sağlıksız ortamlarda üretilen ve mikrobiyal yükün neden olduğu asitlik düzeyinin artmasını yasal olmayan yollar ile engellemeye çalışmak için bu tip ek kimyasal maddelerin süte karıştırıldığı bilinmektedir (Anonim, 2019b).

Gıda ürünlerinin kaliteleri ve gıda güvenliği müşterilerin gıda temini ve tüketiminde en dikkat ettikleri konuların başında gelmektedir. Tüketiciler tükettikleri gıdaların kaliteli ve gıda güvenliği



kurallarına uygun bir şekilde üretilmiş, depolanmış ve taşınmış olmalarına özen göstermektedir. Bu durumda da üreticiler daha kaliteli ve sağlam ürünleri tarladan sofraya getirmek için üretim, fabrikasyon ya da ürünlerin lojistiğinde yüksek kalite aramaktadırlar (Cen and He, 2007). Fakat gıda ürünlerinin sınıflandırma ve kalite tespit işlemleri oldukça zahmetli, zaman alıcı ve bir o kadar da maliyet gerektirmektedir. Yakın kızıl ötesi Spektroskopisi (NIRS) sistemleri gibi teknolojik teknikler yardımıyla ürün kalitelerinin tespitini gerçekleştirmek oldukça kolaylaşmıştır. Bu tip sistemlerin avantajları olarak, hızlı bir şekilde ürün kalite ve zarar durumlarını tespit edebilmesi, güvenilirlik değerlerinin yüksek olması, analitik yöntemlerde kullanılan kimyasal maddelerin yerine optik sensörler kullanılması sebebiyle hem sağlık açısından zararsız hem de ucuz olması söylenebilmektedir.

NIRS sistemleri kullanılarak gıda ürünlerinin kalite parametrelerinin hasarsız bir şekilde belirlenmesi için çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Elma (Clark ve ark., 2003; Nicolai ve ark., 2006; Giovanelli ve ark., 2014), kayısı (Buyukcan ve Kavdır, 2017; Carlini ve ark., 2000; Camp ve Christen, 2009; Berardinelli ve ark., 2010), zeytin (Galtier ve ark., 2007; Kavdır ve ark., 2009) gibi ürünlerin NIRS spektroskopisine dayalı çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Bu tip gıdalarda yapılan sahtecilik uygulamalarının tespitinde kimyasal kullanarak analizler gerçekleştirilmektedir. Kimyasal kullanılarak yapılan bu işlemler, ekonomik olarak maliyeti arttırmakla birlikte oldukça zaman alıcı analizlerdir.

Bu çalışma kapsamında, taze süt üzerinde yapılan hilelerden biri olan  $\text{NaHCO}_3$ 'ün FT-NIR spektroskopisi yöntemi ile kullanarak tahminleme modelinin geliştirilmesi ve hasarsız bir şekilde tespiti amaçlanmaktadır. Bu kapsamda ineklerden alınan taze günlük sütler  $\text{NaHCO}_3$  karıştırılarak tağşişli süt elde edilmiştir. Laboratuvarında bulunan FT-NIR spektroskopisi yardımıyla saf süt ile tağşişli süt örneklerinin spektrumları alınmıştır. Tağşişli olan ve tağşişli olmayan süt örneklerinden alınan spektrumlar IDENT yöntemi kullanılarak tahmin modelleri geliştirilmiştir. Burada FT-NIR spektrometresinden alınan spektrumlar ile yeni bir model geliştirilip tağşişli süt ile saf sütün FT-NIR spektrometresi tarafından hasarsız bir şekilde ayırt edilmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılmak üzere temin edilen sütler sağlıklı ineklerden alınmıştır. Sağlıklı ineklerden elde edilen günlük sütler sağımdan hemen sonra alınıp Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'na  $+4\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklığa sahip taşıma kaplarında stabil bir şekilde getirilmiştir.

Laboratuvara getirilen sütler 100 ml'lik cam beherlere konularak içerisine 0,05-1 g/ 100 ml  $\text{NaHCO}_3$  arasında eklemek koşulu ile homojen bir karışım elde edilmiştir. Elde edilen karışımlar daha sonra Çizelge 1'de gösterilen oranlarda ve tekerrür sayısında FT-NIR spektrometre ölçümü için 8 ml'lik cam kuvars tüplere doldurulmuş olup spektral ölçümleri alınmıştır.

Çizelge 1. Karşım oranları ve ölçüm adetleri

Örnek Karışımlar (100 ml süte karıştırılan $\text{NaHCO}_3$ miktarı)	Ölçüm Adedi
0 g (Ham Süt) (Referans)	50
0.05 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
0.10 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
0.20 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
0.30 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
0.40 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
0.50 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
1 g ( $\text{NaHCO}_3$ )	50
<b>Toplam Ölçüm Adeti</b>	<b>400</b>



Denemelerde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarın da bulunan FT-NIR spektrometresi (MPA FT-NIR spektrometre, Bruker Optik, GmbH, Ettlingen Germany) (Şekil 1) kullanılmıştır. Cihaza bağlı InGaAs ışık dedektörü ve yüksek yoğunluklu tungsten-halogen NIR ışık kaynağı (20 watts) bulunmaktadır. Süt analizleri sıvı ölçümleri “Sample Compartment (SC)” yönteminde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin SC ölçümleri 780-2500 nm spektrum aralığında gerçekleştirilmiş olup spektrum analizleri OPUS yazılımında (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Almanya) yapılmıştır. Süt karışımları ve ham sütlerin spektral ölçümleri; çözünürlüğü  $8 \text{ cm}^{-1}$  ve 128 tarama olacak şekilde elde edilmiştir.

Süt karışım analizleri, OPUS programı içerisinde yer alan IDENT analiz yöntemi ile kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntemde, önce referans spektrumlar analiz edilerek programa işlenmiş ve daha sonra karışımlardan rastgele alınan (bilinmeyen spektrum-Test Spektrum) spektrumlar referans spektrumları ile karşılaştırılmıştır. IDENT yöntemi, referans spektruma en yakın olan test spektrumunu belirlemekte ve test ile referans spektrumları arasındaki sapmaları tanımlayabilmektedir. Eğer tanımlamalar daha önceden istatistiksel olarak belirlenmiş eşik değerlerinin altında ise tahminleme “doğru”, eğer tanımlamalar eşik değerlerinin üstünde ise tahminleme “yanlış” olarak değerlendirilmektedir. IDENT yöntemi, aşağıda verilen Öklit uzaklık prensibine (Şekil 1) dayanarak yapılmaktadır.

$$D = \sqrt{\sum_k (a(k) - b(k))^2}$$

Şekil 1. Öklit Uzaklık Prensibi

Bu eşitlikte uzaklık (D) test spektrumları ile referans spektrumları arasındaki uzaklık olarak tanımlanmaktadır.  $a(k)$  ve  $b(k)$ , a ve b spektrumlarında ki ordinat değerlerini ifade etmektedir. Ayrıca sonuçlar üzerinde Kümeleme (Cluster) analizde uygulanmıştır. Kümeleme analizi Ward’s metoduna göre yapılmıştır (Şekil 2). Ward’s metodu homojen grupları bulmak için kullanılmaktadır. Ward algoritması IDENT metodun olduğu gibi spektral mesafe ölçümü yerine H heterojenite faktöründeki büyümeye göre karar verebilmektedir.

$$H(r, i) = D(r, i) = \frac{[n(p) + n(i)]D(p, i) + [n(i) + n(q)]D(q, i) - n(i)D(q, i)}{n + n(i)}$$

Şekil 2. Ward algoritma prensibi

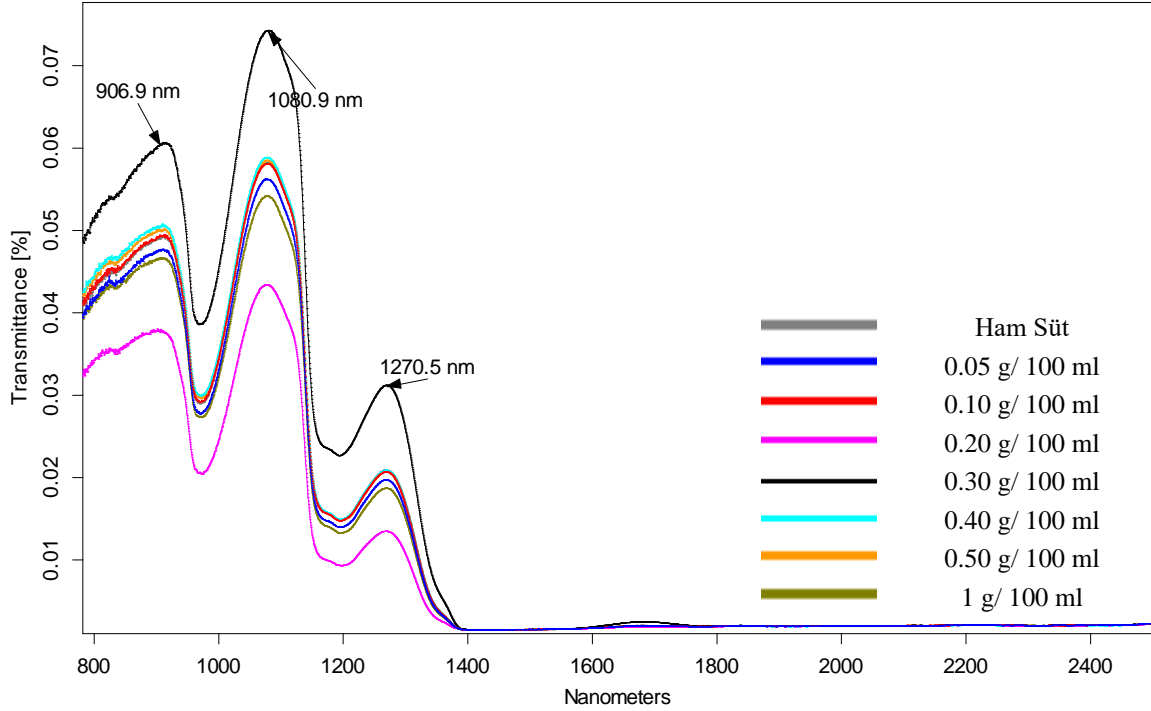
### Bulgular ve Tartışma

Yakın kızıl ötesi spektroskopisi (FT-NIR) kullanılarak sütte  $\text{NaHCO}_3$  varlığının tespit edilmesini amaçlayan bu çalışmada elde edilen spektrumların hangi dalga boyu aralıklarında oldukları ve önemli piklerin hangileri olduğu, belirli oranlarda ham sütlere konulan  $\text{NaHCO}_3$  maddesinin kümeleme ve IDENT istatistik metotları ile belirlenmesi ve bu kapsamda FT-NIR spektroskopisi ile  $\text{NaHCO}_3$  taşıdığı ürünlerin FT-NIR spektroskopisi kullanılarak tahmin modellerinin belirlenmesi üzerinde durulmuştur.

Şekil 3’de ham süt ve  $\text{NaHCO}_3$  karıştırılmış sütlerin FT-NIR spektrumlarına ait grafik yer almaktadır. Geçirgenlik (Transmittance) ölçümlerinde 906, 970, 1080, 1152-1242, 1270 ve 1470 nm dalga boylarında tespit edilen pikler önemlidir. Kavdır ve ark.,(2009) yapmış oldukları çalışmada 970, 1152-1242 ile 1400 nm’ler yer alan pikleri su pikleri olarak değerlendirmiştir ve çalışmada elde edilen spektrum pikleri benzer sonuçlar göstermiştir.

Ham süt spektrumu referans spektrum olarak kabul edilmiştir. Referans spektrumuna uzaklık ve yakınlık dereceleri baz alınarak analiz teknikleri geliştirilmiştir. Ham süt referans spektrumu ile 0.05 ile 0.10 g/100 ml  $\text{NaHCO}_3$  eklenmiş karışımlar benzerlik göstermiştir. Ayrıca 0.20 ve 0.30 g/100 ml  $\text{NaHCO}_3$  eklenmiş örneklerin spektrumları referans spektrumlarına göre daha uzak konumda olduklarından benzerlik göstermemektedirler. Tsenkova ve ark. (1999) belirttiğine göre 960, 1440 ve 1950 nm dalga boylarında güçlü su absorbanları yer almaktadır. 930-1100, 1212-1391 ve 1728-1763 nm aralığında belirtilen pikler sütte bulunan yağ içeriğini göstermektedir. 970 nm dalga boyunda en

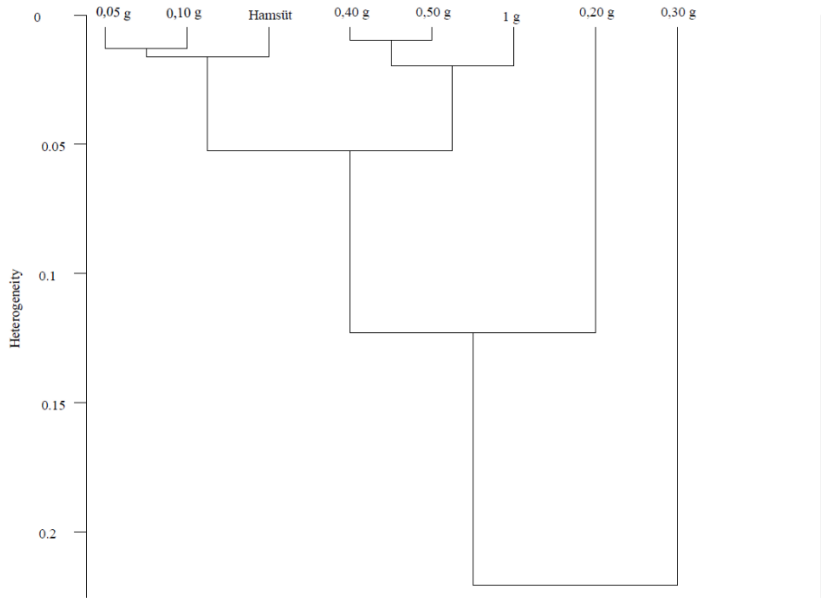
yüksek iletim değeri yağda bulunan C-O molekül bağları ile ilişkilendirmiştir (Wang ve ark., 2015). Ayrıca 812 ile 1064 nm arasında oluşan dalga boylarını laktöz içeriği ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Aernouts ve ark., (2011) yapmış oldukları çalışmada 970, 1190, 1450 ve 1950 nm’lerde düşük transmittance sonuçlarını elde etmişler ve bu düşük transmittance değerlerinin yüksek su absorpsiyonundan ileri geldiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da benzer dalga boyları sonuçlarının yer aldığı görülmektedir.



Şekil 3. NaHCO<sub>3</sub> ile karıştırılmış sütlerin FT-NIR spektrumları

#### Kümeleme Metodu ile Tahminleme

Kümeleme testinde ham sütler ve ham sütlere belirli oranlarda karıştırılmış NaHCO<sub>3</sub> karışımlarının ortalamaları alınmış NIR spektrumları kullanılmıştır. Hiyerarşik Küme Analizi Dendrografik tablosu Şekil 4’te yer almaktadır. Hiyerarşik küme analizinde tüm alt kümeler değerlendirilirken 1383 ile 781 nm NIR spektrum aralığı baz alınmıştır. Karışımların sınıflandırılması için Ward algoritma metodu kullanılmıştır. Hiyerarşik küme analizine bakıldığında ham sütler ile 0.05 ve 0.10 g/100ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş sütler aynı kümede yer aldığı belirlenirken 0.40, 0.50 ve 1 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş süt karışımları ayrı bir kümede yer aldığı saptanmıştır. Bu kapsamda 30.06.2013 tarihli Resmi Gazetede yer alan Türk gıda kodeksi gıda katkı maddeleri yönetmeliğinin 01.5 kategori numaralı Türk Gıda Kodeksi Koyulaştırılmış Süt ve Süttozu Tebliği’nde tanımlanan koyulaştırılmış süt ve süttozu’na eklenecek olan ve Grup II’de yer alan E 500 kodlu Sodyum Hidrojen Karbonat (sodyum Bikarbonat) maksimum miktarını *quantum satis* (Belirlenmemiş miktar) olarak tanımlanmaktadır. Tebliğe göre sütlerin içerisine NaHCO<sub>3</sub> ek maddesinin konulmaması gerektiğini tanımlanmaktadır. Wang ve ark., (2015) yapmış oldukları çalışmada taze sütlerin 8 gün depolama boyunca pH, asitlik ve laktöz içeriklerinde ki değişimlerini NIR spektroskopisi kullanılarak tahminlemişlerdir. Yaptıkları kümeleme analizinde 1 ve 2. gün sütler diğer depolama günlerinde ki sütlerden farklı grupta olduklarını belirtmişlerdir.



Şekil 4. Ward metoduna göre analiz edilmiş Dendrografik sınıflandırması

#### IDENT Metodu ile Tahminleme

IDENT metodu kullanılarak yapılan analiz sonuçları Çizelge 2’de yer almaktadır. Sonuçlardan görüldüğü üzere ham sütler referans madde olarak tayin edilmiştir. 0.05 ve 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş sütler referans olan ham sütler yakın bir uzaklık değeri (hit quality) elde edildiği belirlenmiştir. Dolayısı ile tahminleme işlemi “Kabul” olarak değerlendirilmektedir. 0.20 ve 0.30 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş sütlerde ise Hit Quality değerlerimiz referans Eşik değerine daha uzak bir sonuç elde ettiğinden “Ret” olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre 0.05 ile 0.30 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş sütlerde kabul edilebilir düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Fakat 0.40, 0.50 ve 1 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş sütlerde ise Hit Quality değerlerinin eşik değerine yakın olduğu ve sistem tarafından “Kabul” olarak değerlendirilmektedir. Bu durum yüksek dozlarda eklenen NaHCO<sub>3</sub> maddesinin sistem tarafından tam olarak doğru algılanmadığı anlamına gelmektedir. Fakat IDENT analiz yönteminin genel başarısına bakıldığında 350 toplam örnek içerisinde 200 örnek doğrulaması başarılı ve 150 örnek doğrulaması başarısız olmuştur. Bu durumda sistemin genel analiz performansı %57 olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 2. IDENT metodu kullanılarak yapılan tanımlama analizi

Örnek (g/100 ml NaHCO <sub>3</sub> )	Hit Quality	Threshold (Eşik değeri)	Kabul-Ret
0.05	0.00044	0.00182	Kabul
0.10	0.00004	0.00182	Kabul
0.20	0.00309	0.00182	Red
0.30	0.00351	0.00182	Red
0.40	0.00021	0.00182	Kabul
0.50	0.00014	0.00182	Kabul
1	0.00079	0.00182	Kabul
<b>Ham Süt</b>	<b>0.00000</b>	<b>0.00182</b>	<b>Referans</b>

#### Sonuç ve Öneriler

Yakın Kıvılcık Ötesi Spektroskopisi (FT-NIR) Kullanılarak Sütte NaHCO<sub>3</sub> Varlığının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmamızda ham örneklere dışarıdan eklemek koşulu ile NaHCO<sub>3</sub> değişik miktarlarda eklenmiş ve farklı miktarlarda eklenen karışım örneklerinin (Toplam 400 örnek) FT-NIR spektroskopisi kullanılarak uzaklık farklarına dayalı kümeleme ve IDENT modelleri geliştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ham sütler referans madde olarak seçilmiştir. 0.05 ve 0.30



g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> olan karışım sütlerinde FT-NIR spektroskopisi başarılı bir şekilde tahmin etme işlemini yerine getirmiştir. 0.05 ve 0.10 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> karışımları sütün kimyasal yapısını etkileyecek düzeyde karışımlar olmadığından “Kabul” olarak değerlendirilmiştir. 0.20 ve 0.30 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> karışımı sütler ise sütün kimyasal yapısını bozacak düzeyde miktarlar olduğundan dolayı “Ret” olarak belirtilmiştir. Fakat 0.40, 0.50 ve 1 g/100 ml NaHCO<sub>3</sub> ekli süt karışımlarının modellenmesi ve tahminlenmesinde sistem başarısı düşük sevide olmuştur.

Fakat genel olarak bakıldığında modelleme ve sistem toplam tahmin edilecek örnek sayısı dikkate alındığında %57 oranında başarılı olduğu ve ileride yapılacak çalışmalar için umut verici sonuçlar elde edildiği söylenebilmektedir. Her ne kadar FT-NIR sistemi ve modellerin yüksek dozlarda NaHCO<sub>3</sub> eklenmiş tağışlı sütlerin tahmini için geliştirilmesi gerekse de FT-NIR spektroskopisi gibi hasarsız ve teknolojik sistemler gıda ürünlerinin kalitelerini değerlendirme ve tahminleme açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Çalışmamızda kullandığımız metodların sütlerdeki kalite parametrelerini belirlemede ve tağış gibi istenmeyen durumların tespitini hasarsız, daha ekonomik ve hızlı bir şekilde yapabilmek için geliştirilmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

**Not:** Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2018-2607

### Kaynaklar

- Aernouts, B., Polshin, E., Lammertyn, J., Saeys, W., 2011. Visible and near-infrared spectroscopic analysis of raw milk for cow health monitoring: Reflectance or transmittance. *J. Dairy Sci.* 94: 5315–5329.
- Anonim, 2008. Beslenmede Sütün Önemi. Sağlık Bakanlığı, Yayın No: 727. ISBN: 978-975-590-243-2
- Anonim, 2010. 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara. Erişim Tarihi: 16.11.2019
- Anonim, 2018a. <https://foodsafetyhelpline.com/2014/08/food-adulteration/>. Erişim Tarihi: 15.05.2018.
- Anonim, 2019a. [http://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=31590&tipi=17&sube=0](http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=31590&tipi=17&sube=0). Erişim Tarihi: 23.11.2019.
- Anonim, 2019b. <https://gida.erciyes.edu.tr/upload/4J662H7sutte-sikca-karsilasilan-hileler-ve-saptamayontemleri.pdf>. Erişim Tarihi: 15.05.2019.
- Anonim, 2019c. <http://gidabilgi.com/Makale/Detay/sut-ve-sut-urunlerinde-yapilan-hile-ve-tagsisler-80d168>. Erişim Tarihi: 12.10.2019.
- Berardinelli, A., Cevoli, C., Silaghi, F.A., Fabbri, A., Ragni, L., Giunchi, A., Bassi, D., 2010. FT-NIR Spectroscopy for the Quality Characterization of Apricots (*Prunus Armeniaca* L.). *Journal of food science.* 75(7): E462-E468.
- Buyukcan, M.B., Kavdir, I., 2017. Prediction of some internal quality parameters of apricot using FT-NIR spectroscopy. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 11(2): 651-659.
- Camps, C., Christen, D., 2009. Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *LWT-Food Science and Technology.* 42(6): 1125-1131.
- Carlini, P., Massantini, R., Mencarelli, F., 2000. Vis-NIR measurement of soluble solids in cherry and apricot by PLS regression and wavelength selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 48(11): 5236-5242.
- Cen, H., He, Y., 2007. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends Food Sci. Technol.* 18: 72–83.
- Clark, C.J., McGlone, V.A., Jordan, R.B., 2003. Detection of Brownheart in ‘Braeburn’ apple by transmission NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology.* 28(1): 87-96.
- Galtier, O., Dupuy, N., Le Dréau, Y., Ollivier, D., Pinatel, C., Kister, J., Artaud, J., 2007. Geographic origins and compositions of virgin olive oils determined by chemometric analysis of NIR spectra. *Analytica chimica acta.* 595(1-2): 136-144.
- Giovanelli, G., Sinelli, N., Beghi, R., Guidetti, R., Casiraghi, E., 2014. NIR spectroscopy for the optimization of postharvest apple management. *Postharvest Biology and Technology.* 87: 13-20.
- Kavdir, I., Buyukcan, M.B., Lu, R., Kocabiyyik, H., Şeker, M., 2009. Prediction of olive quality using FT-NIR spectroscopy in reflectance and transmittance modes. *Biosystems Engineering.* 103(3): 304-312.
- Nicolaï, B.M., Lötze, E., Peirs, A., Scheerlinck, N., Theron, K.I., 2006. Non-destructive measurement of bitter pit in apple fruit using NIR hyperspectral imaging. *Postharvest Biology and Technology.* 40(1): 1-6.
- Santos, P.M., Pereira-Filho, E.R. and Rodriguez-Saona, L.E., 2013. Rapid detection and quantification of milk adulteration using infrared microspectroscopy and chemometrics analysis. *Food Chemistry.* 138: 19–24.



- Turan, Z., Şanver, D., Öztürk, K., 2017. Türkiye’de Hayvancılık Sektöründen Süt İnekçiliğinin Önemi ve Yurt İçi Hasılaya Katkısı ve de Dış Ülkelerle Karşılaştırılması. Ömer Halisdemir Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 10(3): 60-74).
- Tsenkova, R., Atanassova, S., Toyoda, K., Ozaki, Y., Itoh, K., Fearn, T., 1999. Near-Infrared Spectroscopy for Dairy Management: Measurement of Unhomogenized Milk Composition. Journal of Dairy Science. 82(11): 2344-2351.
- Vaclavik, V.A., Christian E.W., 2008. Essential of Food Science. NewYork, USA: Springer Springer Science+Business Media, LLC. ss: 237-268.
- Wang, Y., Ding, W., Kou, L., Li, L., Wang, C., Jurick, W.M., 2015. A Non-Destructive Method to Assess Freshness of Raw Bovine Milk Using FT-NIR Spectroscopy. Journal of Food Science and Technology. 52(8): 5305-5310.





Araştırma Makalesi/Research Article

## Sürdürülebilir Eko-Turizm Destinasyonları Olarak Sulak Alanlar: Uluabat Gölü

Aysun Çelik Çanga<sup>1\*</sup> 

Tülay Polat Üzümcü<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Nilüfer-Bursa

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Kartepe Turizm MYO, Kartepe/Kocaeli

\*Sorumlu yazar: aysncelik@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.05.2020

Kabul Tarihi: 04.12.2020

### Öz

Sürdürülebilir turizm; çevresel kaynakları en uygun şekilde kullanmayı, temel ekolojik süreçleri sürdürmeyi, doğal mirası ve biyolojik çeşitliliği korumayı hedefleyen turizmdir. Sulak alanlar doğal ve kültürel peyzaj çekicilikleriyle turist çekme potansiyeli yüksek olan alanlar olup, aynı zamanda dünyanın en kırılgan ekosistemlerinden birisidir. İyi planlanmamış ve iyi yönetilmeyen rekreasyon ve turizm faaliyetleri sulak alanların bozulmasında itici güç olabilmekte ve bu alanların ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini tehlikeye atabilmektedir. Sürdürülebilir turizm destinasyonları olarak sulak alanların değerlendirilmesi ve alana özgü turizm türlerinin belirlenmesi; alana özgü kaynak değerlerinin, ekolojik süreçlerin, biyolojik çeşitliliğin, yerel kültürel özelliklerin değerini anlayarak korumayı ve devamlılığını sağlar nitelikte yönetmeyi gerektirmektedir. Bu çalışmada; Uluabat Gölü doğal ve kültürel çevre özelliklerinin turizm ile ilişkisi kurularak, turizm faaliyetleri için kriterlerin ve koruma kültürünün benimsendiği turizm türlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın veri toplama aracı; arazi surveyi ve literatür araştırmalarıdır. Uluabat Gölü doğal ve kültürel çevre özelliklerinin turizm ile ilişkisinin kurulabilmesi için gerekli olan verileri arazi çalışmaları yanı sıra literatür araştırması ile tamamlanmıştır. Bu araştırmada, ulaşılan her türlü materyalin içeriği sistematik ve detaylı bir şekilde incelenmiş, çıkarımlar yapılmıştır. Elde edilen bütün verilerin analizi sonucu ulaşılan bilgiler amaç doğrultusunda ve uzman bakış açısı ile yorumlanmıştır. Araştırmanın sonucunda; turizm amaçlı sulak alan kullanımı ve koruma kültürünün birbirinden karşılıklı olarak yararlandıkları turizm türleri belirlenmiş, uygulanabilir öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir turizm, eko turizm, turizm destinasyonu, sulak alan, Uluabat Gölü

## Wetlands as Sustainable Eco-Tourism Destinations: Lake Uluabat

### Abstract

Sustainable tourism; tourism, which aims to use environmental resources in the most appropriate way, to maintain basic ecological processes, and to protect natural heritage and biodiversity. Wetlands are areas that have high potential to attract tourists with their natural and cultural landscape values, and are also one of the most fragile ecosystems in the world. Poorly planned and poorly managed recreation and tourism activities can be the driving force in degradation of wetlands and endanger the continuity of ecosystem services of these areas. Evaluation of wetlands as sustainable tourism destinations and determination of specific tourism types; Understanding the value of the area-specific resource values, ecological processes, biodiversity, and local cultural characteristics requires the management to provide protection and continuity. In this study; By establishing the relationship between the natural and cultural environment features of Uluabat Lake with tourism, it is aimed to determine the types of tourism where the criteria and protection culture are adopted for tourism activities. The data collection tool of the research; field survival and literature research. The necessary data for the relationship between the natural and cultural environment features of Uluabat Lake and tourism has been completed by field research as well as literature research. In this research, the content of any material reached was examined systematically and in detail, and inferences were made. The information obtained as a result of the analysis of all the obtained data was interpreted in line with the purpose and with an expert perspective. As a result of the research; Tourism types, in which the use of wetlands for tourism and conservation culture are mutually benefited from, have been determined and feasible suggestions have been developed.

**Keywords:** Sustainable tourism, ecotourism, tourism destination, wetland area, Uluabat Lake



## Giriş

Sürdürülebilir turizm; ziyaretçiler, çevre, turizm sektörü ve yerel halkın bugünkü ve gelecekteki turistik ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanmasını öngören bir yaklaşımdır (Ödemiş ve Çalık, 2019). Sürdürülebilir turizm, turizmin kullandığı kaynakların kontrol altına alınarak doğal çevreye verebileceği zararları en aza indiren ve aynı zamanda da turizmin olumlu sosyal, kültürel ve ekonomik etkilerini en üst seviyeye çıkarmayı hedefleyen turizm türlerini kapsamaktadır. Bunlar da çoğunlukla eko turizm türlerini kapsamaktadır.

Günümüz insanları psikolojik ve fiziksel sağlıkları için doğal çevre ile iç içe olabilecekleri alanlarda turistik faaliyetlerde bulunmayı tercih etmektedirler. Çünkü doğal alanlar; iklim özellikleri, yaban hayatı, bitki örtüsü, su kaynakları, kırsal yaşam tarzı, manzara güzelliği gibi doğal ve kültürel peyzaj bileşenleri ile turistik çekiciliğe sahip alanlardır. Pasif bir etkinlikle bile olsa doğal alanlarda bulunmak, insanların yaşadıkları çevreyi sevmelerine, mutlu, huzurlu olmalarına ve doğayı tanımalarına katkı sağlamaktadır. Doğal alanlardaki çeşitli aktif etkinlikler ise insanlara yeni yetenekler kazandırmaktadır. Doğal çevre koşullarında gerçekleşen ve doğal alanlara, yerel kültürel özelliklere, geleneksel özgünlüğü korumaya duyarlı olan bu turizm türü Eko-Turizmdir. Burada ziyaretçilerin doğal ve kültürel peyzaj değerleri üzerindeki olumsuz etkileri en alt düzeydedir. Eko-turizm, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini güvence altına alarak, yerel halkın hem ekonomik olarak kalkınmasını sağlamakta, sosyal ve kültürel bütünlüklerini de korumaktadır (Koçan, 2011). Ekolojik, sosyal ve kültürel bütünlük ile sorumluluk ve sürdürülebilirlik ekoturizmin kalitesini belirlemektedir (Khabbazi ve Yazgan, 2012). Eko-turizm, alternatif turizm türlerinin, doğal ve kültürel değerlere saygılı ve bilinçli tüketicilerin sayısının artmasına paralel hızla gelişmektedir (Gülbahar, 2009).

Sulak alanlar biyolojik çeşitlilikleri nedeniyle dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilmektedir. Sulak alanlar; suların toplanması, sulama ve atıksu yönetimi, taşkın koruma için suyun bulunabilirliği, biyo-çeşitlilik dönüşümü, balık stokları, güvenli içme suyu temini ve su kalitesini iyileştirme vb. konularda yaşamsal öneme sahiptir (Tockner ve ark., 2010; Ostrovskaya ve ark., 2012). İlâveten sulak alanlar karasal hayvanlar ve kuşların besin sağlamak için kullanması sebebiyle, çok sayıda kuş çeşidini barındırmaktadır (Zaimoğlu ve Bozkurt, 2010). Bunların yanında sulak alanların, insan refahı, yaban hayatı ve çevresel kalitenin sürdürülebilmesi için de önemli yararları bulunmaktadır (Güney, 2014). Dünyanın en önemli doğal alanlarından olan sulak alanlar; ekolojik önemlerinin yanı sıra içme, kullanma, sulama ve farklı endüstri kollarının sularını karşılama, saz kesimi, balıkçılık, hayvancılık, ulaşım, eğitim-araştırma, turizm ve rekreasyonel faaliyetlere sağladığı olanaklar ile ekonomik değere sahip alanlardır.

Türkiye 13 Kasım 1994’de Ramsar Sulak Alanlar Sözleşmesi’ne taraf olduğundan ülkemizde sulak alanların sınıflandırılması bu sözleşmeye göre yapılmaktadır. Bu sözleşme kriterlerine göre Türkiye’de 1327 sulak alandan 135 adedi Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan olarak belirlenmiştir. Ayrıca 76 alandan 56’sı su kuş, 4’ü balık, 16’ sısı ise hem su kuşları hem de balık kriterleri bakımından uluslararası öneme sahiptir (WWF, 2008). Bu uluslararası öneme sahip 135 sulak alandan 13 tanesi Ramsar Sözleşmesi doğrultusunda koruma altına alınıp *Ramsar Alanı* olarak belirlenmiştir. Bu alanlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye’nin Ramsar Alanları (Anonim, 2019)

Ramsar Alanları- Bulunduğu İl	Ramsar Tarihi	Ramsar Alanları- Bulunduğu İl	Ramsar Tarihi
Kuş (Manyas) Gölü- BALIKESİR	13 Temmuz 1994	Akyatan Lagünü- ADANA	15 Nisan 1998
Burdur Gölü- BURDUR	13 Temmuz 1994	Gediz Deltası- İZMİR	15 Nisan 1998
Sultansazlığı- KAYSERİ	13 Temmuz 1994	Yumurtalık Lagünü- ADANA	21 Haziran 2005
Seyfe Gölü- KIRŞEHİR	13 Temmuz 1994	Meke Gölü- KONYA	21 Haziran 2005
Göksu Deltası- MERSİN	13 Temmuz 1994	Kızören Obruğu- KONYA	2 Mayıs 2006
Kızılırmak Deltası- SAMSUN	15 Nisan 1998	Kuyucuk Gölü- KARS	2 Nisan 2009
<b>Uluabat Gölü- BURSA</b>	15 Nisan 1998		

Türkiye’de yerli ve yabancı turistleri kendine çeken sulak alanlardan birisi de, bu çalışmanın konusu olan Uluabat Gölü’dür. Uluabat Gölü, Bursa, Kütahya, Balıkesir ve Bilecik il sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).



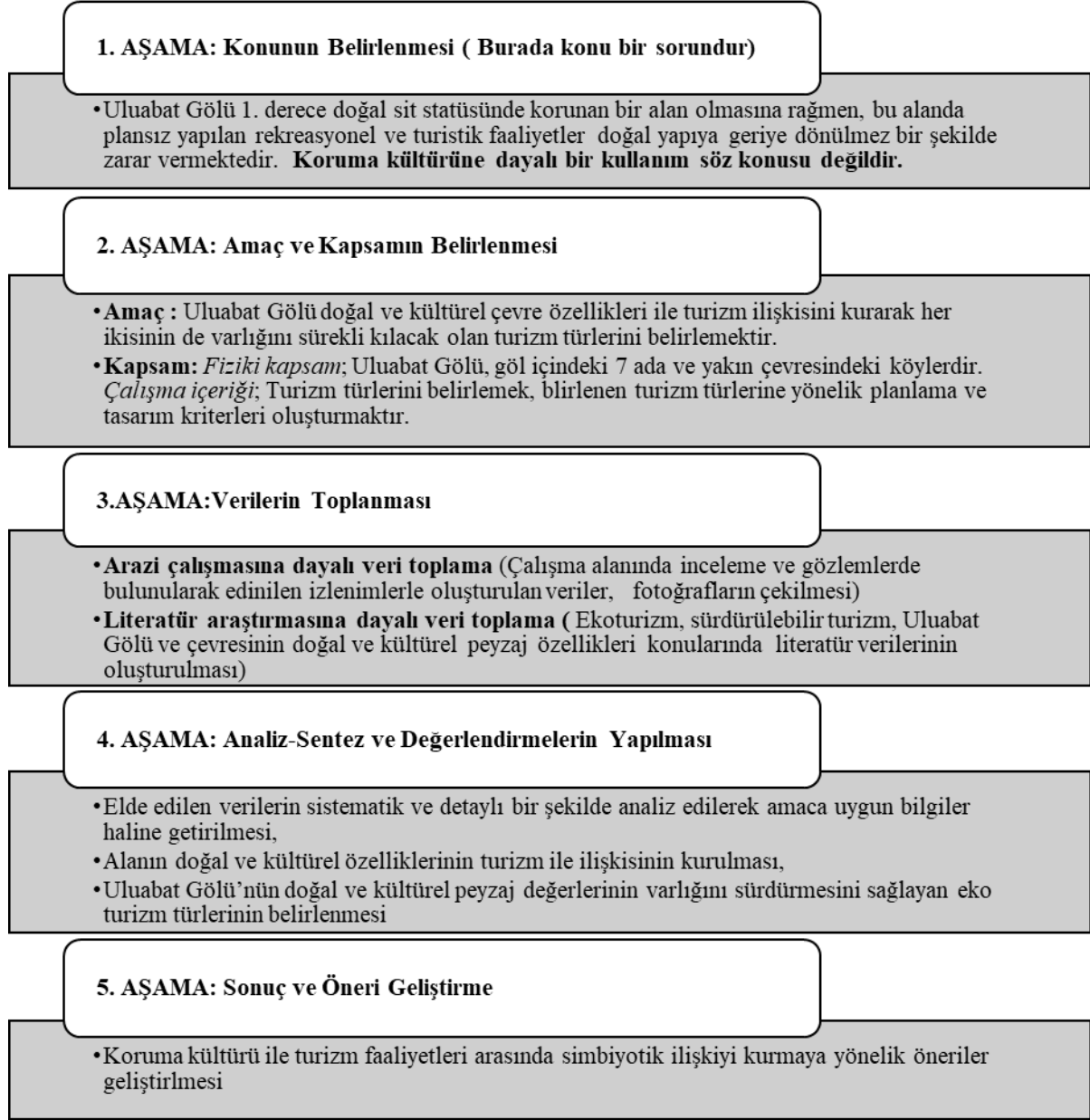
Şekil 1. Uluabat Gölü

Uluabat gölü büyüklük bakımından Türkiye’deki 9.büyük göl olup (Anonim, 2016), gölün alanı 19900 ha, deniz seviyesinden yüksekliği 8 metre, doğu-batı yönünde uzunluğu 23-24 km. genişliği ise 12 km kadardır. Gölün derinliği bir çok yerde 2- 2,5 m civarında olup bu derinlik yaz aylarında 1,5 metreye kadar gerilerken (Dalkıran ve ark., 2006), göl içerisinde 7 adet ada bulunmaktadır. Gölü besleyen en önemli su kaynağı Mustafakemalpaşa Çayı olup, gölün fazla suları gölün batısındaki Uluabat Deresiyle Susurluk Çayı’na ve bu çay vasıtasıyla da Marmara Denizi’ne boşalmaktadır. Göl çevresinde ve göle sınırı olan 17 yerleşim birimi bulunmaktadır (Anonim, 2020a). Göl Ramsar Statüsü ve Yaşayan Göller Ağı’na dahil edilmiş, korunan bir alandır. Uluabat Gölü tipik bir sığ göl olup, bazı küresel ölçekte nesli tehlike altında türler barındırmakta ve sucul bitkiler yönünden Türkiye’nin en zengin sulak alanlarından. Göl ve çevresinde, plansız yapılan turizm kaynaklı olumsuzluklardan biyoçeşitliliğin korumasına yönelik düzenlemeler çok yetersizdir. Bu nedenle bu çalışmanın konusu olarak seçilmiştir. Bu çalışmada; Uluabat Gölü doğal ve kültürel çevre özelliklerinin turizm ile ilişkisi kurularak, turizm faaliyetleri için kriterler ve koruma kültürünün benimsendiği turizm çeşitlerini belirlemek amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Uluabat Gölü ile ilgili yazılı kaynaklar, kitap, makale, rapor, belge, tezler, alanda yapılan gözlemlerle edinilen izlenimler ve bu esnada çekilen fotoğraflar oluşturmaktadır. Araştırma yöntemi Şekil 2’ de görüldüğü gibi 5 aşamadan oluşmaktadır. Konu, amaç ve kapsamın belirlenmesinden sonraki aşama veri toplama sürecidir. Uluabat Gölü doğal ve kültürel çevre özelliklerinin turizm ile ilişkisinin kurulabilmesi için gerekli olan veriler arazi çalışmaları yanı sıra literatür araştırması ile elde edilmiştir. Bu çalışmada, ulaşılan her türlü materyalin içeriği sistematik ve detaylı bir şekilde incelenmiş, çıkarımlar yapılmıştır. Elde edilen bütün verilerin analizi sonucu ulaşılan bilgiler amaç doğrultusunda ve uzman bakış açısı ile yorumlanarak Uluabat Gölü’nün doğal ve kültürel peyzaj değerlerinin varlığını sürdürmesini sağlayan eko turizm türleri belirlenmiş,

koruma kültürü ile turizm faaliyetleri arasında simbiyotik ilişkiyi kurmaya yönelik öneriler getirilmiş ve sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 2. Yöntem akışı

### Bulgular ve Tartışma

Sürdürülebilir turizm destinasyonu olarak sulak alanların kullanımı, rekreasyonel ve turistik faaliyetlerin sulak alan peyzajı ve yaban yaşamı üzerindeki etkilerini en aza indirmekle ilgili olup, sulak alanların sürekliliğini sağlamaya odaklı olmalıdır. Bunun için de; sulak alanın çevresini ve kırılgan habitatlarını korumak, taşıma kapasitelerini dikkate almak gerekmektedir. Bu kapsamda Uluabat gölünün bir sürdürülebilir turizm destinasyonu olarak; faunası, florası, manzara kalitesi, ek diğer özellikleri ve bu doğrultuda geliştirilebilecek turizm türleri aşağıda belirtilmektedir.

Uluabat Gölü sucul bitkiler yönünden Türkiye'nin en zengin sulak alanlardan birisi olup, hemen hemen tüm kıyıları geniş sazlıklarla, sığ kesimleri ise su içi bitkilerle kaplıdır. Çevresi sazlık olan gölün doğu kıyısı dışındaki kıyıları nilüferlerle kaplıdır. Bu yönü ile Türkiye'nin en büyük nilüfer yataklarına sahip olup, fazla olan bitki grubu kamış ve sazdır. Uluabat Gölü yaygın bitkileri Çizelge 2' de verilmiştir.





Çizelge 2. Uluabat Gölü Bitkileri (Seçmen ve Leblebici, 1997; Ertem ve Akkaya, 1997; Welch ve Welch, 1998).

Genus	Genus
<i>Agrostis stol-onifera</i> (Stolonlu Tavusotu)	<i>Paspalum paspolodes</i> (Su Ayrığı)
<i>Alopecurus myosuroides</i> (Tilki Kuyruğu)	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Tria. Ex. Steud (Kamış)
<i>Artemisia santaricum</i> (Yavşan)	<i>Polygonum amphibium</i> L. (Su Çoban Değneği)
<i>Azolla</i> (Kırmızı Eğrelti)	<i>Polygonum lapathifolium</i> L. (Boğumlu Çoban Değneği)
<i>Bolboschoenus maritimus</i> Palla var. <i>maritimus</i> (Deniz Sandalye Sazı)	<i>Potamogeton panormitanus</i> Biv. (Küçük Su Sümbülü)
<i>Bromus hordeaceus</i> (Başakotu)	<i>Potamogeton crispus</i> L.(Kıvrık Su Sümbülü)
<i>Butomus umbellatus</i> L. (Çiçekli Hasırsazı)	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. (Sapsız Yapraklı Su Sümbülü)
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. (Tilkikuyruğu)	<i>Salicornia</i> (Börülce)
<i>Chara spp</i> (Su Avizeleri)	<i>Salix</i> (Söğüt)
<i>Cortaderia</i> (Bataklik Sandalye Sazı)	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. (Su Oku)
<i>Cyperus longus</i> L. (Kırkboğum)	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak (Top Sandalye Sazı)
<i>Eichhornia crassipes</i> (Su Sümbülü)	<i>Scirpus</i> (Deniz Sandalye Sazı )
<i>Eleocharis palustris</i> L. Br. (Bataklik Sandalye Sazı)	<i>Scirpus maritimus</i> (Su Sandalye Sazı)
<i>Herniaria</i> (Mızraklı Kaşık Otu)	<i>Schoenoplectus lacustris</i> L. ssp. <i>lacustris</i> (Su Sandalye Sazı)
<i>Hordeum marinum</i> (Yabani Arpa)	<i>Schoenoplectus littoralis</i> (Schradler) Palla (Kıyı Sandalye Sazı)
<i>Lemna minor</i> L. (Küçük Su Mercimeği)	<i>Sparganium erectum</i> L. Ssp. <i>Erectum</i> (Dik Sığır Sazı)
<i>Lemna trisulca</i> L. (Zincirli Su Mercimeği)	<i>Stachys palustris</i> (Adaçayı)
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. (Başaklı Su Civan Perçemi)	<i>Tamarix</i> (Ilgın)
<i>Najas marina</i> L. (Dikenli Superisi)	<i>Typha</i> (Hasır Otu)
<i>Najas minor</i> All. (Küçük Superisi)	<i>Typha domingensis</i> Pers.(Dar Yapraklı Saz)
<i>Nymphaea alba</i> (Beyaz Nilüfer)	<i>Utricularia austrialis</i> (Ufak Su Miğferi)
<i>Potamogeton lucens</i> L. (Parlak Su Sümbülü)	<i>Vallisneria spiralis</i> L. (Yılanbalığı Otu)
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir. (Boğumlu Su Sümbülü)	<i>Verbascum</i> (Dik Sığır Sazı)

Göl, Anadolu'ya kuzeybatıdan giren kuş göç yolu üzerinde olması, önemli kuş alanlarından Kuş Gölü'ne çok yakın mesafede (35 km) bulunması, besin maddeleri bakımından zengin olması ve uygun iklim koşullarının varlığı farklı türden ve kalabalık kuş gruplarının göl ve çevresinde beslenmesine, kışlamasına ve üremesine olanak sağlamaktadır. Bu alan küresel boyutta nesli tehlike altında olan *Phalacrocorax pygmeus*, *Aythya nyroca*, *Pelecanus crispus*, *Chlidonias hybridus* türlerine de ev sahipliği yapmaktadır (Çizelge 3). Uluabat Gölü balık taksonları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Uluabat Gölü Önemli Kuş Türleri(Dalkıran, 2015)

Genus	Genus
<i>Ardea purpurea</i> (Ergüvani Balıkçıl)	<i>Ixobrychus minutus</i> (Küçük Balaban)
<i>Ardeola ralloides</i> (Alaca Balıkçıl)	<i>Microcarbo pygmeus</i> (Küçük Karabatak)
<i>Aythya ferina</i> (Elmabaş Patka)	<i>Nycticorax Nycticorax</i> (Gece Balıkçılı)
<i>Aythya nyroca</i> (Pasbas Patka)	<i>Pelecanus crispus</i> (Tepeli Pelikan)
<i>Aythya fuligula</i> (Tepeli Patka)	<i>Pelecanus onocrotalus</i> (Ak Pelikan)
<i>Chlidonias niger</i> (Kara Sumru)	<i>Phalacrocorax pygmeus</i> (Küçük Karabatak)
<i>Chlidonias hybridus</i> (Bıyıklı Sumru)	<i>Plegadis falcinellus</i> (Çeltikçi)
<i>Circus aeruginosus</i> (Saz Delicesi)	<i>Platalea leucoradia</i> (Kaşıkçı)
<i>Egretta garzetta</i> (Küçük Ak Balıkçıl)	<i>Podiceps cristatus</i> (Bahri)
<i>Fulica atra</i> (Sakarneke)	<i>Vanellus spinosus</i> (Mahmuzlu Kızkuşu)
<i>Glareola pratincola</i> (Bataklik Kırılancı)	

Çizelge 4. Uluabat Gölü Balık Türleri (Çubuk, 2000; Çınar ve ark., 2013; Dalkıran, 2015)

Genus	Genus
<i>Alburnus alburnus</i> L. (İnci Balığı)	<i>Leuciscus cephalus</i> L. (Ak Balık)
<i>Alosa maeotica</i> (Ringa Balığı)	<i>Mugil cephalus</i> L.(Has Kefal)
<i>Anguilla anguilla</i> L. (Yılan Balığı)	<i>Nemachilus angorae</i> (Çöpçü Balığı)
<i>Barbus plebejus</i> (Bıyıklı Balık)	<i>Proterorhinus marmoratus</i> Phallas (Japon Sazanı)
<i>Blicca björkna</i> L. (Tahta Balığı)	<i>Pseudorasbora parva</i> (Çakıl Balığı)
<i>Carassius gibelio</i> Bloch (Gümişi Havuz Balığı)	<i>Rhodeus sericeus</i> Bloch.(Acı Balık)
<i>Chalcalburnus chalcoides</i> (Tatlısu Kolyozu Balığı)	<i>Rutilus rutilus</i> L. (Kızılöz Balığı)
<i>Clupeonella abrau muhlisi</i> (Tatlısu Sardalyası )	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. (Kızılkanat Balığı)
<i>Cobitis taenia</i> L. (Taş Yiyen Balığı)	<i>Silurus glanis</i> L.(Yayın Balığı)
<i>Cyprinus carpio</i> L.(Sazan Balığı)	<i>Syngnathus acus</i> (Deniziginesi Balığı)
<i>Esox lucius</i> L.(Turna Balığı)	<i>Syngnathus nigrolineatus</i> Eichwald
<i>Gobius fluviatilis</i> Pallas (Tatlısu Kaya Balığı)	<i>Tinca tinca</i> L.(Kadife Balığı)
<i>Knipowitschia caucasica</i> Kawrajsky (Kaya Balığı)	<i>Vimba vimba</i> L. (Eğrez Balığı)

Göldeki en önemli su ürünlerinden birisi de *Astacus leptodactylus* (kerevit) 'tur. Balık ve kerevit yanı sıra gölde yaşayan diğer canlılar da *Rana ridibunda* (Bataklik Kurbağası) ve *Natrix natrix*





(Su Yılanı) dir. *Clupeonella abrau muhlisi* (Tatlı Su Sardalyası) endemik ve küresel tehdit altındaki türlerdendir.

Göl çevresinde yaşayan memeli türlerden bazıları küresel ölçekte nesli tehlike altındadır(Çizelge 5).

Çizelge 5. Uluabat Gölü Çevresinde Küresel Ölçekte Nesli Tehlike Altında Olan Memeli Türler (Dalkıran, 2015)

Genus	Genus	Genus
<i>Lutra lutra</i> (Su samuru)	<i>Vulpes vulpes</i> (Tilki)	<i>Lepus europaeus</i> (Tavşan)
<i>Canis aureus</i> (Çakal)	<i>Meles meles</i> (Porsuk)	

Uluabat Gölü 15.04.1998 yılında Ramsar alanı ilan edilmiş, 2001 yılında ise Yaşayan Göller Ağı'na dahil edilmiştir. Bugün Uluabat Gölü bu ağa dahil 55 gölün 24 ortak kuruluşundan bir tanesidir. Uluabat Gölü 1. derece doğal sit, Göl kıyısındaki Gölyazı Köyü de 1.derece arkeolojik sit statüsünde korunmaktadır. Bu alanı rekreasyon ve turizm faaliyetleri için çekici kılan değerler, aynı zamanda korunan alan olmasını da gerektiren değerlerdir (Çelik ve ark., 2016). Sulak alan ekosistemleri, yüksek ekolojik değerlere sahip olması nedeni ile taşıma kapasiteleri düşük olup sınırlı sayıda turist ağırlayabilen yerlerdir.

Bu alan, turistik faaliyette bulunan kişilerin doğa ile kopan bağını yeniden kuran, güçlendiren bir alandır. Su insan psikolojisinde çok güçlü etkilere sahiptir. İnsanları rahatlatır, rehabilite eder, sakinleştirir, huzur verir, dinlendirir, konsantrasyon artırır, fiziksel olarak gevşetir, stresten arındırır. Bu nedenle, rekreasyon ve turizm amacı ile en çok tercih edilen alanlardır. Uluabat Gölü de sakinliği, su bitkileri, balıkları, kıyıda sandalları, su içerisinde kalmış ağaçları ve üzerindeki çeşitli kuşları ile doğal estetiğe sahip manzara kalitesi yüksek bir peyzajdır. Ziyaretçilerin ruhunu dinlendiren ve kentlerin stresli ortamından kaçmak isteyen turistler için çekici bir alandır. Ayrıca, kentsel alanlardaki süs bitkileri ile donatılmış alanlardan farklı olarak sazlıkları, su bitkileri ve türbierleri ile estetik açıdan ziyaretçilerin ilgisini çeken görsel kalitesi yüksek alandır.

Uluabat Gölü çevresinde kültürel peyzajın en önemli bileşenleri köy yerleşimleridir. Erduran ve ark. (2012)'nin belirttiğine göre; yerel yaşamın ve bu yaşamın bileşenlerinin de gelecek nesillere aktarımının sağlanması gerekmektedir. Çünkü bu alanlar da ekoturizmin çok önemli destinasyonlarıdır.

Uluabat Gölü kıyısındaki köylerden Eskikaraağaç Köyü, eski dönemlerde köyün bir tarafında Türkler'in bir tarafında Rumlar'ın birlikte yaşamış oldukları ve günümüzde de leylekleri ile ünlü olan köydür. Bu köyde halk, leylekler konusunda oldukça duyarlı olup, leylekleri koruma altına almış ve leylekler için yuvalar yapmışlardır. Eskikaraağaç köyü, 2011 yılında Avrupa Tabiat Mirası Vakfı tarafından Avrupa Leylek Köyü seçilmiştir. Böylece bu alan, Avrupa'nın leylek köyleri ağının Türkiye'deki ilk ve tek temsilcisi olmuştur. Eskikaraağaç köyünde 15 yıldır iki gün süren ve çeşitli etkinliklerle gerçekleştirilen leylek festivali çok sayıda ziyaretçi çekmektedir. Köyde, yaban hayatı gözlemlemek için bir gözlem kulesi, yaban yaşamı gözlem evi, yaban hayatı müzesi, göl kıyısında bisiklet ve yürüyüş yolu bulunmaktadır.

Uluabat Gölü kıyısında bulunan diğer bir köy de Gölyazı köyüdür. Gölyazı köyü mevsimsel olarak değişen ada ya da yarımada görünümü dinamik peyzajı ile dünyaca ünlü bir turistik köydür. Bu köyün tarihçesi 2500 yıl öncesine ve Roma dönemine dayanmaktadır. Köyde, antik çağdan kalma taşların kullanıldığı cumbalı Rum evleri, antik surlar, Helenistik kapı ve kule kalıntıları, antik su kemeri, mezar yapıları, kilise, yel değirmeni, tarihi camii, hamam bulunmaktadır. Göl içerisindeki yedi adadan birisi olan Kız adasında antik Apollon tapınağı kalıntıları, antik tiyatro kalıntıları ve Manastır Adası'ndaki Hagios Konstantinos Manastırı kalıntıları ile bu alan birinci derece Arkeolojik sit statüsünde korunmaktadır. Bütün bunlara ek olarak Gölyazı köyünde bulunan ağlayan çınar (anıt çınat), bu alana özgü mitolojik hikayeler, kadın balıkçı geleneği, yöreye özgü yeme içme kültürleri, misafirseven köy halkı ile çekici bir turistik destinasyondur (Çelik ve ark., 2016).

Uluabat Gölünün kaynak değerlerinin günümüzde kullanım şekilleri; tarım ve hayvancılık, saz kesimi, balıkçılık, endüstriyel kullanım, evsel kullanım, turizm ve rekreasyondur. Göl çevresindeki köylerde yaşayan yerel halkın % 15'inin geçim kaynağı tarımsal faaliyetlere dayanmakta, çeşitli sebze türlerinin yanı sıra, zeytin yetiştiriciliği ve meyvecilik bölgenin tarımsal üretiminde



önemli yer tutmaktadır. Tarımsal faaliyetler için gerekli olan sulama suyu gölden çekilmektedir. Sazlıklar, yetiştikleri sulak alanları dünyanın en üretken ekosistemleri hâline getirirler. Uluabat Gölü'nün sığ bir göl olması nedeni ile sazlık alanlar oldukça geniştir. Ördekler, kazlar, balıkçılar, dalgıçlar, yağmurcunlar, karabataklar, pelikanlar, düdükçünler, saz bülbülleri, martılar, kaşıkçı kuşları, çeltikçiler, sumrular sulak alanları ve sazlıkları kendilerine yurt edinirler ve bu nedenle sazlıklar gölde ekosistemin önemli bir parçasını oluşturur. Bu alanda saz kesimi, çevre köylerdeki halkın geçim kaynağı arasında yer almaktadır. Ancak, çeşitli illerden gelenlerin de kontrolsüz saz kesimi yapması biyoçeşitliliğin korunmasında önemli sorunlardandır.

Balıkçılık yöre halkının % 85'inin geçim kaynağı olup, göle sınırı olan 11 yerleşim alanı göldeki su ürünlerinden yıl boyu ve ekonomik olarak yararlanmaktadır. Gölde bulunan 21 balık türünden turna, sazan, yayın, tatlı su kefali, ringa balığı ve kızılkanat balıkları ticari amaçlı avlanmaktadır. Göldeki en önemli su ürünlerinden birisi de kerevittir. Gölde aşırı balıkçılık faaliyetleri gölün ekolojik durumunu olumsuz etkilemekte, balık popülasyonundaki değişim su bitkilerini ve kerevit popülasyonunu olumsuz etkilemektedir. Ayrıca bu durum suyun bulanıklığını da etkileyerek alanın görsel kalitesini bozmaktadır.

Gölün bulunduğu bölgedeki çeşitli sanayi tesisleri ile madencilik işletmelerinin kirletici vasfı yüksek olup, çoğunluğunda arıtma tesisi yok ya da yeterli değildir. Bu da göl ekosisteminin bozulmasına neden olmaktadır.

Uluabat Gölü kıyısında bulunan Gölyazı Köyü günümüzde çeşitli rekreasyonel faaliyetlerde bulunmak üzere turizm amaçlı kullanılmaktadır. Bu durum, yerel halkın ekonomik kalkınmasına katkı sağlamaktadır. Burada doğrudan suya dayalı olarak yapılan rekreatif faaliyetlerden birisi sandal gezintisidir. Diğer bir turizm türü avcılık olup, planlı bir şekilde yürütülmeyen bu turizm türünde de aşırı avlanmanın yanı sıra, yavrulama dönemindeki hayvanların rahatsız edilmesi söz konudur.

### **Uluabat Gölü ve Çevresinde Yapılabilecek Sürdürülebilir Eko Turizm Türleri**

Sulak alanlar doğal ve kültürel peyzaj özellikleri ile ekoturizm bakımından vazgeçilmez alanlardır. Ancak bu alanlarda insan ve doğa arasındaki hassas ilişki bozulmamalıdır. Bu hassas mekanizma dış etkilerle bir defa bozulduğunda onu eski haline getirmek ya da düzeltmek oldukça güçtür. Bu alanların korunabilmesi için, sulak alanı besleyen kaynakların korunması ve alan yönetimi konusunda ilgili paydaşların sürece mutlaka dahil edilmesi gerekmektedir.

Sulak alanlar her türlü rekreasyon ve turizm faaliyetinde öncelikle ekolojik karakteri korunarak değerlendirilmelidir. Bu amaçla da kısıtlamalar, yasaklamalar, doğaya saygı ve yüksek çevre bilinci ile her türlü alt ve üst yapı tesisinde ekolojik tasarım gerektirmektedir. Rekreasyonel ve turistik faaliyetler, o yerde var olan rekreasyonel ve turistik tesislerin kabul edilebilir kapasitelerini aşmayacak bir düzeyde olmalı, sulak alanların rekreasyonel ve turistik kullanımlarında taşıma kapasitesi asla aşılmamalı ve alanın ekolojik dengesi bozulmamalıdır. Aynı şekilde alanın doğal estetiği de taviz verilmeksizin korunmalıdır.

Bu kapsamda Uluabat Gölü'nün doğal ve kültürel peyzaj özelliklerine uygun ve bu hassas eko sistemin bozulmadan simbiyotik bir ilişki içerisinde yapılabileceği eko-turizm çeşitleri belirlenmeye çalışılmış, suda yapılabilecek pek çok doğa sporları ve eko-turizm türü bu sebeple çalışmaya dahil edilmemiştir. Alanda sürdürülebilir turizm anlayışıyla ve koruma-kullanma dengesinde gerçekleştirilebilmesi uygun olan rekreasyon ve turizm türleri şunlardır:

**Ornitoturizm:** Kuşları doğal ortamlarında izlemeye dayanan kuş gözlemciliği diğer adıyla ornitoloji, bireysel yada toplu olarak gerçekleştirilen rekreasyonel aktivitelere denilmektedir (Sevindi, 2013). Uluabat Gölü geniş bir sulak alan olması ve kuş göç yolları üzerinde olması nedeni ile Türkiye'deki kuş gözlemciliği için en uygun alanlardan birisidir. Uluabat gölü geniş ve açık su yüzeyi ile kışlayan kuşlar için güvenli bir ortam oluşturmakta, zengin besin varlığı ile de kuşların beslenmesine imkan sağlamaktadır. Gölde kuş gözlemciliği tüm yıl ve gün içerisinde her saatte yapılabilmektedir. Ancak Uluabat gölü ve çevresinde kuş gözlemciliğine olanak sağlayan düzenlemeler bulunmamaktadır.

**Botanik Turizmi:** Biyolojik çeşitlilik rekreasyon ve turizm için de değerlendirilmektedir. Botanik turizmi, farklı bitkileri görme, bilme ve bu bitkilerin özelliklerini keşfetme isteğiyle gerçekleştirilen bir turizm türüdür (Albayrak, 2013). Bu turizm türü, alanında uzman rehber eşliğinde biyolojik çeşitliliğin tanıtılması şeklinde gerçekleşmektedir. Uluabat Gölü zengin ve çeşitlilik gösteren



ekosistemleri, endemik bitki çeşitliliği ve floristik zenginliği, özellikle de su bitkileri bakımından Türkiye'deki en zengin göl olması nedeni ile botanik turizmine çok uygundur. Bu turizm türü için botanik konusunda uzman rehberlerin yetiştirilmesi ve bu turizm türünün tur organizasyonlarına dahil edilmesi gerekmektedir.

**Yaban Hayatı (Fauna) Gözlemciliği:** Doğal yaşam alanlarındaki faunanın gözlenmesidir. Doğal peyzaj özelliği gösteren, ormanlar, longozlar, kayalıklar, sulak alanlar, dağlar vb. alanlar farklı hayvan türlerinin yaşamasına olanak sağladığından yaban yaşamı gözlemciliği için uygun alanlardır. Yaban yaşamı gözlemciliği turizmi ise araştırmacıların yanında doğa tutkunlarının ilgi gösterdikleri turistik bir faaliyettir (Dartnell ve ark., 2015). Burada, insanların hayvanlara olan ilgileri bir endüstriye dönüşmüştür. Uluabat Gölü çevresinde yaşayan memeli türler (Su samuru, çakal, tilki, porsuk, tavşan) bu turizm türü için uygundur. Ancak bu faaliyette bulunacak olan kişilerin bir takım kurallara uyması gerekmektedir. Bunlar; yoğun ziyaretçiler hayvanların günlük faaliyetlerini olumsuz etkilememeli, insanların ilgisi hayvanların yetenek ve güdülerini kaybettirecek nitelikte olmamalıdır. Bu hayvanlar aynı zamanda küresel ölçekte nesli tehlike altında olan türler olduğundan ziyaretçilerin bilinçli olması gerekmektedir.

**Foto Safari:** Amatör ya da profesyonel olarak fotoğraf sanatı ile ilgilenenlerin doğa fotoğraf çekebilmeleri ve kendilerini geliştirebilmeleri için düzenlenen turlara Foto Safari denilmektedir (Polat Üzümcü ve Çelik Çanga, 2019). Bu turlar; bozulmamış doğal ve kültürel peyzajları tanımak, korumak, onlara duyulan ilgi ve sevgiyi artırmak, keşfetmek ve ölümsüzleştirmek amacı ile yapılmaktadır. Uluabat Gölü, flora ve faunası, manzara kalitesi ve yerel yaşamı ile bu turizm türü için çok uygundur. Turizmin bu türünü daha organize bir şekilde geliştirmek üzere turların düzenlenmesi ve aynı zamanda da kadraja girmesi muhtemel düzensizliklerin giderilmesi gerekmektedir.

**Tarım Turizmi (Agroturizm):** Tarımsal üretimin yapıldığı yörelerde gerçekleştirilen bir turizm türüdür. Tarım turizmi kırsal turizmden ve eko turizmden farklı olarak, sadece tarım alanlarını kapsar ve tüketicinin seyahat nedenini tarımsal ürünler oluşturur (Küçükaltan, 2002). Tarım turizmi ailelere yaşam tarzlarını sürdürme imkanı sunarken, tarımsal arazi, orman, nehir vb. doğal kaynakları koruma imkanını da vermekte (Veeck ve ark., 2016), yaban hayatın geliştirilmesine ve su kaynaklarının korunmasına katkı sağlayarak çevre üzerinde olumlu etki yaratmaktadır (Barbieri, 2013). Bu turizm türünde tarımsal üretim ve ürünler, doğrudan üreticiler tarafından ziyaretçilere sunulmaktadır. Çiftçi marketleri, yol kenarları tezgahları, çiftlikte konaklama ve yerel yiyecek-içecekleri tadım, eğlence ve kırsal alanı tanıma faaliyetleri vb. tarımsal turizmin en çok bilinen bileşenleridir. Uluabat gölü, tarımsal turizm açısından mevcut durumu ile yol kenarı tezgahlarında ziyaretçilere ürün sunan niteliktedir. Bu konuda, yeni ve ilgi çekici pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi ve turizme de kazandırılması gerekmektedir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde birebir bulunmayı sağlayacak nitelikte konaklama alanlarının yapılması gerekmektedir.

**Doğa Yürüyüşü:** Doğal mekanlarda bireysel ya da grup olarak yapılan bir doğa sporu türüdür. Doğa yürüyüşleri insana özgürlük hissi yanında farklı bir yaşam biçimi yaşama konusunda da başarılıdır (Ardahan, 2012). Weaver (2001) doğa yürüyüşünün; yürüyüş yapmak, geleneksel bir köy ziyareti ve yerel halkla paylaşımda bulunmak, doğa ile baş başa kalmak, manzara seyretmek ve doğal yaşamı gözlemlemek, adrenalin dolu deneyimler yaşamak gibi bir takım aktiviteleri içerdiğini ifade etmektedir (Yılmaz, 2008). Uluabat gölü; iklim, topografik yapısının uygunluğu, zengin flora ve faunası ve görsel manzara kalitesi ile doğayı gözlemlemeye, çevresindeki köylerdeki kırsal yaşam ile doğa yürüyüşleri için önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak henüz göl ve çevresinde belirlenmiş ve işaretlenmiş bir doğa yürüyüşü parkuru bulunmamaktadır.

**Amatör Balıkçılık Turizmi/Sportif Olta Balıkçılığı:** Doğal alanlarda veya özel olarak oluşturulmuş avlalarda turistlerin balık avlama amacıyla gerçekleştirdikleri turizm türü olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca sportif olta balıkçılığı turistlerin sadece balık avlama amacıyla geldiği, yerel halk ile fazla temasın olmadığı ancak yerel balıkçıları katıldığı küçük ölçekli balık yakalama turnuvalarının düzenlendiği bir turizm türü olarak da tanımlanmaktadır (Borch, 2004; Lovelock, 2008: aktaran: Bezirgan, 2019). Son yıllarda avlanma faaliyetlerinin çoğunluğunda yaygınlaşan yakala-bırak yaklaşımıyla beraber sportif olta balıkçılığının eko-turizmin bir türü olarak düşünülebileceği iddia edilmektedir. Araştırma alanı bir göl olup olta balıkçılığı için uygundur. Korunan bir alan olması nedeni ile burada olta balıkçılığının avlanma noktaları ve mevsimi belirlenerek bu alanlarda ve kontrollü olarak yapılması planlanmalıdır.



**Bisiklet Turizmi:** Rekreasyon, tatil, dinlenme, spor vb. amaçlarla yapılan gününbirlik gezilerden, uzun mesafeli turlara kadar kişinin aktif bisiklet kullanıcısı olduğu seyahatleri kapsamaktadır. Bisiklet turizmi genellikle aktif bisiklet kullananların bisikletle yapılan seyahatleri içermekte ancak bisiklet etkinliklerine izleyici olarak yapılan ziyaretler de bu tanıma dahil edilmekte, özellikle bisiklet etkinliklerini (festival/ tur/ yarışma) izlemek üzere yapılan seyahatler de pasif bisiklet turizmi olarak kabul edilmektedir (Çelik Uğuz ve Özbek, 2018). Bisiklet bir ulaşım aracı olarak diğer motorlu araçlarla karşılaştırıldığında çevre üzerinde olumsuz etkilerinin olmaması nedeni ile korunan bu alanda geliştirilmesi gereken bir rekreasyonel faaliyettir. Bu amaçla, burada bisiklet parkurlarının yapılarak rotaların belirlenmesi ile bisiklet turlarına açılması gerekmektedir.

**Sandalla Gezinti:** Uluabat gölünde yerel halk tarafından sunulan ve bir kısım yerel halk için geçim kaynağı olan sandal turu yapılmaktadır. Bu alanda sandal gezileri, nilüferleri ve diğer su bitkilerini daha yakından gözlemlemeye, Gölyazı köyünü panoromik olarak görmeye, görüntülemeye de olanak sağladığı için ziyaretçilerin çok ilgisini çekmektedir. Bu faaliyetin kuşların beslenme ve üreme durumlarını olumsuz etkilemeyecek biçimde planlı ve sınırlı sayıda sandal olacak şekilde yapılması gerekmektedir.

**Manzara Seyretme:** Bu alan manzara seyretmek, gün batımını izlemek, doğa ile iç içe olmak, temiz havada dinlenmek, çiçeklerden ve kokularından faydalanmak, bir ağacı kucaklamak gibi pasif rekreatif faaliyetler için de uygun bir alandır. Bu amaçla ekolojik ilkelerle düzenlenmiş alanlar gerekmektedir.

**Festival Turizmi:** Festivaller, kültür, sanat, gelenek-görenek, dinsel vb. nedenler ile belirli bir bölgede ve belirli bir zamanda insanların katılımı ile gerçekleştirilen kutlamalardır (Albayrak, 2013). Festival turizmi ise, festivalleri ekonomik kalkınma yada destinasyonun ve çekici yerlerin pazarlanmasında bir araç olarak görmektedir (Getz, 2010). Uluabat gölü yakın çevresindeki köylerden Eskikaraağaç Köyünde yapılan “leylek festivali” de her yaş grubunun ilgisini çeken etkinlikleri ile her yıl haziran ayında iki gün süren etkinliklerle, 15 yıldır gerçekleştirilmektedir. Festival esnasında yapılan etkinlikler; fener alayı, konserler, yöresel ürün satışları, tekne turları, gezici kütüphane, çocuklar için oyunlar ve yarışlar, leylek gözlemleme, fotoğraf çekme gibi aktif ve pasif etkinliklerden oluşmaktadır. Bu festivale ek olarak kadın balıkçı geleneğini tanıtmaya ve sürdürme doğrultusunda festivaller, gastronomi festivali gibi bu alanı özgün yönleri ile tanıttıkları festivaller düzenlenmelidir. Ancak festival esnasında özellikle yüksek sesli müzik yayınlarının, konserlerin olması kuşlar, yaban yaşamı ve leylekler için rahatsız edici olmaktadır. Bu nedenle festival etkinliklerinin doğaya ve doğal yaşama zarar vermeyecek etkinliklerden oluşması gerekmektedir.

**Kamp-Karavan Turizmi:** Karavanları ya da çadırları ile turizme katılan kişilere yönelik, park ve konaklama olanağı sunan tesislerde gerçekleştirilen turizm türü olup, bu tesisler için kamping sözcüğü kullanılmaktadır (Şenol, 2011; aktaran: Akpur ve Zengin, 2019). Türkiye’de Turizm Tesislerinin Belgelendirilmesine ve Niteliklerine İlişkin Yönetmelik 23. maddesinde; karayolları güzergahları ve yakın çevrelerinde, deniz, göl, dağ gibi doğal güzelliği olan yerlerde kurulan ve genellikle müşterilerin kendi imkanlarıyla geceleme, yeme-içme, dinlenme, eğlence ve spor ihtiyaçlarını karşıladıkları en az on ünitelik tesisler (Anonim, 2020b) kamping olarak tanımlanmıştır. Kampingler, doğa ile baş başa daha uzun süre vakit geçirmek isteyenler için çeşitli olanaklar sunmaktadır. Uluabat Gölü çevresi, hem konaklamalı gelmek isteyen ziyaretçiler için çadır ya da karavan kamp alanlarına hem de topografik yapı yönünden eko turizme uygun niteliktedir. Bu amaçla, alt yapısı çevresel bir duyarlılıkla hazırlanmış alanlara gereksinim bulunmaktadır.

**Köy Turları:** Kentlerde yaşayan insanlar için köy hayatını deneyimlemek, stresten uzak, sakin, temiz havası, doğal gıdaları ve suyu ile son derece çekici turistik destinasyonlardır. Uluabat gölü çevresinde yer alan köyler, gerek geleneksel köy yaşamının sürdürülmesi ve yöresel ürünlerin bulunması, gerekse gölün manzarası ve eşsiz doğal güzelliğini yaşama olanağı sağlaması bakımından köy turları için caziptir. Özellikle Gölyazı köyü gibi kültürel ve doğal peyzaj bakımından zengin ve tanınmış bir köyün bu göl etrafında olması da avantajdır. Bu turizm türünün uygulanmasında da yerel halkın günlük etkinliklerini aksatmayacak, tehlikeye düşürmeyecek, köy taşıma kapasitesi dikkate alınarak planlanması gerekmektedir.





## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde insanlar psikolojik ve fiziksel sağlıkları için doğa ile iç içe olabilecekleri alanlara yönelmektedir. Doğal çevre koşullarında gerçekleşen ve doğal alanlara, yerel kültürel özelliklere, geleneksel özgünlüğü korumaya duyarlı turizm türü de eko-turizmdir. Eko-Turizm, doğal kaynaklara dayalı olan alternatif turizmin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Sulak alanların zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olması sebebiyle doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilmesi onları ekoturizm bakımından da önemli bir çekim unsuru yapmaktadır. Bu bağlamda eko-turizm kapsamında sulak alanların değerlendirilmesi ve alana özgü turizm çeşitlerinin belirlenmesi; alana özgü kaynak değerlerinin, ekolojik süreçlerin, biyolojik çeşitliliğin, yerel kültürel özelliklerin değerini anlayarak korumayı ve sürdürülebilirliğini sağlar nitelikte yönetmeyi gerektirmektedir. Tüm sulak alanlar korunmalı ve akılcı kullanılmalıdır. Bu alanlara yönelik turizm planlamaları gerçekçi ve uygulanabilir nitelikte olmalıdır. Bu alanlarda koruma kültürüne dayanmayan turizm faaliyetleri, sulak alanların zarar görmesine ya da tamamen kaybına sebep olabilecektir.

Uluabat gölü ve çevresi, küresel ve bölgesel ölçekte önemli olan bir rekreasyon alanı ve turizm destinasyonudur. Göl ve çevresindeki biyoçeşitliliği koruma amaçlı kısıtlamalar, düzenlemeler ve tesisler yok ya da çok yetersizdir. Uluabat Gölü Ramsar statüsüne sahip olup, göldeki biyoçeşitliliği sürdürebilecek kanuni bir koruma ihtiyacını doğurmaktadır. Bu noktada izlenecek en iyi yol korunan alanda turizm ilişkisini simbiyotik bir yaklaşımla ele almaktır. Böylece sulak alanlarda hem ekosistem hizmetleri hem de turizm faaliyetleri tehlikeye atılmadan sürdürülebilecektir. Bu çalışmada, bu düşünceden hareketle Uluabat Gölü doğal ve kültürel çevre özelliklerinin turizm ile simbiyotik ilişkisi kurularak sürdürülebilir ekoturizm türleri ve rekreatif-turistik faaliyetler için de kriterler belirlenmiştir. Bu alan için uygun bulunan ekoturizm türleri; Ornitoturizm, Botanik Turizmi, Yaban Hayatı Gözlemciliği, Foto Safari, Tarım Turizmi (Agroturizm), Doğa Yürüyüşü, Sportif Olta Balıkçılığı, Bisiklet Turizmi, Festival Turizmi, Sandalla Gezinti, Manzara Seyretme, Kamp-Karavan Turizmi, Köy Turları olarak sıralanabilir. Bu kapsamda alanda sürdürülebilir ekoturizm yapılabilmesi için öneriler getirilmiştir. Buna göre;

Göldeki adalar ve göl çevresi turistik çekiciliği en fazla olan alanlardır. Bu alanların imara açılmaması, göl çevresinde gölü kirletecek tesislerin yapılmasına izin verilmemesi gereklidir. Bu alan hassas bir peyzajdır. Bu nedenle alana yönelik her türlü plan kararları ve tasarım detayları da hassasiyetle geliştirilmelidir. Sulak alanların devamlılığı için suya dayalı olmayan turistik faaliyetlerin bile su kaynağı ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Hoş görünümler yaratan kamış ve saz bitkileri, yetiştikleri yörede yaşayan su kuşları için besin kaynağı ve barınak oluşturduğundan, hem kuşları korumak hem de manzara kalitesi ve buna bağlı olarak sürdürülebilir turizm açısından sazlıkların korunması gerekmektedir.

Burada, Eko turizme yönelik alt yapı eksiklikleri giderilerek eko turiste hizmet etmeye yönelik tesisler yapılmalıdır. Eko-turizm faaliyetlerinde bulunmak isteyen ziyaretçilere yönelik doğal yapıya uygun kamp ve konaklama tesisleri yapılmalıdır. Sportif Olta Balıkçılığı için yine doğal yapıya uygun iskeleler kurulmalı, alt yapı hazır hale getirilmeli, turizm ve rekreasyon faaliyetleri daha planlı ve çekici hale getirilmelidir. Göl çevresindeki her türlü etkinlik alanında olabildiğince çöp çıkaracak tüketimlerden sakınılmalı ve standartlara uygun olarak çöp toplama alanları, hijyenik tuvaletler tesis edilmelidir.

Ziyaretçilerin buldukları alandaki canlı türleri hakkında bilgi edinmesi, hatta eğitim çalışmalarına katılması insan-doğa bağına daha da güçlendirecektir. Bu alanda turizm ve rekreasyon faaliyetleri kapsamında çocuk ve gençlere yönelik eğitim merkezleri kurulmalıdır.

Böylece, eko-turizm etkinliğinde bulunan kişilerin doğal ve kültürel değerlerin korunmasına yönelik davranış ve tutumları öğrenmelerine olanak sağlayan alanlar oluşturulmalıdır.

Göl çevresinde atıl olan alanlar belirlenerek, kente çeşitli ekolojik servisler sunan bir park ve rekreasyon alanına dönüştürülmelidir. Bu alan turizm ve rekreasyona yönelik hizmetin yanı sıra çevre eğitimi veren alanlar olarak da değerlendirilebilir.

Burada yeni düzenleme alanlarında yapılacak her türlü bitkilendirmede egzotik bitkiler yerine mutlaka yerel türler kullanılmalıdır. Böylece bu alan kuş türlerini ve göçmen su kuşlarını sulak alana çekerek eko-turizmin de gelişmesini sağlayacaktır. Yerel bitki kullanımı bu alanda nesli tükenmek üzere olan türler için habitat oluşturarak yine eko-turizme katkı sağlayacaktır.





Tasarımda ve uygulamalarda her türlü yapı elemanı ve donatı elemanları doğal estetiğin devamlılığı ve tamamlayıcısı rollerinden dolayı doğal malzemeden (taş, doğal taş, ahşap, pişmiş toprak vb.) olmalıdır. Kesinlikle yapay malzemeler kullanılmamalıdır (plastik, beton, metal, yapay kauçuk, lastik vb.).

Bu alanda koruma kültürünün esas alındığı eko-turizmin geliştirilmesinde ziyaretçiler kadar yerel halkın da tutum ve bilinci çok önemlidir. Bu nedenle, yerel halkın da bu sürece dahil edilmesi ve aidiyet duygusu oluşturulması sağlanmalıdır.

Göl ve çevresinde hem turizmin hem de ekolojik alanların sürdürülebilirliği, alanın taşıma kapasitesine uygun kullanımı ile sağlanabilir. Bunun için de alan, doğal kaynak değerlerinin varlığını tehlike altına almayacak, tehdit etmeyecek miktarda ziyaretçi ağırlamalıdır. Bu durum ise bu alanda kaynak değerlerine uygun bir turizm planlamasını gerektirmektedir.

Burada eko turizmin gelişimini sağlayan kaynaklar, bu alana özgü olan ve korunan doğal kaynaklardır. Korunan kaynakların turizm amaçlı kullanımı da kanunlara uygun olmalıdır. Bazı doğa alanları araştırmacılar, uzmanlar, bu konuya ilgili/egitimli ekoturistlere hitap etmektedir. Bu alanlar sayıca az olduğu için, bu alanlara farkındalığı yüksek özel ilgi turistleri dışında turist kabul edilmemeli ve sınırlı sayıda olmalıdır.

Uluabat Gölü'nün başlıca sorunları; endüstriyel kirlilik, su seviyesine yapılan müdahaleler, aşırı balıkçılık, yabancı tür balık salımı, kuş avcılığı, plansız ve kapasite üstü yapılan turizm faaliyetleri olarak sıralanmıştır (Anonim, 2010). Bu sebeple her ne kadar sürdürülebilir eko-turizm türü olsa da balıkçılık, kuş gözlemciliği gibi turizm türlerinin kritik noktalarda yapılmasına izin verilmemesi gereklidir. Sulak alan ekosistemlerinde eko turizmin sürdürülebilirliği, doğal su rejiminin ve buna bağlı gelişen biyoçeşitliliğin sürekliliğine bağlıdır. Bu alan için üretilecek olan eko turizm projeleri alanın doğal özelliklerinin sürekliliğini sürdürecektir nitelikte olmalıdır.

### **Kaynaklar**

- Akpur, A., Zengin B., 2019. İznik Gölü ile Çevresinin Kamp Ve Karavan Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi, *Turizm ve Araştırma Dergisi*. 8(2): 4-20.
- Albayrak, A., 2013. *Alternatif Turizm*, Detay Yayıncılık, Ankara, 2013.
- Anonim, 2010. Havza koruma eylem planlarının hazırlanması projesi -Susurluk havzası nihai raporu. Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı, Gebze, Kocaeli.
- Anonim, 2016. [https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki\\_g%C3%B6ller\\_listesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki_g%C3%B6ller_listesi). Erişim Tarihi 07 Kasım 2016.
- Anonim, 2019. <http://emlakansiklopedisi.com/wiki/ramsar-alani>. Erişim Tarihi 15 Ekim 2019.
- Anonim, 2020a. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Uluabat\\_Gölu](https://tr.wikipedia.org/wiki/Uluabat_Gölu). Erişim Tarihi 20 Nisan 2020.
- Anonim, 2020b. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/3.5.20058948.pdf>. Erişim Tarihi 29 Nisan 2020.
- Ardahan, F., 2012. Doğa yürüyüşü yapanların yaşam doyum düzeyleri ile duygusal zeka ve yaşam doyumu arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities*. II/1, 11-19.
- Barbieri, C., 2013. Assessing the sustainability of agritourism in the US: a comparison between agritourism and other farm entrepreneurial ventures, *Journal of Sustainable Tourism*. 21(2):252-270.
- Bezirgan, M., 2019. Burhaniye'nin sportif olta balıkçılığı potansiyeli ve turizm açısından kullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 22(41): 447-464.
- Çelik, A., Polat Üzümcü, T., Çetin, İ., 2016. Bursa İli Gölyazı Köyü'nün açık hava rekreasyon potansiyeli. *International Journal of Social and Economic Sciences*. 6 (2): 32-40.
- Çelik Uguz, S., Özbek, V., 2018. Destinasyon sadakatini etkileyen faktörler. *Bisiklet Turizmi ve Burhaniye Bisiklet Festivali Örneği*. 6 (2): 84-102.
- Çınar, Ş., Küçükara, R., Balık, İ., Çubuk, H., Ceylan, M., Erol, K.G., Yeğen, V., Bulut, C., 2013. Uluabat (Apoloyont) Gölü'ndeki balık faunasının tespiti, tür kompozisyonu ve ticari avcılığın türlere göre dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences*. Com . 7 (4): 309-316.
- Çubuk, H., 2000. Uluabat Gölünde balıkçığa ait yasal düzenlemeler ve balıkçılık uygulamalarına ilişkin sonuç raporu. Eğridir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğridir/Isparta. 22s.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere Ş., Şentürk, E., Torunoğlu, T., 2006. Factors affecting the current status of a eutrophic shallow Lake (Lake Uluabat, Turkey): Relationships between water physical and chemical variables. *Chemistry and Ecology*. 22 (4): 279-298.
- Dalkıran, N., 2015. Uluabat Gölü Ramsar alanı ve biyolojik zenginliği. *Karacabey Sempozyumu*, 01-03 Ekim 2015 Karacabey-BURSA. Bildiri Kitabı. Sayfa 191-210.



- Dartnell, P., Tate, G., Storlazzi, C., 2015. Marine Wildlife Observation Report, U.S. Geological Survey Research Cruise 2015-613-FA Northern Monterey Bay, California February 18-19.
- Erduran, F., Uzun, O., Çetinkaya, G., Dilek, F., Açiksöz, S., 2012. Determination of the cultural landscape values of Lake Suğla in Turkey. *International Journal of Food, Agriculture & Environment (JFAE)*. 10 (2): 949-955.
- Ertem, B., Akkaya, H., 1997. Uluabat gölünde yabancı ot sorunları konusunda yapılan çalışmalarla ilgili gezi raporu. DSİ İşletme Ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Getz, D., 2010. The Nature and Scope of festival Studies, *International Journal of Event Management Research*, 5/1, 1-47.
- Gülbahar, O., 2009. 1990'lardan günümüze Türkiye'deki kitle turizminin gelişimi ve alternatif yönelimler. Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF Dergisi. 14(1): 151-177.
- Güney, B., 2014. Havza Yönetim Planları İçerisinde Sulak Alanların Yeri, Kuş Ve Habitat Direktifleriyle Olan İlişkisi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, -Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Khabbazi, P.A., Yazgan, M.E., 2012. Kırsal peyzaj ve ekoturizm. *International Journal of Social and Economic Sciences*. 2 (2): 5-9.
- Koçan, N., 2011. Mudurnu (Bolu) ve yakın çevresi peyzaj özelliklerinin ekoturizm kapsamında irdelenmesi. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 1 (1): 67-78.
- Küçükaltan, D., 2002. Tarım Turizmi ve Türkiye'de Tarım Turizmi İşletmeciliği, 2. Turizm Şurası Bildirisi, 1. Cilt, 12-14 Nisan, Ankara, S. 143-159.
- Ostrovskaya, E., Douven, W., Schwartz, K., Pataki, B., Mukuyu, P., Kagwa, R., 2012. Capacity For Sustainable Management Of Wetlands: Lessons From The Wet Win Project. *Environmental Science & Policy*, In Press, Corrected Proof, 18 September.
- Ödemiş, M., Çalık, İ., 2019. Sürdürülebilir Turizm: Gösterge ve Ölçme Yaklaşımı kitabı içerisinde, 1.Bölüm: Sürdürülebilir Turizm kavramı, Tarihsel Gelişimi ve Göstergeler Yoluyla İncelenmesi, Editörler: Oğuz Türkay ve İsmail Çalık, Detay Yayıncılık: Ankara.
- Polat Üzümcü, T., Çelik Çanga, A., 2019. Foto Safari Turizmi. *Turizm Ansiklopedisi Türkiye*. Turizm ve Ağırlama Endüstrisinin Temel Kavramları. Detay Yayınları: 1047. ISBN: 978-605-254-085-5. Yayıncı Sertifika No: 13188. Matbaa Sertifika No: 26649. S, 167. Ankara.
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 1997. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü E.Ü. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No : 158, Bornova, İzmir, 404 S.
- Sevindi, C., 2013. Ekoturizm ve Kuş gözlemciliği açısından Kuyucuk Gölü Kuş Cenneti (Arpaçay-Kars). *Türk Coğrafya Dergisi*. Sayı 61: 63-76.
- Tockner, K., Push, M., Borchardt, D., Lorang, M.S., 2010. Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems. *Freshwater Biology*. 55 (1): 135–151.
- Veeck, G., Hallett I.V., L., Che, D., Veeck, A., 2016. The economic contributions of agricultural tourism in Michigan, *Geographical Review*. 106 (3): 421-440.
- Welch, G., Welch, H., 1998. Breeding Bird Survey of Uluabat Lake. Dhkd 78p.
- WWF., 2008. Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu. Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı).
- Yılmaz, H., 2008. Turizm Çeşitlendirmesi Kapsamında Ekoturizmin Ürünü Olarak Tatil Çiftlikleri: Türkiye'deki Tatil Çiftliklerine Yönelik SWOT Analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Afyon.
- Zaimoğlu, Z., Bozkurt, S., 2010. Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı, Nobel Kitabevi, Adana.



Araştırma Makalesi/Research Article

## Çuha Çiçeğinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Su Stresinin Etkilerinin Araştırılması

Kürşad Demirel<sup>1\*</sup> Deniz Yıldırım<sup>2</sup> Zehra Ayanoğlu<sup>3</sup> Figen Albayrak<sup>4</sup>  
İnci Kuşak<sup>5</sup> Çisem Ersoy<sup>6</sup> Nur Betül Budak<sup>7</sup> Hakan Nar<sup>8</sup>  
Gökhan Çamoğlu<sup>9</sup> Arda Akçal<sup>10</sup> Gülizar Rumeysa Çatıktaş<sup>11</sup>

<sup>1,3,4,5,11</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale

<sup>8,9</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17020, Çanakkale

<sup>10</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale

\* Sorumlu yazar: kdemirel@comu.edu.tr

Geliş Tarihi:07.08.2020

Kabul Tarihi: 02.11.2020

### Öz

Bu çalışmada, farklı su stresi seviyelerinin iki farklı (beyaz ve mor çiçekli) çuha çeşidinin bitki su tüketimine (ET), fizyolojik özelliklerine (yaprak sıcaklığı, stoma iletkenliği, klorofil indeksi, yaprak oransal su içeriği), morfolojik özelliklerine (bitki boyu, bitki çapı, çiçek sayısı, petal sayısı, petal uzunluğu, petal eni ve çiçek çapı) ve hasat özelliklerine (kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 2019 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Stresi İzleme ve Termografi Laboratuvarı'nda (BİSİTLAB) yürütülmüştür. Deneme boyunca sıcaklık 20°C'de tutulmuş 16/8 saat fotoperiyot uygulaması yapılmıştır. Denemede, dört farklı sulama konusu (7 gün aralıkla saksıda eksilen nemin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %100'üne (kontrol), %75'ine, %50'sine ve %25'ine tamamlanması) oluşturulmuştur. Her sulamadan önce tüm bitkilerde fizyolojik ve morfolojik ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, mor ve beyaz çiçekli çuha çeşitlerinde deneme süresince elde edilen toplam ET değerleri sırasıyla 83-117 mm ve 78-116 mm olarak bulunmuştur. Deneme kapsamında ölçülen fizyolojik özellikler üzerine su stresinin etkisinin her iki çeşitte de morfolojik ve hasat sonu ölçümlerine oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Buna ilaveten, aynı su stresi konularında çeşitler karşılaştırıldığında, morfolojik ölçümler bakımından mor çiçekli çuha bitkisinde çiçek sayısı ve çiçek çapı değerlerinin, beyaz renkli çuhaya göre daha büyük olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, su stresi koşulları altında her iki çuha çeşidinin benzer tepkileri gösterdiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki su tüketimi, su kısıtı, süs bitkisi, sulama

### Investigation of the Effects of Water Stress on Morphological and Physiological Properties of Primula

#### Abstract

This study was aimed to determine the effects of different water stress levels on plant water consumption (ET), physiological properties (leaf temperature, stomatal conductivity, chlorophyll index, leaf relative water content), morphological features (plant height, plant diameter, the number of flowers, the number of petal, the length of the petal, the width of the petal and the diameter of the flower) and the characteristics of the harvest (root length, root dry weight, plant wet weight, plant dry weight) of two different types of primula varieties (white and purple flowered). The study was carried out at Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Plant Stress Monitoring and Thermography Laboratory (COSMOTLAB) in 2019. During the experiment, the temperature was kept at 20 °C and 16/8 hours of photoperiod application was made. In the experiment, four different irrigation treatments (complementing 100% control, 75%, 50% and 25% of the usable water holding capacity of the moisture decreasing in the pot with 7 days intervals) were created. Physiological and morphological measurements were made in all plants before each irrigation. As a result of the study, the total ET values obtained during the trial were found to be 83-117 mm and 78-116 mm, respectively, in purple and white flowered primula varieties. It was observed that the effect of water stress on the physiological characteristics measured within the scope of the study was higher than the morphological and post-harvest measurements in both varieties. In addition, when the varieties on the same water stress were compared, it was observed that the number of flowers and flower diameter values in purple flowered primula were higher than those of the white colored primula in terms of morphological measurements. As a result, it can be said that both types of primula show similar responses under water stress conditions.

**Keywords:** Plant water consumption, water deficit, ornamental plant, irrigation



## Giriş

Süs bitkileri; iç ve dış mekân süs bitkileri, kesme çiçekler ve çiçek soğanları olmak üzere farklı alt grupları kapsamaktadır (Gürsan, 2002; Erduran Nemutlu, 2013). Çalılar, ağaçlar, sarılıcılar, tek ve çok yıllık otsu ve odunsular, soğanlı ve yumrulular, tropikler, aynı zamanda sukkulent ve suyu oldukça az tüketen kaktüsler dış mekân süs bitkilerini oluşturmaktadır (Acar ve ark., 2010; Erduran Nemutlu, 2013). Türkiye’de toplam 981.972 m<sup>2</sup> alanda dış mekân süs bitkisi üretimi yapılmaktadır. Bunların 18.020 m<sup>2</sup>’si cam serada, 124.065 m<sup>2</sup>’si plastik serada ve 839.888 m<sup>2</sup>’si ise açıkta bulunmaktadır (Korkut ve ark., 1995; Yazgan ve ark., 2015). *Primulaceae* familyasının bir üyesi olan Çuha, *Primula* cinsindedir ve 800 adet otsu bitkinin ortak kullanılan adıdır. Ülkemizde 9 cinsi ve 30’dan fazla türü bulunan çuha bitkisi, genelde 10-30 cm boylanma gösterir. Sarı, turuncu ve mor renkli çiçekleri genel olarak mart veya mayıs aylarında açarlar. Çiçekler, şemsiyeye benzerler ve rozet şeklindeki yaprakların ortasından çıkan gövdelere bağlanırlar. Yaprak şekilleri uzun, oval ve kenar kısımları dalgalıdır. Yaprığın alt yüzeyi grimsi beyazdır. Son zamanlarda, birçok hibriti temin edilmiştir. Renk çeşitlerinin artmasının yanı sıra 2-3 rengi bir arada bulunduran alacalı hibritleri de mevcuttur. Genellikle tek yıllık yetiştirilir ve *P. vulgaris*’e göre soğuklara karşı daha hassastır (Anonim, 2020).

Çuha bitkisi üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu tür üzerindeki çalışmalar, daha çok heterositulus, hibritleşmeler, habitat etkisi, sıcaklık etkisi, ekolojik dağılımı, tarımsal yönü (kültürel formları) ve renk polimorfizimi üzerinde ağırlık verilerek oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen literatür çalışmalarında, *Primula vulgaris* ile ilgili çokça çalışma ve araştırmaya rastlanmış ve birçoğunun ekoloji (Selander ve Welander, 1984; Whale, 1984), taksonomi (Brumitt ve ark., 1993) ve morfoloji (Curtis ve Curtis, 1985; Webster ve Grant, 1990) üzerine olduğu görülmüştür. Ülkemizde çuha bitkisiyle yapılan çalışmalarda; Bağcı (2007), sera ortamında yürüttüğü çalışmada yetiştirme ortamı olarak üç farklı peat çeşidi kullanarak (yosun kökenli peat, otsu peat ve coco peat), *Primula obcanica*’nın ortamlar arasındaki farkını göz önüne alıp, bu farklı ortamların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle beraber bitkinin kalite parametrelerini incelemiştir. Dede ve ark. (2009), yetiştirme ortamı olarak kullandıkları fındık cürufu ve arıtma çamuru karışımının, *Primula vulgaris* ve *Tagetes patula* var. nana’nın bitki gelişimine etkileri incelemiştir. Okan ve ark. (2013), yürüttükleri denemede, çuha bitkisinin 426 türünün farklı iklimlere uyum sağladığını aktarmışlardır.

Çuha bitkisinde farklı amaçlarla yapılan birçok çalışma bulunmasına rağmen, su stresinin çuha bitkisindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada, farklı sulama seviyelerinin iki farklı renkli (beyaz ve mor) çiçeğe sahip çuha bitkisinin fizyolojik, morfolojik ve hasat özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Çalışma Alanı

Çalışma, 2019 yılında, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Stresi İzleme ve Termografi Laboratuvarı’nda (BİSİTLAB) yürütülmüştür. Deneme boyunca, ortam sıcaklığı 20°C de sabit tutulmuş ve 16/8 saat fotoperiyot uygulanmıştır. *Primulaceae* familyasına ait *Primula vulgaris* türü içerisinde yer alan iki farklı çuha çeşidi (beyaz ve mor çiçekli) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1a, 1b).

Çuha bitkilerinin yetiştirme ortamı olarak 1:1 torf + perlit karışımı kullanılmıştır. Denemede, 10 litre hacminde dikdörtgen saksılar kullanılmış ve her saksıya iki çuha bitkisi dikilmiştir. Çalışmada, dört farklı sulama konusu oluşturulmuştur (Çizelge 1). Deneme öncesinde her bir saksının saksı kapasitesi (tarla kapasitesi) ve buna bağlı olarak da kullanılabilir su tutma kapasitesi (KSTK) belirlenmiştir (Çamoğlu, 2013). Saksılar dikimle beraber saksı kapasitesine getirilmiştir. Sonraki haftalarda Çizelge 1’de gösterilen konulara göre sulamalar yapılmıştır.





Şekil 1a. *Primula vulgaris* var. 'Beyaz'

Şekil 1b. *Primula vulgaris* var. 'Mor'

### Çizelge 1. Sulama Konuları

Sulama Konusu	Açıklama
I-100	7 gün aralıkla saksıda eksilen nemin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %100'üne tamamlanması
I-75	7 gün aralıkla saksıda eksilen nemin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %75'ine tamamlanması
I-50	7 gün aralıkla saksıda eksilen nemin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'sine tamamlanması
I-25	7 gün aralıkla saksıda eksilen nemin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %25'ine tamamlanması

Bitki su tüketimi hesaplanmasında Eşitlik 1 kullanılmıştır (James, 1988).

$$ET=I+P-D\pm R\pm\Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte; ET = Evapotranspirasyon (mm), I = Sulama suyu miktarı (mm), P = Yağış (mm), D = Derine sızma (mm), R = Yüzey akışı (mm),  $\Delta s$  = İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm).

Deneme laboratuvar şartlarında kontrollü koşullar altında yapıldığı için yağış ve yüzey akış ihmal edilmiştir. Ayrıca, sulama sonlarında saksı altlarına gelen sular tekrar saksıya eklenmiştir. Bu nedenle, derine sızma da hesaba katılmamıştır.

#### Bitkisel Ölçümler

Deneme boyunca, fizyolojik ve morfolojik ölçümler 7 gün aralıkla ve sulamalardan önce yapılmıştır. Ölçümler, sulama uygulamalarına geçilen 01.11.2019 tarihinde başlamış ve 04.01.2020 tarihine kadar devam etmiştir. Söz konusu ölçümler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

#### Fizyolojik Ölçümler

**Yaprak sıcaklığı:** Yaprak sıcaklıkları kızılötesi termometre (Fluke 574) ile ölçülmüştür (Şekil 2). Ölçümler, sulama öncesinde her bitkinin rastgele seçilen birer yaprağında yapılmıştır.



Şekil 2. Yaprak sıcaklığı ölçümü



**Klorofil İndeksi:** Yaprakların klorofil içeriklerinin bir göstergesi olarak SPAD-502 (KONICA MINOLTA) cihazı kullanılmıştır (Şekil 3). Bu ölçümler, sulama öncesinde her bitkinin rastgele seçilen birer yaprağında yapılmıştır.



Şekil 3. Klorofil ölçümü

**Stoma İletkenliği:** Stoma iletkenliği değerleri, difüzyon yaprak porometresi (Decagon SC-1) kullanarak belirlenmiştir (Şekil 4). Ölçümler, sulama öncesinde her bitkinin rastgele seçilen birer yaprağında yapılmıştır.



Şekil 4. Stoma iletkenliği ölçümü

**Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ):** Yaprak oransal su içeriklerini belirlemek için, her sulama konusu için sulama öncesinde her bitkiden yaprak örneği alınarak hassas terazi yardımıyla yaş ağırlıklarının tartımı yapılmıştır (Şekil 5). Sonrasında yapraklar bir gün saf suda bekletilerek doymun hale getirilmiş ve sudan çıkartılıp yapraklar üzerindeki su damlacıkları kurulandıktan sonra tartılarak turgor ağırlıkları, yapraklar etüvde en az bir gün 70°C de bekletilerek kuru ağırlık değerleri belirlenmiştir. Elde edilen değerler kullanılarak Eşitlik 2 yardımıyla YOSİ (Bowman, 1989) değerleri hesaplanmıştır.

$$YOSİ (\%) = (Yaş\ ağırlık - Kuru\ ağırlık) / (Turgor\ ağırlığı - Kuru\ ağırlık) \times 100 \quad (2)$$



Şekil 5. YOSİ ölçüm aşamaları

### Morfolojik Ölçümler

**Bitki Boyu (cm):** Saksıdaki toprak yüzeyi ile bitkinin en üst noktası arasında kalan aralık cetvelle ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

**Bitki Çapı (cm):** Belirlenen yöne göre x ve y doğrultularında cetvelle ölçülüp ortalamaları alınmıştır.

**Çiçek Sayısı (adet):** Deneme boyunca oluşan çiçek sayıları belirlenip ortalamaları alınmıştır.

**Çiçek Çapı (cm):** Belirlenen yöne göre x ve y doğrultularında dijital kumpas ile ölçülüp ortalama değerleri alınmıştır.

**Petal Sayısı (adet):** Deneme süresince oluşan petal sayıları belirlenip ortalamaları alınmıştır.

**Petal Uzunluğu (cm):** Bitkiden seçilen herhangi bir petalin uzunluğu dijital kumpas ile ölçülüp ortalaması alınmıştır.

**Petal Eni (mm):** Belirlenen yöne göre x ve y doğrultularında dijital kumpas ile ölçülüp ortalama değerleri alınmıştır.

### Hasat Ölçümleri

**Kök Uzunluğu (cm):** Bitkideki en uzun kökün uzunluğu cetvelle ölçülüp belirlenmiştir.

**Bitki Yaş Ağırlığı (gr):** Kökünden ayrılan bitkinin hassas tartı ile ağırlığı belirlenmiştir.

**Bitki Kuru Ağırlığı (gr):** Etüve bırakılan bitkinin hassas tartı ile ağırlığı belirlenmiştir.

**Kök Yaş Ağırlığı (gr):** Bitkiden ayrılan köklerin ağırlıkları hassas tartı belirlenmiştir.

**Kök Kuru Ağırlığı (gr):** Etüve bırakılan köklerin ağırlıkları hassas tartı ile tartı belirlenmiştir.

### İstatistik Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır. Söz konusu veriler (çiçek ve petal sayısı haricinde) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılmıştır. Analiz sonucunda farkın önemli olması durumunda, sulama konuları arasındaki farklılığı ve çiçek çeşitlerinin karşılaştırılması için LSD çoklu karşılaştırma testi ( $p < 0.05$ ) kullanılmıştır. Çiçek ve petal sayısı değerlerinin analizinde, parametrik olmayan Friedman testi (Friedman, 1937) ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi (Dunnett, 1964) yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

#### Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketim Değerleri

Çalışma kapsamında çuha çeşitlerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM) ve buna karşılık elde edilen bitki su tüketimi (ET) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Beyaz ve mor çiçek renkli çuha bitkisinde TSSM sırasıyla 45-104 mm ve 53-105 mm arasında, ET değerleri ise sırasıyla 78-116 mm ve 83-117 mm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Genel olarak sulama suyu miktarlarında az bir farklılık olsa da bitki su tüketim değerleri birbirine daha yakın olmuştur. Farklı bitkilerde yapılan benzer çalışmalarda çeşitler arasında su tüketimleri açısından farklılıklar elde edilmiştir.



Demirel ve ark. (2019b), beyaz ve bordo çiçek renkli iki farklı kasımpatı çeşidi üzerinde yaptıkları denemede, bordo renklinin bitki su tüketimi değerlerinin beyaz renkliye göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. ET değerlerine bakıldığında, çuhada da görüldüğü gibi, sulama konularıyla orantılı olarak bir azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Demirel ve ark. (2020), pembe ve kırmızı çiçek renkli iki farklı sıklamen çeşidinde gerçekleştirdikleri çalışmada, kırmızı çiçek renkli sıklamenin pembe renkliye göre bitki su tüketimi değerlerinin daha yüksek olduğunu ve ET değerlerine göre ise her iki renkte de su kısıtına bağlı olarak uygulanan sulama suyu miktarları azaldıkça çuha bitkisi ile benzer şekilde bir azalmanın söz konusu olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, bitkilerin farklı çeşitlerinde yapılan su stresi çalışmalarında bazı bitkilerin su tüketimlerinde çeşitlere göre farklılık görülmezken, bazılarında farklılık görülmüştür. Bu da süs bitkilerinde bitki su tüketiminin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmaların önemini göstermektedir.

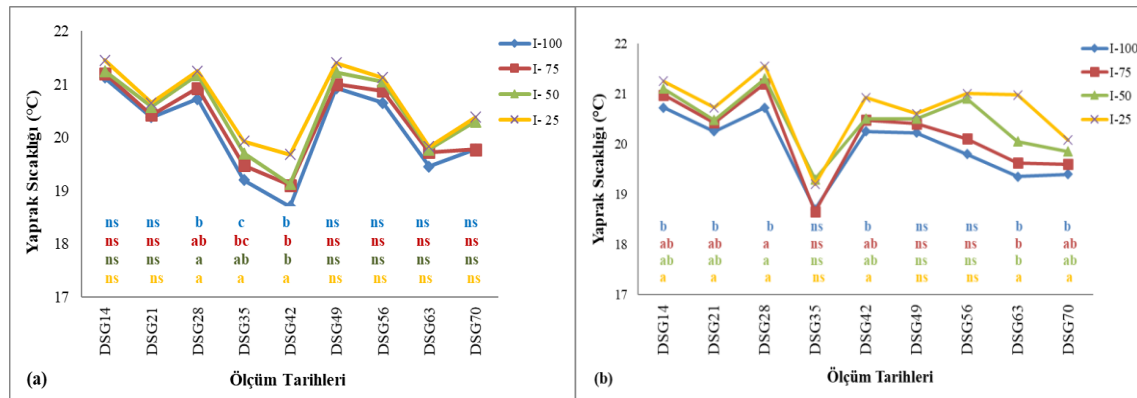
Çizelge 2. Konulara göre farklı çiçek renkli çuha çeşitlerinin TSSM ve ET değerleri

Sulama Konusu	Çuha (Beyaz)		Çuha (Mor)	
	TSSM (mm)	ET (mm)	TSSM (mm)	ET (mm)
I-100	104	116	105	117
I-75	87	107	82	101
I-50	65	101	76	101
I-25	45	78	53	83

### Fizyolojik Ölçümler

Denemede, çuha bitkisinde fizyolojik ölçümler kapsamında yaprak sıcaklığı, klorofil indeksi, stoma iletkenliği ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri ölçülmüştür. Söz konusu ölçümlerden yaprak sıcaklığı ve klorofil indeksi ölçümleri 9 kez, stoma iletkenliği ve YOSİ ölçümleri ise 10 kez yapılmıştır.

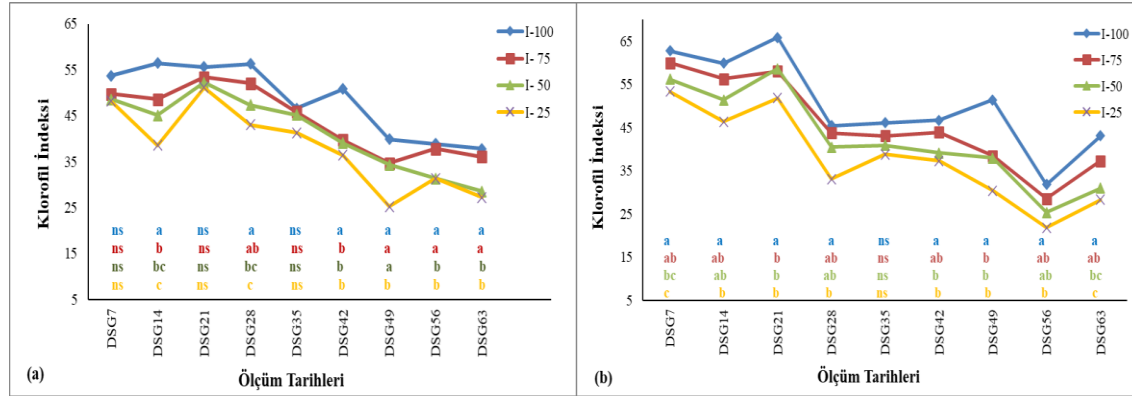
Çalışmada beyaz ve mor çiçek renkli çuha çeşitlerinde ölçülen yaprak sıcaklığı değerlerinin değişimi ve her bir ölçümdeki sulama konuları arasında farkların istatistiksel değerlendirilmesi Şekil 6'da gösterilmiştir. Yaprak sıcaklığı ölçümlerine dikimden sonraki 14. günde (DSG14) başlanmış olup denemenin sonlandırıldığı DSG70'e kadar devam etmiştir. Beyaz çiçek renkli çuhada DSG28-DSG42 arasında yapılan ölçümler dışında sulama konuları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür (Şekil 6a). Mor çiçek renkli çuhada ise sulama konuları arasındaki fark genel olarak (DSG35, DSG42 ve DSG49 haricinde) önemli çıkmıştır (Şekil 6b). Her iki çeşitte de yaprak sıcaklıklarının istatistiksel olarak önemli olduğu tarihlerde, en yüksek değerler su stresinin en fazla uygulandığı I-25 konusundan elde edilmiştir. Sulama düzeyi birbirine yakın konular arasındaki farklılık ise çoğunlukla az olmuştur.



Şekil 6. Yaprak sıcaklığı değerleri (a) beyaz, (b) mor

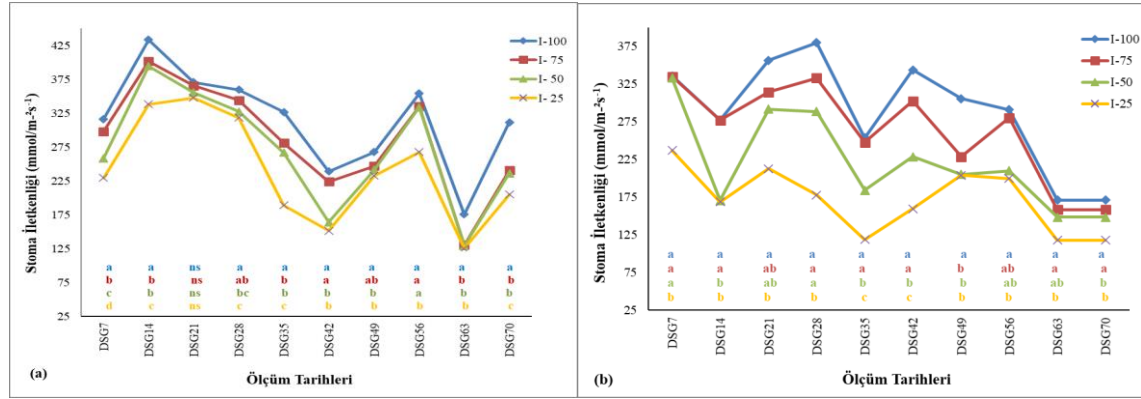
Yaprak sıcaklığına bakıldığında, beyaz çiçek renkli çuhada en düşük yaprak sıcaklığı I-100 konusunda ve DSG42’de iken, mor çiçek renkli çuhada I-100 ve I-75 konusunda ve DSG35’de görülmektedir. Tütüncü ve ark. (2019), dahlia bitkisinde yaptıkları çalışmada, yaprak sıcaklıklarının kontrol (S100) ve az su stresinin uygulandığı (S80) konularının benzerlik gösterdiğini ve en yüksek değerin ise su stresinin en fazla uygulandığı konudan (S20) gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Klorofil indeksi değerleri incelendiğinde, her iki çeşitte de kontrol konusu olan I-100’den, su stresinin en fazla uygulandığı I-25 konusuna doğru klorofil indeks değerlerinde genellikle azalmalar olduğu ve bu azalmaların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (Şekil 7a, b). Birbirine yakın olan sulama konularındaki farklılık önemli düzeyde çıkmamıştır. Buna ilaveten, her iki çeşitte de genellikle, su stresi uygulanmayan I-100 ile su stresinin aşırı uygulandığı I-25 konularında diğer konulara göre kırılmaların fazla olduğu görülmektedir. Özellikle, I-25 konusunda yapraklarda su miktarının azalmasına bağlı olarak klorofil hücrelerinin parçalanması, bazı ölçümlerde yaprakların belli bölgesinde klorofil birikimine ve bu da klorofil indeksi değerlerinde artışa (örn: beyaz çeşit için DSG21, DSG56 ve DSG63; mor çeşit için DSG21, DSG35 ve DSG63) sebep olmaktadır. Bitkilerde gelişime bağlı olarak tüm konularda klorofil miktarlarında bir azalım görülmektedir. Bu azalmanın, bitkinin yaşlanmasına, ortam koşullarına, gelişimine bağlı olduğu söylenebilir. Demirel ve ark. (2019b), kasımpatı bitkisinde iki farklı çeşitte yaptıkları çalışmada, klorofil indeksi değerlerinin tüm sulama konularında birbirlerine benzer bir eğilim gösterdiğini bildirmişlerdir.



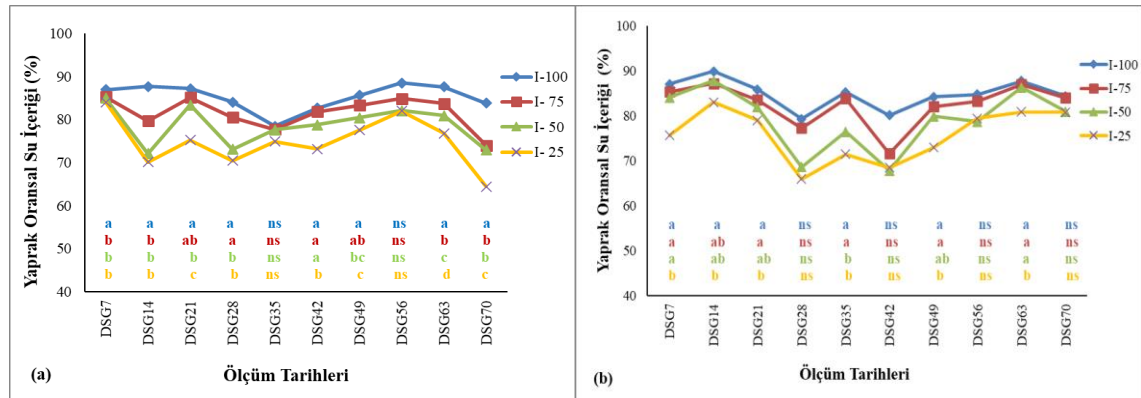
Şekil 7. Klorofil indeksi değerleri (a) beyaz, (b) mor

Her iki çeşitte farklı tarihlerde yapılan stoma ölçümlerinde sulama konuları arasındaki fark önemli (beyaz renkli çuha çeşitinde DSG21 hariçinde) olmuştur (Şekil 8a, b). Söz konusu değerler için sulama konuları arasındaki ayrım diğer fizyolojik ölçümlere göre daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Diğer fizyolojik özelliklerde olduğu gibi genel olarak I-100 sulama konusunun en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Stoma iletkenliği, her iki renkte de en yüksek değerini I-100 konusunda alırken, en düşük değerini ise I-25 konusunda aldığı görülmektedir. Beyaz renklide en yüksek değerini DSG14’de, en düşük değerini ise DSG63’de alırken, mor renkli olan en yüksek stoma iletkenliği değerini DSG28’de, en düşük değerini ise son iki ölçümde almıştır. Demirel ve ark. (2020), siklamendeki stoma iletkenliğine değerlerinin pembe renklideki en yüksek değerin kontrol konusuna uygulanan suyun yarısının verildiği (I-50) konusunda, kırmızı çiçek renklide ise az su stresinin uygulandığı (I-75) konusundan elde edildiğini bildirmişlerdir.



Şekil 8. Stoma iletkenliği değerleri (a) beyaz, (b) mor

Her iki çeşitte de yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerlerinin diğer fizyolojik özellikler için saptanan tepkilere benzer şekilde oluştuğu görülmüştür (Şekil 9a, b). Birbirine yakın konular arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Her iki çeşitte de, su stresine bağlı olarak sulama konuları arasında I-100 konusundan su stresinin aşırı uygulandığı I-25 konusuna doğru gidildikçe YOSİ değerlerinde azalmalar olduğu görülmektedir. Sulama konularında YOSİ değerleri arasındaki farkın özellikle son ölçümlerde mor çiçek renkli çeşitte beyaz renkliye oranla daha az olduğu görülmüştür. Tütüncü ve ark. (2019), dahlia bitkisindeki yaprak oransal su içeriği değerlerinin S100 ve S80 konularının birbirleri ile benzer eğilimler gösterdiğini saptamışlardır. Buradan sonuçla, birbirine yakın sulama konularının YOSİ değerlerinin çoğunlukla benzer sonuçlar verdiği söylenebilir.



Şekil 9. Yaprak oransal su içeriği değerleri (a) beyaz, (b) mor

Çalışma kapsamında her iki çuha çeşidi için ölçümü yapılan fizyolojik özelliklerin, morfolojik özelliklerin ve hasat sonu ölçümlerin ortalama ve standart hata değerlerini içeren varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 3, 4 ve 5'te sunulmuştur. Her iki çeşit için de ölçülen tüm fizyolojik parametrelerde sulama konuları aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Stoma iletkenliği değerleri incelendiğinde, beyaz çiçek renkli çuhada tüm sulama konuları arasındaki fark önemli çıkmıştır. Mor çiçek renkli çeşitte ise, I-100 ile I-75 konuları diğer sulama konularına göre önemli olduğu görülmüştür. İki çeşit karşılaştırıldığında ise, su stresinin fazla uygulandığı I-50 ve I-25 konuları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Beyaz çiçek renkli çuhada stoma iletkenliğinde olduğu gibi klorofil indeksi değerlerinin de sulama konularına göre farklılık gösterdiği ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Mor çiçek renkli çuha çeşidinde ise üç grup oluşmuş ve I-75 ile I-50 arasında fark önemli bulunmamıştır. Yaprak sıcaklığı değerlerinin her iki çeşit için benzer sonuçları verdiği görülmüştür. Birbirine yakın sulama konuları arasında farkın önemli çıkmamıştır. Klorofil indeksi ve yaprak sıcaklığı değerlerinde aynı sulama konularında çeşit karşılaştırılmasında ise istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Yaprak oransal su içeriği değerleri iki çeşit için de tüm sulama konularını birbirinden ayrılmış olup, söz konusu konular arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür. Genel olarak fizyolojik





ölçümlerin sulama konularını başarılı bir şekilde ayırt ettiği söylenebilir. Buna ilaveten, ölçülen fizyolojik ölçümlerden sulama konularının birbirinden en iyi ayrımı yapan ölçümlerin YOSİ, stoma iletkenliği, klorofil indeksi ve yaprak sıcaklığı olarak sıralanabilir. Fizyolojik ölçümlerin aynı sulama konularında çeşit karşılaştırılmasında genel olarak çok büyük bir farklılık görülmemiştir. Çalışmada ölçülen fizyolojik özellikler ile farklı bitkilerde yapılan çalışmalarla genel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tütüncü ve ark., 2019; Demirel ve ark., 2019b ; Demirel ve ark., 2020).

Çizelge 3. Sulama konularına göre ortalama stoma iletkenliği, klorofil indeksi, yaprak sıcaklığı ve YOSİ değerleri

Sulama Konusu	Stoma İletkenliği (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Klorofil İndeksi		Yaprak Sıcaklığı (°C)		YOSİ (%)	
	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor
I-100	316 A ö.d	288 A ö.d	48 A ö.d	50 A ö.d	19.8 C ö.d	19.9 C ö.d	85.2 A ö.d	84.8 A ö.d
I-75	287 B ö.d	263 A ö.d	44 B ö.d	46 B ö.d	19.8 BC ö.d	20.2 BC ö.d	81.6 B b	82.5 B a
I-50	271 C a	221 B b	41 C ö.d	42 B ö.d	20.3 AB ö.d	20.5 AB ö.d	78.5 C ö.d	79.2 C ö.d
I-25	241 D a	171 C b	38 D ö.d	38 C ö.d	20.4 A ö.d	20.7 A ö.d	74.9 D ö.d	75.8 D ö.d

\*Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve çeşitler arasındaki farklılığı göstermektedir (p≤0.05). ö.d: önemli değil

### Morfolojik Ölçümler

Sulama konularına göre beyaz çiçek renkli çuhada bitki boyunun değişimi önemli olurken, mor çiçek renkli çuhada önemli olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Bununla birlikte, aynı sulama konularında çeşitler arasındaki fark da önemli bulunmamıştır. Bitki çaplarına bakıldığında, beyaz çiçek renkli çuhada, I-100 ve I-75 konuları birbirlerine benzemektedir, I-50 ve I-25 konularından farklılık göstermektedirler. Mor çiçek renkli çuhada ise sadece I-50 konusu ile I-75 ve I-100 konuları arasında farkın önemli olmadığı görülmüştür. Bitki çapı bakımından beyaz ve mor çiçek renkli çuha karşılaştırıldığında; I-75 ve I-50 konularında beyaz renkli çeşidin mor renkli çeşide göre daha büyük bir değere sahip olduğu belirlenmiştir. Çiçek sayısı bakımından konular arasındaki fark her iki çuha çeşidinde de önemsiz bulunmasına rağmen, renk karşılaştırmasında mor çiçek renkli çeşidin beyaz renkliye göre tüm sulama konularında çiçek sayılarının daha fazla olduğu görülmüştür. Petal sayısı incelendiğinde, her iki renkte konular arasındaki ve aynı sulama konularında çeşitler arasındaki (I-50 konusu hariç) fark istatistiksel olarak önemsizdir. Petal uzunluğunda ve petal eninde ise hem sulama konuları hem de çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4). Çiçek çapında da aynı durum söz konusu olup I-75 konusu dışında diğer konularda mor renkli çuhada çiçek çapının daha fazla olduğu görülmüştür. Akçal ve ark. (2017), glayöl varyetelerinde uygulanan farklı su stresi seviyelerinin morfolojik ve fizyolojik özelliklere olan etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, tüm varyetelerde %75 konusundaki su düzeyinin, ölçülen bitkisel özelliklere etkisinin olmadığını söylemişlerdir. Demirel ve ark. (2019a), zinya (Zinnia elegans) çiçeğinde farklı su kısıtı uygulamalarında bitkideki fizyolojik ve morfolojik özellikleri incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, su stresinin morfolojik özelliklerini (çiçek sap uzunluğu, çiçek çapı ve çiçek sap çapı vb.) olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bununla beraber, çalışmada ölçülen fizyolojik özelliklerin de (yaprak oransal su içeriği ve stoma iletkenliği, klorofil okumaları vb.) aynı şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Sulama konularına göre bitki boyu, bitki çapı, çiçek sayısı ve petal sayısı değerleri

Sulama Konusu	Bitki Boyu (cm)		Bitki Çapı (cm)		Çiçek Sayısı (adet)		Petal Sayısı (adet)	
	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor
I-100	7.8 A ö.d	6.8 Ö.D ö.d	19.9 A ö.d	17.2 A ö.d	3 Ö.D b	9 Ö.D a	4 Ö.D ö.d	6 Ö.D ö.d
I-75	7.3 AB ö.d	5.8 Ö.D ö.d	18.6 A a	17.2 A b	3 Ö.D b	9 Ö.D a	5 Ö.D ö.d	5 Ö.D ö.d
I-50	6.4 BC ö.d	6.2 Ö.D ö.d	17.1 B a	15.8 AB b	1 Ö.D b	6 Ö.D a	2 Ö.D b	5 Ö.D a
I-25	5.2 C ö.d	6.0 Ö.D ö.d	15.3 C ö.d	14.3 B ö.d	2 Ö.D b	7 Ö.D a	3 Ö.D ö.d	6 Ö.D ö.d



\*Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve çeşitler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p \leq 0.05$ ). ö.d: önemli değil

Çizelge 4 (devam). Sulama konularına göre petal uzunluğu, petal eni, çiçek çapı değerleri

Sulama Konusu	Petal Uzunluğu (cm)		Petal Eni (cm)		Çiçek Çapı (cm)	
	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor
I-100	1.6 Ö.D ö.d	1.7 Ö.D ö.d	1.6 Ö.D ö.d	1.5 Ö.D ö.d	3.2 Ö.D b	6.3 Ö.D a
I-75	1.6 Ö.D ö.d	1.6 Ö.D ö.d	1.7 Ö.D ö.d	1.6 Ö.D ö.d	3.4 Ö.D ö.d	6.1 Ö.D ö.d
I-50	0.9 Ö.D ö.d	1.4 Ö.D ö.d	0.9 Ö.D ö.d	1.3 Ö.D ö.d	1.5 Ö.D b	4.9 Ö.D a
I-25	1.1 Ö.D ö.d	1.6 Ö.D ö.d	1.1 Ö.D ö.d	1.4 Ö.D ö.d	2.1 Ö.D b	5.8 Ö.D a

### Hasat Ölçümleri

Kök uzunluğu değerleri incelendiğinde, beyaz çiçek renkli çeşitte I-100 ile I-75 ve I-50 ile I-25 konuları arasındaki farkların önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Fakat mor çiçek renkli çuha da sulama konuları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Buna rağmen, beyaz çiçek renkli çeşidin mor çiçek renkli çuha çeşidine göre kök uzunluğunun tüm konularda daha fazla olduğu görülmüştür. Demirel ve ark. (2019a), zinya çiçeğinde 4 farklı sulama düzeyini (I-100, I-75, I-50 ve I-25) uyguladıkları çalışmada, kök uzunluğu değerlerinin istatistiksel olarak beyaz çiçekli çuha çeşidi ile benzer olduğu görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı değerlerine bakıldığında, her iki çeşit içinde I-100 konusu ile diğer konular arasındaki fark önemlidir. Aynı sulama konularında mor ve beyaz renkli çeşit karşılaştırıldığında ise; I-100 ve I-75 konularında çeşitler arasındaki fark önemli bulunurken, I-50 ve I-25 konularında ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Bitki kuru ağırlığı bakımından incelendiğinde, mor çiçekli bitkide konular arasındaki farklılık önemsiz olmasına rağmen beyaz çiçekli çeşitte önemli bulunmuştur. Genel olarak, beyaz renkli çuhanın bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğunda olduğu gibi mor çiçek renkli çeşide göre fazla çıkmıştır. Kök kuru ağırlığında ise, her iki çeşitte de sulama konuları arasındaki fark önemsizdir. Buna rağmen, beyaz çiçek renkli çeşitte kök ağırlıkları, kök uzunluğu ve bitki kuru ağırlığında olduğu gibi önemli çıkmıştır.

Çizelge 5. Sulama konularına göre kök uzunluğu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı değerleri

Sulama Konusu	Kök Uzunluğu (cm)		Bitki Yaş Ağırlığı (gr)		Bitki Kuru Ağırlığı (gr)		Kök Kuru Ağırlığı (gr)	
	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor	Beyaz	Mor
I-100	35.1 A a	25.5 Ö.D b	37.3 A a	20.7 A b	6.0 A a	3.7 Ö.D b	5.3 Ö.D a	2.8 Ö.D b
I-75	32.7 A a	24.6 Ö.D b	23.7 B a	15.0 B b	4.6 B a	3.2 Ö.D b	4.9 Ö.D a	2.3 Ö.D b
I-50	26.2 B a	19.1 Ö.D b	17.2 B ö.d	12.9 B ö.d	4.0 BC a	2.6 Ö.D b	3.9 Ö.D a	1.7 Ö.D b
I-25	27.0 B a	20.6 Ö.D b	13.2 B ö.d	11.0 B ö.d	3.4 C a	2.9 Ö.D b	3.0 Ö.D a	2.1 Ö.D b

\*Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve çeşitler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p \leq 0.05$ ). ö.d: önemli değil

### Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, bitkisel materyal olarak kullanılan Çuha çiçeğinin (*Primula vulgaris*) beyaz ve mor çiçek renkli olmak üzere iki farklı çeşidine dört farklı sulama konusu uygulanmıştır. Uygulanan sulama seviyelerinin her iki çeşit üzerinde önemli düzeyde etki meydana getirdiği belirlenmiştir. Bitki su tüketimi değerleri bakımından, her iki çeşidinde birbirlerine benzer bitki su tüketimine sahip olduğu söylenebilir. Diğer taraftan her iki çuha çiçeği çeşidinin bitki gelişimi dikkate alındığında, yaprak sıcaklığı bakımından en yüksek değerlerin su stresinin en fazla uygulandığı I-25 konusundan elde edildiği görülmektedir. Su stresine giren bitkilerde yaprak sıcaklığı daha yüksek değerlerde seyretmektedir.

Çalışmada iki farklı çuha çiçeğine üzerinde uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri, bitkilerin birbirinden farklı fizyolojik tepkiler vermesine neden olmuştur. Özellikle, stres konularında uygulanan



sulama suyu miktarında meydana gelen doğrusal azalışın çuha çiçeklerinin yapraklarındaki klorofil indeksi değerlerini düşürdüğü, stoma iletkenlik değerini azalttığı belirlenmiştir. Bitkilerin yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, her iki çeşit için de su stresine giren bitkilerde YOSİ değerinin azaldığı görülmüştür. Öte yandan bitkilerin morfolojik özellikleri bakımından uygulanan sulama konuları arasında önemli düzeyde bir farklılık meydana gelmezken, çeşide bağlı olarak bu özelliklerin değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, peyzaj uygulamalarında sık kullanılan mevsimlik çiçek gruplarından çuha çiçeğinin yetiştiriciliğinde çiçek kalitesi ve bitki gelişimi, ortamdaki su miktarı, bitki su tüketimi ve en uygun sulama aralığının belirlenmesi ile yakından ilişkilidir. *Primulaceae* familyasına dahil olan bitkiler genellikle su isteği bakımından kanaatkâr olarak bilinse de süs bitkisi olarak değerlendirilebilecek özelliklere sahip, *Primula* cinsi içerisinde yer alan birçok mevsimlik çiçek türünün abiyotik stres koşullarına dayanımının birbirinden farklılık gösterebileceği bu araştırmadan elde edilen sonuçlardan net olarak anlaşılmıştır.

### Kaynaklar

- Acar, C., Eroğlu, E., Acar, H., 2010. Kentsel mekanlardaki modern bitkilendirme tasarımlarında süs bitkilerinin kullanımına yönelik yeni yaklaşımlar. IV. Süs Bitkileri Kongresi. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 494-500. 20-22 Ekim, Mersin.
- Akçal, A., Demirel, K., Çamoğlu, G., 2017. Farklı sulama düzeylerinin glayölde korm gelişimi ve çiçeklerin vazö ömrü üzerine olan etkileri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FHD-2016-1031 nolu proje sonuç raporu, Çanakkale.
- Anonim, 2020. <https://biyologlar.com/primulaceae-çuha-cicegi>, (Erişim tarihi: 19.06.2020), Türkiye.
- Bağcı, S., 2007. Hindistan cevizi lif atığı ve peat esaslı yetiştirme ortamlarında Onbiray (*Primula*) bitkisinin gelişimi, Ankara Üni Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 58 s.
- Bowman, W.D. 1989. The relationships between leaf water status, gas exchange, and spectral reflectance in cotton leaves. *Remote Sensing of Environment*. 30: 249-255.
- Brumitt, B., Coulter, R.C., Kelly, A., Stenz, A., 1993. A system for autonomous cross-country navigation. *Intelligent Components and Instrumen JS for Control*. Proc. SICICA'92 IFAC Symposium, 20-22 May, Spain, Malaga.
- Camoglu, G., 2013. The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive (*Olea Europaea L.*) cultivars, *Zemdirbyste-Agriculture*. 100: 91-98.
- Curtis, J., Curtis, C.F., 1985. Homostyl primroses re-visited. I. variation in time and space, *Heredity*. 54: 227-234.
- Dede, Ö.H., Özdemir, S., Dede, G., 2009. Fındık zürufu ve arıtma çamurlarının tek yıllık süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. II. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu. 04-06 Kasım, İzmir.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., Akçal, A., Genç, L., Nar, H., 2019a. Farklı sulama seviyelerinin zinyanın fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FBA-2018-2589 nolu proje sonuç raporu, Çanakkale.
- Demirel, K., Türkoğlu, G., Arslan, K., Çamoğlu, G., Nar, H., 2019b. Su kısıtının kasımpatı bitkisinin gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi. I. Uluslararası Süs Bitkileri Kongresi, 9-11 Ekim 2019, pp.145-157, Bursa.
- Demirel, K., Çatıkkaş, R., Kesebir, B., Çamoğlu, G., Nar, H., 2020. Farklı su stresi düzeylerinde siklamenin fizyolojik ve morfolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 34(Özel Sayı): 55-69.
- Dunnnett, C.W., 1964. New tables for multiple comparisons with a control. *Biometrics*. 20(3): 482-491.
- Friedman, M., 1937. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association (American Statistical Association)*. 32(200): 675-701.
- Gürsan, K., 2002. Türkiye süs bitkileri sektörünün genel durumu. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi. Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü. 22-24 Ekim 2002, 1, Antalya.
- James, L.G. 1988. *Principles of Farm Irrigation Systems Design*, John Wiley and Sons, New York. p:543
- Korkut, A., Yıldırım, T., Görür, G., Çakmak, S., 1995. Türkiye’de süs bitkileri tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri. IV. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. Tarım Haftası’95 Kongre Kitabı, 2. Cilt, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:26, 697-714, Ankara.
- Erduran Nemetli, F., 2013. Çanakkale’de dış mekân süs bitkisi işletmelerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*. 13(1): 72-83.



- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Mehmet, Ö.Z., Deniz, İ., 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu Karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilen odun dışı bazı bitkisel ürünler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 13(1): 48-59.
- Selander, C.S., Welander, N.T., 1984. Effect of temperature on flowering in *primula vulgaris*. *Scientia Horticulturae*. 23: 195-200.
- Tütüncü, E., Demirel, K., Çamoğlu, G., Nar, H., Akçal, A., 2019. Dahlia bitkisinin fizyolojik özellikleri üzerine su stresinin etkileri, I. Uluslararası Süs Bitkileri Kongresi, 9-11 Ekim 2019, pp.132-144, Bursa.
- Whale, D. M. 1984. Habitat requirements in *primula* species. *New Phytologist*. 97: 665- 679.
- Webster, M.A., Grant, C.J. 1990. The Inheritance of calyx morph variants in *primula vulgaris* (Huds.). *Heredity*. 64: 121-124.
- Yazgan, M., Korkut, A.B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M. 2015. Süs bitkileri üretiminde gelişmeler, Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2015, Türkiye.



Araştırma Makalesi/Research Article

## Cardinal Üzüm Çeşidinde Aynı Vejetasyon Dönemi İçerisinde Çift Ana Ürün Alma Olanaklarının Araştırılması

Nurdan Harput  Alper Dardeniz\* 

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 17100/Çanakkale.  
\*Sorumlu yazar: adardeniz@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.12.2019

Kabul Tarihi: 02.07.2020

### Öz

Çanakkale ili koşullarında yürütülen bu çalışmada, ticari değeri olan ve erken dönemde olgunlaşan Cardinal üzüm çeşidinde, aynı vejetasyon dönemi içerisinde çift ana ürün alma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla 2017 ve 2018 yıllarında, kontrol (NÜ) omcaları Nisan başında (5 Nisan–2 Nisan) budanırken, ilk ana ürün (İLAÜ) ile ikinci ana ürünün (İKAÜ) elde edileceği omcalara 15 gün erken tarihte (20 Mart–24 Mart) kış budaması (2–3 göz) uygulanmıştır. İlk ana ürün (İLAÜ) uygulamasında erken kış budaması, yazlık sürgünlerin üst yatırma telleri üzerine uzun olarak yatırılıp uç alma yapılmadan bağlanması, %25 oranında salkım seyreltmesi ve yazlık sürgünlerde salkım seviyesi üzerindeki koltukların alınmadan bırakılması gibi erkencilik uygulamaları yapılarak, hasat tarihi NÜ'e kıyasla yaklaşık 15 gün kadar öne çekilmiştir. Bu omcalarda (İLAÜ), sırasıyla 1. yıl 2 Ağustos ve 2. yıl 31 Temmuz tarihlerinde gerçekleştirilen hasatların ardından, mevcut omcalar aynı tarih itibarıyla yeniden kısa olarak budanarak İKAÜ'ün elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu omcalarda (İKAÜ) Ağustos ayı ortasında uyanma, Eylül ayı başından sonra tam çiçeklenme, Eylül ayı sonunda tane tutumu ve Ekim ayı sonunda ben düşme gerçekleşmiştir. 1. ve 2. yıllarda sırasıyla 23 Kasım ve 14 Kasım tarihlerinde İKAÜ'ün hasadı yapılmıştır. İncelenen birçok parametre bazında en yüksek değerler İLAÜ ve NÜ uygulamalarında saptanmış, İKAÜ uygulamasından ise daha düşük değerler elde edilmiştir. Sonuç olarak İKAÜ uygulaması ile geç bir tarihte de olsa ürün olgunlaşması sağlanarak, özellikle ilk yıl 0,50 kg'ın üzerinde bir ikinci ana ürün elde edilebilmiş, ancak uygulamanın iki yıl üst üste yapılmasının uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Vitis vinifera* L., dinlenme, ikinci ana ürün, yaz budaması, sofralık üzüm.

### Investigation on the Possibilities of Obtaining Main Double Cropping During the Same Vegetation Period in Cardinal Grape Cultivar

#### Abstract

The research has been carried out under Canakkale environment conditions aim to investigate the possibilities of obtaining main double crops in the same vegetation period in Cardinal grape cultivar having commercial as well as the value of early maturity. For this purpose, control (CC) vinestocks were pruned at the beginning of April (5 April–2 April), while vinestocks had the first main crop (FMC) and second main crop (SMC) were pruned as winter pruning (2–3 buds) 15 days earlier (20 March–24 March) in 2017 and 2018. The early harvesting applications such as early winter pruning, tying summer shoots without topping on the upper tying cords, cluster thinning at the rate of 25% and leaving axillary shoots above the cluster level in summer shoots were carried out in FMC. By these applications, harvesting has been done approximately 15 days earlier than that of CC. Harvesting of these vinestocks FMC has been carried out on 2<sup>nd</sup> August in the first year and 31<sup>st</sup> July in the second year. Subsequently, it is aimed to obtain the SMC by short pruning again in harvested vinestocks as of the same date. SMC has been harvested in 23<sup>th</sup> November and 14<sup>th</sup> November of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cropping years, respectively. Bud break in the mid of August, full blooming after the beginning of September, berry attitude at the end September and veraison at the end of October have been observed in these vinestocks (SMC). The highest values were determined in the FMC and CC applications. During the examination of various parameters, the lower values have been obtained from the SMC application. In case of the results of the SMC application, crop maturity has been ensured even at late dates. Particularly in the first year, the SMC was obtained over 0.50 kg. So, it has been concluded that the application would not be for two consecutive years.

**Key words:** *Vitis vinifera* L., dormancy, second main crop, summer pruning, table grape.





## Giriş

FAO'nun 2017 yılı verilerine göre; Çin 13160788 ton ile dünya üzüm üretiminde ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla 7169745 ton ile İtalya ve 5915882 ton ile Fransa izlemekte, Türkiye ise 4200000 ton ile 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2017).

Bir bağdan uzun yıllar optimum miktar ve kalitede üzüm elde etme olanağı, budamalar yardımıyla asmada vejetatif ve generatif gelişim arasında fizyolojik bir dengenin sağlanmasıyla başarılabilir (Çelik ve ark., 1998; Çelik, 2011). Taç yönetimi, bağda üzüm kalitesi ile ürün miktarı ilişkilerini düzenlemede etkili faktörlerin en başında yer almaktadır (Holzapfe ve Rogiers, 2002). Taç yönetimiyle ilgili yaklaşımlar, bağcılıktaki diğer kültürel işlemlere bağlı olarak halen sürekli olarak gelişip değişmektedir (Clingeffer, 2000). Bağcılıkta taç yönetimi; farklı telli terbiye sistemleri, yazlık sürgün pozisyon ve oryantasyonu, uç alma, tepe alma, yaprak alma, yazlık sürgünlerin sayısı ve mesafeleri ile yazlık sürgünlerin vejetatif gelişimlerini yönetme gibi pratik birtakım uygulamaları kapsamaktadır (Dry, 2000).

Örneğin altı farklı sofralık üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, YDKA (yüksek düzeyde koltuk alma), NDKA (normal düzeyde koltuk alma) ve YDKB (yüksek düzeyde koltuk bırakma) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Özellikle araştırmanın ikinci yılında (2013), YDKB uygulaması omcaların potansiyelini yükselterek önemli verim artışı sağlarken, YDKA uygulaması bütün üzüm çeşitlerinde omca potansiyelinde azalmaya yol açmış ve üzüm verimini düşürmüştür (Türker ve Dardeniz, 2014). Yalova İncisi üzüm çeşidinde EB (erken tarihte budama) uygulamasındaki omcalar NTB (normal tarihte budama) uygulamasındaki omcalara kıyasla daha erken uyandıklarından, aynı dönemde daha uzun yazlık sürgünlere sahip olmuşlar, GB (geç tarihte budama) uygulamasındaki omcalar ise NTB uygulamasındaki omcalara kıyasla daha geç uyandıklarından, omcaların aynı dönemdeki ortalama yaz sürgünü uzunlukları daha kısa kalmıştır. Gerçekleştirilen GB+SUB (geç tarihte budama+sürgünleri uzun bırakma) uygulamasında geç tarihte yapılan kış budaması sonucunda uyanma ve yazlık sürgünlerin gelişimi gerilemiş ancak, yazlık sürgünlerin teller üzerine uç alma yapılmaksızın yatırılıp bağlanmalarıyla meydana gelen yaprak alanı ve omca potansiyeli artışı neticesinde orta düzeyde bir verimin yanı sıra, en yüksek olgunluk indisi değeri elde edilmiştir (Sezen ve Dardeniz, 2015).

Kış aylarında asmalar yapraklarını dökmekte ve yapraksız olduğu bu döneme dinlenme veya uyku dönemi denilmektedir. Dinlenme döneminde asmalarda aktif olarak büyüme görülmemekte ve tomurcukların dormansi yani kış dinlenmesi halinden çıkabilmesi için soğuklanma ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Asmanın kışlık tomurcuklarında meydana gelen dinlenmenin ortadan kaldırılarak düzenli bir tomurcuk sürmesinin sağlanabileceği ve uygun ekolojilerde aynı vejetasyon dönemi içerisinde ilk ana ürünü takiben yapılacak yeni bir budama ile ikinci bir ana ürünün elde edilebileceği bildirilmektedir (Ağaoğlu, 1975). Tropik ülkelerde omcalar (*Vitis vinifera* L.) dinlenmeye girmemekte ve buralarda birinci ana ürünün alınmasının ardından yapılan budama ile ikinci ana ürün için bir büyüme dönemi başlatılabilmektedir (Winkler ve ark., 1974). Bu bölgeler dışında da bazı uygun ekolojilerde, hasattan sonra yapılan uygulamalar ile asmanın kış gözlerinin sürmesi sağlanmakta ve ikinci bir ana ürün alınabilmesi mümkün olmaktadır (Lin ve ark., 1985).

Tayvan'da Muscat üzüm çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada, normal hasat mevsiminden hemen sonra yapılan budama uygulamasıyla ikinci ana ürün için uyanma sağlanarak sürgün büyümesi teşvik edilmiş ve böylece yılda iki ana ürün alınmasına olanak sağlanabilmiştir. Çift ana ürün alma uygulamasının en önemli etkileri; verim artışı ve ikinci ana ürünün erken hasat edilmesi olarak bildirilmiştir (Lin ve ark., 1985).

Nikov (1964), Bulgaristan koşullarında farklı *Vitis vinifera* çeşitleriyle yaptığı çalışmada, kış gözlerinin gelişiminin vejetasyon dinlenmesi olmaksızın devam ettiğini, koltuk sürgünleri ve sürgün uçlarının kesilmesiyle kış gözlerinin sürmesinin sürekli olarak sağlandığını ve böylece elde edilen 4 jenerasyonun da verimli olduğunu, bu sonuçlardan hareketle kış gözlerinin gelişimi ve sürmesi için herhangi bir düşük sıcaklığa ihtiyaç olmadığını bildirmektedir.

Japonya'daki üzüm üreticileri Muscat of Alexandria üzüm çeşidinde, ürün miktarı ve kazancın artırılması amacıyla 1960'lı yıllardan itibaren çift ana ürün yetiştiriciliğine ilgi duymaktadırlar. Okayama ve Shimane'deki bazı üreticiler çift ana ürün yetiştiriciliğine adapte olmuş durumdadırlar. Burada ilk ürün hasadı Haziran ayı sonu ve Temmuz ayı başında, ikinci ürünün hasadı ise üzüm fiyatları beklentinin üzerinde olduğunda Aralık veya Ocak ayında yapılmaktadır. Bu yetiştiricilikte



sıcaklık kontrolü, dormansinin kırılması, budama, floresan lambalar aracılığıyla uzun gün koşullarının sağlanması ve CO<sub>2</sub> uygulamaları özel teknik uygulamalar olarak önem taşımaktadır (Morinaga, 2001).

Hindistan’da Gulabi, Bhokri ve Cheema Sahebi üzüm çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) çift ana ürün alma çalışmaları yapılmaktadır (Phad, 1982). Kuzey Hindistan’da, şiddetli geçen kışlar yüzünden omcalar kış dinlenmesine girmektedir. Burada bazı üreticiler Beauty Seedless ve Perlette üzüm çeşitlerinden çift ana ürün alabilmek için Haziran ayı sonu veya Temmuz ayının ilk haftası içerisinde, omcalarda yaz ürününün hasadının ardından, vakit geçirmeden ikinci bir budama daha gerçekleştirmektedir. Sonbahar ürünü ise Ekim ayı içerisinde hasat edilmektedir (Anonymous, 2016).

Adana’da yetiştirilen bazı erkenci sofralık üzüm çeşitlerinde (Perle de Csaba, Perlette, Cardinal ve Adana Karası) ikinci ana ürün elde edilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, omcalar hasattan sonra 4, 17 ve 31 Temmuz tarihlerinde budanmışlardır. Birinci ve ikinci budama uygulamalarında çok küçük fakat normal görünümlü salkımlar elde edilebilmiştir. Üçüncü budamada ise yalnız uyanma ve tam çiçeklenme tarihleri belirlenebilmiş, vejetasyon süresi üzümün olgunlaşması için yeterli olmamıştır (Tangolar ve ark., 1995).

Dinlenmenin ortadan kaldırılması ve yeni oluşan gözlerin sürmesiyle ikinci bir gelişme döneminin başlatılması kışları sert geçen bölgeler için zararlıken, sıcaklığın +10°C’nin altına düşmediği yerlerde asmanın dinlenmeye hiç girmediği belirtilmektedir (Eriş, 1981). Değişik ekolojiler ve çeşitler üzerinde dinlenmenin giderilmesi ve düzenli sürmenin gerçekleştirilebilmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Ağaoğlu, 1975; Eriş, 1981). Bu çalışmalardan, kışlık tomurcularda dinlenmenin varlığı ve dinlenmeden çıkış konusunda değişik görüşlerin bulunduğu anlaşılmaktadır.

Ülkemizde ise Çanakkale gibi yaklaşık 2125 g–d etkili sıcaklık toplamını (ETS) sağlayan ve uzun bir vejetasyon dönemine sahip yörelerde, açıkta yetiştirilen erkenci sofralık üzüm çeşitlerinde, bazı erkencilik uygulamalarının yapılarak hasat tarihinin erkene çekilmesi ile ikinci ana ürünün elde edilebilmesi mümkün olabilir. Bu araştırma, Çanakkale koşullarında Cardinal üzüm çeşidinden aynı vejetasyon dönemi içerisinde çift ana ürün alma olanaklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

### Materyal ve Metot

Bu araştırma, Çanakkale’deki 1,5 da’lık ‘ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’, ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’nda bulunan, 5BB anacı üzerine aşılı 14 yaşlı Cardinal üzüm çeşidi omcaları üzerinde, 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’ 3,0 m. x 1,5 m. aralık ve mesafede dikilmiş ve tek kollu sabit kordon terbiye sistemine göre terbiye edilmiştir. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her uygulamanın her bir tekerrüründe 1’er adet omcaya yer verilmiştir.

İlk ana ürün (İLAÜ): Bu uygulamada, kontrol (NÜ) omcalarına kıyasla 15 gün erken kış budaması yapılmış ve yaz budaması olarak yazlık sürgünler ikinci seviye sürgün bağlama tellerinin üzerine yatırılarak bağlanmıştır. Yazlık sürgünlerde salkım seviyesi üzerindeki koltuklar alınmadan bırakılmış, tane tutumundan 15 gün sonra %25 oranında salkım seyreltme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda ilk yıl 2 Ağustos, ikinci yıl ise 31 Temmuz tarihlerinde İLAÜ’ün hasadı yapılmıştır.

Normal ürün (NÜ; kontrol): Bu uygulamadaki kontrol omcalarında ilk yıl 5 Nisan, ikinci yıl 2 Nisan tarihlerinde kış budaması yapılmıştır. Yaz budaması sırasında yazlık sürgünlerde ikinci bağlama tellerinin 10–15 cm üzerinden uç alma işlemi uygulanmış, koltuk alma işlemi ise 3 defa tekrarlanarak ilk yıl 17 Ağustos, ikinci yıl ise 15 Ağustos tarihlerinde NÜ’ün hasadı gerçekleştirilmiştir.

İkinci ana ürün (İKAÜ): Bu uygulamada İLAÜ’ün hasat edilmesinin ardından, aynı omcalarda aynı gün içerisinde yazlık sürgünlere yeniden 2–3 göz üzerinden kısa budama uygulanmıştır. Aynı omcaların yeniden sürmesi, somak oluşturma, çiçek açması ve tane tutumunun ardından ilk yıl 23 Kasım, ikinci yıl ise 14 Kasım tarihlerinde İKAÜ’ün hasadı gerçekleştirilmiştir.

Cardinal üzüm çeşidindeki incelemeler ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait Pomoloji Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Örneklerde hasattan sonra ortalama verim (g/omca), ortalama salkım ağırlığı (g), salkım sıklığı (1–9), salkım eni (cm), salkım boyu (cm), tane eni (mm), tane boyu (mm), tane ağırlığı (g), L değeri (parlaklık), C değeri (renk yoğunluğu), H değeri (renk açısı), %SÇKM, %asitlik, pH ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) parametreleri incelemeye alınmıştır.

Çanakkale ili iklim verilerine bakıldığında (2017); en yüksek sıcaklığın 39,1°C ile ağustos



ayında, en düşük sıcaklığın 1,0°C ile mart ayında ve en yüksek ortalama sıcaklığın ise temmuz ve ağustos aylarında 26,6°C ile gerçekleştiği görülmektedir. Yıl içerisinde nispi nem miktarı %53–76 arasında değişirken, ağustos ayı içerisinde herhangi bir yağış gerçekleşmemiş, temmuz ve eylül aylarında da oldukça düşük miktarlarda yağış gerçekleşmiştir. 2018 yılına ait iklim verileri değerlendirildiğinde; en yüksek sıcaklığın 37,3°C ile ağustos ayında, en düşük sıcaklığın 0,5°C ile mart ayında ve en yüksek ortalama sıcaklığın ise ağustos ayında 27,1°C ile gerçekleştiği görülmektedir. Yıl içerisinde nispi nem miktarı %56–75 arasında gerçekleşirken, ağustos ayında yağış olmamıştır. Temmuz ve eylül aylarında ise oldukça düşük miktarlarda yağmur yağmıştır.

Çizelge 1. Cardinal üzüm çeşidindeki farklı uygulamalarda uyanma ve hasat tarihleri ile ortalama yıllık sıcaklıklar (°C) dikkate alınarak hazırlanan EST değerleri

Uygulamalar	2017	2018	Ort.
İLAÜ	1333,5 g–d	1345,1 g–d	1339,3 g–d
NÜ	1539,6 g–d	1540,0 g–d	1539,8 g–d
İKAÜ	865,8 g–d	946,6 g–d	906,2 g–d

Ort.: Ortalama. İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün. g–d: Gün–derece.

Cardinal üzüm çeşidindeki farklı uygulamalarda uyanma ve hasat tarihleri ile yıllık ortalama sıcaklıklar (°C) dikkate alınarak hazırlanan EST değerleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Buna göre; İLAÜ uygulamasında 2017 yılı EST değeri 1333,5 g–d ve 2018 yılı EST değeri 1345,1 g–d olarak belirlenmiştir. NÜ uygulamasında 2017 yılı EST değeri 1539,6 g–d ve 2018 yılı EST değeri 1540,0 g–d olarak hesaplanmıştır. İKAÜ uygulamasında ise 2017 yılı için hesaplanan EST değeri 865,8 g–d ve 2018 yılı için hesaplanan EST değerleri 946,6 g–d olmuştur.

Çanakkale'nin EST değeri 2125 g–d iken, Cardinal üzüm çeşidinde vejetasyon dönemi için (uyanma ile yaprak dökümü arasında) gerekli olan toplam EST değerinin 1050 g–d olması gerektiği belirtilmektedir (Çelik ve ark., 1998). Çizelge 1.'deki uyanma ve hasat tarihleri dikkate alınarak hesaplanmış olan bu değerler, daha önce Çanakkale ili ve Cardinal üzüm çeşidi için belirtilmiş olan değerler ile uyum içerisinde olup, Çanakkale ili şartlarında ikinci bir ana ürün için uygun bir gelişme döneminin oluşturulabileceğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın gerçekleştirildiği 2017 ve 2018 yıllarında bağdaki kültürel işlemler düzenli bir şekilde yürütülmüştür. 2017 ve 2018 yıllarında külleme ve mildiyöye karşı ilaçlamalar yapılmış olup, çeşidin ben düşme dönemiyle birlikte ilaç uygulamaları da sonlandırılmıştır. 'Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı'na 14 Mart 2018 tarihinde NPK (15.15.15) kompoze gübre uygulaması yapılmış, yakın çevrede bu bağa yakın başka bir bağ bulunmadığı için, araştırma parseli çeşidin ben düşme dönemiyle hasat tarihi arasında kuş zararını en aza indirmek için file–örtü materyali ile kapatılmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 1'er adet omcaya yer verilmiştir. Elde edilen veriler; 'SAS 9.1.3. Portable' istatistik paket programı kapsamında varyans analizi ile belirlenerek, uygulamalara ait incelenen özellikler arasındaki farklılık LSD çoklu karşılaştırma testiyle ( $p < 0,05$ ) değerlendirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Cardinal üzüm çeşidinde aynı vejetasyon dönemi içerisinde çift ana ürün alma olanaklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüş olan bu araştırmadan elde edilen bulgular Çizelge 2., Çizelge 3., Çizelge 4., Çizelge 5., Çizelge 6., Çizelge 7., Çizelge 8. ve Çizelge 9.'da sunulmuştur. Araştırmada Cardinal üzüm çeşidinin fenolojik gelişim aşamaları takip edilmiştir.

Çizelge 2. Cardinal üzüm çeşidinde İLAÜ ve NÜ uygulamalarında fenolojik gelişim aşamaları

Uygulamalar	BT		U		ÇB		O		U–O (gün)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
İLAÜ	20	24	1	5	7	12	2	31	124	117
	Mart	Mart	Nisan	Nisan	Mayıs	Mayıs	Ağustos	Temmuz	gün	gün
NÜ	5	2	13	16	15	20	17	15	126	121
	Nisan	Nisan	Nisan	Nisan	Mayıs	Mayıs	Ağustos	Ağustos	gün	gün

BT: Budama tarihi, U: Uyanma, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, O: Olgunluk, U–O: Uyanma–Olgunluk arası gün sayısı, NÜ (kontrol): Normal ürün, İLAÜ: İlk ana ürün.



Çizelge 2.'de görüldüğü gibi iki hafta kadar erken uygulanan kış budaması, yazlık sürgünlerin üst yatırma telleri üzerine uzun olarak yatırılıp uç alma yapılmadan bağlanması, %25 oranında salkım seyreltilmesi ve yazlık sürgünlerde salkım seviyesinin üzerindeki koltukların alınmadan bırakılması gibi erkencilik uygulamaları sonucunda, İLAÜ uygulamasında hasat tarihi NÜ'e kıyasla 15 gün kadar öne çekilmek suretiyle erkencilik sağlanmıştır. Böylelikle İKAÜ için ek bir gelişim döneminin oluşturulması sağlanmıştır.

Çizelge 3. Cardinal üzüm çeşidinde İKAÜ uygulamasında fenolojik gelişim aşamaları

Yıl	BT	U	ÇB	O	U-O (gün)
2017	2 Ağustos	15 Ağustos	13 Eylül	23 Kasım	100 gün
2018	31 Temmuz	13 Ağustos	10 Eylül	14 Kasım	93 gün

BT: Budama tarihi, U: Uyanma, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, O: Olgunluk, U-O: Uyanma-Olgunluk arası gün sayısı, İKAÜ: İkinci ana ürün.

Cardinal üzüm çeşidinde, İKAÜ uygulamasında İLAÜ'ün hasadına müteakip 2017 yılında 2 Ağustos ve 2018 yılında 31 Temmuz tarihlerinde uyanmanın gerçekleştiği görülmüştür. Uyanmanın ardından 2017 yılında 13 Eylül, 2018 yılında 10 Eylül tarihinde çiçeklenme başlangıcı meydana gelmiş, tane tutumu ve ben düşmeye müteakip salkımların olgunlaşmasıyla birlikte, 2017 yılında 23 Kasım ve 2018 yılında 14 Kasım tarihlerinde hasat gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.).

Çizelge 4. Çift ana ürün alma uygulamasının ortalama verim ve bazı salkım özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Ortalama verim (g/omca)			Ortalama salkım ağırlığı (g)			Salkım sıklığı (1-9)		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	2614,9 b	3889,2 a	3252,1 b	145,4 b	238,9 a	192,2 b	5,39 b	6,28 b	5,84 b
NÜ	3655,9 a	5118,0 a	4387,0 a	234,7 a	253,8 a	244,3 a	6,19 a	6,87 a	6,53 a
İKAÜ	625,8 c	235,7 b	430,8 c	71,5 c	43,4 b	57,5 c	4,58 c	4,50 c	4,54 c
LSD (0,05)	772,2	1303,5	700,6	23,18	33,014	19,59	0,311	0,210	0,1899

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

Ortalama verim ile ilgili bulgular Çizelge 4.'te verilmiş olup, 2017 yılında en yüksek ortalama verim 3655,9 g/omca ile NÜ, en düşük üzüm verimi 625,8 g/omca ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş olup, İLAÜ uygulaması 2614,9 g/omca ile arada farklı bir grubu oluşturmuştur. 2018 yılında en yüksek ortalama verim sırasıyla 5118,0 g/omca NÜ ve 3889,2 ile İLAÜ uygulamalarından elde edilmiş, en düşük üzüm verimi 235,7 g/omca ile İKAÜ uygulamasından alınmıştır. 2018 yılında 5118,0 g/omca ile NÜ ve 3889,2 g/omca ile İLAÜ uygulamalarında 2017 yılına kıyasla bir miktar verim artışı gözlenirken, İKAÜ uygulamasında ise 235,7 g/omca ile verim azalışı meydana gelmiştir. En yüksek ortalama salkım ağırlığı 2017 yılında 234,7 g ile NÜ, en düşük ortalama salkım ağırlığı 71,5 g ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş olup, İLAÜ uygulaması 145,4 g ile arada farklı bir grupta yer almıştır. 2018 yılında en yüksek ortalama salkım ağırlığı değerleri sırasıyla 253,8 g ile NÜ ve 238,9 g ile İLAÜ uygulamalarından elde edilmiş, en düşük değer ise 43,4 g ile İKAÜ uygulamasında meydana gelmiştir (Çizelge 4.).

Salkım sıklığına ilişkin bulgular Çizelge 4.'te verilmiştir. 2017 yılında en yüksek salkım sıklığı değeri 6,19 ile NÜ, en düşük salkım sıklığı değeri 4,58 ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, İLAÜ uygulaması 5,39 ile arada farklı bir grubu oluşturmuştur. 2018 yılında en yüksek salkım sıklığı değeri yine 6,87 ile NÜ, en düşük salkım sıklığı değeri 4,50 ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, 6,28 değeri ile İLAÜ uygulaması ise arada farklı bir grubu meydana getirmiştir.

Çizelge 5. Çift ana ürün alma uygulamasının bazı salkım özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Salkım eni (cm)			Salkım boyu (cm)		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	8,11 b	9,20 a	8,66 a	19,04 b	20,76 b	19,90 a
NÜ	9,33 a	9,73 a	9,53 a	22,86 a	23,92 a	23,39 a
İKAÜ	5,35 c	4,85 b	5,10 b	8,40 c	7,63 c	8,02 c
LSD (0,05)	0,4821	0,7356	0,4362	1,6229	1,5092	1,1962

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

Salkım eni ve salkım boyuna ne ait bulgular Çizelge 5.'te sunulmuş olup, 2017 yılındaki en





yüksek salkım eni 9,33 cm ile NÜ, en düşük salkım eni 5,35 cm ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, İLAÜ uygulaması 8,11 cm ile arada farklı bir grubu teşkil etmiştir. 2018 yılında en yüksek salkım eni sırasıyla 9,73 cm ile NÜ ve 9,20 cm ile İLAÜ uygulamalarından elde edilmiş, İKAÜ uygulamasından ise 4,85 cm ile en düşük salkım eni alınmıştır. 2017 yılında en uzun salkım boyu 22,86 cm ile NÜ, en kısa salkım boyu 8,40 cm ile İKAÜ uygulamasından alınmış, 19,04 cm ile İLAÜ uygulaması arada farklı bir grubu meydana getirmiştir. 2018 yılında en uzun salkım boyu 23,92 cm ile yine NÜ, en düşük salkım boyu 7,63 cm ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, İLAÜ uygulaması ise 20,76 cm ile arada farklı bir grubu oluşturmuştur.

Çizelge 6. Çift ana ürün alma uygulamasının bazı tane özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Tane eni (mm)			Tane boyu (mm)			Tane ağırlığı (g)		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	22,12 a	23,96 a	23,04 a	21,84 a	22,60 a	22,22 a	6,32 a	8,00 a	7,16 a
NÜ	21,45 a	22,51 b	21,98 b	20,87 b	20,82 b	20,85 b	5,66 b	6,05 b	5,86 b
İKAÜ	20,12 b	19,39 c	19,75 c	18,04 c	17,08 c	17,56 c	3,30 c	3,33 c	3,32 c
LSD (0,05)	0,741	0,5466	0,4638	0,7398	0,531	0,4637	0,585	0,446	0,349

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

Tane eni ve tane boyuna ilişkin bulgular Çizelge 6.'da verilmiştir. 2017 yılında en geniş tane enini 22,12 mm ile İLAÜ oluştururken, bunu 21,45 mm ile NÜ uygulaması izlemiş, İKAÜ uygulaması ise 20,12 mm ile en dar tane eni değerini vermiştir. 2018 yılında en geniş tane eni 23,96 mm ile yine İLAÜ'den alınırken, en dar taneler 19,39 mm ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, 22,51 mm ile NÜ uygulaması ise arada farklı bir grubu teşkil etmiştir. 2017 yılında en uzun tane boyu 21,84 mm ile İLAÜ, en kısa tane boyu 18,04 mm ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, NÜ uygulaması 20,87 mm ile arada farklı bir grubu oluşturmuştur. 2018 yılında, en uzun tane boyu 22,60 mm ile İLAÜ, en düşük tane boyu 17,08 mm ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, NÜ uygulaması ise 20,82 mm ile arada farklı bir grubu vermiştir.

Tane ağırlığına ait 2017 yılı bulguları incelendiğinde, en ağır tanelerin 6,32 g ile İLAÜ, en hafif tanelerin 3,30 g ile İKAÜ uygulamasından alındığı, NÜ uygulamasının ise 5,66 g ile arada farklı bir grubu oluşturduğu belirlenmiştir. 2018 yılında en yüksek tane ağırlığı 8,00 g ile İLAÜ, en düşük tane ağırlığı 3,33 g ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, NÜ uygulaması ise 6,05 g ile arada farklı bir grubu meydana getirmiştir (Çizelge 6.).

Çizelge 7. Çift ana ürün alma uygulamasının tane renk özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	L değeri (parlaklık)			C değeri (renk yoğunluğu)			H değeri (renk açısı)		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	19,44 b	20,54 b	19,99 b	4,51 c	4,53 c	4,52 b	41,49 b	26,14 c	33,82 b
NÜ	24,16 a	26,67 a	25,42 a	6,21 b	8,12 a	7,17 a	67,66 a	33,45 b	50,56 a
İKAÜ	20,54 b	20,99 b	20,77 b	7,52 a	6,29 b	6,91 a	31,68 c	42,34 a	37,01 b
LSD (0,05)	1,2657	1,4693	1,0829	0,9653	0,8827	0,6799	4,6526	4,2064	3,7179

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

Çizelge 7.'de, 2017 yılında en yüksek L değerine (parlaklık) sahip taneler 24,16 ile NÜ, en düşük L değerine sahip taneler ise sırasıyla 19,44 ile İLAÜ ve 20,54 ile İKAÜ uygulamaları olmuştur. 2018 yılı bulgularına göre en yüksek L değerine sahip taneleri 26,67 ile NÜ, en düşük L değerine sahip taneleri ise sırasıyla 20,54 ile İLAÜ ve 20,99 ile İKAÜ uygulamaları oluşturmuştur. 2017 yılında en yüksek C değerine (renk yoğunluğu) sahip taneler 7,52 ile İKAÜ, en düşük C değerine sahip taneler 4,51 ile İLAÜ uygulamasından elde edilmiş, NÜ uygulaması 6,21 ile arada farklı bir grubu meydana getirmiştir. 2018 yılında en yüksek C değerine sahip taneler 8,12 ile NÜ, en düşük C değerine sahip taneler 4,53 ile İLAÜ uygulamasından elde edilmiş, 6,29 ile İKAÜ uygulaması arada farklı bir grubu teşkil etmiştir. 2017 yılında yapılan uygulamalarda en yüksek H değeri (renk açısı) 67,66 ile NÜ, en düşük H değeri 31,68 ile İKAÜ uygulamasından elde edilmiş, İLAÜ uygulaması 41,49 ile arada farklı bir grubu oluşturmuştur. 2018 yılında en yüksek H değeri 42,34 ile İKAÜ, en düşük H değeri 26,14 ile İLAÜ uygulamasından elde edilmiş, NÜ uygulaması ise 33,45 ile arada farklı bir grupta yer almıştır.





Çizelge 8. Çift ana ürün alma uygulamasının bazı olgunluk özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	%SÇKM			%asitlik		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	17,11 a	15,66 a	16,39 a	0,645 b	0,762 b	0,704 b
NÜ	13,73 b	16,58 a	15,16 b	0,833 a	0,705 b	0,769 ab
İKAÜ	13,08 b	14,44 b	13,76 c	0,680 b	0,910 a	0,795 a
LSD (0,05)	0,8649	1,0477	0,584	0,0797	0,1179	0,0819

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

En yüksek %SÇKM miktarı 2017 yılında %17,11 ile İLAÜ, en düşük %SÇKM miktarı ise sırasıyla %13,08 ile İKAÜ ve %13,73 ile NÜ uygulamalarından elde edilmiştir. 2018 yılında en yüksek %SÇKM miktarı sırasıyla %16,58 ile NÜ ve %15,66 ile İLAÜ uygulamalarından alınmış, en düşük %SÇKM değerini ise %14,44 ile İKAÜ uygulaması oluşturmuştur. Erkenci sofralık üzüm çeşitlerinde %SÇKM değeri %13–14 arasında olabilmektedir (Sezen ve Dardeniz, 2015). Bu yönüyle İKAÜ uygulamasının yeterli %SÇKM'yi oluşturduğu ifade edilebilir. 2017 yılında en yüksek %asitlik 0,833 ile NÜ uygulamasından elde edilirken, en düşük %asitlik sırasıyla 0,645 ile İLAÜ ve 0,680 ile İKAÜ uygulamalarında belirlenmiştir. 2018 yılında en yüksek %asitlik 0,910 ile İKAÜ uygulamasından, en düşük %asitlik ise sırasıyla 0,705 ile NÜ ve 0,762 ile İLAÜ uygulamalarından alınmıştır (Çizelge 8.).

Çizelge 9. Çift ana ürün alma uygulamasının bazı olgunluk özellikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	pH			Olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik)		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
İLAÜ	3,80 a	3,82 a	3,81 a	26,83 a	21,04 a	23,94 a
NÜ	3,30 b	3,49 b	3,40 b	17,19 b	23,02 a	20,11 b
İKAÜ	3,23 b	3,25 c	3,24 c	19,29 b	16,11 b	17,70 c
LSD (0,05)	0,1535	0,0877	0,0914	2,5387	3,286	2,3468

Ort.: Ortalama, İLAÜ: İlk ana ürün, NÜ (kontrol): Normal ürün, İKAÜ: İkinci ana ürün.

En yüksek pH değeri 2017 yılında 3,80 ile İLAÜ, en düşük pH değeri ise sırasıyla 3,23 ile İKAÜ ve 3,30 ile NÜ uygulamalarında belirlenmiştir. 2018 yılında en yüksek pH değerini 3,82 ile İLAÜ, en düşük pH değerini 3,25 ile İKAÜ uygulaması oluşturmuş, NÜ uygulaması 3,49 ile arada farklı bir grubu teşkil etmiştir. 2017 yılında en yüksek olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değeri 26,83 ile İLAÜ, en düşük olgunluk indisi değeri ise sırasıyla 17,19 ile NÜ ve 19,29 ile İKAÜ uygulamalarından elde edilmiştir. 2018 yılında en yüksek olgunluk indisi değerini sırasıyla 23,02 ile NÜ ve 21,04 ile İLAÜ uygulamaları verirken, en düşük olgunluk indisi değeri ise 16,11 ile İKAÜ uygulamasından alınmıştır (Çizelge 9.).

Çanakale şartlarında Cardinal üzüm çeşidinden ikinci bir ana ürün elde edilebileceğine yönelik bulgular sağlayan bu araştırma sonuçları, daha önce dünyanın farklı bölgelerinde ve farklı üzüm çeşitleriyle gerçekleştirilmiş olan araştırmaların (Nikov, 1964; Phad, 1982; Lin ve ark., 1985; Tangolar ve ark., 1995; Morinaga, 2001) sonuçlarıyla örtüşmekte ve bu sonuçları desteklemektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Cardinal üzüm çeşidindeki İKAÜ uygulamasında, İLAÜ'ün hasadının ardından omcalarda 2–3 göz üzerinden gerçekleştirilen ikinci bir kısa budamayı takiben 10–14 gün içerisinde uyanma meydana gelmiş, İKAÜ uygulamasında kasım ayı ortasından itibaren olgunluk yakalanabilmiştir. İKAÜ uygulamasında 2 Ağustos (2017) ve 31 Temmuz'da (2018) yapılan budamalarda uyanma ile olgunluk arasında geçen gün sayısı 93–100 gün arasında değişim göstermiş, bu uygulamada her iki yılda da vejetasyon süresi üzüm olgunluğu için yeterli olmuş ve çeşide özgü küçük salkımlar elde edilebilmiştir.

Çanakale ilindeki bu araştırmanın kurak şartlar altında yürütülmesi ve her iki yılda da yaz aylarının sıcak ve az yağışlı geçmesi neticesinde, özellikle araştırmanın ikinci yılında (2018) Cardinal üzüm çeşidindeki sürgün gelişimi oldukça zayıf olmuştur. Yapılacak ikinci ana ürün uygulamalarında sulama ve ilave gübreleme yapılarak yazlık sürgün gelişiminin teşvik edilmesiyle, daha iri salkımlar ile birlikte daha yüksek bir verimin de alınabileceği düşünülmektedir.



Bu araştırmanın sonucunda, kışlık gözlerdeki uyanmanın Çanakkale koşullarında temmuz ayından itibaren soğuklanma gerektirmeden gerçekleştiği belirlenmiştir. Çanakkale ili koşullarında erkenci üzüm çeşitlerinde ilk ana ürünün hasadının hemen ardından yapılacak olan budamayı takiben oluşacak yazlık sürgünlerinden, ikinci bir ana ürünün elde edilebileceği ortaya konulmuştur.

Araştırmanın ilk yılında İKAÜ’den elde edilen ortalama üzüm verimi NÜ’ün 1/5–1/6’sını oluştururken, ikinci yıl omcaların zayıflaması ve doğuşun da azalmasıyla bu oranın 1/20’ye kadar gerilediği belirlenmiştir. Bu nedenle, İKAÜ alma uygulamalarının ilk ana ürünündeki doğuşun ve verimin düşük olarak gerçekleştiği yıla mahsus olarak, omcalara iyi bakım yapılması koşuluyla sadece bir yıl için tatbik edilmesi önerilmektedir.

**Not:** Bu araştırma makalesi, Zir. Yük. Müh. Nurdan Harput’un Yüksek Lisans Tezi’nden hazırlanmıştır.

### Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S., 1975. Asmalarda soğuklanma süresinin çiçek oluşumu üzerine etkisi. TÜBİTAK, V. Bilim Kongresi Tebliği: 31–41. İzmir.
- Anonymous, 2016. Grape cultivation in India production area, climate, harvesting and fruit handling. <http://www.yourarticlelibrary.com/fruits/grape-cultivation-in-india-production-area-climate-harvesting-and-fruit-handling/24690/> (Erişim tarihi: 05. 05. 2016).
- Clingeffer, P.R., 2000. Mechanization of wine and raisin production in Australian vineyards. In: Proceedings of the ASEV 50<sup>th</sup> Anniversary Annual Meeting, Seattle Washington, USA. Ed J.M. Rantz (American Society for Enology and Viticulture: Davis, Calif.). 165–169.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi. 253 s.
- Çelik, S., 2011. Bağcılık (Ampeloloji). Cilt I, 3. Baskı. Namık Kemal Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. 428 s. Tekirdağ.
- Dry, P.R., 2000. Canopy management for fruitfulness. Austr. J. Grape and Wine Research. 6: 109–115.
- Eriş, A., 1981. Asmalarda kışlık tomurcukların dinlenme ve sürmeleri ile bunlara neden olan bazı faktörler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. Yayın no: 768. 114 s.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/data>. (Erişim tarihi: 10 Nisan 2019).
- Holzapfe, B., Rogiers, S., 2002. Ripening grapes to specification: identifying manageable factors determining grape composition and quality through carbohydrate sink–source relationships. Final Report to Grape and Wine Research & Development Corporation.
- Lin, C.H., Lin, J.H., Chang, L.R., Lin, H.S., 1985. The regulation of the golden Muscat grape production season in Taiwan. Amer. J. Enol. Vitic. 36 (2): 114–117.
- Morinaga, K., 2001. Grape production in Japan. Grape production in the Asia–Pacific Region. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand. FAO Corporate Document Repository.
- Nikov M., 1964. Spouting of winter buds in vines in the year of their formulation. Gradinarska Lozarska Nauka (Sofia). 1 (7): 65–76.
- Phad, V.S., 1982. Studies on double cropping in Gulabi, Bhokri and Cheema Sahebi varieties of grape (*Vitis vinifera* L.). M. Sc. Thesis. Marathwada Agricultural University, Parbhani/India.
- Sezen, E., Dardeniz, A., 2015. Farklı kış budama dönemleri ve yaz budaması uygulamalarının Yalova İncisi üzüm çeşidinin verim ve kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. 3 (1): 15–27.
- Tangolar, S., Ergenoğlu, F., Gök, S., 1995. Adana’da yetiştirilen bazı erkenci sofralık üzüm çeşitlerinden aynı vejetasyon dönemi içerisinde ikinci esas ürün elde etme olanakları. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Türkiye. Cilt II: 1004–1008.
- Türker, L., Dardeniz, A., 2014. Sofralık üzüm çeşitlerinde farklı düzeylerdeki koltuk alma uygulamalarının verim ve kalite özellikleri üzerindeki etkileri. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. 2 (2): 73–82.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, R., Lider, L.A., 1974. General Viticulture. Univ. of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 710 p.



## Araştırma Makalesi/Research Article

# Geleneksel ve Modern Büyükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Özelliklerinin Kıyaslanması: Çankırı İli Örneği

Hakan Kaba<sup>1</sup>

Murad Çanakçı<sup>2</sup> \*

<sup>1</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Muğla İli Seydikemer İlçe Müdürlüğü, Seydikemer/Muğla

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya

\*Sorumlu yazar: mcanakci@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.04.2020

Kabul Tarihi: 22.09.2020

### Öz

Ülkemizde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği işletmeleri, başta ölçek ve teknoloji kullanımı başta birçok açıdan farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalar dikkate alındığında, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan geleneksel ve modern işletmelerin mekanizasyon özelliklerinin kıyaslanması konusunda yürütülmüş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, Çankırı ilindeki geleneksel ve modern büyükbaş hayvancılık işletmelerinin tarımsal yapı ve mekanizasyon özelliklerinin kıyaslanması amaçlanmıştır. Veriler; toplam 99 adet geleneksel ve 11 adet modern işletme ile yüz yüze yapılmış anket çalışması ile elde edilmiştir. Araştırma bulgularına göre geleneksel işletme sahiplerinin tecrübesi 29.8 yıl, modern işletmelerde ise 2.6 yıldır. Tüm hayvancılık işletmeleri aynı zamanda bitkisel üretim faaliyetlerinde de bulunmaktadır. İşletme başına düşen ortalama tarım alanı geleneksel işletmelerde 28.1 ha/işletme, modern işletmelerde 40.4 ha/işletmedir. Ortalama büyükbaş hayvan sayısı; geleneksel ve modern işletmelerde sırasıyla, 30 adet/işletme ve 220 adet/işletmedir. Geleneksel işletmelerde süt sığırcılığının, modern işletmelerde ise et sığırcılığının daha fazla yapıldığı belirlenmiştir. Elektrik motorundan hareketli makinalar başta olmak üzere, mekanizasyon göstergeleri açısından modern işletmeler geleneksel işletmelere göre daha yüksek değerlere sahiptir. Geleneksel ve modern işletmeler için gösterge değerleri sırasıyla; işletme başına düşen traktör sayısı 1.1 adet/işletme ve 1.5 adet/işletme, birim alana düşen traktör motor gücü 2.04 kW/ha ve 2.33 kW/ha, işletme başına düşen traktörden hareketli makine sayısı 7.29 adet/işletme ve 9.55 adet/işletme, işletme başına düşen elektrik motorundan hareketli makine sayısı 1.37 adet/işletme ve 17.09 adet/işletme, işletme başına düşen elektrik motor gücü 5.75 kW/işletme ve 48.82 kW/işletmedir. Araştırma bulgularına göre modern işletmelerdeki elektrik motorundan hareketli makine/sistemlerin sayısal ve güç büyüklüğü açısından sırasıyla 12.5 ve 8.5 kat fazladır. İnsan işgücü teminindeki zorluklar ve maliyet artışlarının geleneksel işletmelerin daha çok mekanizasyon araçları kullanma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda elektrik motorundan hareketli makinaların, belirtilen işletmelerde daha fazla kullanılacağı beklenmelidir. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda ve istatistiksel değerlendirmelerde traktör ile birlikte güç kaynağı olarak elektrik motorlarının da dikkate alınmasının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, mekanizasyon düzeyi, ahır içi mekanizasyon, Çankırı

## Comparison of Conventional and Modern Cattle Farms' Agricultural Structure and Mechanization Properties: An Example of Çankırı Province

### Abstract

Cattle breeding farms differ in many aspects, especially the use of scale and technology in Turkey. Considering the studies conducted, no study has been found to compare the mechanization characteristics of traditional and modern cattle breeding farms. This study aims to compare the agricultural structure and mechanization properties of the traditional and modern cattle farms in Çankırı province. The data were obtained using a face to face questionnaire carried out with a total of 99 traditional and 11 modern cattle farms. The findings obtained in this study showed that traditional farm owners had 29.8 years of experience, while this value was 2.6 years for modern farm owners. All cattle farms were engaged in plant cultivation activities together with livestock breeding. The average agricultural area per farm was 28.1 ha/farm and 40.4 ha/farm for conventional and modern farms, respectively. The average number of cattle was found as 30 unit/farm for traditional farm; this value was 220 unit/farm for those of modern. It has been determined that dairy cattle breeding was more common in traditional farms and meat cattle breeding was more common in modern farms. Concerning mechanization indicators, modern farms had higher values than traditional farms. Mechanization



level indicator values of traditional and modern farms were calculated as tractor engine powers per unit area were 2.04 kW/ha and 2.33 kW/ha, the numbers of tractor per farm were 1.1 unit/farm and 1.5 unit/farm, the numbers of machine powered by tractor per farm 7.29 unit/farm and 9.55 unit/ farm, numbers of machines powered by electric motor per farm 1.37 unit/farm and 17.09 unit/farm, electric motor power per farm 5.75 kW/farm and 48.82 kW/farm, respectively. According to the research findings, it is 12.5 and 8.5 times more than the electric motor in modern enterprises in terms of numerical and power size, respectively. Difficulties in human labor supply and its cost increases show that traditional farms tend to use more mechanization equipments. In this context, it should be expected that machines with driven by electric motors will be used more in the mentioned farms. For this reason, it appears that it is required to consider electric motors as a power source together with the tractor in studies and statistical evaluations.

**Keywords:** Cattle breeding, livestock breeding, mechanization level, housing machinery, Çankırı

## Giriş

Mekanizasyon uygulamaları tarımsal girdilerin daha etkin kullanımı ve çalışma koşullarının iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle işletmelerde, teknik ve ekonomik özelliklere bağlı olarak farklı düzeylerde mekanizasyon işlemleri uygulanmaktadır (Zeren ve ark., 1995). Anket çalışması ya da istatistiksel veriler kullanılarak, tarımsal mekanizasyon ile ilgili veri tabanlarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Evcim ve ark., 2010; Keleş, 2015; Korucu ve ark., 2015). Bu çalışmalarda; tarımsal üretim potansiyeli ile birlikte mekanizasyon araçları değerlendirilmekte, sorunlar tespit edilmekte ve çözüm önerileri sunulmaktadır.

Tarımsal üretim kapsamında birçok yöremizde hayvan yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır. Et ve/veya süt sığırcılığı şeklinde yapılan büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, birçok üreticimizin temel geçim kaynağıdır. İşletmelerde verimli bir yetiştiricilik için genetik potansiyeli yüksek hayvanların seçilmesi, optimum çevre şartlarının sağlanması gereklidir (Şeker ve ark., 2012; Daş ve ark., 2014; Alkan ve Ünlü, 2019). Bu kapsamda uygun ırkların uygun çevre şartlarında yetiştirilmesi ve yönetilmesi önemlidir (Aydın ve Keskin, 2019). İşletmelerde temel unsurlardan birisi de işlemlerin mekanize edilmesidir. Hayvan yetiştiriciliğinde mekanizasyon, yetiştiricilik için gerekli çeşitli işlemlerin modern üretim tekniklerine göre zamanında, kolay, nitelikli ve ekonomik olarak yapılması amacına hizmet etmektedir (Yıldız, 1999).

Ülkemizde gerek barınak yapıları gerekse teknolojik uygulamalar dikkate alındığında farklı özelliklere sahip işletmeler görülmektedir. Büyükbaş hayvancılık işletmelerinin genel yapısının küçük aile işletmesi niteliğinde olduğu bilinmektedir (Tapkı ve ark., 2018). Daha çok küçük ölçekli geleneksel yapıdaki bu işletmelerde kısmen yapılan mekanizasyon işlemlerinin yanında yoğun insan işgücü kullanımının devam ettiği gözlenmektedir. İşgücü gereksinimi ve işgücü teminindeki zorluklar işletmelerin sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır (Boz 2013). Modern işletmelerde ise barınaklar, hayvan refahı, hayvan davranışları vb. kuralları dikkate alınarak projelendirilmektedir (Mundan ve ark., 2018). Değişen koşullar ve artan talepler hayvancılık işletmelerini; emek-yoğun geleneksel işletmelerden, uygun kültür ırklarının isteklerini karşılayabilen teknoloji-yoğun modern işletmelere ve bu işletmelere uygun mekanizasyon uygulamalarına yönlentmektedir (Bayhan ve Turgut, 2000).

Literatür incelendiğinde hayvancılık işletmelerinin yapısal özelliklerinin belirlenmesine yönelik, farklı yöreler için geleneksel işletmeler üzerinde yoğunlaşan ve sayıları son yıllarda artan birçok araştırmanın yapıldığı görülmektedir (Nizam, 2006; Tatar, 2007; Akkuş, 2009; Demir ve Sancar, 2012; Denli ve ark., 2013; Yıldız, 2013; Bakan, 2014; Demir ve ark. 2014; Özyürek ve ark., 2014; Çapadağ, 2017; Mundan ve ark. 2018; Aydın ve Keskin, 2019; Tapkı ve ark. 2018, Alkan ve Ünlü, 2019; Kaylan, 2019). Hayvancılık işletmelerindeki mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesine yönelik daha az çalışmaya rastlanmaktadır (Aygün ve Ergüneş, 2000; Erkmek ve ark. 2000; Kırmacı, 2007; Kınay, 2008; Güzel 2016; Tutar, 2019; Kaya, 2019). Bilgili ve Aybek (2019)'e göre ülkemizdeki süt sığırcılığı işletmeleri ile ilgili yapılan araştırmalarda mekanizasyon %22'lik pay ile en az çalışılan konudur.

Yapılan çalışmalar dikkate alındığında, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan geleneksel ve modern işletmelerin mekanizasyon özelliklerinin kıyaslanması konusunda yürütülmüş bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmada; hayvancılığın yöre ekonomisinde önemli bir yere sahip olduğu Çankırı ilinde faaliyet gösteren geleneksel ve modern büyükbaş hayvancılık işletmelerinin, tarımsal yapı ve mekanizasyon özellikleri açısından kıyaslanması amaçlanmıştır.



## Materyal ve Yöntem

Çalışma Çankırı ilinde yürütülmüştür. Toplam 749 000 ha'lık yüzölçümüne sahip olan ilde 11 ilçe, üç belde ve 371 köy bulunmaktadır. İlin yüzölçümünün; %36'sı tarım, %26'sı orman, %18'i çayır-mera, 20'si ise tarım dışı alanlardan oluşmaktadır. Ortalama sıcaklık 12.1°C, yıllık yağış miktarı 522.2 mm, yağışlı gün sayısı 129, donlu gün sayısı 77'dir (Anonim, 2018).

Çalışmada, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan geleneksel ve modern işletmeler dikkate alınmıştır. Geleneksel işletmeler; aile işletmesi niteliğinde, barınak yapısı ve üretim şekli özellikleri ile teknoloji kullanımının daha kısıtlı olduğu işletmelerdir. Modern işletmeler ise ahırların kullanım amacına göre tesis edildiği, teknolojik araçların genellikle bir projeye bağlı olacak şekilde seçildiği ve yetiştiriciliğin uzman personel kontrolünde olduğu işletmelerdir. Araştırmada işletme özelliklerine ait veriler yüz yüze yapılan anket çalışması ile elde edilmiştir. Geleneksel işletmeler için il genelini temsil edecek şekilde 8 ilçe ve bu ilçelere bağlı 18 köy seçilmiştir. Kayıtlı veriler dikkate alınarak anket yapılacak işletme sayısı belirlenmiştir. Bu amaçla Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) veri tabanından yararlanılmıştır (ÇKS, 2017). Anket yapılacak işletme sayısının belirlenmesinde Neyman yöntemi kullanılmıştır (Özkan, 1993). İşletme sayılarının belirlenmesinde popülasyon ortalamasından izin verilen sapma miktarı %5, güvenlik sınırı %95 olarak alınmıştır. Çalışmada toplam 99 adet geleneksel işletmede anket çalışması yürütülmüştür.

İl genelinde modern işletme sayılarında son yıllarda artış gözlenmektedir. Bu işletmelerin önemli bir bölümünün Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) bünyesinde verilen ve Avrupa Birliği (AB) tarafından aday-potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla oluşturulan katılım öncesi yardım aracı (IPARD) destekleri yardımı ile kurulduğu belirlenmiştir. TKDK-IPARD desteklerinden yararlanmış işletme kayıtları ve bölgede uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak toplam işletme sayısının yaklaşık %25'si ile (11 adet) anket çalışması yürütülmüştür. Çizelge 1'de anket çalışmasının yürütüldüğü ilçeler ve işletme sayıları verilmiştir.

2018 yılında yapılan anket çalışmasında işletmelerin genel ve yapısal özellikleri, bitkisel ve hayvansal üretim özellikleri, işletmede bulunan traktör ve tarım makinalarına yönelik sorular sorulmuştur. Belirlenen veriler, tablolama (MS-Excel) programına girilerek değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Anket yapılan işletmelerin dağılımı (adet)

İlçeler	Çerkeş	Kurşunlu	Ilgaz	Şabanözü	Eldivan	Kızılırmak	Yapraklı	Orta	Merkez	Toplam
Geleneksel	17	19	11	10	11	11	8	-	12	99
Modern	2	4	-	2	-	-	-	2	1	11

## Bulgular ve Tartışma

### İşletmelerin genel özellikleri

Araştırma kapsamında incelenen geleneksel işletmeler ile modern işletmelerin tümü hayvansal üretimin yanında bitkisel üretim faaliyetlerinde de bulunmaktadırlar. Bölgesel ve ülke düzeyinde yapılan birçok çalışmada da benzer bulgulara yer verilmiştir (Kınay, 2008; Tatar, 2007; Aygün ve Ergüneş, 2000; Çapadağ, 2017; Kaya, 2019). Modern işletmeler ise şirketler bünyesinde faaliyet göstermektedirler ve işletmelerin 9'u (%72.8) hayvan yetiştiriciliğinin yanında kasaplık, canlı hayvan ticareti, süt ürünleri, ticaret vb. sektörlerde de faaliyet göstermektedirler. Anket çalışması yürütülen geleneksel işletme sahiplerinin %76.8'i ilköğretim mezunu iken bu oran modern işletmelerde %36.4'e düşmektedir. Üniversite mezunu işletme sahiplerinin payı geleneksel işletmelerde %4.0, modern işletmelerde ise %36.4'tür. Çoğunluğu ilköğretim mezunlarından oluşan geleneksel işletme sahiplerinin eğitim düzeylerinin, ülkemizdeki birçok bölge ile benzerlik gösterdiği görülmektedir (Kırmacı, 2007; Akkuş, 2009; Öztürk, 2009; Özyürek ve ark., 2014; Tutar, 2019; Güzel, 2016; Çapadağ, 2017; Kaya, 2019). Geleneksel ve modern işletmelere ait bazı genel özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.





## Çizelge 2. İşletmelere ait bazı genel özellikler

Özellik	Geleneksel	Modern
İşletme sayısı (adet)	99	11
Ortalama işletme yaşı/tecrübe (yıl)	29.8±1.3	2.6±0.5
İşletme yaş sınırları (yıl)	4-60	1-5
Toplam üretim alanı (ha)	2779.8	444.0
Toplam parsel sayısı (adet)	3351	280
İşletme başına düşen ortalama tarım alanı (ha)	28.1±3.7	40.4±11.2
İşletme başına düşen ortalama parsel sayısı (adet)	33.9±2.9	25.5±6.1
Ortalama parsel büyüklüğü (ha)	0.8±0.1	1.8±0.3

Aile işletmesi niteliğindeki geleneksel işletme sahiplerinin yaklaşık 30 yıldır hayvansal üretim faaliyetlerinde buldukları belirlenmiştir. Deneyim yılı; Erzurum Yakutiye ilçesi için 26.9 yıl (Çapadağ, 2017), Bursa ili Karacabey ilçesi için 27.6 yıl (Tutar, 2019) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmadaki değer, belirtilen değerlerden yüksek olmakla birlikte yakındır. Ancak Erzincan için 22.2 yıl (Özyürek ve ark., 2014), Muğla ili için 22.3 yıl (Aydın ve Keskin, 2019) ve Ağrı ili için 24.3 yıl (Bakan, 2014) olarak bildirilen değerlerden daha yüksektir. Belirlenen değer, tecrübe açısından olumlu olmanın yanı sıra genç nüfusun geleneksel işletmeleri devralmadıklarının da bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Modern işletmelerin yaşı ortalama 2.5 yıldır. Bu işletmelerin Mundan ve ark. (2018) tarafından Şanlıurfa'daki incelenen ve son 10 yıldır şekil değiştirerek modernleşen işletmelere göre daha yeni oldukları anlaşılmaktadır. Modern işletmelerin 9 adetinin (%82) kuruluş aşamasında TKDK-IPARD desteklerinden yararlandıkları tespit edilmiştir. Bu değerler TKDK desteklerinin modern işletme sayılarının artışına katkı sağladığını göstermektedir.

Geleneksel işletmelerdeki bitkisel üretim alanlarının %99'u, modern işletmelerde ise %95'i kuru tarım alanlarından oluşmaktadır. Geleneksel ve modern hayvancılık işletmelerinde sırasıyla ortalama 28.1 ha ve 40.4 ha'lık alanlarda bitkisel üretim yapılmaktadır. Araziler parçalı bir yapıdadır ve ortalama parsel sayısı geleneksel işletmelerde 33.85 adet, modern işletmelerde 25.45 adettir. Bu değerler dikkate alındığında ortalama parsel büyüklükleri geleneksel ve modern işletmelerde sırasıyla 0.80 ha ve 1.83 ha olarak hesaplanmaktadır (Çizelge 2). Tatar (2007) tarafından yapılan çalışmada Ankara ilindeki hayvancılık işletmeleri için belirlenen 34.3 ha'lık ortalama arazi büyüklüğü, bu çalışmada geleneksel işletmeler için belirlenen değerden yüksek, modern işletmeler için belirlenen değerden düşüktür. Bununla birlikte, Çankırı ili için incelenen her iki işletme tipinde de işletmelerde, toplam arazi büyüklüğünün birçok bölge için belirlenen arazi büyüklüklerinden fazla olduğu belirlenmiştir (Bakan, 2014; Kaya, 2019; Özyürek ve ark., 2014; Güzel, 2016; Kaylan, 2019; Akkuş 2009). Burada bitkisel üretimde yem bitkileri ile birlikte kuru tarımda geniş alanlarda tahıl yetiştiriciliğinin yapılmasının etkili olduğu söylenebilir.

İşletmelerde kiralık arazi kullanımı yaygındır. Geleneksel işletmelerin %23.2'si, modern işletmelerin %36.4'ü kendi mülkü olan arazilerde üretim yapmaktadırlar. Geleneksel işletmelerin %72.7'si, modern işletmelerin %36.4'ü kendi mülkü ile birlikte kiralık arazi kullanmaktadır. Yalnızca kiralık arazi kullanan işletme oranı ise geleneksel ve modern işletmelerde sırasıyla, %4.0 ve %27.3'tür. Üreticiler özellikle hayvan yetiştiriciliğine yönelik yem bitkileri üretimi için arazi kiraladıklarını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda yalnızca kendi mülkü olan arazilerde üretim yapan işletme oranı; Bursa ili Karacabey ilçesi için %83 (Tutar, 2019) ve Muğla ili için %46 (Aydın ve Keskin, 2019) olarak belirtilmiştir. Belirtilen mülk arazi kullanım oranlarının, bu çalışmada her iki işletme tipi için belirlenen değerlerden daha yüksektir. Çankırı, özellikle 1980'li yıllardan sonra köylerden kentlere yaşanan göç ile nüfusu hızla azalmış bir ilimizdir. Tarım sektörünün il ekonomisindeki payı ülkemiz ortalamasının üzerindedir (Kalaycı ve ark., 2016). Bu özellikler ve anket çalışmasında edinilen bilgiler değerlendirildiğinde göç etmiş kişilere ait arazilerin, bölgede aktif olarak tarımsal üretim yapan işletmeler tarafından kolaylıkla kiralandığı söylenebilir. Kiralık arazilerle birlikte mevcut işletmelerin kullandıkları tarımsal alan artarak işletme ölçekleri büyümektedir. Bu durum, bölgedeki mevcut geleneksel ve modern işletmelerin güçlü yönü olarak değerlendirilebilir.

Bölgede tarla bitkileri ağırlıklı bitkisel üretim yapılmaktadır. Toplam üretimin alanının %0.5 gibi çok küçük bir bölümünde meyve ve sebze yetiştirilirken, modern işletmelerin tümüyle tarla bitkileri yetiştiriciliği yaptıkları belirlenmiştir. Tarla bitkileri üretiminde buğday, arpa, tritikale, fiğ,



korunga, yonca, yulaf, ve aspir yetiştirilmektedir. Geleneksel işletmelerde en fazla sırasıyla %43.5, %17.7 ve %8.2'lik paylar ile buğday, arpa ve korunga yetiştiriliyor iken modern işletmelerde en fazla %36.0, %27.0 ve %13'lük paylar ile arpa, korunga ve yulaf yetiştirilmektedir. Nadasa bırakma oranı geleneksel işletmelerde %21.9, geleneksel işletmelerde %0.9'dur. Ürünler değerlendirildiğinde modern işletmelerin yem bitkileri ağırlıklı bir bitkisel üretim yaptığı görülmektedir. Diyarbakır yöresi için yapılan bir çalışmada benzer şekilde; yem bitkileri yetiştiriciliğinin daha çok modern yapıdaki büyük kapasiteli modern işletmeler tarafından yapıldığı bildirilmiştir (Denli ve ark., 2013).

### **Hayvansal üretim**

İşletmelerdeki hayvansal üretim et ve/veya süt sığırcılığı şeklinde yapılmaktadır. Geleneksel işletmelerin %83.8'i süt, %2.0'ı et ve %14.2'si ise et ve süt faaliyetlerini birlikte yürütmektedirler. Geleneksel işletmelerdeki süt sığırcılığı yapılan işletme oranının ülkemizde belirtilen bazı yörelerden yüksek olduğu görülmektedir. Çapadağ (2017)'a göre Erzurum ili Yakutiye ilçesindeki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin %11.9'u et, %24.3'ü süt sığırcılığı, %63.8'i ise karma yetiştiricilik yapmaktadır. Güzel (2016), Kahramanmaraş ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin %29.19'unun aynı zamanda et (besi) sığırcılığı yaptığını belirtmiştir.

Araştırmada incelenen modern işletmelerde et sığırcılığı yapılan işletme oranı %54.5, süt sığırcılığı yapılan işletme oranı %18.2 ve karma yetiştiricilik yapılan işletme oranı %27.3'tür. Modern işletmelerin %82'si tamamen ya da kısmen et sığırcılığı ile uğraş göstermektedir. Bu değerler ile geleneksel işletmelerin süt, modern işletmelerin ise et sığırcılığı ağırlıklı bir yetiştiricilik yaptıkları söylenebilir. Modern işletmelerin genellikle canlı hayvan ticareti, kasap, market gibi yine hayvancılığa dayalı sektörlerde de faaliyet göstermesinin bu sonuca etkili olduğu düşünülmektedir. Çizelge 3'te işletmelerdeki hayvan sayılarına ait bulgular verilmiştir.

Geleneksel işletmelerdeki toplam sığır sayısının %87.1'i süt sığırdır. Modern işletmelerdeki et sığırları %55.2'lik oranla daha fazladır. Ortalama toplam sığır sayısı; geleneksel işletmelerde yaklaşık 30 adet/işletme, modern işletmelerde ise 220 adet/işletmedir (Çizelge 3). Modern işletmelerdeki ortalama hayvan sayısı geleneksel işletmelere göre yaklaşık yedi kat daha fazladır. Geleneksel işletmeler için belirlenen ortalama sığır sayısını, farklı yöreler için belirlenmiş bazı değerler ile benzerlik gösterdiği söylenebilir (Tatar, 2007; Demir ve Sancar, 2012; Çapadağ, 2017; Kaya, 2019).

Çizelge 3. İşletmelerdeki hayvan sayıları

Özellik	Geleneksel				Modern			
	Süt	Et	Süt+Et		Süt	Et	Süt+Et	
			Süt	Et			Süt	Et
İşletme Sayısı (adet)	83	2	14		2	6	3	
Sığır Sayısı (adet)	2234	90	344	292	203	1055	880	280
adet-sığır/işletme	27±4	45±25	25±6	21±4	102±19	176±67	293±253	93±7
Toplam Süt Sığır Sayısı (adet)	2578 (%87.1)				1083 (%44.8)			
Toplam Et Sığır Sayısı (adet)	382 (%12.9)				1335 (%55.2)			
Toplam Sığır Sayısı (adet)	2960 (%100)				2418 (%100)			
adet-sığır/işletme	30±4				220±77			

### **İşletmelerde traktör ve tarım makinaları varlığı**

İşletmelerdeki mekanizasyon özellikleri kapsamında; traktör, traktörden hareketli tarım makinaları, elektrik motorundan hareketli makinalar/sistemler ve mekanizasyon düzeyi göstergeleri değerlendirilmiştir. Geleneksel işletmelerin %4'ünde traktör bulunmamaktadır. İşletmelerin %80.8'inde bir adet, %15.2'sinde ise iki adet traktör bulunmaktadır. Modern işletmelerin tümü traktör sahibidir ve işletmelerin yarısından fazlasında (%54.5) iki adet traktör bulunmaktadır. Geleneksel ve modern işletmeler için işletme başına düşen ortalama traktör sayısı sırasıyla 1.1 adet/işletme ve 1.5 adet/işletmedir. Büyükbaş hayvancılık işletmeleri için işletme başına düşen traktör sayısı değeri; Amasya yöresi için 0.69 adet/işletme (Aygün ve Ergüneş, 2000), Kahramanmaraş yöresi için 0.76 adet/işletme (Güzel, 2016), Samsun yöresi için 0.86 adet/işletme (Kırmacı, 2007), Aydın ili için 1.14 adet/işletme (Nizam, 2006) Karaman yöresi için 1.43 adet/işletme (Kaya, 2019), Bursa ili



Karacabey yöresi için ise 1.85 adet/işletme (Tutar, 2019) olarak bildirilmiştir. Bildirilen farklılıkların hayvancılık ile birlikte yapılan bitkisel üretim, ürün deseni, arazi büyüklüğü, hayvancılıkta uygulanan farklı mekanizasyon işlemleri vb. faktörlerden kaynaklandığı söylenebilir. Bölge için belirlenen işletme başına düşen Anket çalışmasında belirlenen traktörlerin marka ve modellere göre dağılımı Çizelge 4’te verilmiştir.

İşletmelerde, ülkemizin diğer yörelerinde olduğu gibi birçok farklı marka ve modelde traktör bulunmaktadır. Toplam 99 adet geleneksel işletmede 11 markaya ait toplam 30 farklı model, toplam 11 adet modern işletmede ise 5 markaya ait toplam 13 farklı model traktör belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Traktörlerin marka ve modellere göre dağılımı

Marka ve Tip	Güç* (kW)	Geleneksel		Modern		Marka ve Tip	Güç* (kW)	Geleneksel		Modern	
		adet	%	adet	%			adet	%		
MF 135	34.3	13	11.8	-	-	Case JX75C	55.9	8	7.3	-	-
MF 240S	35.8	15	13.6	1	5.9	ERKUNT NİMET70	52.2	3	2.7	-	-
MF165	48.4	1	0.9	-	-	ERKUNT SERVET80	59.7	1	0.9	-	-
MF 265	48.4	5	4.5	-	-	ERKUNT KUDRET100	74.6	1	0.9	-	-
MF 277G	55.9	3	2.7	-	-	FENDT 412	93.2	1	0.9	-	-
MF 285	63.4	3	2.7	-	-	FORD3610S	35.8	1	0.9	-	-
MF 3085	74.0	3	2.7	1	5.9	FORD5000	55.9	2	1.8	-	-
MF 5450	77.3	-	-	2	11.8	JOHN DEERE5055	40.4	-	-	2	11.8
Fiat 480	35.8	1	0.9	-	-	JOHN DEERE5075E	55.9	3	2.7	-	-
Fiat 640	47.1	-	-	2	11.8	JOHN DEERE5095	70.8	3	2.7	-	-
Fiat 54 C	40.3	1	0.9	-	-	JOHN DEERE6105	77.0	-	-	2	11.8
Fiat 55-56	41.0	2	1.8	1	5.9	JOHN DEERE5105	78.0	-	-	1	5.9
Fiat 60-56	44.7	3	2.7	-	-	KUBATO 6040	48.5	-	-	1	5.9
NH TT55	41.0	4	3.6	-	-	VALTRA A85	65.6	1	0.9	-	-
NH TT65	48.4	4	3.6	-	-	STEYR 545	35.8	1	0.9	-	-
NH TT75	52.9	-	-	1	5.9	TÜMOSAN6065	48.4	3	2.7	-	-
NH TD75	55.9	10	9.1	-	-	TÜMOSAN8075	55.9	2	1.8	-	-
NH TD85	62.5	-	-	1	5.9	TÜMOSAN8095	70.8	7	6.4	-	-
NH TD100	72.1	-	-	1	5.9	TÜMOSAN8105	78.2	2	1.8	-	-
NH TD110	82.0	3	2.7	1	5.9	<b>Toplam</b>	-	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

\*Ortalama traktör motor gücü; geleneksel işletmelerde 51.6 kW, modern işletmelerde 60.6 kW olarak hesaplanmıştır.

Tutar (2019)’ın bildirdiğine göre Bursa ili Karacabey ilçesinde yapılan bir çalışmada toplam 59 işletmede, 10 markaya ait 44 farklı modele dağılmış 109 adet traktör bulunmaktadır. Kaya (2019) ise Karaman ilinde toplam 110 işletmeye ait 158 adet traktörün, 16 markaya ait toplam 90 farklı modele dağıldığını bildirmiştir. Belirtilen yörelerdeki üreticilerin Çankırı iline traktör tercihlerindeki çeşitliliğin fazla olduğu görülmektedir. Üreticilerin traktör tercihine birçok faktör etkili olmaktadır. Belirtilen konu, üreticilerin traktör tercihlerine etkili faktörler açısından ayrıca bir araştırma konusu olabilir. Geleneksel işletmelerde, en fazla sırasıyla MF240S (%13.6), MF135 (%11.8) ve NH TD75 (%9.1) model traktörler yer almaktadır.

Geleneksel işletmelerde 40 kW’tan daha küçük güçteki traktörlerin oranı %28.2’dir. Traktör güç büyüklüğü 60 kW’tan daha fazla olan traktörlerin geleneksel işletmelerdeki payı yaklaşık %20 olarak belirlenmiştir. Modern işletmelerde ise traktörlerin yarıdan fazlasını (%52.9) 60 kW ve daha fazla güce sahip traktörler oluşturmaktadır. Geleneksel ve modern hayvancılık işletmelerinde ortalama traktör gücü sırasıyla, 51.6 kW ve 60.6 kW’tır. Ortalama traktör gücü değeri Karaman ili ve Bursa ili Karacabey ilçesi hayvancılık işletmeleri için sırasıyla 57.4 kW ve 56.5 kW olarak bildirilmiştir (Kaya, 2019; Tutar, 2019). Keleş (2015)’e göre işletmelerin 2/3’ünün bitkisel üretim ile birlikte hayvancılık yaptığı Konya ili Çumra ilçesindeki tarımsal işletmelerdeki ortalama traktör gücünün ise 58.7 kW’tır. Bu değerler Çankırı ili için belirlenen geleneksel işletme değerlerinden yüksek, modern işletme değerlerinden düşüktür. Ülkemizdeki ortalama traktör gücü Evcim ve ark. (2010) tarafından 46 kW, Korucu ve ark. (2015) tarafından ise 44-45 kW olarak bildirilmiştir. Çankırı ili ile birlikte arklı yörelerdeki hayvancılık işletmeleri için belirtilen ortalama traktör gücü değerlerinin, ülkemiz ortalamasından yaklaşık %10-30 oranında daha fazla olduğu görülmektedir.



Geleneksel işletmelerde traktörlerin yaklaşık %47'si, modern işletmelerde ise %59'u 5 yaş ve altı traktörlerden oluşmaktadır. Bu oran Karaman ili süt sığırcılığı yapılan işletmeler için %45.1 olarak bildirilmiştir (Kaya, 2019). Ülkemizde kullanılan traktörler için Yılmaz ve Sümer (2018) tarafından önerilen ekonomik ömür (20 yaş) dikkate alındığında geleneksel işletmelerdeki traktörlerin %70'inin, modern işletmelerde ise %82'sinin ekonomik ömür içerisinde olduğu görülmektedir. Bu değer Bursa ili Karacabey ilçesindeki işletmeler için %75.2 olarak belirtilmiştir (Tutar, 2019). Anket çalışmasında geleneksel işletmelerde ekonomik ömür dışında kalan yaşlı traktörlerin 40 kW ve altı motor gücüne sahip traktörler olduğu belirlenmiştir. Son yıllarda, bölgedeki üreticilerin önceki yıllara kıyasla daha yüksek motor gücüne sahip traktörleri tercih ettikleri söylenebilir. İşletmelerde traktörden hareketli tarım makineleri ve elektrik motorundan hareketli makineler/sistemler kullanılmaktadır. Çizelge 5'de traktörden hareketli tarım makinelerinin dağılımı yer almaktadır.

Çizelge 5'te görüldüğü gibi geleneksel işletmelerde farklı 18 adet, modern işletmelerde farklı 16 adet traktörden hareketli tarım makinası bulunmaktadır. Geleneksel işletmelerde işletme başına en fazla 1.04 adet ile tarım arabası, 1.00 adet ile pulluk ve 0.97 adet ile kültüvatör bulunmaktadır. Farklı yörelerdeki hayvancılık işletmeleri için yürütülmüş çalışmalarda da tarım arabası ve pulluk işletmelerde en fazla bulunan makineler arasındadır (Aygün ve Ergüneş, 2000; Güzel, 2016; Kaya, 2019; Tutar, 2019).

Çizelge 5. Traktörden hareketli makinelerin dağılımı

Makina	Özellik	Yaygın Tip	Makina	Geleneksel İşletme		Modern İşletme			
			Kütlesi kg	Sayı adet	Makina/İşletme adet	kg	Sayı adet	Makina/İşletme adet	kg
Pulluk	Kulaklı	4 kulak	380	99	1.00	380	10	0.91	345
Çizel	Ayak	7 ayak	270	4	0.04	11	-	-	-
Diskaro	Disk	28 disk	350	12	0.12	42	-	-	-
Kültüvatör	Yarı yaylı	9-11 ayak	250	96	0.97	242	10	0.91	227
Tapan	Sürgü	-	470	43	0.43	204	1	0.09	43
Sant. Güb. D. M.	Diskli	Tek disk	80	48	0.48	39	6	0.55	44
Toprak frezesi	Bıçak	36-42	500	6	0.06	30	-	-	-
Tahıl Ek. Mak.	14-18 ay.	14-18 ayak	850	75	0.76	644	8	0.73	618
Pülverizatör	400 L	400 lt	150	52	0.53	79	1	0.09	14
Tarım Arabası	Çift aks	4-6 ton	1500	103	1.04	1561	17	1.55	2318
Ot Biçme Mak.	Tamburlu	2 tambur	350	50	0.51	177	9	0.82	286
Ön Yükleyci	Hidrolik	-	470	13	0.13	62	5	0.45	214
Arka Yükleyci	Hidrolik	-	170	19	0.19	33	7	0.64	108
Balya Mak.	Prizmatik	Küçük	2050	14	0.14	290	5	0.45	932
Ot Tırmıkları	Yıldız çark.	-	170	41	0.41	70	-	-	-
Ot Tırmıkları	Taraklı	Tek rotorlu	500	-	-	-	5	0.45	227
Balya Topl. Mak.	Elevatör	-	500	-	-	-	1	0.09	45
Sıvı Güb. D. M.	Çarpmalı	8-10 ton	3200	-	-	-	7	0.64	2036
Katı Güb. D. M.	Tamburlu	10 m <sup>3</sup>	3000	-	-	-	2	0.18	545
Tesviye küreği	Arka	-	520	5	0.05	26	-	-	-
Sapdöver H. M.	-	-	1350	23	0.23	314	-	-	-
Yem Karma Mak.	Çekilir	8-10 m <sup>3</sup>	3900	19	0.19	748	11	1.00	3900
<b>Toplam</b>	-	-	-	<b>722</b>	<b>7.29</b>	<b>4952</b>	<b>105</b>	<b>9.55</b>	<b>11904</b>

Anket yapılan modern işletmelerde; işletme başına ortalama 1.55 adet tarım arabası, 1.00 yem karma makinası ve 0.91 adet pulluk düşmektedir. Modern işletmelerdeki işletme başına düşen tarım arabası sayısı geleneksel işletmelerden yaklaşık %50 daha fazladır. Modern işletmelerde işletme başına 1.5 adet traktör düşmesi ile birlikte her traktör için ayrı bir tarım arabasının kullanılıyor olması bu değeri artırmıştır.

Geleneksel işletmelerdeki makinelerin daha çok bitkisel üretime yönelik, modern işletmelerdeki makinelerin ise hayvansal üretime yönelik olduğu söylenebilir. Ot tırmıkları, balya toplama makinası ve katı ve sıvı gübre dağıtma makineleri geleneksel işletmelerde yer almazken



modern işletmeler bu makinalara sahiptir. Yem bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılan ot biçme makinası, balya makinası ve ot tırmığının geleneksel işletme başına düşen makine sayısı değerleri sırasıyla 0.51 adet/işletme, 0.14 adet/işletme ve 0.41 adet/işletmedir. İşletme avlusu-ahır içi mekanizasyonunda kullanılan yem karma ve dağıtma makinasının değeri ise 0.19 adet/işletme olarak hesaplanmıştır. Bu değer, geleneksel işletmelerde yem karma ve dağıtma işlemlerinin yaklaşık %80 gibi bir çoğunlukla insan işgücü ile gerçekleştirildiğini göstermektedir. Kahramanmaraş, Karaman ve Bursa İli Karacabey yöresi işletmeleri için belirtilen makinaya ait değerler sırasıyla 0.22 adet/işletme, 0.36 adet/işletme ve 0.50 adet/işletme olarak bildirilmiştir (Güzel, 2016; Kaya 2019; Tutar, 2019).

Ülkemiz geleneksel hayvancılık işletmeleri için işletme başına düşen değerler dikkate alındığında, yem karma ve dağıtma işlemlerinin mekanize olmaya başladığı ve sürecin devam etmekte olduğu söylenebilir. Anket kapsamında incelenen modern işletmelerin tümünün traktör kuyruk milinden hareketli yem karma ve dağıtma makinasını kullandığı belirlenmiştir.

Ortalama makine sayıları ve kütleleri geleneksel ve modern işletmeler için sırasıyla; 7.29 adet/işletme ve 4952 kg/işletme, 9.55 adet/işletme ve 11904 kg/işletmedir. İşletme başına düşen makine sayısının modern işletmelerde, geleneksel işletmelere göre %30 daha fazla olmasına karşın, makine kütlesi %140 daha fazladır. Bu değerler; modern işletmelerde daha güçlü traktörler ile kapasitesi daha yüksek, kütlesi daha fazla olan makinaların kullanıldığını göstermektedir.

Anket çalışmasında makinaların yaş değerleri de belirlenmiştir. Tarım makinalarının ekonomik ömrü genel bir tanımlamayla 10 yıl olarak kabul edilebilir (Evcim, 1990; Işık ve ark. 1988). Bu değerlere göre yeni kurulan modern işletmelerde makinaların %92'sinin, geleneksel işletmelerde ise %68'inin ekonomik ömür içerisinde yer aldığı görülmektedir. Makinaların çoğunlukla ekonomik ömür içerisinde kullanılması, beklenen teknik ve ekonomik performansın gerçekleşmesi açısından olumlu bir özellik olarak değerlendirilebilir.

İşletmelerin sahip olduğu elektrik motorundan hareket alan makine veya sistemlerin dağılımı Çizelge 6'de verilmiştir.

Geleneksel hayvancılık işletmelerinde 4, modern işletmelerde ise toplam 12 adet farklı elektrik motorundan hareketli makine ya da sistem kullanılmaktadır. Geleneksel işletmelerde işletme başına en fazla 0.77 adet/işletme değeri ile süt sağım ünitesi belirlenmiştir. En az ise 0.09 adet/işletme ile santrifüj pompaların kullanıldığı otomatik suluk sistemi yer almaktadır. Çizelge 3'te belirtilen süt sığırcılığını yalnız veya et sığırcılığı ile birlikte yapan 97 adet geleneksel işletme dikkate alındığında, yörede süt sağım işlemlerinin %78 oranında mekanize olduğu söylenebilir. Bu oran; Aygün ve Ergüneş (2000) tarafından Amasya ili için %9.7, Erkmen ve ark. (2000) tarafından Erzurum ili için %3.3, Özkan (2009) tarafından Mardin ili için %4.8, Demir ve ark. (2014) tarafından Kars ili için %21.6, Kırmacı (2007) tarafından Samsun ili için %43.6 ve Demir ve Sancar (2012) tarafından Gümüşhane ili için %62.7 olarak bildirilmiştir. Belirtilen tüm oranlar Çankırı ili için belirlenen değerden düşüktür.

Çizelge 6. Elektrik motorundan hareketli makine/sistemlerin dağılımı

Makine / Sistem	Özellik	Motor Gücü/ Kurulu Güç (kW)	Geleneksel				Modern			
			adet	kW	ad/işl	kW/işl.	adet	kW	ad/işl	kW/işl.
Süt Sağım Makinası	1-2 üniteli	0.75	76	57.0	0.77	0.58	5	3.8	0.45	0.34
Merkezi Süt Sağım Sist.	6 üniteli	4.0	-	-	-	-	5	20.0	0.45	1.82
Yem Kırma Makinası	Çekiçli-Valsli	15	23	345.0	0.23	3.48	1	15.0	0.09	1.36
Otomatik Suluk Sist.	Santrifüj P.	1.5	9	13.5	0.09	0.14	30	45.0	2.73	4.09
Helezonlu Götürücü	8-12 m	5.5	28	154.0	0.28	1.56	4	22.0	0.36	2.00
Seperatör	30-50 m <sup>3</sup> /h	5.5	-	-	-	-	12	66.0	1.09	6.00
Gübre Pompası	30-100 m <sup>3</sup> /h	5.5	-	-	-	-	22	121.0	2.00	11.00
Gübre Sıyırma Sistemi	Halatlı	3.0	-	-	-	-	15	45.0	1.36	4.09
Fırça	-	0.2	-	-	-	-	80	16.0	7.27	1.45
Gübre Karıştırıcı	Dalgıç	11.0	-	-	-	-	12	132.0	1.09	12.00
İlaçlama Makinası	Dezenfekte	2.5	-	-	-	-	2	5.0	0.18	0.45
Soğutma Tankı	2-3 ton	10.0	-	-	-	-	5	50.0	0.45	4.55
<b>Toplam</b>			<b>136</b>	<b>569.5</b>	<b>1.37</b>	<b>5.75</b>	<b>193</b>	<b>540.8</b>	<b>17.55</b>	<b>49.16</b>





Bununla birlikte İzmir ili Tire ilçesi, Bursa ili Karacabey ilçesi ve Karaman ilinde yapılmış araştırmalarda süt sağım işlemlerinin mekanize olduğu bildirilmiştir (Kınay, 2008; Tutar, 2019; Kaya 2019). Bölgeye göre farklı olmakla birlikte çalışmanın yürütüldüğü yıl yaklaştıkça süt sağım işlemlerinin makine ile gerçekleştirilme yüzde değerinin arttığı söylenebilir.

Geleneksel işletmelerde 0.28 adet/işletme, modern işletmelerde 0.36 adet/işletme olarak tespit edilen helezonlu götürücüler daha çok işletme içerisinde tahılların aktarılmasında kullanılmaktadır. Yem kırma-ezme makineleri ile işletmelerde kesif yem hazırlanmaktadır. Geleneksel işletmelerde, işletme başına düşen yem kırma-ezme makinası sayısı 0.23 adet/işletmedir. Bu değer; Kahramanmaraş ili için 0.22 adet/işletme, Karaman ili için 0.36 adet/işletme ve Bursa ili Karacabey ilçesi için ise 0.50 adet/işletme olarak belirlenmiştir (Güzel, 2016; Kaya, 2019; Tutar, 2019).

Geleneksel işletmelerde hayvanların sulanması işlemi %9 oranında otomatik suluklar ile yapılmaktadır. Bu değer, Kahramanmaraş ili için %38, Karaman ili için %75, Bursa ili Karacabey ilçesi için %37'dir (Güzel, 2016; Kaya, 2019; Tutar, 2019). Bu değerlere göre Çankırı ili geleneksel hayvancılık işletmelerine ait sulama işlemlerindeki mekanizasyon uygulamalarının düşük düzeylerde kaldığı söylenebilir.

İşletme başına düşen toplam makine sayısı ve elektrik motor gücü değerleri incelendiğinde; geleneksel işletmelerde 1.37 adet/işletme ve 5.75 kW/işletme olan bu değerlerin, modern işletmelerde 17.55 adet/işletme ve 49.16 kW/işletme değerlerine çıktığı görülmektedir (Çizelge 6).

Modern işletmelerde ahır içinde yapılan birçok işlem elektrikli motorlar ile mekanize olmuş durumdadır. Süt sığırcılığı yapılan her işletmede, merkezi süt sağım sistemi ile birlikte süt soğutma tankı bulunmaktadır. Tüm işletmelerde hayvan sayısına göre farklı sayılarda gübre sıyırma sistemi, gübre pompası, gübre karıştırıcısı, fırça ve seperatör bulunmaktadır. Modern işletmelerde, hayvan gübresi için gübre sıyırma, aktarma (pompalama), depoda karıştırma ve ayırma (seperatör) işlemleri makineler ile gerçekleştirilmektedir. Ortaya çıkan hayvan gübresi katı ve sıvı gübre dağıtma makineleri ile tarlaya serpiilmektedir. Belirtilen uygulamalar; sürdürülebilir bir yetiştiricilik, çevre ve çiftlik içerisinde bir döngünün sağlanabilmesi açısından önemlidir. Bununla birlikte hayvan gübresi, alternatif enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Isı veya elektrik üretimine yönelik kurulan biyogaz tesisleri için büyükbaş hayvan gübresi önemli bir hammadde kaynağıdır (Yağlı ve Koç, 2019). Araştırma kapsamında incelenen geleneksel ve modern işletmelerde biyogaz tesisine rastlanılmamıştır. Bilgili ve Aybek (2019) tarafından, benzer konudaki eksiklik ülkemiz geneli için de belirtilmiştir. Araştırma bölgesindeki büyükbaş hayvan potansiyeli dikkate alındığında, için uygun biyogaz tesislerine yönelik fizibilite çalışmalarının yapılmasının yararlı olacağı öngörülmektedir.

### **Mekanizasyon düzeyi göstergeleri**

Mekanizasyon düzeyi göstergeleri; işletmelerdeki mekanizasyon araçlarının, birim alan, işletme vb. birim değerlerde kullanımı ile ilgili sayısal değerler hakkında bilgi vermektedir. Bu göstergeler; farklı tip işletmeler, bölge ya da ülkeler arasında da kıyaslama yapılmasına imkan vermekte, planlama ve saha çalışmaları için veri tabanı oluşturmaktadır. Bu çalışmada hesaplanan mekanizasyon düzeyi göstergeleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Mekanizasyon düzeyi göstergeleri

Mekanizasyon Düzeyi Göstergesi	Geleneksel	Modern	Mekanizasyon Düzeyi Göstergesi	Geleneksel	Modern
ha/traktör	25.27	26.12	adet-traktör/1000 ha	39.57	38.29
adet-traktör/işletme	1.11	1.55	kg-makine <sub>tr</sub> /işletme	4457	7702
adet-makine <sub>tr</sub> */işletme	7.29	9.55	traktör-kW/işletme	57.35	94.11
traktör-kW/ha	2.04	2.33	adet-makine <sub>elkt</sub> **/işletme	1.37	17.09
elektrik-kW/ha	0.20	1.21	elektrik-kW/işletme	5.75	48.82
toplam kW/ha	2.25	3.54	elektrik-kW/büyükbaş-hayvan	0.18	0.22

\* makina<sub>tr</sub>, traktörden hareketli makine. , \*\* makina<sub>elkt</sub>, elektrik motorundan hareketli makine

Çizelge 7 incelendiğinde tüm göstergelerde modern işletmelerin mekanizasyon düzeyi göstergesi değerlerinin beklenildiği gibi geleneksel işletmelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Birim alan başına düşen traktör gücü geleneksel işletmelerde 2.04 kW/ha iken bu değer modern işletmelerde 2.33 kW/ha olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın yapıldığı 2018 yılına ait



ülkemizdeki toplam 1332139 adet traktör, 23.18 milyon ha tarım alanı (TUİK, 2020) alanı ve ortalama 46 kW (Evcim ve ark., 2010) traktör gücü dikkate alındığında birim alan başına düşen traktör gücü 2.64 kW/ha olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada her iki işletme tipi için belirlenen değerler ülkemiz ortalamasının altındadır. Ülkemiz genelinde işletme başına 7.62 ha'lık tarım alanı düşmektedir. Bu çalışmada incelenen işletmelerde; arazi büyüklükleri geleneksel işletmelerde 4 kat, modern işletmelerde ise 5 kattan daha fazladır ve kuru tarım ağırlıklı tarımsal üretim yapılmaktadır. Belirtilen özelliklerin birim alan başına düşen traktör gücünün ülkemiz genelinden daha düşük olmasına neden olduğu söylenebilir. Bununla birlikte geleneksel ve modern işletmelerde birim üretim alanı başına düşen elektrik motoru gücü sırasıyla 0.20 kW/ha ve 1.21 kW/ha'dır. Bu değerler de dikkate alınırsa toplam güç değerleri belirtilen işletmeler için sırasıyla 2.25 kW/ha ve 3.54 kW/ha değerlerine çıkmaktadır.

Geleneksel işletmelerde işletme başına düşen traktörden hareketli makine sayısı ve kütlesi sırasıyla 7.29 adet/işletme ve 4952 kg/işletmedir. Bu değerler modern işletmelerde 9.55 adet/işletme ve 11904 kg/işletme olarak belirlenmiştir. Elektrik motorundan hareketli makine sayısında her iki işletme tipindeki farklılık çok daha fazladır. Geleneksel işletmelerde 1.37 adet/işletme olan makine sayısı, modern işletmelerde 17.09 adet/işletme olarak saptanmıştır. Bu değerlere bağlı olarak hesaplanan modern işletmelerdeki birim işletme başına düşen elektrik motor gücü (48.82 kW/işletme), geleneksel işletmelerden (5.75 kW/işletme) yaklaşık 8 kat daha fazladır.

Hayvan başına düşen elektrik motor gücü; geleneksel işletmelerde 0.18 kW, modern işletmelerde ise 0.22 kW olarak hesaplanmıştır. Aradaki fark yaklaşık %20'dir. Buna karşın modern işletmelerde geleneksel işletmelerde insan işgücü ile özellikle ahır içinde yapılan birçok işlem elektrik motorları ile gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada elektrik motorundan hareketli makinalara ve modern hayvancılık işletmelerine yönelik elde edilen bulgular, yeterli verinin bulunamaması nedeniyle önceki çalışmalar ile kıyaslanamamıştır. Günümüzde geleneksel işletmelerdeki insan işgücü ile yapılmakta olan işlemlerin mekanize olmaya başladığı ve modern işletmelere doğru yönelimin olduğu bilinmektedir (Mundan ve ark., 2018; Tapkı ve ark., 2018; Volkan, 2019). Bu nedenle, yürütülecek araştırmalarda belirtilen konuların da çalışma kapsamına alınmasının gerekli olduğu öngörülmektedir.

### **Sonuçlar ve Öneriler**

Çankırı ilindeki geleneksel ve modern büyükbaş hayvancılık işletmelerinin; yapısal, yönetsel ve özellikle hayvancılıkta kullanılan mekanizasyon araçları yönünden farklı özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Hayvan yetiştiriciliğinin yanında, geleneksel işletmeler tahıl ve yem bitkileri ağırlıklı bitkisel üretim yaparken, modern işletmeler daha çok kaba yem ihtiyacının giderilmesine yönelik bitkisel üretim gerçekleştirmektedirler.

Modern işletmelerdeki elektrik motorundan hareketli makine ya da sistem kullanımı geleneksel işletmelere göre oldukça fazladır. İşletme başına düşen elektrik motorlu makine/sistem sayısı ve motor gücü geleneksel işletmeler ve modern işletmeler arasında farklılık göstermiştir. Bu farklılık özellikle ahır içi mekanizasyonunun mekanize olmasından kaynaklanmaktadır. Geleneksel işletmelerde bu işlemler insan işgücü ile gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Ancak geleneksel işletmelerde de süt sağım makinası, sulama, yem kırma ve yem karıştırma işlemleri mekanize olmaya başlamıştır. İnsan işgücüne olan ihtiyaç, işgücü teminindeki zorluklar ve maliyet artışlarının geleneksel işletmeleri de mekanize olmaya zorlayacağı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda elektrik motorundan hareketli makinaların, belirtilen işletmelerde de daha fazla kullanılacağı beklenmelidir.

Modern işletmelerin teknoloji kullanım düzeylerinin artmasında TKDK-IPARD desteklerinin etkili olduğu söylenebilir. Geleneksel işletmelere yapılan ve yapılacak teşvik, hibe vb. uygulamaların mekanizasyona geçiş sürecinin hızlanması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda, mekanizasyon kullanımının verim, maliyet ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

Mekanizasyon düzeylerinin belirlenmesine yönelik yapılacak akademik çalışmalarda, işletmelerde kullanılan elektrik motorlarının da dikkate alınması daha gerçekçi bulguların elde edilmesine katkı sağlayacaktır. Araştırmada elde edilen bulgular bu düşüncüyü desteklemektedir.

Çalışmada işgücü temini ve girdi maliyetlerinin yüksekliğinin işletme sahipleri tarafından önemli problemler arasında yer aldığı bildirilmiştir. Bu problemlerin çözülmesine planlı bir



mekanizasyonun katkı sağlayacağı söylenebilir. Hayvancılık işletmelerinin mekanizasyon araçları ile ilgili aldıkları kararlar, işletmelerde maliyet ve verimlilik yönünden uzun yıllar etkisini göstermektedir. Bu nedenle verimli bir işletmecilik için işletmelerde optimum makine-güç büyüklüklerinin ve uygun makine seçim modellerinin belirlenmesine yönelik araştırmaların yapılmasının yararlı olacağı öngörülmektedir. Bu araştırmalarda, özellikle yeterli ölçek büyüklüğüne sahip olmayan geleneksel işletmeler için uygun ortak makine kullanım modelleri geliştirilebilir.

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerde biyogaz tesisi bulunmamaktadır. Bölgedeki hayvancılık potansiyeli değerlendirilerek, fizibilite çalışmaları doğrultusunda kurulacak biyogaz tesislerinin bölgeye sürdürülebilir tarım, çevre, ekonomi, vb. konularda çok yönlü katkı sağlayacağı söylenebilir.

#### **Teşekkür**

Bu çalışmanın bir bölümü Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2018-3912 no'lu proje ile desteklenmiştir.

#### **Kaynaklar**

- Akkuş, Z., 2009. Konya ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Selçuk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 37 s.
- Alkan, S., Ünlü, H., 2019. Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin enel yapısının belirlenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences. 32(1): 109-115
- Anonim, 2018. Çankırı İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. 2018 yılı çalışma raporu. 144 s. Çankırı.
- Aydın M.K., Keskin M., 2019. Muğla İlinde Süt Sığırı Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Bazı Verim ve Yapısal Özellikleri. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 59(2):57-63
- Aygün, A., Ergüneş, G., 2000. Amasya ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal durumu ve ahır mekanizasyonu üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 462-467. 1-2 Haziran Erzurum.
- Bakan, Ö., 2014. Ağrı ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Atatürk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 79 s.
- Bayhan, A.K., Turgut N., 2000. Erzurum yöresi besi sığırcılığının mekanizasyon durumu, sorunları ve çözüm yolları üzerine bir araştırma-2 (Çalışma yöntemleri ve işçilik). Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 482-488. 1-2 Haziran Erzurum.
- Bilgili, M.E., Aybek, A., 2019. Türkiye’de süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal ve mekanizasyon özelliklerine yönelik yapılan bilimsel çalışmaların uygulamadaki gereksinimler açısından değerlendirilmesi. Çukurova II. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 814-833. 11 Haziran, Adana.
- Boz, İ., 2013. Doğu Akdeniz bölgesi’nde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. KSÜ Doğa Bil. Dergisi. 16(1):24-32.
- Çapadağ, M., 2017. Erzurum ili Yakutiye ilçesi büyükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal özellikleri. Atatürk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 106 s.
- ÇKS, 2017. Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi Veritabanı.
- Daş, A., İnci H., Karakaya E., Şengül, Y., 2014. Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 1(3):421-429.
- Demir, N., Sancar, C., 2012. Gümüşhane ili ve çevresinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin sosyal, ekonomik ve teknik Analizi, Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi. 23(2):18-28.
- Demir, P., Adıgüzel, S., Sarı, M., Ayvazoğlu, C., 2014, Kars merkez ilçedeki süt sığırcılık işletmelerinin genel yapısı ve ekonomik boyutu, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi. 28(1): 9-13.
- Denli, M., Sessiz, A., Tutkun, M., 2013. Diyarbakır ili sığırcılık işletmelerinin genel yapısal durumu ve bakım-beslenme teknikleri analizi projesi. Dicle Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü. 93 s. Diyarbakır.
- Erkmen, Y., Çelik, A., Yıldız, C., 2000. Erzurum ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal durumu ve ahır içi mekanizasyon özellikleri üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 468-474. 1-2 Haziran, Erzurum.
- Evcim, H.Ü., 1990. Tarımsal mekanizasyon işletmeciliği ve planlaması veri tabanı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 495. İzmir.
- Evcim, Ü., Ulusoy, E, Gülsoylu, E, Tekin, A.B., 2010. Tarımsal mekanizasyonun durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak, Ankara.
- Güzel, M., 2016. Kahramanmaraş ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, , Kahramanmaraş. 40 s.



- Işık, A., Sabancı, A., Ağanoglu, V., 1988. Tarımsal mekanizasyonda satınalma ve kiralamaya etkili faktörlerin Çukurova koşullarında değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 114-123. 10-12 Ekim, Erzurum.
- Kaya, A., 2019. Karaman ili süt sığırcılık işletmelerinin yapısal ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Ü. Fen Bil. Enst. Tarım Makinaları ve Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Yüks. Lisans Tezi, 102 s.
- Kaylan, V., 2019. Iğdır ili büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin genel özellikleri. Iğdır Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 45 s.
- Keleş, İ., 2015. Çumra ilçesi tarım işletmelerinin tarımsal yapısı ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Mak. ve Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 60 s.
- Kımay, T., 2008. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde -Tire Süt Kooperatifi Örneğinde- Mekanizasyon Uygulamaları ve Gelişim Eğilimi. Ege Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarım Mak. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 187 s.
- Kırmacı, N., 2007. Samsun yöresinde büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin mekanizasyon durumu, sorunları ve çözüm yolları üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 34 s.
- Korucu, T., Aybek, A., Sivrikaya, F., 2015. Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında mekanizasyon düzeyinin yersel değişim haritalarının oluşturulması ve değerlendirilmesi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi 18(4):77-90.
- Mundan, D., Atalar, B., Meral B.A., Yakışan, M.M., 2018. Modern süt sığırcılık işletmelerinin yapısal ve teknik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Dergisi. 13(2): 201-210.
- Nizam, S., 2006. Aydın ilinde pazara yönelik süt sığırcılığı işletmelerinin verimliliklerinin belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes Ü. Fen Bilimleri Enst., Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüks. Lisans Tezi. 127 s.
- Özkan, B., 1993. Aksu sulama projesi alanına giren tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve ürün desenini etkileyen faktörler. Çukurova Ü. Fen Bil. Enst. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 215 s.
- Öztürk, N., 2009. Mardin ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Selçuk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 65 s.
- Özyürek, S., Koçyiğit, R., Tüzemen N., 2014. Erzincan ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri: Çayırılı ilçesi örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 11(3):19-26.
- Şeker, İ., Tasalı, H., Güler, H., 2012. Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg. 26 (1): 09 – 16.
- Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı, İ., Dağistan, E., Çimrin, T., Selvi, M.H., 2018. Türkiye’de büyükbaş hayvancılığın durumu ve yıllara göre değişimi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 23(2):324-339.
- Tatar, A.M., 2007. Ankara ve Aksaray Damızlık Sığır Yetiştiricileri İl Birliklerine üye süt sığırcılığı işletmelerinin yapısı ve sorunları. Ankara Ü. Fen Bil. Ens. Zootekni Anabilim D. Doktora Tezi. 119 s.
- Tutar, H., 2019. Bursa ili Karacabey ilçesi süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve mekanizasyon durumunun belirlenmesi. Selçuk Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 93 s.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Kayıtları. www.tuik.gov.tr [Erişim Tarihi: 15 Nisan 2020]
- Yağlı, H., Koç, Y., 2019. Hayvan gübresinden biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: Adana ili örnek hesaplama. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 34(3):35-48.
- Yıldız, Y., 1999. Hayvancılıkta mekanizasyon. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No:84 Ders Kitapları Yayın No: A–20, Adana.
- Yıldız, B., 2013. Çankırı İli süt sığırcılık barınaklarının yapısal özellikleri ve yeni barınak modellerinin geliştirilmesi. Selçuk Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yap. ve Sulama Anabilim Dalı, Yüks. Lis. Tezi. 87 s.
- Yılmaz, S., Sümer, S.K., 2018. Türkiye’de traktör parkı yenilenme oranları ve mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. 14(2):79-87
- Zeren, Y., Tezer, E., Tuncer, İ.K., Evcim, Ü., Güzel, E., Sındır, K.O., 1995. Tarım alet makina ve ekipman kullanım ve üretim sorunları, Ziraat Müh. Teknik Kongresi, Tarım Haftası, 9- 13 Ocak, Ankara.





Araştırma Makalesi/Research Article

## Bingöl İli Kent Merkezinde Açık Süt (Sokak Sütü) Tüketim Durumunun Belirlenmesi

Ersin Karakaya<sup>1\*</sup> 

Hakan İnci<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bingöl

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bingöl

\*Sorumlu yazar: karakayaersin@hotmail.com

Geliş Tarihi: 04.05.2020

Kabul Tarihi: 01.12.2020

### Öz

Bu çalışmanın amacı, Bingöl ili kent merkezinde ailelerin açık süt tüketim miktarını ve tercihlerini belirleyerek, bu süt tipi tercihleri üzerine etkili olan sosyo-ekonomik ve demografik faktörleri saptamaktır. Çalışmanın birincil verilerini Bingöl kent merkezindeki tüketicilerden 2018 yılında yüz yüze elde edilen anket verileri oluşturmaktadır. Araştırma bulgularına göre; tüketicilerin %68,2'sinin açık süt tükettiği belirlenmiştir. Anket yapılan tüketicilerin aylık gıda harcaması ortalama 1047,30 TL, aylık açık süt tüketim miktarı ortalama 14,24 kg ve aylık açık süt tüketim harcaması ise ortalama 31,67 TL olarak belirlenmiştir. Yıllık açık süt tüketimi 170,88 lt ve açık süt tüketim harcaması ise 380,04 TL olarak hesaplanmıştır. Kişi başı yıllık açık süt tüketimi 38,31 lt, açık süt tüketim harcaması ise 85,21 TL olarak saptanmıştır. Anket yapılan tüketicilerin tamamının açık süt tüketimi ile ilgili olan faktörlerin hepsini önemli buldukları sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak; açık süt üretimi ve tüketimi ile ilgili verileri ortaya koyan çalışmaların yapılarak, insan sağlığı, gıda güvenliği ve tarımsal üretim konusunda stratejilerin belirlenmesi son derece önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Açık süt, Bingöl, gıda harcaması, tüketim

### Determination of Raw Milk Consumption Status in Bingöl City Center

#### Abstract

The aim of this study is to determine the amount of raw milk consumption of families, their preferences and socio-economic and demographic factors that affect these milk type preferences in the city center of Bingöl. The primary data of the study consisted of face-to-face survey data obtained from consumers in Bingöl city center in 2018. According to the research findings; 68.2% of consumers were found to consume raw milk. The monthly food expenditure of the surveyed consumers was determined as 1047.30€, the monthly raw milk consumption amount was 14.24 kg and the monthly raw milk consumption expenditure average was 31.67€. Annual raw milk consumption was calculated as 170.88 liters, and raw milk consumption was calculated as 380.04€. Annual raw milk consumption per capita was determined as 38.31 lt, and raw milk consumption was 85.21€. It was concluded that all of the factors related to raw milk consumption are important for all surveyed consumers. As a result; the determination of strategies on human health, food safety and agricultural production by conducting studies that reveal data on raw milk production and consumption is extremely important.

**Keywords:** Bingöl, consumption, food expenditure, raw milk

#### Giriş

Doğumdan başlayarak insan yaşamının bütün aşamalarında gerekli olan süt, C vitamini ve demir dışında makro ve mikro besin öğelerini barındıran iyi bir kaynaktır. Özellikle çocukluk, gebelik-emzilik ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı açısından sütün faydası vardır (Black ve ark 2002; Ünal ve Besler, 2012; Kahraman, 2016). Sütün elde edildiği hayvan türüne bağlı olarak ana besin öğelerinin, çok değişkenlik gösterdiği; kuru madde oranının %11,2 ile %37,5; süt yağının %1,8- %22; protein oranının %1- %15,5 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Metin, 2012; Kahraman, 2016). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği gereğince hazırlanan “Çiğ Süt ve İşil İşlem Görmüş Sütler Tebliğinde” (2000/6-RG:14.02.2000/23964) çiğ süt; “Bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40 °C'nin üzerine ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısı” şeklinde tanımlanmıştır. 2019 yılında sağılan toplam (yerli ve merinos) koyun sayısı 19 836 985 baş ve süt üretimi ise 1 521 455 ton olarak gerçekleşmiştir. Sağılan toplam (Kıl ve Tiftik) keçi sayısı 5 471 086 baş ve süt üretimi ise 577 208 ton olarak gerçekleşmiştir. Sağılan toplam (melez, yerli ve kültür) sığır sayısı 6 580 753 baş ve süt üretimi ise 20





782 374 ton olarak gerçekleşmiştir. Özellikle kültür ve melez sığırlarının sayısına bağlı olarak süt üretimi sürekli artış göstermiş, 2015 ve 2016 yıllarında hem kültür hem de melez sığır sayısının azalmasına bağlı olarak süt üretimi azalmıştır. Yerli sığır sayısı ise 2012 yılından itibaren azalmaya başlamasına rağmen süt üretimini olumsuz etkilemediği belirlenmiştir.

Türkiye’de büyükbaş hayvan başına ortalama 3 ton, Bingöl’de ise ortalama 2,35 ton süt üretimi gerçekleşirken, hem Türkiye hem de Bingöl’de küçükbaş hayvan başına ortalama 0,08 ton süt üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye’de 2018 yılında üretilen 22,1 milyon ton çiğ süttten 1,66 milyon ton içme sütü, 110 bin ton süt tozu, 65 bin ton tereyağı, 756 bin ton peynir, 1,20 milyon ton yoğurt ve 730 bin ton ayran üretildiği bildirilmiştir (SETBİR, 2018). Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasında yıllık ortalama süt tüketimi 60 litrenin üzerinde iken, Türkiye, büyük baş hayvan sayısı ve süt üretiminde üst sıralarda yer almasına rağmen süt tüketiminde ise AB ortalamasının altında bulunmaktadır.

Açık süt; ucuz olması ve tüketicilerin kapısına kadar getirilmesinden dolayı tercih edilmektedir. İşlenmiş süt ise; kaliteli, garantili, hijyenik ve raf ömrünün uzun olmasının yanında tüketicinin kolayca depolayabildiği için tercih edilmektedir. Türkiye’de işlenmiş süt tüketimini sadece eğitim, yaş gibi demografik faktörler etkilememekte olup, ilaveten tüketicinin gıda güvenilirliği, sağlık bilinci ve yapılan reklamların da son derece önemli etkisi vardır (Akbaş ve Tiryaki 2008; Uzundumlu ve Birinci, 2013).

Araştırma bölgesinde, genelde az sayıda süt hayvanına sahip olan ve ürettiği süttün açık bir şekilde satışını yapan birçok aile işletmesi bulunmaktadır. Dolayısıyla, bölgede açık süt satışı yaygındır. Bu çalışmanın amacı, Bingöl ili kent merkezinde ailelerin açık-sokak sütü tüketim durumunu ortaya koyarak, açık süt tüketim tercihlerini belirlemek ve bu tercihleri etkileyen sosyo-ekonomik ve demografik faktörleri saptamaktır.

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın birincil verilerini Bingöl kent merkezindeki tüketicilerden 2018 yılında elde edilen anket verileri oluşturmaktadır. İkincil veriler ise konu ile ilgili kamu kuruluşlarından, yerli ve yabancı bilimsel çalışmalardan, dergi ve çeşitli yayınlardan derlenmiştir. Bingöl ili kent merkezinde yaşayan tüketicilere sosyo demografik ve ekonomik soruların yanında, aylık açık süt tüketim miktarı, aylık açık süt tüketim harcaması, açık süt hakkındaki düşünceleri, açık süt tercih sebeplerini belirlemeye yönelik sorular sorulmuştur. Ankete katılan tüketicilerin süt tüketimine yönelik ifadeler katılımlarının belirlenmesinde “onaylama düzeyi beş ölçekli likert” ölçeği kullanılmıştır. Likert türü ölçekleme tekniği, uygulamalı sosyal bilim araştırmalarında en sık kullanılan ölçekleme tekniği olup, kuruluşu ve uygulaması konusundaki titizlik araştırmanın sonuçlarının doğruluğu için önemlidir (Bayat, 2014). Aralıkların eşit olduğu varsayımı ile aritmetik ortalamalar için puan aralığı (En Yüksek Değer – En Düşük Değer) / 5 formülü ile hesaplanmıştır (Kaplanoğlu, 2014).

Puan Aralığı =  $(5 - 1) / 5 = 4 / 5 = 0,80$  olarak hesaplanmıştır. Ortalamalar için değerlendirme aralığı 1,00-1,80 önemli değil; 1,81-2,60 biraz önemli; 2,61-3,40 orta önemli; 3,41-4,20 oldukça önemli; 4,21-5,00 çok önemli şeklinde belirlenmiştir.

Örnek hacmini (anket yapılan tüketici sayısı) belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Baş, 2008; Gözener ve Sayılı, 2013).

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

Formülde;

n: Örneğe alınacak birey sayısı,

N: Hedef kitledeki birey sayısı (157 921),

p: İncelenen olayın gerçekleşme olasılığı (0,50),

q: İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı (0,50),

t: Standart normal dağılım değeri (1,65),

d : Örnekleme hatası (0,05)’dir.

Formülde %90 güven aralığı, %5 hata payı ve maksimum örnek hacmine ulaşabilmek için  $p=q=0.5$  olarak alınmış ve örnek hacmi 271 olarak hesaplanmıştır.



Anketten elde edilen veriler SPSS 17.0 (Statistical Package for Social Sciences) paket programında analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, frekans tabloları, grafikler, bağımsız örneklem t testi, Tek Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi ve Ki kare testinden faydalanılmıştır. Tek Yönlü Varyans analizinde farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Anket Yapılan Tüketicilerin Sosyoekonomik ve Demografik Özellikleri**

Tüketicilerin yarıdan fazlasının bayan olduğu ve yarıya yakının 31 yaşından küçük olduğu belirlenmiştir. İlkokul mezunu olan tüketicilerin oranı %35, ortaokul mezunu olan tüketicilerin oranı %24,7, lise mezunu olan tüketicilerin oranı %18,6, üniversite mezunu olan tüketicilerin oranı %15,1 ve yüksekokul mezunu olan tüketicilerin oranı ise %6,6 olarak tespit edilmiştir. Medeni durum itibarıyla anket yapılan tüketicilerin yarıdan fazlasının evli olduğu ve ailedeki birey sayısının 4 kişiden az olduğu sonucu bulunmuştur. Ailedeki birey sayısı ortalama olarak 4,46 kişi olarak hesaplanmıştır. Genel olarak anket yapılan tüketicilerin ailelerinde 2 kişiden az bireyin çalıştığı (ortalama:1,79) belirlenmiştir. 1 çocuğu olan tüketicilerin oranı %32,4, 2 çocuğu olan tüketicilerin oranı %28,9 ve 3 ve daha fazla çocuğu olan tüketicilerin oranı ise %38,5 olarak bulunmuştur. Ailedeki çocuk sayısı ortalama 2,66 olarak hesaplanmıştır. Tüketicilerin yarıdan fazlasının (%57,6) kendi evinde oturduğu ve büyük bir kısmında (%81,5) annenin çalışmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Anket yapılan tüketicilerin %59,4'ünün 3001 TL'den daha az gelire sahip olduğu ve aylık gelir ortalamasının 3647,47 TL olduğu saptanmıştır.

#### **Anket Yapılan Tüketicilerin Süt (Açık ve Diğer Sütler) ve Süt Ürünleri Tüketme Durumu**

Anket yapılan tüketicilerin tamamı bütün süt türlerini ve süt ürünlerini tükettiklerini ifade etmişlerdir. Tüketicilerin %68,2'sinin açık süt tükettiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, açık süt tüketilme oranı; Uzundumlu ve Birinci (2013) tarafından Erzurum'da %71,9, Erzincan'da Erdal ve Tokgöz (2011) tarafından %67,8, Çebi ve ark (2018) tarafından %69,9, Niyaz ve İnan (2016) tarafından Çanakkale ve Balıkesir illerinde %43,4; Ocak ve Önder (2014) tarafından Adana ilinde %4,2, İstanbul'da Şimşek ve ark. (2005) tarafından %11, Karakaya ve Akbay (2013) tarafından %26,5, Erbay (2019) tarafından %54, Oğuz ve Küçükçongar (2002) tarafından Konya ili Selçuklu ilçesinde %66,25, Çelik ve ark (2005) tarafından Şanlıurfa'da %46,3, Demircan ve ark (2011) tarafından Isparta'da %39, Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) tarafından Kahramanmaraş'ta %43,4, Kahraman (2016) tarafından İzmir'de %8,8, Gözener ve Sayılı (2013) tarafından Tokat'ta %84,8, Andiç ve ark (2002) tarafından Van'da %64 olarak bildirilmiştir. İller arasındaki bu farklılığın sebebinin; kentleşme yapılarındaki farklılık ve tüketicilerin sosyo demografik ve ekonomik özelliklerinin farklı olmasının doğal bir sonucu olduğu düşünülebilir.

#### **Anket Yapılan Tüketicilerin Gelir Grupları İtibarıyla Aylık Gıda Harcaması, Açık Süt Tüketim Miktarı ve Açık Süt Tüketim Harcaması**

Gelir grupları itibarıyla anket yapılan tüketicilerin aylık gıda harcaması 778,81 TL ile 1820,41 TL arasında değişirken ortalama 1047,30 TL, açık süt tüketim miktarı 11,95 kg ile 18,83 kg arasında ve ortalama 14,24 kg, açık süt tüketim harcaması ise 20,66 TL ile 35,18 TL arasında ve ortalama 31,67 TL olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Gıda harcaması ve açık süt tüketim miktarı ortalamaları arasındaki farklar gelir grupları itibarıyla istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Gelir arttıkça aylık gıda harcamasının da arttığı belirlenmiştir. Orta gelir grubundaki (3001-5000 TL) tüketicilerin diğer gelir grubundaki tüketicilere göre daha fazla açık süt tükettikleri tespit edilmiştir. Aylık açık süt harcamalarının, aylık toplam gıda harcamaları içindeki payı gelir grupları itibarıyla %1,13 ile %4,45 arasında değişmekte olup aileler ortalamasında %3,0 olarak hesaplanmıştır. Aylık gıda harcamaları, gelir arttıkça mutlak olarak artarken, oransal olarak azalmaktadır. Aylık gıda harcamasının aylık ortalama gelir içindeki payı  $\leq 3000$  TL gelir grubunda %33,7 iken, 3001-5000 TL gelir grubunda %26,3 ve  $\geq 5001$  TL gelir grubunda ise %24,7 olarak hesaplanmıştır. Anket yapılan tüm aileler için bu oran %28,7 olup, "2015 ve 2016 Hanehalkı Tüketim Harcaması" anketlerinden elde edilen Türkiye ortalaması olan %20,2 ve %19,5 değerlerinden yüksektir (Anonim, 2015 ve 2016). Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) Kahramanmaraş'ta yaptıkları çalışmada, aylık gıda harcamasının aylık ortalama gelir içindeki payının genel ortalama değerini %32,6 olarak belirlemişlerdir. Karakaya ve Akbay (2013) tarafından İstanbul'da yapılan bir çalışmada ise ailelerin toplam gelirlerinin %22,5'ini gıda



harcamalarına ayırdıkları bildirilmiştir. Aylık ortalama gıda harcaması; Erdal ve Tokgöz (2011) tarafından Erzincan’da yapılan bir çalışmada, 373,92 TL, Çelik ve ark (2005) tarafından Şanlıurfa’da yapılan bir çalışmada, 296,36 TL, Demircan ve ark (2011) tarafından Isparta’da yapılan bir çalışmada 608,58 TL, Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) tarafından Kahramanmaraş’ta yapılan bir çalışmada 181,79 TL olarak hesaplanmıştır. Gözener ve Sayılı (2013) tarafından Tokat’ta yapılan çalışmada, ortalama gelir 1306,09 TL, ortalama gıda harcaması 341,29 TL ve gıda harcamasının gelir içindeki payı ise %26,1 olarak tespit edilmiştir. Yıllık açık süt tüketimi 170,88 lt, açık süt tüketim harcaması ise 380,04 TL olarak hesaplanmıştır. Kişi başı yıllık açık süt tüketimi 38,31 lt, açık süt tüketim harcaması ise 85,21 TL olarak saptanmıştır. Gözener ve Sayılı (2013) tarafından Tokat’ta yapılan çalışmada yıllık açık süt tüketimi 258 lt, kişi başı açık süt tüketimi ise 69,12 lt olarak bildirilmiştir. Andiç ve ark (2002) tarafından Van’da yapılan çalışmada yıllık ortalama açık süt tüketim miktarı 243,4 lt olarak bildirilmiştir. Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) tarafından Kahramanmaraş’ta yürütülen çalışmada, yıllık kişi başı açık süt tüketim ortalamasının 26,83 lt olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Gelir grupları itibariyle aylık ortalama gelir, gıda harcaması, açık süt tüketim miktarı ve açık süt tüketim harcaması

Gelir grupları	Ortalama gelir (TL)	Gıda harcaması (TL)	Açık süt tüketim miktarı (lt)	Açık süt tüketim harcaması (TL)
≤3000	2306,88 <sup>a</sup>	778,81 <sup>a</sup>	13,35 <sup>a</sup>	34,72
3001-5000	4143,22 <sup>b</sup>	1092,37 <sup>b</sup>	18,83 <sup>b</sup>	35,18
≥5001	7345,92 <sup>c</sup>	1820,41 <sup>c</sup>	11,95 <sup>a</sup>	20,66
Ortalama	3647,47	1047,30	14,24	31,67
F ve P değeri	608,05 ve 0,000***	44,197 ve 0,000***	5,114 ve 0,007**	2,771 ve 0,066

<sup>a,b,c</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir. \*\*\*: p<0,001 \*\*: p<0,05

### Açık Süt Satın Alma Tercihini Etkileyen Sosyo-Ekonomik ve Demografik Faktörler

Anket yapılan tüketicilere sadece bir süt türünü almaları durumunda tercihleri sorulmuş ve tüketicilerin yaklaşık %15’inin (41 kişi) tercihi açık süt olmuştur. Erkeklerin bayanlara göre az da olsa açık süt tercihinden yana oldukları belirlenmiştir. Lise mezunu olan tüketicilerin diğer tüketicilere göre daha fazla açık süt almayı tercih ettiği belirlenmiştir. Bekâr tüketicilerin açık süt satın alma tercihi evli tüketicilere ve diğer tüketicilere göre daha düşüktür. Medeni durum açısından açık süt satın alma tercihi arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Ailede çalışan kişi sayısı ile açık süt satın alma tercihi arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmuş, ailede çalışan kişi sayısı arttıkça açık süt satın alma tercihinin azaldığı sonucu saptanmıştır. En fazla açık sütü satın almayı tercih eden tüketicilerin 2 çocuklu aile yapısında olan tüketiciler olduğu belirlenmiştir. Annenin çalışmadığı ailelerde açık süt satın alma tercihinin, annenin çalıştığı ailelere göre daha yüksek olduğu ve bu durumda istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır. 41 yaşından büyük olan tüketicilerin 41 yaşından küçük olan tüketicilere göre daha çok açık süt satın almayı tercih ettikleri sonucuna varılmış ve bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Demircan ve ark (2011) tarafından Isparta’da yapılan çalışmada, açık süt tercihi ile gelir arasında %10 hata payına göre, açık süt tercihi ile çocuk sayısı arasında ise %5 hata payına göre anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Aynı çalışmada açık süt tercihi ile anne in çalışma durumu arasındaki ilişki ise istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır. Karakaya ve Akbay (2014) tarafından İstanbul’da yapılan çalışmada ise açık süt tercihi ile tüketici geliri arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. İstanbul’da Karakaya ve Akbay (2013) tarafından yapılan çalışmada, 40 ve 40 yaş üstü tüketicilerin daha çok açık süt tükettiği sonucu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, cinsiyetler itibariyle açık süt tüketim tercihi arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) tarafından Kahramanmaraş’ta yapılan çalışmada ailedeki çocuk sayısı ile açık süt tercihi arasındaki ilişki önemli bulunmamıştır. Onurlubaş ve Çakırlar (2016) tarafından Türkiye’nin en büyük 3 ilinde (İstanbul, Ankara ve İzmir) yapılan çalışmada, süt tüketim tercihi ile cinsiyet ve medeni durum arasındaki ilişki istatistiki olarak önemsiz bulunurken, süt tüketim tercihi ile yaş, gelir ve eğitim durumu arasındaki ilişki ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



Çizelge 2. Açık süt satın alma tercihini etkileyen sosyo-ekonomik ve demografik faktörler

Sosyo - Ekonomik ve Demografik Faktörler	Açık süt satın alma tercihi (%)		
	Evet	Hayır	Toplam
<b>Cinsiyet</b>			
Bayan	15,1	84,9	100
Erkek	16,8	83,2	100
Ki kare ve p değeri	0,135 ve 0,714		
<b>Eğitim durumu</b>			
İlkokul	16,6	83,4	100
Ortaokul	13,4	86,6	100
Lise	26,6	73,4	100
Yüksekokul	11,1	88,9	100
Üniversite	12,8	87,2	100
Ki kare ve p değeri	7,953 ve 0,093*		
<b>Medeni durum</b>			
Evli	20,5	79,5	100
Bekâr	8,8	91,2	100
Diğer (dul ya da boşanmış)	18,1	81,9	100
Ki kare ve p değeri	6,243 ve 0,044**		
<b>Ailede çalışan kişi sayısı</b>			
1	25,4	74,6	100
2	8,1	91,9	100
3 ve üzeri	6,9	93,1	100
Ki kare ve p değeri	31,286 ve 0,000***		
<b>Ailedeki çocuk sayısı</b>			
1	14	86	100
2	19,2	80,8	100
3 ve üzeri	14,4	85,6	100
Ki kare ve p değeri	11,070 ve 0,136		
<b>Annenin çalışma durumu</b>			
Çalışan	8,3	91,7	100
Çalışmayan	17,5	82,5	100
Ki kare ve p değeri	6,015 ve 0,014**		
<b>Gelir durumu</b>			
≤3000	19	81	100
3001-5000	6,7	93,3	100
≥5001	19,1	80,9	100
Ki kare ve p değeri	5,035 ve 0,081*		
<b>Yaş durumu</b>			
18-30	12,2	87,8	100
31-40	10,5	89,5	100
41-50	39,4	60,6	100
51 ve üstü	20	80	100
Ki kare ve p değeri	18,721 ve 0,000***		

\*\*\*: p<0,001; \*\*: p<0,05; \*: p<0,10



### Anket Yapılan Tüketicilerin Açık Süt Hakkındaki Düşünceleri

Cinsiyet itibariyle anket yapılan tüketicilerin %41,2'si (106 kişi) açık sütün güvenilir olmadığını, %26,8'i (69 kişi) açık sütün güvenilir olduğunu ifade ederken açık sütün güvenilir olup olmadığı konusunda ise %31,9'unun (82 kişi) yorumsuz kaldığı belirlenmiştir. Cinsiyetler itibariyle açık süt hakkındaki tüketici düşünceleri arasında istatistiki olarak önemli ilişki bulunmamıştır. Açık sütün güvenilir olduğu düşüncesi ile anket yapılan tüketicilerin medeni durumu arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Açık sütü güvenli bulan evli tüketicilerin oranı %29,1 (39 kişi), güvensiz bulan evli tüketicilerin oranı %37,3 (50 kişi) ve açık süt hakkında görüş belirtmek istemeyen evli tüketicilerin oranı ise %33,5 (45 kişi) olarak bulunmuştur. Bekâr olan tüketicilerin büyük bir kısmı (%47,6 40 kişi) açık sütün güvensiz olduğunu, %29,7'si bu konu hakkında yorum yapmak istemediğini ve %22,6'sı ise açık sütün güvenilir olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak bekâr olan tüketicilerin evli olan tüketicilere nazaran açık süte daha az güvendikleri sonucuna varılabilir. 31 yaşından küçük olan bireylerin %25,4'ü (30 kişi) açık sütün güvenilir olduğunu düşünürken, %43,2'si (51 kişi) açık sütün güvenilir olmadığını ve %31,4'ü ise bu konuda görüş bildirmek istemediğini ifade etmişlerdir. 51 yaş ve üstünde olan tüketicilerin açık süte güvenme oranı %36 (9 kişi), güvenmeme oranı %40 (10 kişi) ve bu konuda yorumsuz kalma oranı %24 (6 kişi) olarak belirlenmiştir. Genel sonuç olarak yaş arttıkça açık süte olan güvenin arttığı kanısına varılmıştır. Anket yapılan tüketicilerin eğitim durumları itibariyle açık süt hakkındaki düşünceleri arasında da önemli ilişkiler tespit edilmiştir. İlkokul mezunu olan tüketicilerin %46,5'inin (41 kişi) açık sütü güvensiz bulduğu, ortaokul mezunu olan tüketicilerin ise %47,7'sinin (32 kişi) açık sütü güvensiz buldukları belirlenmiştir. Lise mezunu olan tüketicilerin %36,1'i (13 kişi), yüksekokul mezunu olan tüketicilerin %24'ü (6 kişi) ve üniversite mezunu olan tüketicilerin ise %34,1'inin (14 kişi) açık sütü güvensiz buldukları belirlenmiştir. Açık sütün güvenilir olduğuna inanılma oranı 3000 TL ve daha az gelire sahip olan tüketiciler için %29,6 (43 kişi), 3001- 5000 TL arasında gelire sahip olan tüketiciler için %24,5 (14 kişi) ve 5001 TL ve üzerinde gelire sahip olan tüketiciler için ise %20,4 (10 kişi) olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin gelirleri arttıkça açık sütün güvenilir olduğuna inanılma oranının azaldığı görülmüş, ancak bu durumun istatistiki olarak önemli olmadığı sonucu bulunmuştur. 3000 TL ve daha az gelire sahip olan tüketicilerin %48,2'sinin (70 kişi), 3001- 5000 TL arasında gelire sahip olan tüketicilerin %28'inin (16 kişi) ve 5001 TL ve üzerinde gelire sahip olan tüketicilerin ise %36,7'sinin (18 kişi) ise açık süte güvenmediği sonucu ortaya çıkmıştır. Düşük ( $\leq 3000$  TL) ve yüksek gelir ( $\geq 5001$ ) grubunda yer alan tüketicilerin diğer gelir grubunda yer alan tüketicilere göre açık süt konusunda daha yüksek oranda güvensiz oldukları sonucu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ailedeki çocuk sayısı ve açık süt hakkındaki tüketici düşünceleri arasındaki ilişkiler istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Ailesinde 2 çocuğu olan tüketicilerin açık süte güvenme oranları (%44,2) (23 kişi) diğer gruptaki tüketicilerden daha yüksek olarak bulunmuştur. 1 çocuklu aileye sahip olan tüketicilerin yarısından fazlasının (%61,5) (32 kişi) açık süte güvenmediği sonucu ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Genel olarak ankete katılan tüketicilerin %26,2'sinin açık süte güvendiği, %40,9'unun açık süte güvenmediği ve %31,9'unun ise bu konu hakkında yorumsuz kaldığı belirlenmiştir. Gözener ve Sayılı (2013) tarafından tokatta yapılan çalışmada açık süte güvenme oranı %50,44 olarak bildirilmiştir.

Çizelge 3. Anket yapılan tüketicilerin bazı özellikleri itibariyle açık süt ile ilgili düşünceleri arasındaki ilişki

Tüketici özellikleri	Açık süt hakkındaki tüketici düşüncesi (sayı)			
	Güvenilir	Güvenilir değil	Yorumsuz	Toplam
<b>Cinsiyet</b>				
Bayan	40	65	48	153
Erkek	29	41	34	104
Toplam	69	106	82	257
Ki kare ve p değeri	0,186 ve 0,666	0,162 ve 0,687	0,158 ve 0,691	
<b>Medeni durum</b>				
Evli	39	50	45	134
Bekâr	19	40	25	84





Diğer	11	16	12	39
Toplam	69	106	82	257
Ki kare ve p değeri	33,808 ve 0,000***	9,970 ve 0,007**	5,523 ve 0,063	
<b>Yaş</b>				
18-30	30	51	37	118
31-40	10	32	25	67
41-50	20	13	10	43
51 ve üstü	9	10	6	25
<b>Toplam</b>	69	106	78	253
Ki kare ve p değeri	19,158 ve 0,000***	15,525 ve 0,001***	12,119 ve 0,007**	
<b>Eğitim durumu</b>				
İlkokul	26	41	21	88
Ortaokul	16	32	19	67
Lise	10	13	13	36
Yüksekokul	9	6	10	25
Üniversite	8	14	19	41
Toplam	69	106	82	257
Ki kare ve p değeri	22,687 ve 0,000***	9,616 ve 0,047**	13,175 ve 0,010**	
<b>Aylık gelir</b>				
≤3000	43	70	32	145
3001-5000	14	16	27	57
≥5001	10	18	21	49
Toplam	67	104	80	251
Ki kare ve p değeri	1,741 ve 0,419	6,964 ve 0,031**	15,211 ve 0,000***	
<b>Ailedeki çocuk sayısı</b>				
1	9	32	21	52
2	23	19	10	52
3 ve üzeri	18	32	26	76
Toplam	50	83	57	190
Ki kare ve p değeri	19,594 ve 0,012**	25,613 ve 0,001***	28,555 ve 0,000***	

\*\*\*: p<0,001 \*\*: p<0,05

### Anket Yapılan Tüketicilerin Açık Süt Satın Alma Nedenlerinin Oransal Dağılımı

Anket yapılan tüketicilere açık sütü neden aldıkları sorulmuş ve birden fazla cevabın işaretlenmesi ile oluşan sonuçlar Şekil 1’de verilmiştir. Tüketicilerin %34,1’inin satıcıyı tanıdığı ve güvendiği için, %29,5’inin hijyenik olmasından dolayı, %27,2’sinin besin içeriğinden dolayı, %19,1’inin diğer (kolay temin edilebilmesi, kapıya kadar getirilmesi, veresiye imkanı olması vb.) nedenlerden dolayı, %9,2’sinin kokusuz olmasından dolayı ve %4,6’sının ise fiyatının uygun olmasından dolayı açık süt satın aldıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin sosyo demografik özellikleri itibarıyla açık süt alma nedenleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Erkek tüketicilerin bayanlara nazaran açık süt satın alırken besin içeriği faktörünü az da olsa daha ön planda gördüğü, bayanların ise açık süt satın alırken diğer (kapıya kadar getirilmesi, kolay ulaşılması) nedenleri daha çok ön planda gördüğü saptanmıştır. İlkokul ve ortaokul mezunu olan tüketicilerin açık süt satın alırken diğer tüketicilere göre satıcıyı tanıma ve güvenme, besin içeriği ve diğer nedenlere daha çok dikkat ettikleri belirlenmiştir. Evli olan tüketicilerin diğer tüketicilere göre açık süt satın alırken kokusuz olmasına, besin içeriğine ve satıcıyı tanıma ve güven faktörlerine daha çok önem verdikleri sonucuna varılmıştır. Ailedeki birey sayısı ile açık süt alma nedenlerinden olan fiyat, kokusuz olması, hijyenik olması, besin içeriği ve diğer nedenler arasında istatistiki olarak önemli ilişki bulunmuştur. Ailedeki birey sayısı 8 kişiden fazla olan tüketicilerin bu faktörlere diğer tüketicilere göre daha çok önem verdikleri belirlenmiştir. Ailedeki birey sayısı ile satıcıyı tanıma ve güven faktörü arasındaki ilişki ise istatistiki

olarak önemli çıkmamıştır. Evde çalışan sayısının 1 kişi olduğu ailelerin açık süt alırken kokusuz olmasına, besin içeriğine, satıcıyı tanımaya ve diğer nedenlere diğer ailelerden daha çok önem verdikleri saptanmıştır. Sadece 1 çocuğu olan tüketicilerin diğerlerine göre açık süt alırken fiyat ve besin içeriği nedenlerine daha çok önem verdikleri belirlenmiştir. Ailelerde annenin çalışma durumu ile açık süt satın alma nedeni arasındaki ilişki incelenmiş ve çalışmayan annelerin oluşturduğu tüketicilerin açık süt satın alırken hijyenik olmasına daha çok önem verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. 3000 TL ve altında gelire sahip olan tüketicilerin diğer tüketicilere göre açık sütü hem kapıya kadar geldiği kolay ulaşım sağladığı hem de hijyenik olduğu için daha fazla satın aldıkları sonucu ortaya çıkmıştır. 40 yaş ve daha küçük yaştaki tüketicilerin açık sütü satın alırken kokusuz olmasına önem verdikleri tespit edilmiştir. Erzurum’da yapılan bir çalışmada, açık süt tüketen bireylerin açık süt alımında; %50,4’ünün hijyene, %21’inin üreticiyi tanımaya, %13,8’inin kokusuz olmasına ve %9,1’inin fiyatına öncelik verdikleri belirlenmiştir (Uzundumlu ve Birinci, 2013). Erdal ve Tokgöz (2011) tarafından Erzincan’da yapılan çalışmada, açık sütü tercih eden ailelerin %24,8’inin beğeni ve alışkanlıklarından, %22,3’ünün daha kolay temin edildiğinden, %20,7’sinin daha ekonomik olduğundan, %19,8’inin daha sağlıklı olduğundan ve %12,4’ünün ise diğer nedenlerden dolayı bu sütü tercih ettikleri belirlenmiştir. Yine Erzincan’da Çebi ve ark (2018) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise tüketicilerin %47,8’inin açık sütü sağlıklı olmasından dolayı, %28’inin beğeni ve alışkanlıktan dolayı, %15,9’unun kolay bulunmasından dolayı, %5,1’inin diğer nedenlerden dolayı ve %3,2’sinin ise ekonomik olduğundan dolayı tercih ettikleri saptanmıştır. Tekirdağ’da Güneş (2019) tarafından yapılan çalışmada, tüketicilerin açık sütü daha doğal bulduğu ve katkı maddesi içermediğini düşündükleri tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, kırsala yakın kesimlerde açık süt tüketiminin görüldüğü ve açık süt satın alan kişilerin düzenli olarak açık süt tükettikleri, sütün temiz ve kapıya kadar getirildiği, doğal, katkı maddesinin olmadığı ve güven verdiği sonuçları belirlenmiştir.



Şekil 1. Açık süt satın alma nedenlerinin oransal dağılımı

### Açık Süt Tüketimine Etki Eden Faktörlerin Önem Durumunun Oransal Dağılımı

Anket yapılan tüketicilere açık süt tüketimine etki eden faktörleri 1’den 5’e kadar numara vererek değerlendirmeleri istenmiş ve elde edilen cevaplar oransal ve ortalama değerler olarak çizelge 4’te verilmiştir. Anket yapılan tüketicilerin tamamı açık süt tüketimi ile ilgili olan faktörlerin hepsini önemli buldukları belirlenmiştir. Açık sütün fiyatının düşük olması tüketiciler tarafından biraz önemli bulunurken, kapıya kadar getirilmesi, alışkanlığın olması, veresiye imkânının olması ve köyün alıcıya yakın olması faktörleri ise orta derecede önemli olarak bulunmuştur. Tüketicilerin açık süt tüketiminde oldukça önemli olarak gördükleri faktörler; pasta sütlaç yapımına uygun olması ve kaymağının olması faktörleri olarak belirlenmiştir. İnsan sağlığına yararlı olması, tadının güzel olması, üreticiye olan güven, hijyenik olması, yoğurdunun daha güzel olması, katkı maddesi içermemesi ve taze olması faktörleri tüketiciler tarafından çok önemli görülen faktörler olarak tespit edilmiştir. Akbay ve Yıldız Tiryaki (2007) tarafından Kahramanmaraş’ta yapılan çalışmada, anket yapılan tüketicilerin yaklaşık %50’ye yakınının sokak sütünün veya açık sütün sağlıklı olduğuna inandıkları belirlenmiştir. Isparta ilinde yapılan bir çalışmada, ankete katılan tüketicilerin %32,5’inin açık sütün sağlıklı olduğunu düşündüğü sonucu tespit edilmiştir (Demircan ve ark., 2011). Tokat’ta yapılan bir çalışmada, açık süt tüketiminin tercih edilme nedenleri; %87,8 ile yoğurt yapımına uygun olması, %51,7 ile sağlıklı olması, %50,4 ile güvenilir olması, %30 ile taze olması, %15,6 ile alışkanlık, %10,4 ile katkısız



olması, %5,6 ile temininin kolay olması ve %4,7 ile de ucuz olması olarak belirlenmiştir (Gözener ve Sayılı, 2013). Uzundumlu ve Birinci (2013) Erzurum’da yaptıkları çalışmada, tüketicilerin açık sütü tercih etmelerindeki en önemli faktörlerin; açık sütün yoğurdunun daha güzel olması, daha taze olması, pasta, sütlaç vb. yapmaya uygun olması, üreticiye güven, katkı maddesi içermediğine inanma ve açık sütün tadının daha güzel olması olduğu, tüketicilerin açık süt tercih ederken en az önem verdikleri faktörlerin ise; fiyatının düşük olması ve veresiye imkânının olması olduğu tespit edilmiştir. Güneş (2019) tarafından Tekirdağ’da yapılan çalışmada, açık sütün yoğurt yapımına uygun olması, sağlıklı olması ve güvenilir olması düşüncelerinin tüketiciler tarafından en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. Açık süt tüketimine etki eden faktörlerin önem durumunun oransal dağılımı

İfadeler/katılım durumu	Oranlar (%)*							
	1	2	3	4	5	Toplam	Ort.	Değerlendirme
Fiyatın düşük olması	40,2	13,7	21,6	15,8	8,7	100	2,39	Biraz önemli
İnsan sağlığına yararlı olması	4	6,5	9,3	19,1	61,1	100	4,27	Çok önemli
Tadının güzel olması	5,6	2,8	8	26,5	57	100	4,27	Çok önemli
Üreticiye olan güven	2,1	0,8	4,6	19,9	72,6	100	4,60	Çok önemli
Kapıya kadar getirilmesi	21,5	15,9	13	10,6	39	100	3,30	Orta önemli
Hijyenik olması	1,7	2,9	5	19,5	71	100	4,55	Çok önemli
Yoğurdunun daha güzel olması	5,7	4,9	6,1	19	64,4	100	4,32	Çok önemli
Pasta sütlaç yapımına uygun olması	6,1	8,9	13,4	21,5	50,2	100	4,01	Oldukça önemli
Alışkanlığın olması	20,9	13,1	13,1	21,3	31,6	100	3,30	Orta önemli
Katkı maddesi içermemesi	4,5	2,4	5,3	25,9	61,9	100	4,38	Çok önemli
Taze olması	1,7	3,9	2,6	16,8	75	100	4,59	Çok önemli
Veresiye imkânı	34,4	11,2	14,9	22,8	16,6	100	2,76	Orta önemli
Köyün yakınlığı	19,1	14,8	12,3	27,1	26,7	100	3,28	Orta önemli
Kaymağının olması	11,6	4	16,9	24,5	43	100	3,83	Oldukça önemli

\*: 1: önemli değil. 2: biraz önemli. 3: orta önemli. 4: oldukça önemli. 5: çok önemli Ort: Ortalama

### Sonuç ve Öneriler

Tüketicilerin %59,8’inin bayan olduğu ve %49,4’ünün 31 yaşından küçük olduğu ve yaş ortalamasının 33 olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin %35’inin ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir. Medeni durum itibarıyla anket yapılan tüketicilerin %54,6’sının evli olduğu ve ailedeki birey sayısının ortalama olarak 4,46 kişi olduğu saptanmıştır. Anket yapılan tüketicilerin ailelerinde ortalama olarak 1,79 kişinin çalıştığı belirlenmiştir. Ailedeki çocuk sayısı ortalama 2,66 olarak hesaplanmıştır. Tüketicilerin yarıdan fazlasının (%57,6) kendi evinde oturduğu ve büyük bir kısmında (%81,5) annenin çalışmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Anket yapılan tüketicilerin aylık gelir ortalamasının 3647,47 TL olduğu saptanmıştır.

Anket yapılan tüketicilerin tamamı bütün süt türlerini ve süt ürünlerini tükettiklerini ifade etmişlerdir. Tüketicilerin %68,2’sinin açık süt tükettiği belirlenmiştir.

Anket yapılan tüketicilerin aylık gıda harcaması ortalama 1047,30 TL, açık süt tüketim miktarı ortalama 14,24 kg, açık süt tüketim harcaması ise ortalama 31,67 TL olarak belirlenmiştir. Aylık açık



süt harcamalarının, aylık toplam gıda harcamaları içindeki payı gelir grupları itibariyle aileler ortalamasında %3 olarak hesaplanmıştır. Aylık gıda harcamasının aylık ortalama gelir içindeki payı, anket yapılan tüm aileler için %28,7 olarak hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda Bingöl ilinde yıllık açık süt tüketimi 170,88 lt, açık süt tüketim harcaması ise 380,04 TL olarak hesaplanmıştır. Kişi başı yıllık açık süt tüketimi 38,31 lt, açık süt tüketim harcaması ise 85,21 TL olarak belirlenmiştir.

Sadece tek bir süt türünün tercih edilmesi durumunda tüketicilerin yaklaşık %15'inin (41 kişi) tercihinin açık süt olacağı belirlenmiştir. Lise mezunu olan tüketicilerin diğer tüketicilere göre daha fazla açık süt satın almayı tercih etmesi, bekâr tüketicilerin, evli tüketicilere ve diğer tüketicilere göre daha az açık süt satın almayı tercih etmeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ailede çalışan kişi sayısı arttıkça açık süt satın alma tercihinin azaldığı sonucu saptanmıştır. 2 çocuklu aile yapısında olan tüketicilerin, en fazla açık sütü satın almayı tercih eden tüketiciler olduğu belirlenmiştir. Annenin çalışmadığı ailelerde açık süt satın alma tercihinin, annenin çalıştığı ailelere göre daha yüksek olduğu istatistiksel olarak önemli bir durum olarak saptanmıştır. 41 yaşından büyük olan tüketicilerin 41 yaşından küçük olan tüketicilere göre daha çok açık süt satın almayı tercih ettikleri sonucuna varılmış ve bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Genel olarak ankete katılan tüketicilerin %26,2'sinin açık süte güvendiği, %40,9'unun açık süte güvenmediği ve %31,9'unun ise bu konu hakkında yorumsuz kaldığı belirlenmiştir. Açık süt hakkındaki düşünce ile tüketicilerin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri arasında cinsiyet bakımından önemli bir ilişki olmadığı, medeni durum, yaş, eğitim, gelir ve ailedeki çocuk sayısı bakımından ise önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Tüketicilerin %34,1'inin satıcıyı tanıdığı ve güvendiği için, %29,5'inin hijyenik olmasından dolayı, %27,2'sinin besin içeriğinden dolayı, %19,1'inin diğer (kolay temin edilebilmesi, kapıya kadar getirilmesi, veresiye imkanı olması vb.) nedenlerden dolayı, %9,2'sinin kokusuz olmasından dolayı ve %4,6'sının ise fiyatının uygun olmasından dolayı açık süt satın aldıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin sosyo demografik özelliklerinin açık süt alma nedenleri üzerinde de önemli etkilere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anket yapılan tüketicilerin tamamının açık süt tüketimi ile ilgili olan faktörlerin hepsini önemli buldukları belirlenmiştir. Açık sütün fiyatının düşük olması tüketiciler tarafından biraz önemli bulunurken, kapıya kadar getirilmesi, alışkanlığın olması, veresiye imkânının olması ve köyün alıcıya yakın olması faktörleri ise orta derecede önemli olarak bulunmuştur. Tüketicilerin açık süt tüketiminde oldukça önemli olarak gördükleri faktörler; pasta sütlaç yapımına uygun olması ve kaymağının olması faktörleri olarak belirlenmiştir. İnsan sağlığına yararlı olması, tadının güzel olması, üreticiye olan güven, hijyenik olması, yoğurdunun daha güzel olması, katkı maddesi içermemesi ve taze olması faktörleri tüketiciler tarafından çok önemli görülen faktörler olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak açık sütün tercih edilme oranının yüksek çıkması hem süt üretimi hem de tüketiminin kayıt altına alınması bakımından zor bir durum ortaya koymaktadır. Bingöl ilinin tarım ve hayvancılığa dayalı ekonomik yapısının iyileştirilmesi için tarımsal üretimde sanayileşme ile ilgili yapılacak çalışmalar bu durumun çözümü için son derece önemlidir. Açık sütün sağlıklı olduğuna dair, ambalajlı sütlerin ise katkı maddesi içerdiğine dair tüketici görüşlerinin dikkate alınarak bu konu ile ilgili uzman kişi ve kurumlarca eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gereklidir. Özellikle ambalajlı süt üreten firmaların tüketici isteklerini dikkate alarak yapacakları girişimler ambalajlı süt tüketiminin artmasını sağlayacaktır. Hem Türkiye genelinde hem de Bingöl ili özelinde süt tüketiminin artırılması için tarım işletmeleri tarafından elde edilen çiğ sütü işleyen modern süt işletmelerinin sayısının artırılması gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Akbay, C., Yıldız Tiryaki, G., 2007. Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi: Kahramanmaraş örneği. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi. 10(1), Kahramanmaraş.
- Akbay, C., Yıldız Tiryaki, G., 2008. Unpacked and packed fluid milk consumption patterns and preferences in Turkey. Agricultural Economics. 38(1):9-20.
- Andiç, S., Şahin, K., Koç, Ş., 2002. Süt tüketim yapısı: Van ili kentsel alan örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 13(1): 15-21.
- Anonim, 2015. Hane Halkı Tüketim Harcaması (Bölgesel), (<http://tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 03.05.2020).



- Anonim, 2016. Hane Halkı Tüketim Harcaması (Bölgesel), (<http://tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 03.05.2020).
- Baş, T., 2008. Anket. Araştırma Yöntemleri Dizisi: 2, Seçkin Yayıncılık, 5. Baskı, Ankara.
- Bayat, B., 2014. Uygulamalı Sosyal Bilim Araştırmalarında Ölçme, Ölçekler Ve “Likert” Ölçek Kurma Tekniği. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 16/3,1-24.
- Black, R.E., Williams, S.M., Jones, I.E., Goulding, A., 2002. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health, The American Journal of Clinical Nutrition. 76(3):675-680pp.
- Çebi, K., Özyürek, S., Türkyılmaz, D., 2018. Süt ve süt ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Erzincan ili örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 28(1): 70-77.
- Çelik, Y., Karlı, B., Bilgiç, A., Çelik, Ş., 2005. Şanlıurfa ili kentsel alanda tüketicilerin süt tüketim düzeyleri ve süt tüketim alışkanlıkları. Tarım Ekonomisi Dergisi. 11: 5-12.
- Demircan, V., Örmeci, M.Ç., Kızılyar, G., 2011. Isparta ilinde ailelerin ambalajlı ve açık süt tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 6(2): 39-47s.
- Erbay, E., 2019. Toplumda çiğ sütün tercih nedenleri ve ambalajlı sütlerle kalite ve sağlık riskleri açısından karşılaştırılması. T.C. Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, s.160, İstanbul.
- Erdal, G., Tokgöz, K., 2011. Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim tercihlerini etkileyen faktörler: Erzincan ili örneği. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 13 (20): 111-115
- Gözener, B., Sayılı, M., 2013. Tüketicilerin açık süt ve süt ürünleri tüketim tercihlerinin incelenmesi: Tokat-Turhal ilçesi örneği. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi. 1, 160-175.
- Güneş, Y., 2019. Tekirdağ ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünlerine yönelik algılarının ve tutumlarının belirlenmesi. T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S. 81. Tekirdağ.
- Kahraman, E.M., 2016. İçme sütü tüketim alışkanlıkları ve marka seçiciliğinde etkili faktörlerin analizi: İzmir ili örneği. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. s.234. İzmir.
- Kaplanoğlu, E., 2014. Mesleki stresin temel nedenleri ve muhtemel sonuçları: Manisa ilindeki SMMM'ler üzerine bir araştırma. Muhasebe ve Finansman Dergisi. Ekim 2014, 131-150.
- Karakaya, E., Akbay, C., 2013. İstanbul ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 27 (1): 65-77s.
- Karakaya, E., Akbay, C., 2014. İstanbul ili kentsel alanda tüketicilerin açık ve paket süt tüketim alışkanlıkları. Tarım Ekonomisi Dergisi. 20(1), 17-27.
- Metin, M., 2012. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Rektörlük Yayınları, İzmir, 802s.
- Niyaz, Ö.C., İnan, İ.H., 2016. TR22 Güney Marmara Bölgesindeki tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim düzeylerinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 4 (2): 7–13
- Ocak, S., Önder, H., 2014. Süt ürünlerinde tüketici tercihini etkileyen faktörler ve gıda güvenliği bilinci. Hayvansal Üretim. 55(2): 9-15.
- Oğuz, C., Küçükçongar, M., 2002. Konya ili Selçuklu ilçesi hane halkının süt ve süt ürünleri tüketim ve satın alma davranışları. Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi, 18-20 Eylül, Erzurum, s. 217-224.
- Onurlubaş, E., Çakırlar, H., 2016. Tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 7(1): 217-242.
- SETBİR, 2018. Türkiye Süt, Et, Gıda Sanayicileri ve Üreticileri Birliği. (<http://www.setbir.org.tr/>) (Erişim tarihi: 03.03.2020).
- Şimşek, O., Çetin, C., Bilgin, B., 2005. İstanbul ilinde içme sütü tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2: 23-35.
- Ulusal Süt Konseyi, 2018. Türkiye Süt Sektör İstatistikleri Özet Raporu. (<https://ulusalsutkonseyi.org.tr>) (Erişim tarihi: 03.03.2020).
- Uzundumlu, A.S., Birinci, A., 2013. Tüketicilerin açık süt tüketimini etkileyen faktörlerin analizi: Erzurum ili örneği. Alın Teri Zirai Bilimler Dergisi. 25(2): 1-12s.
- Ünal, R.N., Besler, T., 2012. Beslenmede Sütün Önemi. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727, Ankara, 40s.







Araştırma Makalesi/Research Article

**Koca Fiğ (*Vicia narbonensis* L.) ile İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum* L.) Karışımlarının Silaj Kalitesinin Belirlenmesi**

Hanife Mut<sup>1</sup>  Erdem Gülümser<sup>2\*</sup>  Medine Çopur Doğrusöz<sup>3</sup>  Uğur Başaran<sup>4</sup> 

<sup>1,2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye.

<sup>3,4</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye.

\*Sorumlu yazar: erdem.gulumser@bilecik.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.06.2020

Kabul Tarihi: 15.09.2020

**Öz**

Bu çalışma, koca fiğ “KF” (*Vicia narbonensis* L.) ile İtalyan çimi “İÇ” (*Lolium multiflorum* L.) karışımlarının (%100:0, 80:20, 60:40, 40:60 ve 20:80) silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Hasat edilen bitkiler 2 cm boyutunda parçalandıktan sonra plastik bidonlara doldurulmuş ve 45 gün süre ile 25±2 °C’de fermantasyona bırakılmıştır. Silaj örneklerinde; kuru madde, pH, ham protein oranı, laktik asit, asetik asit, bütirik asit, potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), ve demir (Fe) içerikleri belirlenmiştir. Silajların Flieg puanlamalarına göre yalın İtalyan çimi (93.91), %60KF+20İÇ (94.69), %40KF+60İÇ (87.87) ve %20KF+80İÇ (94.51) işlemleri en yüksek değere sahip olmuş ve silaj kalitesi bakımından çok iyi sınıfta yer almıştır. En yüksek ham protein oranı yalın koca fiğ (%16.17) %80KF+20İÇ (%14.77) ve %60KF+40İÇ (%14.27) işlemlerinde belirlenmiştir. Silajlarda asetik asit değeri % 0.010-0.061 arasında değişmiştir. En yüksek laktik asit içeriği %60KF+40İÇ (% 3.090) ve %20KF+80İÇ (% 3.975) işlemlerinden elde edilmiştir. Silajların K, P, Ca, Mg ve Fe içerikleri sırasıyla, %1.406-1.884, %0.277-0.311, %0.287-0.617, %0.257-0.334 ve 45.53-123.87 ppm arasında değişmiştir. Sonuç olarak, kalite özellikleri göz önüne alındığında, koca fiğ ile İtalyan çiminin 60+40 karışımı diğer işlemlere oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Koca fiğ, İtalyan çimi, karışım, silaj, kalite.

**Determination of Silage Quality of Narbon Vetch (*Vicia narbonensis* L.) and Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) Mixtures**

**Abstract**

The aim of current study was to determine silage quality traits of narbon vetch “NV” (*Vicia narbonensis* L.) and ryegrass “R” (*Lolium multiflorum* L.) mixtures (100:0, 80:20, 60:40, 40:60 and 20:80%). The harvested plants were chopped in size of 2 cm, and they filled into plastic bags, and then they were fermentation at 25±2 °C for 45 days. In this study; dry matter, pH, crude protein, lactic acid, acetic acid, butyric acid, potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and iron (Fe) contents were determined. According to the Flieg score, sole ryegrass (93.91), 60NV+40R% (94.69), 40NV+60R% (87.87), and 20NV+80R% (94.51) silages have the highest value and, they were in good quality class of silage. The highest crude protein content was determined in sole narbon vetch (16.13%), 80NV+20R% (14.77%) and 60NV+40R% (14.27%). The acetic acid of the silages ranged between 0.010-0.0614%. The highest lactic acid was determined in 60NV+40R (3.090%) and 20NV+80R% (3.975%). K, P, Ca, Mg ve Fe content of silages ranged between 1.406-1.884%, 0.277-0.311%, 0.287-0.617%, 0.257-0.334% and 45.53-123.87 ppm. As a result, it was determined that the mixture of narbon vetch and ryegrass 60+40 was better than other mixtures in terms of silage quality.

**Keywords:** Narbon vetch, ryegrass, mixture, silage, quality.

**Giriş**

Türkiye’de 2018 yılı verilerine göre, 19.042.278 BBHB (büyükbaş hayvan birimi) bulunmakta olup, bu hayvan varlığının yaşama payı ihtiyaçlarının karşılanması için yıllık 86.880 milyon ton kaliteli kaba yem gereksinimi bulunmaktadır. Ülkemizde yem bitkileri tarımından 16.373 milyon ton ve çayır-mera alanlarından 14.617 milyon ton olmak üzere toplam 30.990 milyon ton on kaba yem üretimi mevcuttur. Ortaya çıkan kaba yem açığı ise 55.890 milyon tondur (Acar ve ark., 2020). Bu açığın kapatılmasında ise sap, saman ve kavuz gibi yem kalitesi düşük yemlerin rasyonlara dâhil edildiği de bilenen bir gerçektir.



Hayvancılık işletmelerinde yem maliyetleri karlılığı belirleyen önemli bir etkidir. Nitekim yem maliyeti bir işletmenin toplam giderinin % 70’lik kısmını oluşturmaktadır. Dolayısıyla bir işletmenin kaba yem maliyeti ne kadar az ise, karlılık oranı da o kadar fazladır (Yaylak ve Alçiçek 2003). Bu nedenle, bitkisel ve hayvansal üretimin aynı işletme bünyesinde birbiri ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Hayvancılık için gerekli olan kaba yem ihtiyacı, çayır ve meralar ile tarla tarımından elde edilen yeşil ot, kuru ot, silaj ve haylal gibi kaynaklardan sağlanmaktadır. Havalarda sıcak olduğu dönemlerde kaba yemin kaynağı olarak çayır-meralar ön plana çıkarken, havalarda soğumaya başlamasıyla birlikte kış aylarında tüketilmek üzere kaba yem kaynağı olarak ise tarla alanlarından biçilip kurutulan otlar ile silaj yaygın hale gelmiştir. Özellikle son zamanlarda ülkemizde silaj yapma miktarındaki artış, silaja verilen önemin arttığının da bir göstergesidir.

Silaj yapılacak bitkilerde; ham protein, kuru madde oranı ve karbonhidrat içeriği silaj açısından önemlidir. Baklagillerin protein içerikleri yüksek, karbonhidrat içerikleri ise düşüktür. Bu da silajda istenen bir asit olan laktik asit üretimini düşürürken, fermantasyon sırasında üretilen asidi de nötrleştirdiğinden pH istenen düzeyde olmamaktadır (Goodrich ve Meiske, 1985). Diğer taraftan buğdaygillerin ise protein içeriği azdır. Bu nedenle baklagiller ile buğdaygillerin belli bir oranda karıştırılarak silolanması silaj kalitesi açısından önem teşkil etmektedir. Dumlu ve Tan (2009), farklı baklagil ve buğdaygil karışımlarından elde edilen silajların süt asidi bakterilerinin çoğalmasını sağlayarak, daha kaliteli ürün oluştuğunu bildirmişlerdir.

Dünya üzerinde yaklaşık olarak 150 adet fiğ türü bulunmaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2009). Kaba yem içerisinde önemli bir yere sahip olan fiğlerin protein oranı yüksek, karbonhidrat içerikleri ise düşüktür. Fiğ türleri içerisinde hayvan besleme açısından önemli bir yere sahip olan koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) bitkisinin gövdesi odunsu yapıda olduğundan dolayı diğer fiğ türlerine göre yatmaya karşı dayanıklıdır (İptaş ve Yılmaz, 1999). Koca fiğ yem amaçlı kullanımı yanı sıra yeşil gübre bitkisi olarak da değerlendirilmektedir (El-Bok ve ark., 2017).

İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* L.) geniş yapraklı, çok lezzetli ve kolay sindirilebilen tek yıllık bitki olup, yüksek rakıma sahip yerlerde iki yıllık özellik de gösterebilmektedir. İtalyan çiminin enerji ve protein değeri yüksek olup, yeşil ot, kuru ot ve silajlık olarak değerlendirilebilmesi de mümkündür.

Bu çalışmada koca fiğ ile İtalyan çiminin yalın ve ikili karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) ile İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum* L.) yalın ve 4 farklı karışımının (%80:20, 60:40, 40:60 ve 20:80) silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Tarla denemesi, 2018–2019 vejetasyon döneminde Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Uygulama ve Araştırma arazisinde yürütülmüştür.

Çalışmanın yürütüldüğü Bilecik ilinin uzun yıllar ortalaması olarak yağış toplamı 358.4 mm iken, 2018-2019 yılında 224.1 mm olmuştur. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 9.53 °C, 2018-2019 döneminde 10.24 °C olarak tespit edilmiştir. İlin uzun yıllar ortalama nispi nem değeri % 69.57 iken, 2018-2019 döneminde ise % 71.38 olmuştur (Çizelge 1).

Deneme alanının toprak özellikleri incelendiğinde, killi tınlı bünyeye sahip, pH bakımından hafif alkali (7.79), orta seviyede kireçli (%7.69) ve hafif tuzlu ( % 0.039) olduğu belirlenmiştir. Yarıyıllık fosfor içeriği (25.74 kg/da) ile potasyum değeri fazla olup (160.5 kg/da) organik madde miktarı az ( %1.22) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada silaj materyali olarak koca fiğın “Dikili” İtalyan çiminin ise “Efe 82” çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler ayrı ayrı olacak şekilde ekilmiş olup, ekim ile birlikte her iki bitki için de dekara 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde DAP (diamonyum fosfat) gübresi verilmiştir. Hasat koca fiğın alt baklaların oluştuğu dönemde, İtalyan çimi ve karışımlarda ise İtalyan çiminin hasat zamanı olan süt olum dönemi baz alınmıştır. Farklı araştırmacılar baklagil + tahıl karışımları ile yapılan denemelerde tahılların hasat dönemi dikkate alınarak biçim yapıldığını bildirmektedir (Mut ve ark., 2015; Mut ve ark., 2018; Başaran ve ark., 2018; Can ve ark., 2019). Bu dönemde koca fiğ ise alt baklalarını doldurmaya başlamıştır. Hasat edilen bitkiler bir miktar soldurulduktan sonra 2 cm boyutunda (Alaca ve Özaslan Parlak, 2017) parçalanmış ve karışım oranları baz alınarak 2 kg’lık plastik bidonlara 3



tekerrür olacak şekilde doldurulmuştur. Ağızları hava almayacak şekilde iyice kapatılan silaj örnekleri 25±2 °C’de 45 gün süre ile fermantasyona bırakılmıştır.

Çizelge 1. Bilecik İli Uzun Yıllar ve 2018-2019 Vejetasyon Dönemi İklim Verileri\*

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)		Toplam yağış (mm)		Ortalama nispi nem (%)	
	Uzun yıllar ortalaması	2018-2019	Uzun yıllar ortalaması	2018-2019	Uzun yıllar ortalaması	2018-2019
Eylül	18.4	19.6	22.9	77.2	62.9	69.1
Ekim	13.8	14.8	40.5	23.4	68.5	73.6
Kasım	9.0	9.7	37.2	14.2	71.1	75.9
Aralık	4.5	3.6	55.9	33.9	76.0	85.0
Ocak	2.4	3.5	50.1	5.3	76.5	77.1
Şubat	3.7	4.7	42.0	1.8	73.2	75.2
Mart	6.4	7.6	47.3	13.2	69.3	61.3
Nisan	11.5	10.8	41.8	30.8	64.2	65.4
Mayıs	16.1	17.9	47.7	24.3	64.5	59.9
<b>Top/Ort.</b>	<b>9.53</b>	<b>10.24</b>	<b>358.4</b>	<b>224.1</b>	<b>69.57</b>	<b>71.38</b>

\*Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü.

Silajlar yapıldıktan 45 gün sonra açılarak, 20 g örnek alınmış ve üzerine 100 ml saf su ilave edilerek blender yardımıyla karıştırılmış ve filtre kâğıdından süzülmüştür (Başaran ve ark., 2018). Elde edilen silaj suyunun pH’sı dijital pH metre ile ölçülmüştür. Silaj örnekleri etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak silajların kuru madde oranları belirlenmiştir.

Kuru madde ve pH değerleri belirlendikten sonra Kılıç (1984) tarafından belirtilen aşağıdaki formül yardımı ile Flieg puanları hesaplanmıştır.

Flieg Puanı:  $220 + (2 \times \% \text{ Kuru Madde} - 15) - 40 \times \text{pH}$

Flieg puanına göre silajların kalite sınıfları belirlenmiştir. Buna göre Flieg puanı 81-100 arasında ise pekiyi, 61-80 arasında ise iyi, 41-60 arasında ise orta, 21-40 arasında ise düşük ve 0-20 arasında ise kötü sınıfta yer almıştır.

Açılan silajlardan alınan örnekler 60°C’de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutulmuş ve laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Daha sonra bu örneklerin Kjeldahl yöntemi ile toplam N değerleri belirlenmiş ve bu değerler 6.25 katsayısı ile çarpılması ile protein oranları tespit edilmiştir.

Silajların laktik, asetik ve bütirik asit analizleri, HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografi) cihazı ile yapılmış, potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe) içerikleri ise ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometre) cihazı ile belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre analiz edilmiş, grup ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Kuru madde, pH ve Flieg puanları yönünden silajlar arasında çok önemli ( $P < 0.01$ ) farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek kuru madde oranı %37.66 ile yalın İtalyan çimi, en düşük ise %30.53 ile yalın koca fiğ silajlarında belirlenmiştir. Panyasak ve Tumwasorn (2013) kaliteli silajın %25-40 kuru madde içermesi gerektiğini belirtmişlerdir. Eğer silaj % 40’tan fazla kuru madde içeriyorsa, yüksek selüloz ve hemiselüloz içerir ve yemin lezzetliliği azalır. Eğer silaj düşük kuru madde içeriğine sahip ise, silajın karbonhidrat içeriği düşmektedir. Çalışmada silajların hepsi istenen seviyelerde kuru madde oranına sahip olmuşlardır.

Silajların pH değeri 4.47 ile 4.79 arasında değişim göstermiştir. Silajın pH’sı fermantasyonun başarıyla tamamlandığını gösteren değerlerden birisidir (Alaca ve Özaslan Parlak, 2017). Filya (2001) silaj üzerine olumsuz etkiye bulunan *enterobacteria* mikroorganizmaları ile *clostridial* sporlarının çoğalmaması için pH’nın 5’in altına düşmesi gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada silajlarda belirlenen



pH değerleri bu krtik seviyenin altında olmuştur. Flieg puanı silajların kalite sınıfını belirlemektedir. Belirlenen Flieg puanlamasına göre yalın koca fiğ ve %80KF+20İÇ silajları dışında kalan işlemler aynı istatistiksel grupta yer almış ve silajlar iyi ve pekiyi kalite sınıfında yer almıştır. Başaran ve ark. (2018) mürdümüğün arpa ve yulaf ile yalın ve ikili karışımlarına ait silajlarının kalite sınıflarının orta ve iyi arasında değiştiğini bildirmiştir. Çizelge 2’de yalın koca fiğ dışındaki tüm silajların çok iyi olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Silajlarının kuru madde oranı, pH, Flieg puanları ve kalite sınıfları

Karışımlar	Kuru madde**	pH**	Flieg puanı**	Silaj kalite sınıfı
100KF	30.53 c	4.79 a	74.59 c	İyi
100İÇ	37.66 a	4.66 ab	93.91 ab	Pekiye
80KF+20İÇ	34.11 b	4.64 b	87.61 b	Pekiye
60KF+40İÇ	34.18 b	4.47 c	94.69 a	Pekiye
40KF+60İÇ	33.63 b	4.61 b	87.87 ab	Pekiye
20KF+80İÇ	34.29 b	4.48 c	94.51 ab	Pekiye

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. KF: Koca fiğ; İÇ: İtalyan çimi.

Silajların ham protein, laktik asit ve asetik asit içeriklerinin yer aldığı Çizelge 3 incelendiğinde, silajlar üzerinde işlemlerin etkisinin çok önemli ( $p<0.01$ ) olduğu görülmektedir. Silajlarda istenmeyen ve kaliteyi bozan bir asit olan bütirik aside rastlanılmamıştır. En yüksek ham protein oranları yalın koca fiğ (%16.17), % 80KF+20İÇ (%14.77) ve %60KF+40İÇ (%14.27), en düşük ise yalın İtalyan çimi (%10.87) ve %20KF+80İÇ (%11.50) silajından elde edilmiştir. Karışımlarda baklagil oranı attıkça ham protein oranı da artmıştır. Silajlarda belirlenen en yüksek laktik asit içeriği %20KF+80İÇ (%3.975) ve %60KF+40İÇ (%3.090) karışımlarında belirlenirken, en düşük değer ise %1.046 ile yalın koca fiğ silajında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Alçiçek ve Özkan (1996) ile Açıkgöz (2002) laktik asit bakterilerinin bitki hücrelerindeki besin maddelerinin kullanışlı hale gelmesi için silo yemi içindeki laktik asit oranının % 2 ve üzerinde olması gerektiğini bildirmiştir. Mevut çalışmada yalın koca fiğ (%1.046) ve %80KF+20İÇ (%1.752) karışımı hariç diğer silajların laktik asit içerikleri bu değer üzerinde olmuştur. Silo yeminin niteliğinin belirlenmesi açısından silaj içerisindeki asetik asit miktarı çok önemlidir. Eğer silajda asetik asit miktarı % 0.8’in üzerine çıkarsa, silaj hava alır ve bozulmaya başlar (Kılıç, 1984; Alçiçek ve Özkan, 1996). Buna göre çalışmada silajların asetik asit oranı %0.010 (%60KF+40İÇ) - 0.061 (%80KF+20İÇ) arasında değişmiş ve kritik değer altında kalmıştır (Çizelge 3) Mut ve ark. (2020) yonca ile yem şalgamı, yulaf ve Macar fiği karışımları ile yaptıkları silajların laktik ve asetik asit miktarlarının %0.780-6.570 ve %0.033-0.283 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Silajlarının ham protein, laktik asit ve asetik asit oranları (%)

Karışımlar	HP**	LA**	AA
100KF	16.17 a	1.046 d	0.054 a
100İÇ	10.87 c	2.672 bc	0.026 b
80KF+20İÇ	14.77 a	1.752 d	0.061 a
60KF+40İÇ	14.27 ab	3.090 ab	0.010 d
40KF+60İÇ	12.60 b	2.475 bc	0.016 bc
20KF+80İÇ	11.50 c	3.975 a	0.021 bc

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli, aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. KF: Koca fiğ, İÇ: İtalyan çimi, HP: ham protein oranı, LA: Laktik asit oranı, AA: Asetik asit oranı.

Koca fiğ ile İtalyan çimi yalın ve ikili karışımlarında belirlenen bazı besin elementlerine (K, P, Ca, Mg ve Fe) ait veriler Çizelge 4’de verilmiştir. Buna göre, tüm besin elementleri üzerinde silajların etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. Silajların K içeriği %1.406 (yalın İtalyan çimi) ile %1.901 (%80KF+20İÇ) arasında değişmiştir. Geviş getiren hayvanlar için yemlerde K içeriğinin en az % 0.8 olması gerekmektedir (Tejeda ve ark., 1985). Çalışmada tüm silajların K içerikleri bu değer üzerinde olmuştur. Yozgat ekolojik koşullarında mürdümük ile arpa ve yulaf karışımlarından elde





edilen silajların K oranının %1.64-2.77 (Başaran ve ark., 2018) Samsun ekolojik koşullarında ise orman üçgülü ile yulaf karışımlarının K oranı %1.665-2.225, arasında değişmiştir (Can ve ark., 2019). En yüksek P oranı % 0.314 ile %80KF+20İÇ, en düşük ise %0.277 ile yalnız İtalyan çimi işleminden elde edilmiştir. Kidambi ve ark. (1989) kaba yemlerde P oranının en az % 0.21 düzeyinde olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada tüm silajlar bu değerlerin üzerindedir. Silajların en düşük Ca ve Mg oranları yalnız İtalyan çiminde (sırasıyla %0.287 ve %0.257), en yüksek ise yalnız koca fiğ (sırasıyla %0.617 ve %0.334) silajlarında belirlenmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından baklagil-tahıl karışımları ile yapılan çalışmalarda silajların Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %0.300-1.441 ve %0.118-0.478 arasında değişmiştir (Başaran ve ark., 2018; Can ve ark., 2019; Mut ve ark., 2020).

En yüksek Fe 123.87 ppm ile %60KF+40İÇ silajında, en düşük ise 45.53 ppm ile yalnız İtalyan çimi silajında belirlenmiştir. Ruminant hayvanlar için yemlerde Fe içeriğinin en az 50 ppm olması gerekmektedir (Periguad, 1970; Lamand, 1975). Çalışmada yalnız İtalyan çimi dışındaki tüm silajlar bu değerlerin üzerinde olmuştur.

Çizelge 4. Silajlarının K, P, Ca, Mg (%) ve Fe (ppm) içerikleri

Karışımlar	K**	P**	Ca**	Mg**	Fe**
100KF	1.884 a	0.311 b	0.617 a	0.334 a	54.82 d
100İÇ	1.406 d	0.277 e	0.287 f	0.257 e	45.53 e
80KF+20İÇ	1.901 a	0.314 a	0.598 b	0.331 a	91.52 b
60KF+40İÇ	1.893 a	0.299 c	0.494 c	0.305 c	123.87 a
40KF+60İÇ	1.574 b	0.293 d	0.447 d	0.265 d	77.83 c
20KF+80İÇ	1.499 c	0.300 c	0.391 e	0.318 b	56.63 d

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.. K: Potasyum; P: Fosfor; Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum; Fe: Demir.

### Sonuç

Koca fiğ ile İtalyan çiminin farklı oranlarda karıştırılması ile elde edilen silajlarının kalite özelliklerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada; yalnız koca fiğ dışında kalan silajlar Flieg puanlamasına göre daha üstün performans göstermiştir. Silajların ham protein oranı karışımlarda koca fiğ oranının artması ile artarken, yalnız koca fiğ ile birlikte %80KF+20İÇ ve %60KF+40İÇ karışımları en yüksek ham protein oranına sahip olmuştur. En yüksek laktik asit miktarı %60KF+40İÇ ve %20KF+80İÇ işlemlerinde belirlenmiştir. Besin elementleri değerlendirildiğinde ise, yalnız koca fiğ ve karışımlara ait silajlar, yalnız İtalyan çimi silajına göre daha yüksek değere sahip olmuştur. Bu sonuçlara göre koca fiğ ve İtalyan çiminin karışık olarak silolanması ile elde edilen silajların yalınlara oranla daha iyi performans gösterdiği belirlenmiş olup, tüm kalite kriterleri baz alındığında, %60KF+40İÇ karışımına ait silajın diğer silajlara göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M., Kaymak, G., 2020. Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi. Bildiriler Cilt: 1. 529-553. 13-17 Ocak, Ankara.
- Açıkgöz, E., 2002. Silaj Yapımında Kullanılan Diğer Bitkilerin Tarımı. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı Hasad Yayıncılık, s. 35-57, Ankara.
- Alaca, B., Özaslan Parlak, AÖ., 2017. Mısır, sorgum sudanotu melezi ile soya, börülce ve guarin karışık ekimlerinin silaj verimi ve kalitesine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(1): 99–104.
- Alçıçek A, Özkan K. 1996. Silo Yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 3:(2-3): 191-198.
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., 2009. Fiğler, burçak ve kara mercimek. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 402-434 s. İzmir.
- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M., 2018. Mürdümük +Tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 6(9): 1237-1242.
- Can, M., Kaymak, G., Gülümser, E., Acar, Z., Ayan, İ., 2019. Orman üçgülü yulaf karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. 34: 371-376.
- Dumlu, Z., Tan, M., 2009. Erzurum şartlarında yetişen bazı baklagil yem bitkileri ve karışımlarının silaj değerlerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 40(2), 15-21.



- El-Bok, S., Jabri, C., Ben-Brahim, T., Lamine, O., ElGazzah, M., Zoghلامي-Khélil, A., 2017. Pod, seed traits and cytotoxic studies of some *Vicia narbonensis* L. accessions (Fabaceae). *Saudi Journal of Biological Sciences*. 24(7): 1689-1696.
- Filya, İ., 2001. Silaj teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Goodrich, RD., Meiske, J.C., 1985. Corn and sorghum silages. Iowa State University Press: 527-536 s. Iowa, U.S.A.
- İptaş, S., Yılmaz, M., 1999. Tokat şartlarında yetiştirilen değişik Macar fiği+tritikale karışım oranlarının verim ve kaliteye etkileri. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 9(2): 105-113.
- Kılıç, A., 1984. Silo yemi. Bilgehan Basımevi. İzmir.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Gricgs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca +Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*. 42: 316-322.
- Lamand, M.I., 1975. Symtoms de carence et roles des oligo-elements chez 1 animal: Diagnostic Clinique. II. Nations de digestibility et teneurs recommandees dans laration: prophylaxie et yraite mets. *Oligo Elemnts. No special Bull. Trech. CRVZde theix 1*: 5-13.
- Mut, Z., Akay, H., Erbaş, Ö.D., 2015. Hay yield and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin. *International Journal of Plant Production*. 9(4): 507-522.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Akay, H., 2018. Evaluation of hay yield and quality traits of oat genotypes grown at different locations. *Revista de la Facultad de Agronomia*. 35: 168-187.
- Mut, H., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M., Başaran, U., 2020. Değişik arkadaş bitkilerin yonca silaj kalitesine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*. 23 (4): 975-980.
- Panyasak, A., Tumwasorn, S., 2013. Effect of moisture content and storage time on sweet. *Walailak Journal of Science and Technology*. 12 (3): 237-243.
- Periguad, S., 1970. Les carences en oligo-elements chez les ruminants en france leurdiagnost.les problems soulevés par l'intensification fourragere. *Ann. Agron*. 21: 635 – 669.
- Tejada, R., Codowell, LR., Martin, M.F.G., Concard, J.H., 1985. Mineral element analyses of various tropical forages in Guatemala and their relationship to soil concentrations. *Nutrition Reports International*, 32: 313-323.
- Yaylak, E., Alçiçek, A., 2003. Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı: Mısır silajı. *Hayvansal Üretim*. 44(2): 29-36.



Araştırma Makalesi/Research Article

## Şekerpancarı ve Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Karbon Stokları ile Bazı Fizikokimyasal Özellikleri: Kırklareli-Babaeski ve Balıkesir-Altıeylül Örnek Çalışmaları

Mehmet Parlak<sup>1\*</sup>

Timuçin Everest<sup>2</sup>

Yakup Çıkkılı<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale.

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale.

\*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.05.2020

Kabul Tarihi: 17.11.2020

### Öz

Küresel iklim değişikliğiyle mücadele etmenin yollarından birisi de toprakların karbon stoklarını artırmaktır. Bu araştırmanın amacı şekerpancarı (*Beta vulgaris* L.) ve sarımsak (*Allium sativum* L.) tarlalarındaki toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemektir. Toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmış ve tekstür, hacim ağırlığı, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, toplam N, alınabilir P, K, Fe, Cu, Mn, Zn gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarında organik karbon stokları 33.57 ton/ha ve sarımsak topraklarında ise bu değer 30.70 ton/ha olarak saptanmıştır. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının genellikle tınlı bünyeli (kumlu killi tın ve killi tın), nötr ve hafif alkali pH'da ve tuzsuz oldukları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %44.5'i az kireçli ve %22.2'si kireçli sınıfta iken, sarımsak topraklarının %11.1'inin kireçli sınıfta oldukları saptanmıştır. Organik madde içerikleri bakımından şekerpancarı topraklarının %66.7'sinin ve sarımsak topraklarının ise %33.3'ünün az sınıfta oldukları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %55.6'sının toplam N içeriği, %44.4'ünün alınabilir P içeriği, %11.1'i alınabilir Cu içeriği, %70.3'ünün alınabilir Zn içeriği bakımından ve sarımsak topraklarının ise %16.7'sinin toplam N içeriği, %22.3'ünün alınabilir P içeriği, %61.1'inin alınabilir Zn içeriği bakımından yetersiz sınıfta oldukları saptanmıştır. Hem organik karbon stoklarını hem de yetersiz seviyedeki besin maddesi miktarlarını artırmak için ahır gübresiyle birlikte gübre uygulamaları yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Şekerpancarı, sarımsak, toprak karbon stoku, toprak özellikleri

### Carbon Stocks and Physicochemical Characteristics of Sugar Beet and Garlic Cultivated Soils: The Case Studies: Kırklareli- Babaeski and Balıkesir- Altıeylül Abstract

Improved carbon stocks is a method of combat with global climate change. This study was conducted to determine carbon stocks and physicochemical characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) cultivated soils. Soil samples were taken from 0-20 cm soil depth and texture, bulk density, pH, electrical conductivity, lime, total N, available P, K, Fe, Cu, Mn, Zn-like physical and chemical characteristics were determined. Organic carbon stocks were identified as 33.57 ton/ha in sugar beet fields and as 30.70 ton/ha in garlic fields. Sugar beet and garlic fields were generally loamy (sandy-clay-loam and clay-loam) in texture, neutral and slightly alkaline in pH and unsaline. In terms of lime contents, 44.5% of sugar beet fields had low lime contents and 22.2% were limy; 11.1% of garlic fields were limy. In terms of organic matter contents, 66.7% of sugar beet fields and 33.3% of garlic fields had low organic matter contents. For sugar beet fields, 55.6% were insufficient in total N, 44.4% in available P, 11.1% in available Cu, 70.3% in available Zn. For garlic fields, 16.7% were insufficient in total N, 22.3% in available P, 61.1% in available Zn. It was recommended based on present findings that livestock manure should be applied to sugar beet and garlic fields both to improve carbon stocks and increase insufficient nutrients.

**Keywords:** Sugar beet, garlic, soil carbon stock, soil properties

### Giriş

Sanayi devriminden beri fosil yakıtların aşırı tüketilmesi, tarımsal faaliyetler, ormansızlaşma, kentleşme, sanayileşme, nüfusun hızla artması ve yaşam koşullarının iyileşmesi sonucunda sera gazları emisyonu özellikle karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarı artmaya başlamıştır (Türkeş, 2006). Dünyadaki sıcaklığı güvenilir sınırlar içerisinde tutacak küresel CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 380 ppm olması



gerekirken günümüzde 408 ppm'e yükselmiş durumdadır (Demirsoy, 2019). Atmosferdeki CO<sub>2</sub>'in artması iklim değişimini hızlandırmış, toprak ve hava sıcaklığını, toprak nemini ve tarımsal üretimi etkilemiştir. Karasal ekosistemde topraklar en büyük karbon (C) depolama havuzlarıdır. Topraktaki karbon havuzu toprak verimliliği ve sağlığının göstergesi olarak düşünülmekte olup karasal ekosistemlerde üstteki karbon havuzunun küresel karbon döngüsünde çok önemli rolü vardır. Topraktaki karbon stokları, vejetasyon ve atmosferdeki karbon miktarından daha fazla olduğu için toprak organik karbonundaki küçük bir değişim atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda önemli değişime neden olabilir. Topraktaki organik karbon depolanmasını etkileyen faktörlerin iklim, topoğrafya, ana materyal, vejetasyon, arazi kullanımı, toprak yönetimi (gübreleme, sulama), mikroorganizmalar, toprak faunası ile fizikokimyasal toprak özellikleri (toprak tipi, agregasyon, silt ve kil kapsamı, kil mineralojisi ve spesifik yüzey alanı, Fe ve Al oksitler, alınabilir Ca ve Mg içerikleri) olduğu belirtilmiştir (Wiesmeier ve ark., 2019). Almanya'da yapılan bir araştırmada (Mayer ve ark., 2019) ise, tarım topraklarındaki organik karbon stoklarını kontrol eden etmenlerin arazi kullanım tarihçesi, toprak tipi, arazi şekli ve topografik ıslaklık indeksi olduğu saptanmıştır.

Organik karbonun toprakta depolanması karbonun kazanılması ve kaybı arasındaki denge ile ilişkilidir. Biyokütle üretimi, iklimsel değişkenlikler (yağış ve sıcaklık), toprak tekstürü, litoloji, antropojenik özellikler ve amenajman teknikleri toprakta organik karbon depolanması süreçlerini etkileyen faktörlerdir (Albaladejo ve ark., 2013). Türkiye topraklarının 0-30 cm derinliğindeki toplam organik karbon stok miktarının 3.51 milyar ton olduğu hesap edilmiştir. Karbon stok miktarı arazi kullanım türlerine göre değerlendirildiğinde ise orman arazilerinde yaklaşık 56 ton/ha, mera arazilerinde 50 ton/ha ve tarım arazilerinde ise 36 ton/ha olduğu bildirilmiştir (ÇEM, 2018). Atmosferde artan CO<sub>2</sub> emisyonu miktarı ve bu artan emisyonun küresel iklim değişikliğine olan etkileri nedeniyle toprak organik karbon stokları çalışmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Literatürde yapılan birçok çalışma bu alana katkı sağlamıştır ve konunun önemini vurgulamıştır (Ogle ve ark. 2005; Li ve ark. 2007; Wu ve ark. 2010; Gonçaves ve ark. 2017; Chen ve ark. 2019).

Dünya şekerpancarı üretimi 2017 yılında yaklaşık 301 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Rusya Federasyonu, Fransa, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) önemli şeker pancarı üreticileridir. 2017 yılı bitkisel üretim istatistikleri incelendiğinde Türkiye'nin dünya şeker pancarı üretiminin %6.92'sini gerçekleştirdiği görülmektedir (FAO, 2017). Türkiye'de şeker pancarı tarımı, Doğu Karadeniz, Ege ve Akdeniz sahil şeridi, Güneydoğu Anadolu bölgesi dışındaki tüm bölgelerde yapılmaktadır. En fazla üretim sırasıyla Konya, Yozgat ve Eskişehir illerinde gerçekleştirilmektedir (TOB, 2020). Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk şeker pancarı fabrikası, Kırklareli'nin Babaeski İlçesi'nde Atatürk'ün talimatıyla 1926 yılında kurulan Alpullu Şeker Fabrikasıdır (Durukan Kopuz ve Tetik, 2012). Kırklareli'nde 2018 yılında 4 605 ton şeker pancarı üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2019). Şeker pancarı organik maddece zengin, bitki besin maddelerince yüksek, yeterli miktarda su tutabilen ve iyi drenajlı derin topraklarda gelişebilen bir bitki olup asidik pH'lı topraklara karşı çok hassastır. Şeker pancarında en yüksek verim pH 6-8 arasında alınmaktadır (Zengin ve Özbahçe, 2011).

Dünyada hemen hemen her kültüre ait insanlar tarafından bilinen sarımsağın gıda ve baharat sanayinde kullanımı yaygındır. Ayrıca sarımsak pek çok hastalığı tedavi edici ve hastalığa karşı koruyucu olarak da (tüberkülozu önleyici, cüzzam ve menenjitte karşı, sindirimi kolaylaştırıcı, viral enfeksiyonları önleyici, kurşun ve yılan zehirlenmelerinde etkili, afrodizyak, salgın hastalıklardan koruyucu vb.) kullanılan bir sebzedir (Koyuncu, 2012). Dünya sarımsak üretimi 2017 yılında yaklaşık 28.16 milyon ton olup üretimin yaklaşık %80'i Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Çin'den sonra en fazla sarımsak üreten ülke Hindistan'ın dünya üretimindeki payı %6 düzeyindedir. Türkiye ise %0.53'lük pay ile sarımsak üreten ülkeler arasında dünyada 13. sırada yer almıştır (FAO, 2017). Türkiye'de 2018 yılında 117 688 ton kuru sarımsak üretimi gerçekleştirilmiş olup bunun %3.61'i (4250 ton) Balıkesir'de üretilmiştir (TÜİK, 2019). Sarımsak toprak istekleri yönünden seçici olmayan bitki olup bitki besin maddeleri ve organik maddece zengin toprakları ister. Toprak pH'sı 6.5 ile 7.0 arasında olmalıdır. Nötr topraklarda üretim daha başarılıdır (Vural ve ark., 2000).

Türkiye'de şekerpancarı ve sarımsak yetiştirilen toprakların verimlilik durumları ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptayan araştırmalar (Adiloğlu ve Güler, 2002; Taban ve ark., 2004; Akça ve ark., 2017) az sayıda yapılmış olmasına rağmen bu bitkilerin yetiştirildiği toprakların organik karbon stoklarıyla ilgili yayınlanmış araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmanın amacı şekerpancarı ve



sarımsak yetiştirilen toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemektir.

## Materyal ve Yöntem

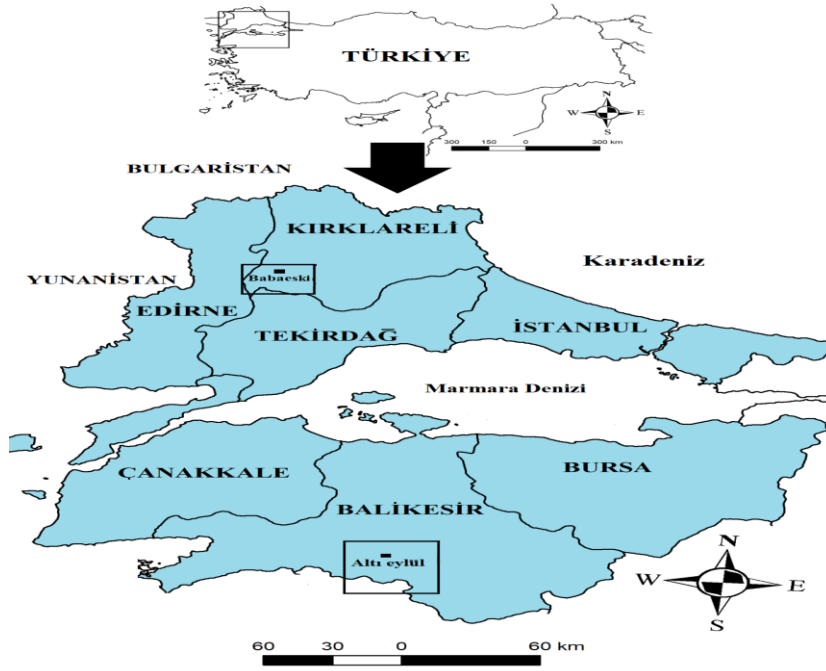
### Çalışma Alanları

Babaeski, Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Bölgesi'nde bulunan Kırklareli iline bağlı bir ilçedir. Babaeski ilçesi, Kırklareli ilçelerinden kuzeyde Merkez, doğuda Lüleburgaz, güneybatıda Pehlivan köy ilçeleriyle birlikte batısında Edirne'nin Havsa ve güneyinde Tekirdağ'ın Hayrabolu ilçeleriyle komşudur (Şekil 1). Babaeski ilçesi 41° 37' 17"– 41° 15' 47" kuzey enlemleri ile 26° 58' 00"- 27° 14' 50" doğu boylamaları arasında yer almaktadır. Babaeski ilçesinde buğday (*Triticum aestivum* L.), ayçiçeği (*Heliantus annuus* L.), arpa (*Hordeum vulgare* L.), mısır (*Zea mays* L.), çeltik (*Oryza sativa* L.), şekerpancarı, yonca (*Medicago sativa* L.) ve kanola (*Brassica napus* L.) yetiştirilmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre (1981-2010) Babaeski'nin yıllık ortalama yağış miktarı 614 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 14°C'dir (DMİ, 2010).

Şekerpancarında ekim 45 cm sıra arası, 20 cm sıra üzeri olacak şekilde pnömatik mibzerle yapılmıştır. Çiftçiler ile yapılan görüşmeler sonucu geleneksel yöntemlere göre ekimle birlikte 25 kg kompoze gübre (20.20.0)/da ile ve daha sonra üst gübre olarak 15 kg üre (%46 N) ile 10 kg kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübresi (%26 N)/da verildiği bilgisi edinilmiştir. Bitkilerde çıkış olduktan sonra bitkiler 3-4 yapraklı olduğunda el çapası ile ilk çapalama yapılmıştır. İlk çapadan 20 gün sonra ise yine el çapasıyla (bitkiler 6 yapraklı olduğunda) ikinci çapalama yapılmıştır. Ekimden hasada kadar geçen sürede yağış yeterli olduğu için iki defa yağmurlama sulama yapılmıştır. Şekerpancarı hasadı Ekim 2018'de yapılmıştır. Babaeski'de örnekleme yapılan topraklar Toprak Kaynakları için Dünya Referans Sistemi'ne göre Haplic Vertisols ve Haplic Fluvisols olarak sınıflandırılmıştır.

Altıeylül ilçesinin kuzeyinde Balıkesir ilinin Karesi, doğusunda Bigadiç, batısında İvrindi ve güneyinde ise Manisa ilinin Kırkağaç ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1). Altıeylül ilçesi 39° 41' 01" – 39° 44' 55" kuzey enlemleri ile 27° 51' 07" – 27° 52' 57" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Altıeylül ilçesinde buğday, yulaf (*Avena sativa* L.), mısır, fiğ (*Vicia sativa* L.), arpa, çavdar (*Secale cereale* L.), yonca ve sarımsak yetiştirilmektedir. Toprak Kaynakları için Dünya Referans Sistemi'ne göre Altıeylül ilçesindeki Pamukçu Köyü toprakları Haplic Vertisols, Çinge Köyü toprakları ise Haplic Calcisols olarak sınıflandırılmıştır. Balıkesir meteorolojisi istasyonu verilerine göre (1981-2010) Altıeylül ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 551 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 14.5 °C'dir (DMİ, 2010). Sarımsak dişleri Ekim 2017'de çift sıralı olarak dikilmiştir. Çift sıralı dikimde 120-150 cm genişliğindeki tahtalar üzerine, sıra üzeri ve sıra arası 10'ar cm mesafe bırakılarak 12-15 sıralı dikimler yapılmıştır. Sarımsak yetiştirilen tarlalara Şubat ayında 25 kg üre (%46 N)/da ve Mart ayında ise 20 kg triple süper fosfat (TSP) (%42-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/da gübreleri uygulanmıştır. Sarımsak bitkilerinin gelişme dönemi, yağışların en yoğun olduğu dönem olduğundan genellikle sulamaya gerek kalmaz. Yağışın yetersiz olduğu dönemlerde ise sulama yapılmaktadır. Yağış yeterli olmadığından sarımsak ekiminden sonra çimlenmeyi sağlamak için bir kez sulama yapılmıştır. Daha sonra ise hasada 20 gün kala 5 günde bir kez yağmurlama sulama yapılmıştır. Sarımsak üretiminde özellikle ilk çapa önemlidir. Bitkiler, 15-20 cm boy aldıklarında yabancı ot gelişimini önlemek, toprağı havalandırmak ve bitkilerin daha iyi gelişmesini sağlamak için, 3-4 cm derinliği geçmeyecek şekilde yüzeysel olarak ilk çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci çapalama ise Nisan ayında yapılmıştır. Hasattan bir hafta önce tel kurduyla (*Agriotes* spp.) mücadele etmek için etken maddesi ve oranı Chlorpyrifos-ethyl %25 olan ilaçtan 1.2 kg/da uygulanmıştır. Mayıs 2018'da sarımsak hasadı yapılmıştır.





Şekil 1. Çalışma alanlarının konumları

### Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma kapsamında şekerpancarı ve sarımsak yetiştiriciliği yapılan alanları en iyi düzeyde temsil etmek için TÜİK, çiftçi kayıt sistemi verileri ve arazi örtüsü esas alınarak örnekleme yapılmıştır. Araştırma; Kırklareli'nin Babaeski ilçesinde en çok şeker pancarı üretimi yapılan 3 köy (Sinanlı Köyü, Pancar Köy ve Alpullu Kasabası) ile Balıkesir'in Altı Eylül ilçesinde en çok sarımsak üretimi yapılan 2 köyde (Pamukçu Köyü ve Çinge Köyü) yapılmıştır. Şeker pancarı tarlalarından 27 bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği (3 köy x 3 tarla x 3 parsel), sarımsak tarlalarından ise 18 bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği (2 köy x 3 tarla x 3 parsel) alınmıştır. (Şekil 2). Şeker pancarı tarlalarında her bir parsel 6 m<sup>2</sup> (3 m x 2 m), sarımsak tarlalarında ise her bir parsel 4 m<sup>2</sup>'dir (2 m x 2 m). Örnekleme yaptığımız şekerpancarı tarlalarının büyüklüğü 4.5 – 46.0 dekar arasında, sarımsak tarlalarının büyüklüğü ise 5 - 8 dekar arasında değişmiştir.

Toprakların fizikokimyasal özelliklerini belirlemek için toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten kürek kullanılarak alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda kurutulan örnekler 2 mm'lik elek yardımıyla analizler için hazırlanmıştır.



Şekil 2. Toprak örnekleri alınan şekerpancarı ve sarımsak tarlaları



### Toprak Analizleri

Analize hazırlanmış olan toprak örneklerinde fiziksel analizlerden tekstür Bouyoucus hidrometre yöntemiyle (Gee ve Or, 2002) ve bir başka fiziksel toprak özelliği olan hacim ağırlığı ise bozulmamış örnek alma kaplarında Grossman ve Reinsch (2002)'ye göre belirlenmiştir.

Kimyasal toprak özelliklerinden olan pH saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile (Thomas, 1996), elektriksel iletkenlik (EC) yine saturasyon çamurunda elektriksel kondaktivimetre aleti (Rhoades, 1996) kullanılarak saptanmıştır. Kireç Scheibler kalsimetresinde açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazının ölçülmesine (Loeppert ve Suarez, 1996) göre, organik madde ve organik karbon ise değiştirilmiş Walkley-Black yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1996) belirlenmiştir. Toplam azot (N) mikro Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1996), alınabilir potasyum (K) 1 N amonyum asetat (NH<sub>4</sub>OAc) çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi (Helmke ve Sparks, 1996) ve alınabilir fosfor (P) ise 0.5 M sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemine (Kuo, 1996) göre belirlenmiştir. Alınabilir mikro elementler [demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn)] ise 0.005 M dietilen triamin penta asetik asit (DTPA), 0.01 M kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) ve 0.1 M tri etanol amin (TEA) çözeltisi ile (pH: 7.3) ekstraksiyon yöntemine göre (Lindsay ve Norwell, 1978) elde edilen süzüklerde İndüktif Eşleşmiş Plazma- Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) aleti yardımıyla belirlenmiştir.

Toprak organik karbon stoku (TOKS) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Blanco-Canqui ve Lal, 2008).

$$\text{TOKS (ton/ha)} = \rho_b \times D \times \text{TOK} \times A \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

$\rho_b$  : Hacim ağırlığı (g/cm<sup>3</sup>)

D : Toprağın alındığı örnekleme derinliği (m)

TOK : Toprak organik karbonu (g/kg)

A : Alan (10 000 m<sup>2</sup>/ha).

### İstatistik Analizler

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tanıtıcı istatistikleri (ortalama, standart sapma, minimum değer, maksimum değer) ile TOKS ve fizikokimyasal parametreler arasındaki korelasyon katsayıları MINITAB 16 paket programında belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmamızda şekerpancarı ve sarımsak tarlalarından alınan toprak örneklerinde belirlenen toplam organik karbon stokları (TOKS) ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 1'de toplu olarak sunulmuştur. Şekerpancarı tarlalarında toplam organik karbon stoku 19.38 – 75.76 ton/ha arasında değişmiş ve ortalama TOKS 33.57 ton/ha olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, sarımsak tarlalarında saptadığımız toplam organik karbon stoku 20.59 – 42.23 ton/ha arasında değişmiş ve ortalama TOKS 30.70 ton/ha olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Evrendilek ve ark. (2004) Akdeniz ekosistemindeki tarım alanlarında organik karbon stokunun 32.64 ton/ha olduğunu bildirmişlerdir. Mayes ve ark. (2014) Konya Havzası'nda yaptıkları araştırmada, tarım alanlarındaki organik karbon stoklarının toprak tipine göre değiştiğini (alüvyalde 52.6 ton/ha, lakustrinde (gölsel) 30.7 ton/ha ve terasta 19.9 ton/ha) belirlemişlerdir. Dengiz ve ark. (2015) Madendere Havzası'ndaki (Kocaeli-Kartepe İlçesi) tarım arazilerindeki yüzey topraklarında (0-20 cm) organik karbon stokunun 38.50 ton/ha olduğunu bildirmişlerdir. Çelik ve Sakin (2017) Adıyaman'ın Kahta İlçesi'nde tıbbi aromatik bitkilerin [adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)] yetiştirildiği topraklarda organik karbon stokunu 37.60 ton/ha olarak rapor etmişlerdir. Budak ve Günel (2018) Yukarı Dicle Havzası'ndaki (Diyarbakır, Batman, Siirt illeri) tarla bitkileri (buğday, mercimek, arpa, mısır, tütün, pamuk) ve sebze bitkileri (domates, biber, patlıcan, fasulye, domates, acur, salatalık, karpuz, çilek) tarımının yapıldığı topraklarda organik karbon stoklarını sırasıyla 28.91 ton/ha ve 38.23 ton/ha olarak hesaplamışlardır. Başka bir araştırmada (ÇEM, 2018) ise; Türkiye'deki tarım alanlarından 9702 toprak örneği alınmış ve tarım alanlarındaki organik karbon stokunun 35.96 ton/ha olduğu belirtilmiştir.

Toprak organik karbon stoklarındaki değişiklik organik maddenin ayrışması, gübreleme gibi karbon girdileri ile erozyon ve yıkanma gibi karbon çıktılara bağlıdır (Meena ve ark., 2020).



Toprakta karbon tutulmasını etkileyen en önemli faktörlerin toprak işleme, ekim nöbeti ve gübreleme olduğu belirtilmiştir (Francaviglia ve ark., 2017). Hasattan sonra şekerpancarı tarlaları Kasım ayında pullukla sürülmüş ve daha sonra kültivatörle toprak işlenmiştir. Ocak ayında tohum yatağı hazırlamak için yine kültivatörden yararlanılmıştır. Şeker pancarı tarımında 3 defa toprak işleme yapılmıştır. Sarımsak tarlalarında ise ilk toprak işleme ekim ayında pullukla yapılmış, arkasından kazayağı ve tırmık çekilmiştir. Toprak işleme toprak çevresindeki su, sıcaklık ve hava koşullarını değiştirdiği için organik maddenin ayrışmasını hızlandırır. Buna ilaveten agregatları parçalayarak toprağı erozyona daha duyarlı hale getirir. Geleneksel toprak işleme artan toprak erozyonu ve toprak strüktürünü bozması nedeniyle toprağın organik karbon havuzunu olumsuz etkileyebilir (Meena ve ark., 2020). Klasik toprak işlemenin yapıldığı Adıyaman'ın Akpınar Köyü ve Gözebaşı Köyü'nde toprak organik karbon stokları sırasıyla 18.50 ton/ha ve 19.20 ton/ha olarak saptanmıştır (Sakin ve ark., 2018). Franko ve Ruehlman (2018) toprak organik karbonundaki artışın tarım topraklarındaki toprak işleme yoğunluğunun azaltılması veya karbon girdilerinin artmasıyla (ahır gübresi ve bitkilerle doğrudan veya mineral gübrelerle dolaylı) artış gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada şeker pancarı arazilerinde TOKS'un sarımsak bitkisine kıyasla görece olarak daha fazla olduğu görülmüştür. Her iki arazi kullanım türünde de benzer geleneksel toprak işleme yöntemlerinin uygulanmasına rağmen bu farkın organik materyaller ile yapılan ilavelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Makineyle yapılan şekerpancarı hasadı ile bitkinin toprak üstü aksamının belirli bir kısmının toprak üstünde kalması bu artışa katkı sağlamış olabilir.

Şekerpancarı dörtlü ekim nöbetine (buğday, ayçiçeği, mısır, şekerpancarı) ve sarımsak ise ikili ekim nöbetine [sarımsak, domates (*Solanum lycopersicum* L.) veya biber (*Capsicum annuum* L.)] girmektedir. Ekim nöbeti uygulamaları monokültüre göre genellikle daha yüksek miktarda toprak organik karbonu girdisi sağlar. Ekim nöbeti uygulaması kök karbon girdisini, toprak mikrobiyal çeşitliliğini ve agregat stabilitesini artırarak toprak organik karbonunun depolanmasında önemli bir rol oynar (Wiesmeier ve ark., 2019). Bölgesel ölçekte bitki çeşitliliğinin toprak organik karbonu birikimiyle pozitif korelasyonlu olduğu saptanmıştır (Lange ve ark., 2015).

Şeker pancarı topraklarının tekstürü killi tın, kil, kumlu killi tın ve kumlu tın; sarımsak topraklarının tekstürü ise kil ve kumlu killi tın olarak saptanmıştır. Şekerpancarı yetiştirilen topraklarda hacim ağırlığı  $1.28 \text{ g/cm}^3$  ve sarımsak yetiştirilen topraklarda ise  $1.16 \text{ g/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Şekerpancarı (n=27) ve sarımsak (n=18) tarlalarından alınan toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Şekerpancarı Tarlası	Sarımsak Tarlası
	Ortalama $\pm$ standart sapma (Minimum – Maksimum)*	Ortalama $\pm$ standart sapma (Minimum – Maksimum)
TOKS (ton/ha)	33,57 $\pm$ 16,94 (19,38 – 75,76)	30,70 $\pm$ 6,82 (20,59 – 42,23)
Kum (%)	34,87 $\pm$ 18,86 (12,25 – 70,00)	36,83 $\pm$ 7,33 (27,19 – 51,00)
Kil (%)	43,25 $\pm$ 16,96 (14,92 – 66,16)	45,63 $\pm$ 8,93 (28,20 – 55,65)
Silt (%)	21,87 $\pm$ 5,15 (12,95 – 32,09)	17,54 $\pm$ 2,69 (14,85 – 23,14)
Hacim ağırlığı ( $\text{g/cm}^3$ )	1,28 $\pm$ 0,16 (1,04 – 1,62)	1,16 $\pm$ 0,09 (1,02 – 1,29)
pH	7,88 $\pm$ 0,22 (7,41 – 8,40)	7,52 $\pm$ 0,14 (7,24 – 7,68)
EC (dS/m)	0,82 $\pm$ 0,19 (0,22 – 1,32)	1,04 $\pm$ 0,22 (0,78 – 1,53)



Kireç (g/kg)	35,5 ± 29,3 (3,0 – 152,0)	170,1 ± 81,9 (47,0 – 291,0)
Organik madde (g/kg)	22,6 ± 11,6 (13,4 – 56,8)	22,9 ± 4,9 (14,8 – 31,9)
Organik karbon (g/kg)	13,13 ± 6,73 (7,77 – 32,94)	13,27 ± 2,86 (8,58 – 18,50)
Toplam N (g/kg)	1,10 ± 0,60 (0,60 – 2,90)	1,20 ± 0,30 (0,70 – 1,60)
Alınabilir P (mg/kg)	11,66 ± 9,04 (1,35 – 35,14)	15,88 ± 9,27 (1,61 – 31,22)
Alınabilir K (mg/kg)	558,5 ± 257,8 (162,5 – 1025,0)	836,8 ± 232,0 (555,0 – 1360,0)
Alınabilir Fe (mg/kg)	0,61 ± 0,28 (0,25 – 1,14)	0,22 ± 0,05 (0,17 – 0,31)
Alınabilir Cu (mg/kg)	0,66 ± 0,24 (0,27 – 1,13)	1,00 ± 0,64 (0,42 – 2,42)
Alınabilir Mn (mg/kg)	12,13 ± 5,78 (6,03 – 26,25)	17,80 ± 5,86 (12,96 – 35,68)
Alınabilir Zn (mg/kg)	0,73 ± 0,65 (0,16 – 2,45)	1,04 ± 0,67 (0,22 – 2,58)

\*: Parantez içindeki rakamlar parametrelere ait minimum ve maksimum değerleri göstermektedir.

Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenliği (EC), kireç, organik madde, toplam N, alınabilir P ve K içeriklerinin dağılımı ve bu özelliklerin yeterlilik sınıflandırmaları Çizelge 2’de toplu olarak verilmiştir. Şekerpancarı ve sarımsak tarlalarından alınan toprakların ortalama pH’ları sırasıyla 7.88 ve 7.52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Örnekleme yapılan toprakların tamamı pH ve EC değerleri bakımından tekdüze topraklardır. Her iki bitkinin yetiştiği tarlalardan örneklenen toprakların hiçbirisinde tuzluluk sorunuyla karşılaşılmamıştır. Şekerpancarı topraklarının %29.6’ında orta seviyede ve %3.7’inde fazla seviyede kireç saptanmışken sarımsak topraklarının %50.0’si fazla kireçli ve %16.7’si çok fazla kireçli sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Sarımsak topraklarının ana materyali kireçtaşı olduğundan kireç kapsamları da genellikle yüksek belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının organik madde içerikleri 13.4 ile 56.8 g/kg arasında değişerek ortalama 22.6 g/kg olduğu, toplam N içerikleri ise 0.60 g/kg ile 2.90 g/kg arasında değişerek ortalama 1.10 g/kg olduğu belirlenmiştir. Sarımsak topraklarının organik madde içerikleri 14.8 g/kg ile 31.9 g/kg arasında ve toplam N içerikleri ise 0.70 g/kg ile 1.60 g/kg arasında değişmiştir. Şekerpancarı topraklarının alınabilir P içeriklerinin 1.35 mg/kg ile 35.14 mg/kg arasında değiştiği ve toprakların %11.1’i çok az, %33.3’ü az, %48.2’si yeterli ve %7.4’ü fazla sınıfında alınabilir P kapsadığı saptanmıştır. Sarımsak topraklarının alınabilir P içeriklerinin ise 1.61 mg/kg ile 31.22 mg/kg arasında değiştiği ve sarımsak topraklarının %5.6’sı çok az, %16.7’si az, %55.6’sı yeterli ve %22.2’si fazla sınıfında alınabilir P kapsadıkları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %11.1’inde yeterli, %85.2’inin fazla ve %3.7’sinin ise çok fazla seviyede alınabilir K kapsadıkları belirlenirken, sarımsak topraklarının ise %16.7’sinde fazla ve %83.3’ünde çok fazla seviyede alınabilir K içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 2).



Çizelge 2. Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının kimyasal özellikleri ile bazı bitki besin elementi içeriklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Özellik	Sınır Değerleri	Tanımlama	Şeker pancarı toprakları (%)	Sarımsak toprakları (%)
Toprak reaksiyonu (Anonim, 1988)	< 4,5	Kuvvetli asit	–	–
	4,5 – 5,5	Orta asit	–	–
	5,5 – 6,5	Hafif asit	–	–
	6,5 – 7,5	Nötr	3,7	38,9
	7,5 – 8,5	Hafif alkali	96,3	61,1
> 8,5	Kuvvetli alkali	–	–	
Elektriksel iletkenlik (EC, dS/m) (Richards, 1954)	< 2	Tuzsuz	100,0	100,0
	2 – 4	Hafif tuzlu	–	–
	4 – 8	Orta tuzlu	–	–
	8 – 15	Çok tuzlu	–	–
CaCO <sub>3</sub> (g/kg) (Anonim, 1988)	< 10	Az kireçli	44,5	–
	10 – 50	Kireçli	22,2	11,1
	50 – 150	Orta	29,6	22,2
	150 – 250	Fazla	3,7	50,0
> 250	Çok fazla	–	16,7	
Organik madde (g/kg) (Anonim, 1988)	< 10	Çok az	–	–
	10 – 20	Az	66,7	33,3
	20 – 30	Orta	18,5	61,1
	30 – 40	İyi	3,7	5,6
> 40	Yüksek	11,1	–	
Toplam N (g/kg) (FAO, 1990)	< 0,45	Çok az	–	–
	0,45 – 0,90	Az	55,6	16,7
	0,90 – 1,70	Yeterli	29,6	83,3
	1,70 – 3,20	Fazla	14,8	–
> 3,20	Çok fazla	–	–	
Alınabilir P (mg/kg) (FAO, 1990)	< 2,5	Çok az	11,1	5,6
	2,5 – 8,0	Az	33,3	16,7
	8 – 25	Yeterli	48,2	55,6
25 – 80	Fazla	7,4	22,2	
Alınabilir K (mg/kg) (FAO, 1990)	< 50	Çok az	–	–
	50 – 110	Az	–	–
	110 – 290	Yeterli	11,1	–
	290 – 1000	Fazla	85,2	16,7
> 1000	Çok fazla	3,7	83,3	





Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin dağılımı ve bu özelliklerin yeterlilik sınıflandırmaları Çizelge 3'te verilmiştir. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının tamamı alınabilir Fe içeriği bakımından çok az seviyede belirlenmiştir. Yüksek pH'ya (pH 7.4 – 8.5) sahip topraklarda alınabilir Fe miktarı azalmaktadır. Kireçli alkalın topraklarda çözünebilir şekilde Fe miktarı aşırı derecede düşük olabilmekte ve bunun bir yansıması olarak bu topraklarda yetiştirilen bitkilerde Fe noksanlığı belirtileri daha sık ve yaygın şekilde görülebilmektedir (Kacar, 2019). Bu sorunu gidermek için Fe-kilyetler toprağa uygulanmalı veya ahır gübresi uygulaması teşvik edilmelidir. Sonuçlar alınabilir Cu içeriği yönünden incelendiğinde; şeker pancarı topraklarının %11.1'i az, %55.6'sı yeterli ve %33.3'ü fazla sınıfında yer alırken, sarımsak topraklarının %50'si yeterli ve %50'si de fazla sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Toprağa uygulanan gübre ve tarım ilaçlarının tarım topraklarındaki Cu'nun kaynağı olduğu bazı araştırmacılar (Parlak ve ark., 2019; Li ve ark., 2020) tarafından belirtilmiştir. Alınabilir Mn içeriği bakımından şekerpancarı ve sarımsak topraklarının tamamının çok fazla seviyede olduğu belirlenmiştir. Manganyum toprakta biyoyararlılığına toprak pH'sı, redoks tepkimeleri, mikrobiyal aktivite, gelişme ortamının sıcaklığı, toprağın su kapsamı ve bitki özellikleri gibi çeşitli etmenler etki etmektedir (Kacar, 2019). Şekerpancarı topraklarının alınabilir Zn içeriği bakımından %55.5'inin çok az, %14.8'inin az ve %29.7'inin yeterli sınıfında bulunduğu, sarımsak topraklarının ise alınabilir Zn içeriği bakımından %22.2'inin az, %38.9'unun az ve %38.9'unun yeterli sınıfında olduğu saptanmıştır. Araştırmamızdaki bu sonuçlar toprak analiz sonuçlarına göre gübreleme yapılması gerektiğini ve çiftçilerin bu konuda bilinçlendirilmesinin şart olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3. Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının alınabilir mikro element içeriklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Özellik	Sınır Değerleri	Tanımlama	Şeker pancarı toprakları(%)	Sarımsak toprakları(%)
Alınabilir Fe (mg/kg) (FAO, 2008)	< 2	Çok az	100,0	100,0
	2 – 4	Az	–	–
	4 – 6	Yeterli	–	–
	6 – 10	Fazla	–	–
	> 10	Çok fazla	–	–
Alınabilir Cu (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,1	Çok az	–	–
	0,1 – 0,3	Az	11,1	–
	0,3 – 0,8	Yeterli	55,6	50,0
	0,8 – 3,0	Fazla	33,3	50,0
	> 3,0	Çok fazla	–	–
Alınabilir Mn (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,5	Çok az	–	–
	0,5 – 1,2	Az	–	–
	1,2 – 3,5	Yeterli	–	–
	3,5 – 6,0	Fazla	–	–
	> 6,0	Çok fazla	100,0	100,0
Alınabilir Zn (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,5	Çok az	55,5	22,2
	0,5 – 1,0	Az	14,8	38,9
	1,0 – 3,0	Yeterli	29,7	38,9
	3,0 – 5,0	Fazla	–	–
	> 5,0	Çok fazla	–	–



Şekerpancarı ve sarımsak tarımı yapılan toprakların organik karbon stokları (TOKS) ile fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısına göre belirlenmiştir. Şeker pancarı topraklarında; TOKS ile toprak organik maddesi ( $r= 0.950$ ), toplam N kapsamları ( $r= 0.951$ ) ve silt kapsamı ( $r= 0.581$ ) arasında önemli pozitif ilişki belirlenmiştir. Yaşar Korkanç ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada organik karbon ile silt arasındaki korelasyon katsayısının ( $r=0.474$ ) önemli olduğunu saptamışlardır. Şekerpancarı topraklarının kireç kapsamları ( $r= 0.139$ ), pH ( $r= -0.052$ ), EC ( $r= -0.175$ ), kum ( $r= -0.296$ ) ve kil kapsamları ( $r= 0.152$ ), hacim ağırlığı ( $r= 0.222$ ), alınabilir P ( $r= -0,260$ ), alınabilir K ( $r= -0.133$ ), alınabilir Fe ( $r= -0.253$ ), alınabilir Cu ( $r= -0.092$ ), alınabilir Mn ( $r= -0.075$ ) ve alınabilir Zn ( $r= -0,140$ ) kapsamları ile TOKS miktarı arasında belirlenen ilişkilerin değişimleri önemli bulunmamıştır. Sarımsak topraklarında; TOKS ile organik madde ( $r= 0.930$ ) ve toplam N kapsamları ( $r= 0.834$ ) arasında önemli pozitif ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte, sarımsak topraklarının kireç kapsamı ( $r= 0.373$ ), pH ( $r= -0.007$ ), EC ( $r= -0.167$ ), kum ( $r= 0.195$ ), kil ( $r= -0.160$ ), silt ( $r= -0.001$ ) kapsamları, hacim ağırlığı ( $r= 0.306$ ), alınabilir P ( $r= 0.215$ ), alınabilir K ( $r= 0,289$ ), alınabilir Fe ( $r= 0.147$ ), alınabilir Cu ( $r= -0.298$ ), alınabilir Mn ( $r= -0.387$ ) ve alınabilir Zn ( $r= 0.192$ ) ile TOKS miktarı arasında belirlenen ilişkilerin değişimleri önemli bulunmamıştır.

### Sonuç

Bu çalışma Kırklareli ve Balıkesir illerindeki şekerpancarı ve sarımsak tarımı yapılan arazilerdeki organik karbon stoğunun hesaplanması amacı ile yürütülmüştür. Gerçekleştirilen analiz ve yapılan hesaplamalar sonucunda şekerpancarı tarlalarında organik karbon stoku sarımsak tarlalarına göre daha fazla bulunmuştur. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının bazılarında organik madde, toplam N, alınabilir P ve Zn içerikleri ve toprakların tamamında ise alınabilir Fe içeriği bakımından sorunlar saptanmıştır. Toprakta karbon tutulması toprak yönetimine (toprak işleme, ekim nöbeti, gübreleme) göre değişiklik gösterebilmektedir. Toprak yönetimiyle ilgili bu üç esas etmenin karbon stoklarına etkisini belirlemek için tarla denemeleri kurulmalıdır. Arazi kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanılması için mutlaka akılcı arazi yönetim tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Toprakların sürdürülebilir yönetimi küresel karbon yönetimine de önemli düzeyde katkı sağlayacaktır. Ayrıca tarım arazilerinde karbon stoğunu arttırmak için farklı iklim ve farklı arazi kullanım türlerini esas alan çalışmalara önem verilmelidir. Kısa ve uzun dönemli izleme ve değerlendirme çalışmaları ile tarımsal amenajman tekniklerinin karbon depolaması ile olan ilişkileri ve bu ilişkilerin karakterizasyonu hakkında önemli bilgiler sunabilir. Sera gazlarının etkisini azaltmak ve toprak verimliliğini artırmak için organik madde miktarını artıracak uygulamalar (hasat artıklarının toprak yüzeyinde bırakılması, ahır gübresi, kompost vb.) yaygınlaştırılmalıdır.

### Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2018-2644.

### Kaynaklar

- Adiloğlu, A., Güler, M., 2002. Tekirdağ-Hayrabolu yöresinde yetiştirilen şeker pancarının (*Beta vulgaris* L.) beslenme durumunun belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fak. Derg. 16(29): 26–30.
- Akça, H., Taban, N., Turan, M.A., Taban, S., Ouedraogo, A.R., Türkmen, N., 2017. Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu. Toprak Bil. Bitki Besleme Der. 5(2): 93–100.
- Albaladejo, J., Ortiz, R., Garcia-Franco, N., Navarro, A. R., Almagro, M., Pintado, J. G., Martínez-Mena, M., 2013. Land use and climate change impacts on soil organic carbon stocks in semi-arid Spain. J. Soils Sediments, 13(2): 265-277.
- Anonim, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (3. Baskı). T.C. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. Soil Sci. Soc. Am. J. 72(3): 693–701.
- Bremner, J. M., 1996. Nitrogen – Total. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 1085–1122. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Budak, M., Günal, H., 2018. Yukarı Dicle Havzasında farklı arazi kullanımları altındaki toprakların karbon depolama potansiyelleri. Anadolu Orman Araş. Der. 4(1): 61–74.



- Çelik, A., Sakin, E., 2017. Surface carbon concentrations and parameters of soils where medicinal and aromatic plants grow. *Appl. Ecol. Env. Res.* 15(3): 1057–1068.
- ÇEM, 2018. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Toprak organik karbonu projesi, teknik özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Chen, S., Arrouays, D., Angers, D. A., Chenu, C., Barré, P., Martin, M. P., Saby, A., P., N., Walter, C., 2019. National estimation of soil organic carbon storage potential for arable soils: A data-driven approach coupled with carbon-landscape zones. *Sci. Total Environ.* 666: 355-367.
- Demirsoy, A., 2019. 2035 Sonun Başlangıcı. Asi Yayıncılık, 176 sayfa, Ankara.
- Dengiz, O., Sağlam, M., Türkmen, F., 2015. Effects of soil types and land use - land cover on soil organic carbon density at Madendere watershed. *Eurasian J. Soil Sci.* 4(2): 82–87.
- DMİ, 2010. Devlet Meteoroloji İşleri, Çanakkale İklim Verileri (yayınlanmamış).
- Durukan Kopuz, A., Tetik, T., 2016. Trakya’da modern yaşamın izleri; Alpullu Şeker Fabrikası ve işçi konutları. *A+Arch Design Int. J. Architecture Design* 2(3): 1–15.
- Evrendilek, F., Çelik, İ., Kılıç, Ş., 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. *J. Arid Env.* 59: 743–752.
- FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. An International Study (Ed. M. Sillanpaa) FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO. Roma, Italy. 128 pp.
- FAO, 2008. Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 19 (Eds. M.R. Motsara, R.N. Roy), Rome. ISBN 978–92–5–10598.
- FAO, 2017. FAOSTAT. Data. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed November 20, 2019).
- Francaviglia, R., Di Bene, C., Farina, R., Salvati, L., 2017. Soil organic carbon sequestration and tillage systems in the Mediterranean Basin: A data mining approach. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 107: 125–137.
- Franko, U., Ruehlman, J., 2018. SOC sequestration as affected by historic and present management. *Geoderma* 321: 15–21.
- Gee, G. W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods.* 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Grossman, R.B., Reinsch, T.G., 2002. Bulk density and linear extensibility. In: J.H. Dane and G.C. Topp (Ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods.* 201–225. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Gonçalves, D. R. P., de Moraes Sá, J. C., Mishra, U., Cerri, C. E. P., Ferreira, L. A., Furlan, F. J. F., 2017. Soil type and texture impacts on soil organic carbon storage in a sub-tropical agro-ecosystem. *Geoderma*, 286: 88-97.
- Helmke, P. A., Sparks, D. L., 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and calcium. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 551–574. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Kacar, B., 2019. Sürdürülebilir Tarımda Mikro Besin Maddeleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Koyuncu, M., 2012. Sarımsağın tarihçesi, kullanım alanları, sarımsağın faydaları. Taşköprü Sarımsak Paneli Bildiri Notları. 6 Şubat 2012. s. 11–19. T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı. Kastamonu.
- Kuo, S., 1996. Phosphorus. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 869–920. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C.A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R.I., Mellado-Vazquez, P.G., Malik, A.A., Roy, J., Scheu, S., Steinbeiss, S., Thomson, B.C., Trumbore, S.E., Gleixner, G., 2015. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nat. Commun.* 6: 6707. doi: 10.1038/ncomms7707
- Li, Z. P., Han, F. X., Su, Y., Zhang, T. L., Sun, B., Monts, D. L., Plodinec, M., J., 2007. Assessment of soil organic and carbonate carbon storage in China. *Geoderma*, 138(1-2), 119-126.
- Li, X., Zhang, J., Gong, Y., Liu, Q., Yang, S., Ma, J., Zhao, L., Hou, H., 2020. Status of copper accumulation in agricultural soils across China (1985-2016). *Chemosphere.* doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125516
- Lindsay, W.L., Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Amer. J.* 42 (3): 421–428.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 437–474. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Mayer, S., Kühnel, A., Burmeister, J., Kögel-Knabner, I., Wiesmeier, M., 2019. Controlling factors of organic carbon stocks in agricultural topsoils and subsoils of Bavaria. *Soil Till. Res.* 192: 22–32.
- Mayes, M., Marin-Spiotta, E., Szymanski, L., Erdoğan, M.E., Özdoğan, M., Clayton, M., 2014. Soil type mediates effects of land use on soil carbon and nitrogen in the Konya Basin, Turkey. *Geoderma*, 232-234: 517-527.



- Meena, R.S., Kumar, S., Yadav, G.S., 2020. Soil carbon sequestration in crop production.1–39. In: R.S. Meena (Ed.) Nutrient Dynamics for Sustainable Crop Production. Springer.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter: Laboratory methods. In: Sparks D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 961–1010. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Ogle, S. M., Breidt, F. J., Paustian, K., 2005. Agricultural management impacts on soil organic carbon storage under moist and dry climatic conditions of temperate and tropical regions. *Biogeochemistry*, 72(1): 87–121.
- Parlak, M., Everest, T., Tunçay, T., 2019. Rulo çim alanlarındaki toprakların ve çim bitkisinin bazı ağır metal (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb) içerikleri: Pilot çalışmaları: Edirne, Balıkesir ve Çanakkale. *ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.* 7(2): 323–334.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 417–436. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook No: 60. 160 pp.
- Sakin, E., Çelik, A., Doğan, Z., Yalçın, H., Seyrek, A., 2018. Comparing carbon pools and some soil quality parameters of soils in organic and conventional agriculture land. *Fresen. Environ. Bull.* 27(11): 7536–7544.
- Taban, S., Çıkılı, Y., Kebeci, F., Taban, N., Sezer, S.M., 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Tarım Bilimleri Der.* 10(3): 297-304.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 475–490. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Türkeş, M., 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik*, 29: 99–107.
- TOB, 2020. Tarım Ürünleri Piyasaları, Şeker Pancarı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ocak 2020, Ürün No: BÜ-20. Ankara
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal veriler. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi 20.11.2019).
- Vural, H., Eşiyok D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Yaşar Korkanç, S., Şahin, H., Özden, A.O., Özkurt, B., 2018. Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. *Türkiye Ormanlık Der.* 19(4): 362-367.
- Weismeier, M., Urbanskia, L., Hobley, E., Lang, B., Lützw, M.V., Marin-Spiotta, E., Wesemael, B.V., Rabot, E., Liebf, M., Garcia-Francoa, N., Wollschlagerf, U., Vogelf, H.J., Kögel-Knabner, I., 2019. Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma*, 333: 149–162.
- Wu, G. L., Liu, Z. H., Zhang, L., Chen, J. M., Hu, T. M., 2010. Long-term fencing improved soil properties and soil organic carbon storage in an alpine swamp meadow of western China. *Plant Soil*, 332(1-2): 331-337.
- Zengin, M., Özbahçe, A., 2011. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. Atlas Akademi Yayın No: 4, Konya. 167 s.



Araştırma Makalesi/Research Article

# Yalova Çekirdeksizi Üzüm Çeşidinde Ben Düşme Döneminden İtibaren Yapılan Farklı Düzeylerdeki Sulama Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Ahmet Faruk Pekmezci 

Alper Dardeniz\* 

ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 17100/Çanakkale.

\*Sorumlu yazar: adardeniz@comu.edu.tr

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7707-8653>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3480-662X>

Geliş Tarihi: 18.02.2020

Kabul Tarihi: 02.12.2020

## Öz

Bu araştırma, ‘ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’nde yer alan ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’ndaki ‘Yalova Çekirdeksizi’ üzüm çeşidi üzerinde, 2016 ve 2017 yılları arasında yürütülmüştür. Araştırmada, ben düşme döneminden itibaren 4 hafta süresince yapılan farklı düzeylerdeki (0,0 L/omca (kontrol), 1,5 L/omca, 3,0 L/omca ve 6,0 L/omca) sulama konularının çeşidin üzüm verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için her bir konuda 10’ar adet omca belirlenerek, omcalara 4 hafta boyunca sızdırma sulama yöntemiyle sulama suyu uygulanmıştır. Ortalama verim 3,0 L/omca ve 6,0 L/omca sulama suyu konularında rakamsal bir artış göstermiş olsa da, bu farklılık önemli bulunmamıştır. En geniş salkımlar sırasıyla 1,5 L/omca (9,18 cm) ve 6,0 L/omca (9,17 cm) sulama konularından, en dar salkımlar 0,0 L/omca (kontrol) (8,18 cm) konusundan elde edilirken, 3,0 L/omca sulama konusu ara grubu oluşturmuştur. En yüksek ortalama salkım ağırlığı değeri 6,0 L/omca (209,5 g) sulama konusundan elde edilirken, en düşük ortalama salkım ağırlığı değeri 0,0 L/omca (kontrol)’da (144,7 g) belirlenmiş, 1,5 L/omca ve 3,0 L/omca konuları ara grubu oluşturmuştur. En yüksek tane ağırlığı değeri de yine 3,09 g ile 6,0 L/omca sulama konusundan alınırken, en düşük tane ağırlığı değeri sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) (2,58 g) ve 1,5 L/omca (2,59 g) konularında saptanmıştır. Sulama miktarı arttırıldıkça %SÇKM, pH ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) azalırken, %asitlik artış göstermiştir. En yüksek %SÇKM sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) (%21,91) ve 1,5 L/omca (%21,47) konularından alınırken, en düşük %SÇKM 6,0 L/omca (%19,52) uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek olgunluk indisi değerine sahip üzümler 0,0 L/omca (kontrol) (38,27) ve 1,5 L/omca (37,80) sulama konularından alınırken, sırayla 3,0 L/omca (32,43) ve 6,0 L/omca (30,61) konuları en düşük olgunluk indisini oluşturmuştur. Haftalık periyotlarda (4 defa) verilen farklı düzeylerdeki sulamalarda, sulama miktarı arttırıldıkça %yaprak bağıl su içeriğinin yükseldiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Vitis vinifera* L., Yalova çekirdeksizi, sulama, üzüm verimi, üzüm kalitesi.

## Effects of Irrigation Practices Applied After Veraison on Yield, Quality and Stomatal Characteristics in the Yalova Çekirdeksizi Grape Cultivar

### Abstract

This research was carried out between 2016 and 2017 on the ‘Yalova Seedless’ grape cultivar grown in Table Grape Varieties Application and Research Vineyard in the Plant Production Research and Application Unit of COMU Dardanos Campus, Faculty of Agriculture. In this study, it was aimed to determine the effects of irrigation at different levels (0.0 L vinestock<sup>-1</sup> (control), 1.5 L vinestock<sup>-1</sup>, 3.0 L vinestock<sup>-1</sup> and 6.0 L vinestock<sup>-1</sup>) on grape yield and quality of the cultivars for 4 weeks starting from the veraison period. For this purpose, 10 vinestock were determined in each subject and irrigation was applied to the vinestock with leak irrigation method for 4 weeks. Although average yield showed a numerical increase in 3.0 L vinestock<sup>-1</sup> and 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> irrigation water issues, this difference was not significant. The widest clusters were obtained from the 1.5 L vinestock<sup>-1</sup> (9.18 cm) and 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> (9.17 cm) irrigation subjects, and the narrowest clusters from the 0.0 L vinestock<sup>-1</sup> (control) (8.18 cm) subject, while the 3.0 L vinestock<sup>-1</sup> irrigation group formed the intermediate group. The highest average cluster weight value is 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> (209.5 g), while the lowest average cluster weight value is determined at 0.0 L vinestock<sup>-1</sup> (control) (144.7 g), 1.5 L vinestock<sup>-1</sup> and 3.0 L vinestock<sup>-1</sup> formed the intermediate group. The highest berry weight values were taken from 3.09 g and 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> irrigation, while the lowest berry weight value was 0.0 L vinestock<sup>-1</sup> (control) (2.58 g) and 1.5 L vinestock<sup>-1</sup> respectively (2.59 g). As the irrigation level was increased, soluble solid content (SSC) (%), pH and maturity index (%SSC %acidity<sup>-1</sup>) decreased while %acidity increased. The highest SSC was obtained from 0.0





L vinestock<sup>-1</sup> (control) (21.91%) and 1.5 L vinestock<sup>-1</sup> (21.47%), while the lowest SSC was 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> (19.52%). Grapes with the highest ripeness index value were taken from 0.0 L vinestock<sup>-1</sup> (control) (38.27) and 1.5 L vinestock<sup>-1</sup> (37.80) irrigation subjects, respectively 3.0 L vinestock<sup>-1</sup> (32.43) and 6.0 L vinestock<sup>-1</sup> (30.61) subjects had the lowest maturity index. It was determined that the %relative water content of the leaves increased as the amount of irrigation increased in different levels of irrigation given in weekly periods (4 times).

**Keywords:** *Vitis vinifera* L., Yalova çekirdeksizi, irrigation, grape yield, grape quality.

## Giriş

Ülkemiz farklı üzüm çeşitlerine ev sahipliği yapmakta olup, aynı zamanda asmanın anavatanı olması nedeniyle güçlü bir gen merkezi konumundadır (Ağaoğlu ve Çelik, 1985). Dünya üzerinde 10.000'in üzerinde, ülkemizde ise 1.000 civarında üzüm çeşidi bulunduğu bilinmekle birlikte, ülkemizde bunların 60–70 kadarının ekonomik yetiştiriciliği yapılmaktadır.

FAO'nun 2017 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 7.000.000 ha'lık alanda üzüm üretimi yapılmış ve toplamda 74.276.000 ton ürün elde edilmiştir. En fazla üzüm üretimi 13 milyon ton ile Çin'de yapılmakta, İtalya, ABD, Fransa ve İspanya ise Çin'in hemen ardından sıralanmaktadır. Çin, üretim alanı bakımından 775 bin ha alan ile yine ilk sırada bulunmaktadır.

Ülkemizdeki toplam bağ alanı 417.041 ha olup dünyada 5. sırada, toplam üretilen üzüm miktarı 3.933.000 ton olup dünyada 6. sırada yer almaktadır. Bu miktarın 1.945.262 tonu sofralık, 1.524.091 tonu kurutmalık ve 463.647 tonu ise şaraplık olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2018). Dünyada üzüm verimi 10,716 kg/ha iken, ülkemizde bu miktar 10,074 kg/ha olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2017). Üzüm verim ve kalitesini arttırmanın bir yolu da, ülkemizde genellikle kurak şartlar altındaki yetiştiriciliğin uygun sulamalar ile yükseltilmesidir.

Ülkemizde bağların sulaması konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Altındişli ve Kısmalı (1988)'nin bulgularına göre; bağların sulanması sofralık üzüm verimini %64,5, kuru üzüm verimi %50,6, ortalama salkım ağırlığını %20,0, çubuk ağırlığını %30,5 ve %asitliği %14,1 oranında arttırmaktadır. Nitekim Horozköy/Manisa ve Menemen'de yürütülen bir araştırmada, Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde tane tutum periyodunun sonunda yapılacak olan sulamanın üzüm verimini %28 oranında arttırdığı, üzüm kalitesinde ise herhangi olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Menemen'de en uygun sulama programının sulama suyunun 3 defada verilmesi olacağı, ilk sulamanın tane tutum periyodunun sonlarında, ikinci sulamanın bu dönemden 3 hafta sonra ve son sulamanın ise ilk sulamadan 6 hafta sonra yapılması tavsiye edilmiştir (Şener ve İlhan, 1992).

Italia üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, tam sulama yapılan asmalarda salkım ve tane ağırlığı ile sıra asitliği gibi özelliklerin daha yüksek olduğu, aynı zamanda tam sulama uygulanan omcaların kısıntılı sulama uygulanan omcalara kıyasla daha yüksek bir verime sahip oldukları tespit edilmiştir (Sabır ve ark., 2015).

Sofralık üzümde Alaşehir/Manisa'da yürütülen bir araştırmada 3 ve 6 gün aralıklarla sulamalar yapılmış, buharlaşma kabındaki buharlaşmanın 0,33, 0,67 ve 1 katı olmak üzere 3 ayrı sulama miktarı ile 6 sulama konusu uygulanmıştır. En yüksek verim, 6 gün aralıklarla %100 sulama uygulanan konuda 2002,7 kg/da olarak belirlenmiştir (Topuz ve Dağdelen, 2017). Pozantı/Adana'da Semillon ve Carignane üzüm çeşitlerinin kullanıldığı bir araştırmada, KS50 uygulamasından elde edilen üzüm verimi ve salkım ağırlığı değerlerinin diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tangolar ve ark., 2018).

Şarköy/Tekirdağ koşullarında Alphonse Lavallée üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, en düşük verim susuz uygulamada (3,0 kg/omca), en yüksek verim ise 1,0 katı uygulanan dozda 5,9 kg/omca ile elde edilmiştir. Susuz uygulama (%16,3) ile 0,50 katı uygulanan doz (%15,7) %SÇKM'de en yüksek değere sahip uygulamalar olarak saptanmış, buharlaşmanın 1,0 katı uygulanan omcaların diğerlerine kıyasla en iri tanelere sahip oldukları belirlenmiştir (Gündüz ve ark., 2015).

Kanada'da Chardonnay üzüm çeşidinde vejetasyon boyunca sulama yapılan, herhangi bir su kısıtı uygulanmayan konudan alınan verimin diğer konulardan %18 oranında yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca sulama suyu arttırıldıkça %SÇKM ve tane ağırlığı parametrelerinde artış sağlanmıştır (Reynolds ve ark., 2007).

Merlot üzüm çeşidinde %100, %70 ve %35 sulama suyu uygulamalarından %35 düzeyindeki sulama uygulaması ben düşme dönemi içerisinde uygulandığında; tane boyu, salkım ağırlığı ve sayısı, titre edilebilir asitlik miktarı gibi özelliklerin %70 sulama yapılanına kıyasla azalma kaydettiği, aynı



zamanda üzüm veriminde ise %30 oranında kayıp olduğu belirtilmiştir (Shellie, 2006).

Colorado’da Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, damla sulama sistemiyle sulamada ilk aşamada 48, 96 ve 192 litre sulama suyu, uyanmadan ben düşme dönemine kadar omcalara uygulanmıştır. İkinci aşamada ise ben düşme döneminden itibaren hasada kadar uygulanan su miktarları %25 oranında azaltılmıştır. Uygulamaların %SÇKM’de farklılık oluşturmadığı, ancak tane ağırlığı, salkım ağırlığı, verim, sürgün uzunluğu, toprak nemi ve meyve kalitesinde önem oluşturduğu belirlenmiştir (Hamman ve Dami, 2000).

Antalya koşullarında Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde karık, mikro yağmurlama ve damla sulama sistemleri uygulanmıştır. Karık sulamayla 573,7 mm, mikro yağmurlamayla 527,5 mm ve damla sulamayla 230,9 mm sulama suyu tüketimi belirlenmiştir. Aynı süre içinde günlük su tüketimi ise 6,20 mm olarak saptanmış, kullanılan sulama yöntemleri kalite veya verimde önemli bir farklılığa yol açmamış, en yüksek sulama randımanı damla sulamadan elde edilmiştir (Baştuğ ve ark., 1998).

Alaşehir/Manisa’da damla sulama sistemi kullanılarak sürme–çiçeklenme ve çiçeklenme–ben düşme dönemlerinde 8 ayrı sulama konusu çalışılmıştır. En yüksek verim tam sulama konusu olan uygulamadan (3.960 kg/da) elde edilerek toplam 554,8 mm sulama suyu uygulanmış, mevsimlik su tüketimi ise 616,2 mm olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda, yaş üzümde verim ve kalitenin yüksek olabilmesi için vejetasyon dönemi boyunca tam sulama (S1), yeterli sulama kaynağı olmayan bölgelerde ise %25 oranında kısıntılı sulama (S2) tavsiye edilmiştir (Ceylan ve Dağdelen, 2018).

Menemen’de Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada sulama aralıkları 3 ve 6 gün olarak belirlenmiştir. Sulama suyu miktarları ise buharlaşma kabının 0,3, 0,6, 0,9 ve 1,2 katı olarak tespit edilmiştir. Verim yönünden sulama aralıklarının herhangi bir farklılık oluşturmadığı saptanmış, araştırmanın yapıldığı bölge için en ideal sulamanın 3 veya 6 gün aralıklarla ve buharlaşma miktarının 0,459 katı su kullanılan konu olarak belirlenmiştir (Gündüz ve Korkmaz, 2008).

Bir diğer araştırmada, damla sulama yöntemi diğer sulama yöntemleriyle kıyaslandığında bağcılıkta %70 oranında verim artışı sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca üzüm çeşitlerinin su ihtiyaçları da karşılaştırılmış, en çok sulama ihtiyacı bulunan çeşitlerin sofralık çeşitler olduğu saptanmıştır. Şaraplık üzüm çeşitlerinin sofralıklara kıyasla daha az su ihtiyacı olduğu belirlenirken, en az su ihtiyacı bulunan çeşitlerin kurutmalık çeşitler olduğu belirtilmiştir. Sulama programı tercih edilirken, kullanılan üzüm çeşidine dikkat edilmesi tavsiyesinde bulunulmuştur (Bekişli ve ark., 2014).

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tarsus İstasyonu’nda yapılan bir araştırmada, Yalova İncisi üzüm çeşidinde tam sulama uygulanan (TS) konudan en yüksek verim 30,9 t ha<sup>-1</sup> elde edilirken, hiç sulama yapılmayan konu ise en düşük verimin 11,7 t ha<sup>-1</sup> elde edildiği uygulama olmuştur (Duraktekin ve ark., 2017).

Chasselas üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, ben düşme periyodu ile olgunluk arasında kalan dönemde yapılan sulamanın verimi artırdığı belirlenmiş, sulamaya bağlı olarak %SÇKM miktarındaki azalmanın da makul seviyelerde kaldığı aktarılmıştır (Calane, 1984).

Amerika’da yapılan bir araştırmada karık sulama uygulanan omcalarda etkin kök derinliği bölgesindeki nem %50’ye düştükten sonra sulama, damla sulama uygulanan omcalarda ise asmadan oluşan buharlaşma miktarı kadar günlük sulama yapılmıştır. Damla sulamada sulama suyunun daha verimli kullanıldığı, karık sulamaya kıyasla sulama suyundan %12,5 oranında tasarruf sağlandığı belirlenmiştir. Buna karşın karık sulama ile sulanan omcaların daha derin kökler oluşturdukları gözlemlenmiştir (Araujo ve ark., 1995).

Bazı araştırmacılar sulanan omcalardaki tane kalitesinin, kurak koşullar altında yetiştirilen (su ihtiyacını yağmurla karşılayan) omcalardakilere kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Esteban ve ark., 1999; Esteban ve ark., 2001).

Şarköy/Tekirdağ’da Sangiovese üzüm çeşidinde yürütülen bir araştırmada, en geniş ve en ağır salkımlar ile tane kuru ağırlığının en düşük bulunduğu konu; Ψ<sub>şön</sub>C (-0,3; -0,5MPa) olarak belirlenirken, Ψ<sub>şön</sub>C (-0,3; -0,7MPa) konusunun verim ve kaliteyi artırıcı etki gösterdiği saptanmış, kontrol uygulaması ise verim ve kaliteyi azaltan bir grafik sergilemiştir (Bahar ve ark., 2017).

Rusya bağlarında yapılan bir araştırmada, farklı seviyelerdeki toprağın tarla kapasitesinin %60–65, %70–75 ve %80–85’e düştüğünde damla sulama yapılması şeklinde bir planlama uygulanmıştır. Toprak nemi %80–85’e düştüğünde sulama uygulanan sulama konusundan en yüksek verim elde edilmiş, uygulanan sulama suyu miktarının ve sulama sıklığının artırılmasının üzüm



verimini artırdığı belirlenmiştir (Grigorov ve ark., 2000).

Bu araştırmada, sofralık bir çeşit olan Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde ben düşme döneminden itibaren yapılan farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

### Materyal ve Metot

Bu araştırma, ‘ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’, ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’nda bulunan Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi üzerinde, 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Bağ 2003 yılında 3,0 m. x 1,5 m. aralık ve mesafede tesis edilmiş olup 1,5 da büyüklüğündedir. Toprak yapısı kumlu–tınılı ve orta–yüksek kireçli olup, pH ise hafif alkali karaktere sahiptir. Araştırma materyali olarak kullanılan Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi 5BB anacı üzerine aşıllı, tek kollu sabit kordon terbiye şekline göre 5 baş üzerinden şekillendirilmiştir.

Her iki uygulama yılında da kış budaması özenle tamamlanmış, araştırma süresince toprak işleme, dip açma, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel işlemler standart olarak yapılmıştır. Gözler uyanmadan önce ölü kola karşı mavi bakır uygulaması yapılmış, vejetasyon dönemi boyunca mildiyö ve küllemeye karşı düzenli ilaçlamalar gerçekleştirilmiştir. Yaz budaması kapsamında Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde tam çiçeklenmeden önce dip ve obur sürgünler alınmıştır. Ayrıca koltuk sürgünlerinde dipte bir yaprak kalacak şekilde uç alma yapılmıştır. Vejetasyon süresince yıllık sürgünler teller arasından geçirilmiş, ikinci sürgün bağlama teli seviyesini geçen sürgünlerde telin 10–15 cm üzerinden uç alma işlemi yapılmıştır. Yazlık sürgünlerde salkım seviyesinin altındaki yapraklarda yaprak alma işlemi (2–3 adet) uygulanmıştır.

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde 2016 ve 2017 yılları için iki yıl süreyle planlanan bu araştırmada, ilk yıl ilkbahar geç donları sebebiyle verim düşüklüğü yaşansa da araştırmayı olumsuz etkileyecek bir durum ortaya çıkmamıştır. Ancak ikinci yıl vejetasyonunda düzenli şekilde yürütülen kültürel ve kimyasal mücadeleye rağmen, oluşan yüksek külleme baskısı ile çeşide ait omcalarda önemli verim kayıpları meydana gelmiş, sağlıklı sonuçlar alınamayacağı öngörüldüğünden ikinci yıla ait veriler deneme kapsamı dışında bırakılmıştır.

### Çizelge 1. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde sızdırma sulama usulüyle sulama uygulamaları

<b>Sulama konusu 1</b>	Omcalara hiç bir ilave sulama yapılmamıştır (0,0 L/omca; kontrol)
<b>Sulama konusu 2</b>	Her bir omcaya 1,5 L sulama yapılmıştır (1,5 L/omca)
<b>Sulama konusu 3</b>	Her bir omcaya 3,0 L sulama yapılmıştır (3,0 L/omca)
<b>Sulama konusu 4</b>	Her bir omcaya 6,0 L sulama yapılmıştır (6,0 L/omca)

Ön hazırlıkların tamamlanmasının ardından ben düşme döneminden itibaren sulamalara başlanılmıştır (Calane, 1984). Araştırma kapsamında 1,5 L/omca, 3,0 L/omca ve 6,0 L/omca olmak üzere üç farklı sulama konusu ile 0,0 L/omca (kontrol) konusu olmak üzere, toplam 4 konu planlanmıştır. Buna göre; 1,5 litre sulama konusundaki omcalara 1,5 litrelik pet şişelerden 1 adet, 3,0 litrelik sulama konusundaki omcalara 2 adet ve 6,0 litrelik sulama konusundaki omcalarda ise 4 adet pet şişe yerleştirilerek sulamalar gerçekleştirilmiştir.

Pet şişeler omcaların ana gövdelerine ip yardımıyla sabitlenerek, sulama suyunun delinen kapaklardan omcaların kök boğazına yavaşça uygulanması (2–3 saniyede 1 damla damlatacak şekilde) sağlanmıştır. Böylece araştırma kapsamında temel edinilen sızdırma sulamanın sağlanması amaçlanmıştır. Aynı işlem, 8. günde yeniden tekrarlanmak üzere bir ay süresince (toplam 4 defa) uygulanmıştır.

Kontrol olarak seçilen 0,0 L/omca sulama konusuna bu süre boyunca herhangi bir sulama uygulanmamış ve bu omcalar kurak şartlar altında yetiştirilmiştir. 4 hafta boyunca 1,5 L/omca sulama konusunda yer alan her bir omcaya toplam 6,0 L/omca sulama suyu, 3,0 L/omca sulama konusunda yer alan her bir omcaya toplam 12,0 L/omca sulama suyu ve 6,0 L/omca sulama konusunda yer alan her bir omcaya ise toplam 24,0/L sulama suyu tatbik edilmiştir.

Ayrıca ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’ndaki kuş popülasyonu nedeniyle, araştırma sıralarında file örtü materyali ile salkım bölgesi, yatırma telinin altından ikinci seviye sürgün bağlama teline değin ben düşme döneminden hasada kadar kapatılmıştır. Böylece



salkımlarda oluşabilecek kuş zararının da en az seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir.

İlk sulama 2016 yılında 20 Temmuz tarihinde yapılırken, diğer sulamalar da ilk sulamayı takiben sırasıyla 27 Temmuz, 3 Ağustos ve 10 Ağustos tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Sulamalar tamamlandığında Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde ilk yıl hasat işlemi 17 Ağustos tarihinde yapılmış, ikinci yıl ise üründe meydana gelen külleme zararından dolayı hasat yapılamamıştır.

Dört hafta boyunca tekrarlanan sulamaların tamamlanmasıyla, her uygulama ve her bir omcaya ait üzümler etiketleriyle birlikte ayrı ayrı hasat edilerek poşetlenmiş ve analizleri yapılmak üzere ‘ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Pomoloji Laboratuvarı’na getirilmiştir.

Laboratuvardaki örneklerde 4 farklı uygulama için; ortalama verim (g/omca), salkım eni (cm), salkım boyu (cm), salkım sıklığı (1–9), ortalama salkım ağırlığı (g/salkım), tane ağırlığı (g/tane), tane sayısı (adet/salkım), %SÇKM, %asitlik, pH ve olgunluk indisi (% SÇKM/% asitlik) ve %yaprak bağıl su içeriği (%LRWC) parametreleri, gerekli ölçüm ve analizler yapılarak elde edilmiştir.

Yapraklardaki bağıl su içeriğinin belirlenebilmesi için; her bir uygulamadan 7 gün sonra (8. günde) omcalardan orta büyüklükte ve zarar görmemiş olan yapraklardan birer adet alınmıştır. ‘ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Pomoloji Laboratuvarı’na getirilen yapraklarda yaş ağırlıkların ölçümü her bir uygulama grubu için hassas terazi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ardından yapraklar petri kaplarına alınarak üzerlerini geçecek kadar saf su ilavesi yapılmış, bu şekilde 48 saat süreyle bekletilen yapraklar tamamen doymuş hale geldikten sonra, yine hassas terazi yardımıyla doymuş haldeki ağırlıkları tartılmış ve %yaprak bağıl su içeriği saptanmıştır.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre hazırlanmış, her konu 10 tekerrürlü ve her omca bir tekerrür olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen veriler ‘SAS 9.1.3. Portable’ istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. İncelenen uygulamalara ait bulgular ise LSD çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının ortalama verim ve salkım sıklığında önemli bir farklılık oluşmadığı belirlenmiştir. Ancak rakamsal olarak en yüksek omca başına verim 6,0 L/omca sulama konusundan (1542,6 g/omca) elde edilirken, en düşük omca başına verim ise sırasıyla 1,5 L/omca (1154,2) ile 0,0 L/omca (kontrol) konusundan (1176,4 g/omca) alınmıştır. Bu verilere göre uygulanan su miktarı arttırıldıkça, elde edilen üzüm veriminin de yükseldiği görülmektedir. Altındişli ve Kısmalı (1988), Gündüz ve ark. (2015) ile Topuz ve Dağdelen (2017), yürüttükleri araştırmalarında sulamanın arttırılmasıyla üzüm veriminde de artış olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmadan elde edilen bu yöndeki bulgularımız önceki araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir (Çizelge 2.).

Uygulanan farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının salkım eni ve salkım boyu parametrelerinde önemli farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır. Buna göre en geniş salkımlar sırasıyla 1,5 L/omca (9,18 cm) ve 6,0 L/omca (9,17 cm) sulama konularında, en dar salkımlar ise 0,0 L/omca (kontrol) sulama konusunda (8,18 cm) alınmış, 3,0 L/omca (9,00 cm) sulama konusu ise ara grubu oluşturmuştur. Salkım boyu olarak en yüksek değer 0,0 L/omca (kontrol) (15,36 cm) konusunda tespit edilirken, 1,5 litre (13,06 cm) sulama konusu en düşük değer bulduğu sulama konusu olmuş, ara grupları ise 3,0 L/omca (14,20 cm) ve 6,0 L/omca (14,44 cm) sulama konuları vermiştir.

Araştırmada, en dar salkımların 0,0 L/omca (kontrol) sulama konusundan elde edilmiş olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ben düşme periyodunda yapılan farklı düzeylerdeki sulamanın daha iri salkımların oluşumunu sağladığını belirten Rühl ve Alleweldt (1984)’in yürütmüş oldukları çalışmaya paralel bulgular elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının ortalama verim ve salkım özelliklerine etkileri

Sulama düzeyleri	Ortalama verim (g/omca)	Salkım eni (cm)	Salkım boyu (cm)	Salkım sıklığı (1–9)
0,0 L/omca (kontrol)	1176,4	8,18 b	15,36 a	6,40
1,5 L/omca	1154,2	9,18 a	13,06 b	7,04
3,0 L/omca	1376,1	9,00 ab	14,20 ab	6,37
6,0 L/omca	1542,6	9,17 a	14,44 ab	6,65
LSD (0,05)*	ÖD	0,9783	2,2059	ÖD

\*: 0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil.





Farklı düzeylerdeki sulama uygulamaları ortalama salkım ağırlığı ile tane ağırlığı parametrelerinde önemli farklılık oluşturmuştur. En ağır salkımlar 6,0 L/omca sulama konusundan (209,5 g/salkım), en hafif salkımlar sulama uygulanmayan 0,0 L/omca (kontrol) konusundan (144,7 g/salkım) elde edilmiş, 1,5 L/omca ve 3,0 L/omca sulama konuları ise ara grupları oluşturmuştur. En ağır taneler 3,09 g/tane ile 6,0 L/omca sulama konusunda elde edilirken, en hafif tanelerin sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) (2,58 g/tane) ve 1,5 L/omca (2,59 g/tane) konularından alındığı tespit edilmiş, ara grubu ise 3,0 L/omca (2,86 g/tane) sulama konusu oluşturmuştur (Çizelge 3.).

Elde edilen bulgulara göre; uygulanan sulama suyu miktarı arttırıldıkça, daha ağır salkım ve tanelerin elde edildiği saptanmıştır. Shellie (2006) yaptığı çalışmada, sulama suyunun azaltılmasıyla salkım ağırlığı ile tane boyu ve ağırlığı gibi parametrelerin de azaldığını belirlemiştir. İyice (2018) ise sulamanın salkım ve tane ağırlığını artırıcı etki gösterdiğini belirtmiştir. Sulama ile birlikte salkım ve tane ağırlığının arttığı yönündeki bu araştırma bulguları, literatürle aynı doğrultudadır. Sulama miktarı arttırıldıkça, Esteban ve ark. (2001)'nin da belirttiği gibi tane kalitesinde önemli artışlar meydana gelmiştir. İncelenen diğer bir parametre olan tane sayısı parametresinde, farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarında herhangi önemli bir farklılık meydana gelmediği görülmektedir (Çizelge 3.).

Çizelge 3. Farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının salkım ve tane özelliklerine etkileri

Sulama düzeyleri	Ortalama salkım ağırlığı (g/salkım)	Tane ağırlığı (g/tane)	Tane sayısı (adet/salkım)
0,0 L/omca (kontrol)	144,72 b	2,58 b	57,24
1,5 L/omca	168,46 ab	2,59 b	54,46
3,0 L/omca	173,67 ab	2,86 ab	58,13
6,0 L/omca	209,54 a	3,09 a	58,86
LSD (0,05)*	50,241	0,3678	ÖD

\*: 0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil.

Araştırma kapsamında Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidine ait sıra özellikleri de incelenmiş, buna göre; %SÇKM, %asitlik ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) parametrelerinin farklı sulama düzeyi uygulamalarında önem oluşturduğu belirlenmiştir. En yüksek %SÇKM değerleri sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) (21,91) ve 1,5 L/omca (21,47) konularından elde edilirken, en düşük %SÇKM değeri 6,0 L/omca sulama konusundan (19,52) alınmış, 3,0 L/omca (20,53) sulama konusu ara grubu oluşturmuştur. En yüksek %asitlik değeri sırasıyla 3,0 L/omca (%0,648) ve 6,0 L/omca (%0,643) sulama konularından, en düşük %asitlik değeri 1,5 L/omca sulama konusundan (%0,576) elde edilmiş, 0,0 L/omca (kontrol) (%0,583) konusu ise ara grubu teşkil etmiştir. (Çizelge 4.). Bu bulgulara paralel olarak en yüksek olgunluk indisi sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) (%38,27) ve 1,5 L/omca (%37,80) sulama konularından, en düşük olgunluk indisi ise sırasıyla 6,0 L/omca (%30,61) ve 3,0 L/omca (%32,43) sulama konularından alınmıştır.

Sofralık üzümler için dünya genelinde kabul gören %SÇKM aralığı %15–17 iken, çalışmada bu değerlerin daha yüksek bulunmuş olmasının, son yıllarda küresel ısınmanın da etkisiyle artış gösteren yüksek sıcaklıklar ile Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinin genetik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre; sulama suyu miktarı arttırıldıkça %SÇKM ve olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) azalmış, %asitlik ise artış göstermiştir. Gündüz ve ark. (2015), susuz uygulama ile 0,50 katı uygulanan dozun %SÇKM'de en yüksek değere sahip uygulamalar olduğunu belirtmiştir. Calane (1984), sulamayla birlikte %SÇKM'deki azalmanın makul seviyelerde kaldığını, Reynolds ve ark. (2007) ise bu çalışmadan farklı olarak sulama suyunun arttırılmasıyla %SÇKM ile %asitlik miktarının arttığını bildirmiştir.

Çizelge 4. Farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının sıra özellikleri üzerine etkileri

Sulama düzeyleri	%SÇKM	pH	%asitlik	Olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik)
0,0 L/omca (kontrol)	21,91 b	3,85	0,583 ab	38,27 a
1,5 L/omca	21,47 b	3,87	0,576 b	37,80 a
3,0 L/omca	20,53 ab	3,80	0,648 a	32,43 b
6,0 L/omca	19,52 a	3,83	0,643 a	30,61 b
LSD (0,05)*	1,5983	ÖD	0,0656	5,1902

\*: 0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil.





Sulama uygulanan dönemler ilerleyip kurak sezona geçilmeye başlandıkça, yapraklardaki su içeriğinde de rakamsal olarak bir azalmanın meydana geldiği saptanmıştır. Farklı dönemlerde uygulanan farklı sulama konuları arasında interaksiyon oluştuğu belirlenmiştir. En yüksek yaprak bağıl su içeriği değeri 1. hafta uygulanan 6,0 L/omca sulama konusundan (%55,77) elde edilirken, en düşük yaprak bağıl su içeriği değerleri sırasıyla 4. haftadaki 0,0 L/omca (kontrol) konusu (%47,11) ile 2. haftadaki 0,0 L/omca (kontrol) konusundan (%47,54) elde edilmiş, diğer sulama konuları ise ara grupları oluşturmuşlardır (Çizelge 5.).

Uygulanan farklı sulama konuları arasında da önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Yaprak bağıl su içeriği değeri ortalama sonuçlarına bakıldığında; en yüksek değer 6,0 L/omca (%54,44) sulama konusundan, en düşük değerin 0,0 L/omca (kontrol) (%48,09) konusundan alındığı, sırasıyla 3,0 L/omca (%52,07) ve 1,5 L/omca (%49,71) sulama konularının ise ara grupları oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 5.).

Çizelge 5. Farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının %yaprak bağıl su içeriğine (%LRWC) etkileri

Sulama düzeyleri	Uygulama dönemleri				Ort.
	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	
<b>0,0 L/omca (kontrol)</b>	48,65 bc	47,54 c	49,05 bc	47,11 c	48,09 C
<b>1,5 L/omca</b>	49,41 abc	50,38 abc	50,54 abc	48,51 bc	49,71 BC
<b>3,0 L/omca</b>	52,68 abc	52,70 abc	52,47 abc	50,45 abc	52,07 AB
<b>6,0 L/omca</b>	55,77 a	54,15 ab	53,35 abc	54,47 ab	54,44 A
<b>Ort.</b>	51,63	51,19	51,35	50,13	3,1064
<b>LSD</b>	ÖD				
<b>LSD (Uyg. x süre)*</b>					6,3791

\*: 0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil. Ort.: Ortalama. Uyg.: Uygulama.

Bu verilere göre sulama suyu miktarı arttırıldıkça, yapraklarda bulunan bağıl su içeriği de doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada Kaya (2011), kayısıda farklı sulama programları uygulayarak yaprak su içeriğini belirlerken, toprakta bulunan su miktarı ile yaprak su içeriği arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu saptamıştır. Bulgularımız, önceki çalışmanın bulgularıyla bu yönüyle benzerlikler taşımaktadır.

### Sonuç ve Öneriler

Çanakkale ilinde bulunan ‘Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’, ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’nda gerçekleştirilen bu çalışmada, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde ben düşme döneminden itibaren yapılan farklı seviyelerdeki sulama uygulamalarının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Sulama suyunun arttırılmasıyla birlikte, ortalama verim rakamsal olarak artış göstermiştir. En düşük verim 0,0 L/omca (kontrol) ve 1,5 L/omca sulama konularında belirlenirken, en yüksek verim 6,0 L/omca konusunda tespit edilmiştir. En geniş salkımlar 1,5 L/omca ve 6,0 L/omca sulama konularından, en dar salkımlar ise herhangi bir sulama yapılmayan 0,0 L/omca (kontrol) konusundan elde edilmiştir. En ağır salkımlar 6,0 L/omca sulama konusundan elde edilirken, en hafif salkımlar 0,0 L/omca (kontrol) konusundan alınmış, diğer konularda da sulamaya paralel bir ağırlık artışı olduğu saptanmıştır. Sulama miktarı arttırıldıkça tane ağırlığının da arttığı belirlenmiştir. Buna göre en ağır taneler 6,0 L/omca sulama suyu konusundan, en hafif taneler sulama yapılmayan 0,0 L/omca (kontrol) konusundan elde edilmiştir. En yüksek %SÇKM değeri sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) ve 1,5 L/omca sulama konularından alınırken, en düşük %SÇKM miktarı 6,0 L/omca sulama konusundan elde edilmiştir. Sulama suyu miktarı arttırıldıkça %asitlik miktarı da artış göstermiş, en düşük asitlik 1,5 L/omca konusundan, en yüksek asitlik ise sırasıyla 3,0 L/omca ve 6,0 L/omca sulama konularından alınmıştır. En yüksek olgunluk indisi değerine sahip taneler sırasıyla 0,0 L/omca (kontrol) ve 1,5 L/omca sulama konusundan alınırken, en düşük olgunluğa sahip taneler sırasıyla 6,0 L/omca ve 3,0 L/omca sulama konusundan elde edilmiştir. Sulama uygulanan haftalar ilerleyip kurak döneme geçilmeye başlandıkça, yapraklardaki su içeriğinde de rakamsal olarak bir azalmanın olduğu saptanmıştır. Genel olarak sulama suyunun arttırılmasıyla yaprak bağıl su içeriği değerlerinde de düzenli artışların olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak ben düşme döneminden itibaren yapılan sulamanın özellikle salkım ve tane



ağırlığına olumlu etkide bulunduğu belirlenmiş, aynı zamanda daha fazla verim elde edebilmek için de ben düşme döneminden itibaren yapılacak olan sulamalar tavsiye edilebilir bulunmuştur. Buna paralel olarak ben düşme döneminden itibaren yapılacak sulama uygulamalarının üzüm olgunluğunu yavaşlattığı saptanmıştır.

Araştırmadaki sızdırma sulama konusu kısıtlı bir alanda kurgulanmış olup, daha büyük plantasyonlarda ve ekonomik kazanç sağlamak amacıyla yapılmak istendiğinde yüksek maliyet ve işgücü gerekeceğinden ekonomik yetiştiriciliğe çok uygun değildir. Fakat benzer sistemin damla sulama yöntemiyle kurulabilir hale getirilmesi mümkündür.

Bu araştırmada, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi için yüksek kalite ve verim artışı istenildiğinde, ben düşme döneminden itibaren hasada kadar her hafta 3,0 L/omca olmak üzere toplam 12,0 L/omca ve her hafta 6,0 L/omca olmak üzere toplam 24,0 L/omca sulama suyu konuları tavsiye edilebilir bulunmuştur.

**Not:** Bu makale, Ahmet Pekmezci'nin Yüksek Lisans Tezi'nin bir kısmından derlenerek hazırlanmıştır.

### Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., 1985. Conservation of germplasm of *Vitis vinifera* L. in Turkey. 4<sup>th</sup> Inter. Sym. Grapevine Breeding. Communications, Verona. 40–42.
- Altındişli, A., Kısmalı, İ., 1998. Bağcılıkta sulamanın ve ürün yükünün üzüm verim ve kalitesine etkileri. Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi (7–11 Eylül 1998). 1: 269–276.
- Araujo, F., Williams, L.E., Grimes, D.W., Matthews, M.A., 1995. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. *Scientia Horticulturae*. 60: 235–249.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Kabataş, İ.E., 2017. Sangiovese üzüm çeşidinde farklı yaprak su potansiyelleri ( $\psi_{\text{yaprak}}$ ) ve salkım seyreltme uygulamalarının salkım ve tane özellikleri üzerine etkileri. *Tek. Zir. Fak. Derg.* 14 (02): 138–149.
- Baştuğ, R., Uzun, İ., Hakgören, F., 1998. Antalya koşullarında farklı sulama yöntemlerinin asmalarda verim, kalite özellikleri ve su kullanımına etkileri. *Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg.* 11: 81–90.
- Bekişli, M.İ., Bilgiç, C., Gürsöz, S., 2014. Bağcılıkta sulamanın önemi. 12. Uluslararası Kültürteknik Sempozyumu. 21–23 Mayıs 2014, Tekirdağ.
- Calane, E., 1984. Grapevine irrigation trials at Leiton (Valais) intermediate results. *Revue Suisse Vitic. Arbor. Hort.* 1260.
- Ceylan, H., Dağdelen, N., 2018. Manisa koşullarında farklı sulama programlarının sofralık üzümde verim, verim bileşenleri ve su kullanım randımanına etkileri. *Derim*. 35 (1): 51–60.
- Duraktekin, G., Çolak, Y.B., Kuşvuran, K., Akça, H., Atağ, G.A., Çeliktöpus, E., 2017. Farklı sulama seviyelerinin yüzeyaltı damla sulama ile sulanan Yalova İncisi sofralık üzüm çeşidinde verim ve su kullanım randımanına etkisi. *G.Ü. Zir. Fak. Derg.* 34: 68–73.
- Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R., 1999. Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. *Sugars, Organic Acids, and Mineral Elements. Am. J. Enol. Vitic.* 50 (4): 418–434.
- Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R., 2001. Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *J. Sci. Food and Agric.* 81: 409–420.
- Gündüz, M., Korkmaz, N., 2008. Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Anadolu J. of A.A.R.İ.* 18 (1): 49–65.
- Gündüz, A., Coşkun, Z., Sağlam, M., Boz, Y., Kiracı, M.A., Solak, E., Kıran, T., 2015. Şarköy koşullarında Alphonse Lavallée üzüm çeşidi için uygun sulama programının belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bil. Derg.* 27: 482–491.
- Grigorov, M.S., Kurapina, N.V., Malyuga, A.V., 2000. Drip irrigation of vineyards in the Volga/Don interfluvium. *Sadovodstvo Vinogradarstvo*. 2: 19–20.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/data> (Erişim tarihi: 24 Mart 2019).
- Hamman, A.R., Dami, E.I., 2000. Effects of irrigation on wine grape growth and fruit quality. *Horttechnology*. 10 (1): 162–168.
- İyice, R., 2018. Pozantı koşullarında yetiştirilen Italia ve Hamburg Misketi üzüm çeşitlerinde farklı göz yükü ve düzenlenmiş kısıtlı sulama uygulamalarının etkisi. *Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi/Türkiye*.
- Kaya, S., 2011. Farklı sulama programları altında kayısı yaprak su içeriği ve yaprak alanının değerlendirilmesi. *B. Ü. Fen Bil. Derg.* 1 (2): 1–9.



- Reynolds, A.G., Wesley, D.L., Tomek, L., Hakimi, J., Savigny, C., 2007. Influence of irrigation on vine performance, fruit composition, and wine quality of Chardonnay in a cool, humid climate. *Am. J. Enol. Vitic.* 58 (2): 217–228.
- Rühl, E., Alleweldt, G., 1984. Improving grape quality by irrigation. Univ. Hohesheim Stuttgart, Germany.
- Sabır, A., Sabır, F., Yazar, K., Kara, Z., 2015. Italia (*V. vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidinde saksı kültüründe kısıntılı sulamanın verim ve kaliteye etkileri. *S.Ü. Selçuk Tarım ve Gıda Bil. Derg.* 27: 1–7.
- Shellie, K.C., 2006. Vine and berry response of Merlot (*Vitis vinifera* L.) to differential water stress. *Am. J. Enol. Vitic.* 57 (4): 514–518.
- Şener, S., İlhan, İ., 1992. Aşağı Gediz havzasında Yuvarlak Çekirdeksiz üzümün su tüketimi ile sulamanın verim ve kaliteye etkileri. Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Menemen/İzmir. 55 s.
- Tangolar, S., Tangolar, S., Tarım, G., Ada, M., 2018. Pozantı koşullarında yetiştirilen Semillon ve Carignane üzüm çeşitlerinde kısıntılı sulamanın verim, kalite ve taç gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Y.Y.Ü. Tar. Bil. Derg.* 28 (1): 92–102.
- Topuz, T., Dağdelen, N., 2017. Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *A.M.Ü. Zir. Fak. Derg.* 14 (1): 23–28.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim Verileri. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 25 Mart 2019).





## Kullanım Sonrası Değerlendirme Metodu, Elazığ Cip Barajı Mesire Alanı Örneği

Sima Pouya\* 

Enesnur Bayındır 

Sümeyye Savaş 

İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Malatya, Türkiye.

\*Sorumlu yazar: sima\_pouya2002@yahoo.com

Geliş Tarihi: 11.03.2020

Kabul Tarihi: 02.12.2020

### Öz

Günümüzde insanların fiziksel konforunun tamamlayıcısı ve ruhsal konfora katkı sağlayan açık yeşil alanların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Açık yeşil alanlar planlanırken sırasıyla tasarım, uygulama, kullanım aşamalarından geçmektedir. Fakat bu alanların tasarım ve uygulama aşamaları üzerinde çok durulurken; kullanım ve kullanım sonrası değerlendirme aşamaları göz ardı edilmektedir. Bu durum ise alanda asıl rol alan kullanıcıların gereksinimlerinin geri planda kalmasına neden olmaktadır. Kapalı ya da açık mekanlar kullanıma açıldıktan sonra mekanın kullanıcıları tarafından değerlendirilmesinin sistematik ve titiz bir çalışmayla sağlanmasına ‘Kullanım Sonrası Değerlendirme (KSD)’ denir. Bu çalışma Elazığ Cip Barajı Mesire Alanının KSD yöntemi kullanılarak kullanıcıların ihtiyacına göre bu alanın revize edilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Türkiye’de diğer açık yeşil alanlar için tasarım kriterlerinin kullanıcı odaklı belirlenmesine katkıda bulunmayı, alan performansının belirlenmesi ve kullanıcı memnuniyetinin incelenmesini hedeflemiştir. KSD metodu kapsamında anket, görüşme ve gözlem çalışması yapılmıştır. KSD sonucunda elde edilen sonuçlara göre Cip Barajı Mesire Alanı’nın iyileştirilmesi için planlama önerileri sunulmuştur. Yapılan bu değerlendirme gelecekte yapılacak olan tasarımlara temel oluşturmakta ve referans olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kullanım sonrası değerlendirme yöntemi, peyzaj planlaması ve tasarımı, Elazığ Cip Barajı Mesire Alanı.

### Post Occupancy Evaluation Method Example of Elazığ Cip Dam Recreation Area Abstract

Nowadays, the importance of open green spaces, which complement the physical comfort of the people, which contributes to the spiritual comfort, is increasing day by day. While planning open green areas, it passes through the design, application and using stages respectively. However, while the design and implementation stages of these areas are emphasized a lot; usage and post occupancy evaluation stages are ignored. This situation causes the needs of the users who play a major role in the field to be ignored. It is called “Post Occupancy Evaluation (POE)” To ensure that the indoor or outdoor spaces are evaluated by the users of the space after being put into use with a systematic and meticulous work. This study aimed to contribute to the revision of this area according to the needs of users by using the POE method of Elazığ Cip Dam Recreation Area, to the determination of user-centered design criteria for other open green areas in Turkey and determining field performance and analyzing user satisfaction. A survey, interview and observation study was conducted within the scope of the POE method. According to the results of POE, planning suggestions have been presented for the improvement of the Elazığ Cip Dam Recreation Area. This assessment forms the basis for future designs and is a reference.

**Keywords:** The post occupancy evaluation, landscape planning and design, Elazığ Cip Dam Recreation Area.

### Giriş

Açık yeşil alanlar insanların yaşamları boyunca dinlenme, eğlenme, yeme-içme, fiziksel aktivite gibi birçok ihtiyacına cevap vermektedir. Kent içerisinde oluşan yoğun yapılaşma nedeniyle insanların açık yeşil alanlara ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple açık yeşil alanlar insanların yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Açık yeşil alanların kullanıcılara sunduğu nitelikler ve fonksiyonlar kullanım açısından önemli bir yere sahiptir. Çünkü mekanın niteliği ve fonksiyonel kullanımı kullanıcıların daha konforlu ve daha işlevsel bir ortamda bulunmalarını sağlamaktadır. Mekanın niteliği ve fonksiyonel kullanımının değerlendirilmesini objektif ve bilimsel bir şekilde değerlendirmek için Kullanım Sonrası Değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır (Baird, 2001; Churchman ve Ginosar, 1999, Cooper-Marcus, Francis, 1990; Karagenç, 2001; Kılıç, 2001; Korkmaz, 2001).



Kapalı ya da açık mekanlar kullanıma açıldıktan sonra mekanın kullanıcıları tarafından değerlendirilmesinin sistematik ve titiz bir çalışmayla sağlanmasına 'Kullanım Sonrası Değerlendirme (KSD)' denir (Preiser, 2002; Baird vd., 1996; Preiser ve Vischer, 2005). KSD yöntemi, mekanın tasarım ve planlama aşamalarından bir sonraki aşama olan kullanım aşamasının bilimsel verilere dayandırılarak değerlendirilmesi yöntemidir. Yöntem sonucunda ortaya çıkan sonuçlara göre mekanın kullanıcılara sunduğu hizmet kalitesi, fonksiyonel kullanım gibi nitelikleri sürekli iyileştirmeye yönelik öneriler sunulmaktadır (Preiser 2002; Pouya, 2016, Pouya ve Akıncı, 2019). KSD mekan ve kullanıcı arasındaki ilişkinin anlaşmasını sağlayarak mekanın olumlu veya olumsuz etkisini inceler. Mekanın tasarım amaçlarına göre araştırıp, performansının değerlendirmesini sağlar ve böylece elde edilmiş bilgiler ilerideki tasarımlarda alanların olumsuz yönlerinin giderilmesinde, alan performans devamlılığının ve kullanıcı memnuniyetinin sağlanmasında kullanılabilir (Preiser, 2002; Tantan, 1996).

KSD yöntemi;

- Yapılacak olan aynı tip mekanlar için örnek teşkil etmeyi,
- Mekanlarda oluşabilecek problemlerin çözümüne yönelik bilimsel veriler oluşturmayı,
- Kullanıcı ve mekan arasındaki dengeyi korumak ve ilişkinin sürekliliğini sağlamayı,
- Mekanların tasarım ve planlama aşamalarında fark edilmeyen hataların kullanım aşamasında düzeltilmesine yardımcı olmayı,
- Tasarım ve planlama aşamalarında dikkat edilmeyen kullanıcı istek ve değerlendirmelerini, kullanım aşaması ve kullanımdan sonra dikkate alarak kullanıcılara daha iyi hizmet verecek mekanlar oluşturmayı amaçlamaktadır (Pouya, 2016; Akad, 2007; Bechtel, 1997; Bechtel ve Churchman, 2002).

Bu çalışmada Elazığ İlinde bulunan Cip Barajı Mesire Alanı KSD yöntemi kullanılarak mekanın kullanıcılar tarafından nasıl kullanıldığını ve kullanıcı memnuniyetini ölçmek ve gerekli çözüm önerileri sunulması amacıyla yapılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma, Elazığ ilinde Cip Barajı Mesire Alanında yürütülmüştür. Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. İl sınırları içindeki en önemli akarsu Fırat ve kollarıdır. 86 km<sup>2</sup> yüzölçümü olan Hazar Gölü, İl merkezine 30 Km. mesafededir. İl Keban, Karakaya, Kralkızı ve Özlüce gibi baraj gölleri ile çevrilidir. Geçmişte karasal iklimin hüküm sürdüğü Elazığ, yapılan ve yapılmakta olan barajların etkisi ile ılıman bir iklime geçiş yapmıştır (URL 1) (Şekil 1).

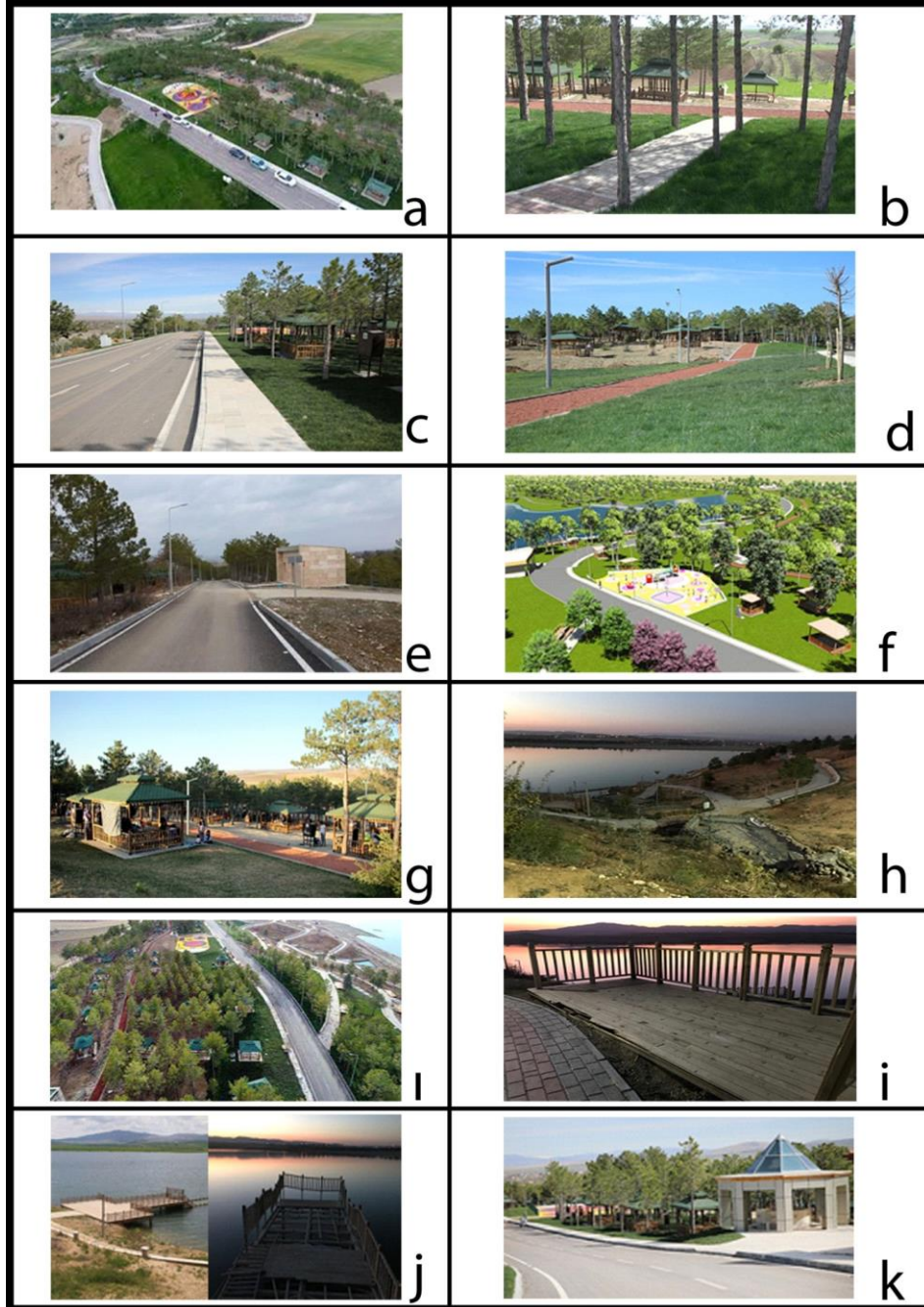


Şekil 1. Elazığ İli Cip Mesire Alanı'nın Konumu (URL 4).

Elazığ ilinde 10 km. batısında bulunan Cip Barajı, Murat Nehri ile birleşen Cip Çayı üzerinde ve Cip Köyünün güneyinde yer almaktadır. Barajın yapımıyla oluşan göl sularıyla, 800 hektar alan sulanmaktadır. Göl çevresi ise mesire yeri olarak kullanılmaktadır (URL 2). Elazığ yaklaşık 595 bin kişilik nüfusu, biri merkez olmak üzere toplam 11 ilçeden oluşmaktadır (URL 3). Cip Barajı Mesire Alanı 1 milyon 540 bin m<sup>2</sup> bir alana sahiptir (URL 2). İl nüfusu baz alındığında Cip Barajı Mesire Alanı içerisinde kişi başına düşen alan yaklaşık 2,58 m<sup>2</sup>dir.

Bu çalışmada Cip Barajı Mesire Alanının araştırma alanı olarak seçilmesinin nedeni Elâzığ'da 2018 yılında kullanıma açılan Cip Barajı Mesire Alanı artan nüfusa karşı yeşil alan ihtiyacını

karşılacak büyüklüğe sahip olmasıdır. Kentteki en büyük mesire alanı olan bu alan içerisinde; 1500 metrekarelik asfalt yol ve otopark (Şekil 2.a.), 1600 metrekarelik parke yol (Şekil 2.b.), 2440 metrekarelik kaldırım yolu (Şekil 2.c.), 1900 metre koşu yolu (Şekil 2.d.), 1300 metrekare baskı beton yürüyüş yolu (Şekil 2.e.), futbol sahası, basketbol sahası, voleybol sahası, çocuk oyun alanları (Şekil 3.f.), piknik masaları ve barbekülerin bulunduğu alanda 333 kameriye (Şekil 2.g.), 415 metre şelale (Şekil 2.h.), doğal amfi tiyatro ve gezinti alanları (Şekil 2.ı.), ahşap seyir terası (Şekil 2.i.), ahşap iskele (Şekil 2.j.), şadırvan (Şekil 2.k.), otopark ve 2 cep otopark, kır kahvesi, yönetim binası, restoran, mescit, 7 çeşme, 2 su deposu, spor sahaları, tesis binası bulunmaktadır.



Şekil 2. Cip Barajı Mesire Alanı Elazığ ilinin en büyük açık yeşil alanı olarak kullanılmaktadır.

### Yöntem

Çalışma alanı olarak belirlenen Cip Barajı Mesire Alanı'nın kullanıcılar açısından olumlu ve olumsuz yönlerini açıklamak için Kullanım Sonrası Değerlendirme (KSD) yöntemi kullanılmıştır.



KSD yöntemi kapsamında kullanıcılara görüşme, anket ve gözlem çalışması yapılmıştır. Alanın fiziksel durumu, işlevselliği ve mekan-kullanıcı arasındaki ilişkilerini incelemek için Eylül, Ekim ve Kasım aylarında belirli günlerde gözlem çalışması yapılmıştır. Gözlem çalışmasını gerçekleştirilirken kullanıcıların alandaki davranışları kayda alınmıştır. Ayrıca kullanıcıların yaş aralıkları, cinsiyetleri, alanla ilgili olumlu ve olumsuz görüşleri, alanı hangi saat aralıklarında, günlerde ve mevsimlerde kullanmayı tercih ettikleri ve alanı ne amaçla kullandıkları belirlemek amacıyla 100 kullanıcıya anket çalışması yapılmıştır. Anketler hafta içi ve hafta sonu öğlen saatlerinde bir anketör tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Cip Barajı Mesire Alanı'nın tasarımcısıyla, alanın tasarım amacı, alanla ilgili sıkıntılar, kullanım sonrası geri dönüşler, tasarımını etkileyen çevresel faktörler hakkında ve uyguladıktan sonraki alan performansı ile ilgili düşüncelerini almak için yüz yüze görüşme çalışması yapılmıştır.

## Bulgular

### Gözlem Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Cip Barajı Mesire Alanı'nda farklı günlerde ve farklı saatlerde yapılan gözlem çalışması sonucuna göre hafta sonu günlerinde ve öğlen saatlerinde kullanım yoğunluğunun daha fazla olduğu, kamerye yetersizliğinden dolayı çim alanlarını piknik alanı olarak kullanılması, piknik yapmak kullanıcıların en çok tercih ettikleri etkinliğinin olması ve yol kenarları otopark alanı olarak kullanılması açıklanmıştır. Çizelge 1 'de belirtilen faaliyetler kişi sayılarına göre belirtilmiştir ve bu faaliyetlerin günlere ve saatlere göre değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Gözlem tarihleri ve saatleri

Günler	Yol üzerine park eden araç sayısı	Çim üzerine oturan kişi sayısı	Çocuk oyun alanındaki kişi sayısı	Dolu kamerye sayısı
01.09.2019-Pazar 09.00-12.00	46	6	17	86
02.09.2019-Pazartesi 12.00-16.00	55	20	25	122
13.09.2019-Cuma 18.00-21.00	62	39	35	187
21.09.2019-Cumartesi 13.00-18.00	67	43	39	196
26.09.2019-Perşembe 10.00-12.00	26	0	13	74
02.10.2019-Çarşamba 17.30-19.00	39	13	21	135
12.10.2019-Cumartesi 10.30-14.00	72	24	23	194
13.10.2019-Pazar 10.00-18.00	87	29	41	214
15.10.2019-Salı 18.00-22.00	37	18	29	62
24.10.2019-Perşembe 8.00-11.00	19	9	17	57
25.10.2019-Cuma 12.00-13.30	23	11	17	71
01.11.2019-Cuma 17.30-19.30	49	36	28	198
10.11.2019-Pazar 11.30-15.00	95	42	39	211
12.11.2019-Salı 16.00-18.00	29	20	26	73
17.11.2019-Pazar 16.00-18.00	34	28	17	77
20.11.2019-Çarşamba 12.00-13.00	22	12	16	48
24.11.2019. Pazar 11.00-16.30	31	18	19	62
30.11.2019-Cumartesi 14.00-18.30	28	13	19	53

### Görüşme Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Görüşme sonucunda kullanıcıların alanla ilgili geri dönüşlerinin olumlu yönde olduğu, Elazığ'ın en büyük ateş yakılabilen açık yeşil alanı olduğu ve tasarım kriterlerinde çevresel faktörlerin baz alındığı verilerine ulaşılmıştır.

### Anket Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Toplamda 100 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasının sonbahar mevsiminde yapılması anket çalışmasına katılan kişi sayısını etkilemiştir. Anket çalışmasında kullanıcıların biyografik özellikleri (Çizelge 2), alana erişilebilirlik, alanın hangi mevsim, gün ve saatte kullanımının tercih edildiği, kullanıcıların araçlarını nereye park ettiği, kullanıcıların alanı hangi amaçla kullandığı, kullanıcıların parkın güvenliğini nasıl değerlendirdikleri, kullanıcıların parkın temizlik ve ağaçlandırma çalışmalarından memnuniyeti, kameryelerin konfor, yakınlık ve tercih durumları, WC ve kamerye sayısının yeterliliği, göl kenarındaki düzenlemeler, aydınlatma ve donatıların kullanıcılar tarafından yeterliliği, kullanıcıların yol ve döşemelerden memnuniyeti, gibi durumlar ankete verilen cevaplara göre saptanmıştır.





Çizelge 2. Anket çalışmasına katılan kullanıcıların biyografik özellikleri

Cinsiyet	Eğitim durumu	Yaş ortalaması	Medeni durum	Otomobil sahibi
Kadın %54	İlk-ortaokul Lise	%22 %20	Kadın Erkek	35 34
Erkek %46	Lisans ve üstü	%58	Bekar Evli	%46 %54
				Evet Hayır
				%56 %44

Kullanıcıların alanı en sık kullandıkları mevsimler sırasıyla yaz (%86) ve ilkbahar (%10) ve tercih etikleri günler daha çok hafta sonu (% 89) günleri olmuştur. Alandaki erişilebilirliği konusunda kullanıcıların %63 yeteri olduğunu ve gelen ziyaretçilerin % 80’i araçlarını araç yolu üzerine ve %16’sı otopark alanında park etikleri açıklamışlardır. Alandaki kameriyeler ile ilgili, kullanıcıların % 66’sı alandaki kameriyelerin gerekli konforu sağladığını ve oturmak için tercih etikleri alanlar sırasıyla göl manzarasına sahip olan ve sakin alanlar ve çocuk oyun alanlarına yakın olan alanlar olmuştur. Kullanıcıların %87’si alana piknik yapmak amacıyla ve diğerleri sırasıyla yürüyüş yapmak, arkadaşlarıyla buluşmak ve dinlemek için alana gelmişlerdir. Alandaki göl kenarındaki düzenlemelerden kullanıcıların %80’ini memnun kaldıklarını açıklamışlardır.

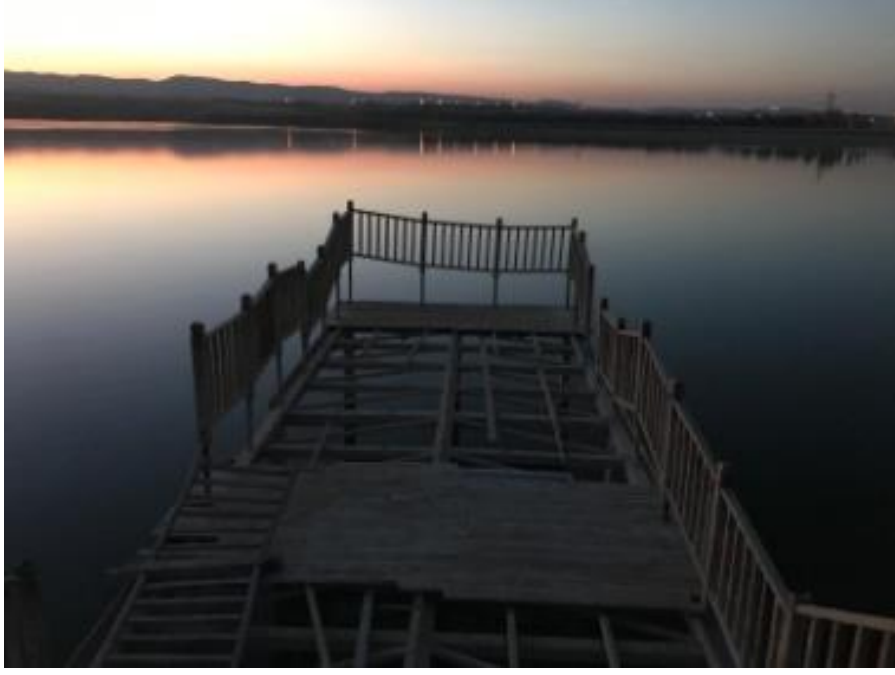
Anketlerin sonuçlarına göre gölgeli alanların yetersiz olduğu (%57) ve alanın güvenli olup olmadığı konusunda ankete katılan kullanıcıların %29’u yeterli, %36’sı daha iyi olabilir ve %15’i yetersiz olduğunu belirlemişlerdir. Alandaki ağaçlandırma çalışmalarından kullanıcıların %55’ini memnun kaldıklarını açıklamışlardır.

Anket sonuçlarına göre kullanıcıların %65’i alan içerisinde ki yol ve döşemelerden memnun olduklarını açıklamışlardır ve memnuniyetsizliklerini belirtilen kişilerin sebepleri arasında önde gelen nedenler ahşap döşemelerin kırık ve bakımsız olması olmuştur. Kullanıcıların çoğu WC lerin sayısının yetersiz olduğunu belirlemişlerdir. Kullanıcılara göre ‘Cip Barajı Mesire Alanı’ deyince akla gelen sırasıyla piknik yapmak, göl ve yeşil alan olmuştur. Kullanıcıların %45’i aydınlatmanın daha iyi olabileceğini, %34’ü aydınlatmanın yetersiz olduğunu, %9’u ise sadece göl kenarında yetersiz olduğunu belirlemişlerdir.

### Sonuç

Bu çalışmada yapılan gözlem ve anket çalışmalarının sonuçlarına göre Cip Barajı Mesire Alanı’na kullanıcıların talebi yoğun olmasına rağmen birçok problemi de bünyesinde barındırmaktadır. Bu problemlerin başında otoparkların konumu gelmektedir. Alanda bulunan çok kullanılan alanlar otoparklar, kameriyeler, iskeleler, WCler ve çocuk oyun alanları gibi otopark alanından uzak mesafede bulunduğu için kullanıcıların büyük çoğunluğu, araçlarını yol üzerine park etmektedirler. Bu durum araç yolunu daraltıp ve sirkülasyon açısından sıkıntı yaratmaya neden olmuştur. Ayrıca arabalar kameriyelerin önünü kapatarak kullanıcıların göl manzarasından faydalanmalarını engellemişlerdir.

Kullanıcıların büyük çoğunluğu göl kenarındaki düzenlemelerin yetersiz olduğunu söylemişlerdir. Göl kenarındaki aydınlatmanın yetersizliğinden, iskelelerin ve döşemelerin kırık ve bakımsız olmasından (Şekil 3), yapay şelalenin çalışmamasından ve temizlenmemesinden kaynaklı oluşan görüntü kirliliğinden (Şekil 4), göl kenarındaki çim alanların yetersizliğinden dolayı kullanıcı konforunun olumsuz etkilendiğini vurgulanmıştır.



Şekil 3. Alandaki yapılan bir iskele örneği



Şekil 4. Alanda uygulanan şelale

Gözlem ve anket sonuçlarına göre kullanıcıların çoğu alanı piknik yapmak için kullanmaktadırlar. Alanda özellikle akşam üzeri saatlerde boş kamerye bulma sıkıntısı yaşamaktadırlar.

Wc konumları ve sayıları alanda kullanıcılar açısından oldukça sıkıntı yaratmaktadır. Konum olarak 1milyon 540 bin metrekarelik bir alanda Wclerin az noktaya toplanması ve sayıca yetersiz olması büyük bir problem oluşturmaktadır. Alan içerisinde bulunan barbekülerin hakim rüzgar yönüne göre konumlandırılmış olması barbekülerin dumanının kameryelara gelmesini önlemektedir. Bu durum kullanıcıların konforunu olumlu yönde etkilemektedir. Alanın gölgelik mekanlar yönünden





yetersiz olduğu açıklanmıştır ve kameriyelerin birçoğu günün farklı saatlerinde ciddi anlamda güneş almaktadır.

Yapılan değerlendirme sonucunda tasarım sürecinde fark edilmeyen, uygulama aşamasında göz ardı edilen eksikliklere öneriler;

- Kameriye boyutlarının çeşitlendirilmesi
- Engelli kullanıcılar için alan içinde göl kenarına ulaşmaları sağlayacak engelli rampaları çözülmesi
- Gölün fonksiyonelliğini arttırmak için sandal vs. kullanılması ve su sporlarına yer verilmesi
- Alan içindeki erişilebilirliğin güçlendirilmesi için yönlendirme tabelalarının kullanılmasıdır.

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Cıp Barajı Mesire Alanı'nın KSD yöntemi kullanılarak sorun ve eksikleri tespit edilmiştir. Bu tespitlerin belirlenmesinde KSD yönteminin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Fakat tasarımcıların birçoğu tasarladıkları mekanlar kullanıma açıldıktan sonra mekanların kullanım sonrası değerlendirilmesi konusuna gerekli önemi vermeyerek KSD yönteminin önemini göz ardı etmektedirler. Bu nedenle tasarımcıların tasarladıkları mekanların eksiklerini görmemesinden kaynaklı olarak kullanıma açılan alanın zayıf yönlerinin iyileştirilmemesi ve tasarımcının gelecek projelerde aynı hataları tekrarlama potansiyeli yüksektir.

Cıp Barajı Mesire Alanı'nın tasarımcısıyla yapılan görüşmeler sonucunda tasarımcı alan kullanıma açıldıktan sonra alanda bir analiz yapmadığını, alana bir veya iki defa kullanıcı olarak gittiğini söylemiştir. Bu durum alanın iyileştirilememesine neden olup yöneticilerin ve sorumlu tasarımcıların bu tutumları gelecek tasarımlarında da aynı problem ve eksiklerin tekrarlanması ihtimalini arttırmaktadır. KSD Yönteminin kullanımı bu ihtimalleri en aza indirmektedir.

### Kaynaklar

- Akad, S., 2007, Kentsel Açık Alanlarda Kullanım Sonrası Değerlendirme: İzmir Sahil Bantları Örneği Üzerine Ampirik Bir Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peuzaj Mimalırlığı Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 6s.
- Baird, G. 2001. Forum: Post-occupancy evaluation and Probe. A New Zealand perspective. Building Research&Information, 29(6), 469-472.
- Baird, G., Gray, J., Isaacs, N., Kernohan, D., Mc Indoe, G., (Ed.). 1996. Building Evaluation Techniques, NY: McGraw-Hil
- Bechtel, R. B. 1997. Environment and Behavior: An Introduction, US: Sage Publications, Inc.
- Bechtel, R. B., Churchman, A. (Eds.) 2002. Handbook of Environmental Psychology, NY: John Wiley & Sons Inc.
- Churchman, A., Ginosar, O., 1999. A Theoretical Basis For The Post-Occupancy Evaluation of Neighborhoods. Journal of Environmental Psychology, (19), 267-276.
- Cooper-Marcus, C., Francis, C. 1990. Post-Occupancy evaluation. C.C. Marcus ve C.Francis (Ed.), People Places: Design Guidelines for Urban Spaces. NY: Van Nostrand Reinhold, 345-356.
- Karagöç, O. 2001. Toplu konut alanlarında simgesel performansa yönelik kullanım sonrası değerlendirme modeli. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peuzaj Mimalırlığı Bölümü, Doktora tezi,
- Kılıç, A. 2001. Kentsel açık alanların kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 10s.
- Korkmaz, E. 2001. Kentsel açık alanların kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi: Beşiktaş örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peuzaj Mimalırlığı Bölümü, Yüksek Lisans tezi, 8s.
- Pouya S, Akıncı İ., 2019. Mimarlıkta Peyzaj Tasarımı, Kullanım Sonrası Değerlendirme Metodu, Malatya Kenti Fahri Kayhan Bölgesinde Bulunan Açık Yeşil Alanlar Örneği, (Bölüm 21), Nobel Akademik Yayıncılık, 485, Ankara.
- Pouya, S. 2016. Ortopedik Engelli Çocukların İyileştirilmelerine Yönelik Planlama Yaklaşımı: ODTÜ Eymir Gölü Örneği (Ankara), Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimalırlığı Bölümü, Doktora tezi, 139s.
- Preiser, W.F.E. 2002. The Evolution of Post-Occupancy Evaluation: Toward Building Performance and Universal Design Evaluation, Learning From Our Buildings, : A State of the Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation. USA: National Academy of Sciences.
- Preiser, W.F.E., Vischer, J., 2005. Assessing Building Performance, Routledge.
- Tantan, B. (1996). Acık mekan kullanımı ile kullanıcı isteklerinin irdelenmesi: Kuruçeşme Cemil Topuzlu Parkı örneği., İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 10s.
- URL 2: T.C. Elazığ Valiliği, 2019. <http://www.elazig.gov.tr/elazig-tarihi>, Erişim tarihi: 02.08.2019.
- URL 1: Elazığ Belediyesi, 2019. <https://www.elazig.bel.tr/cografi-yapi-blog-217>. Erişim tarihi: 02.08.2019.

ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)

2020: 8 (2): 419-426

ISSN: 2147-8384 / e-ISSN: 2564-6826

doi: 10.33202/comuagri.702142

URL 3: TÜİK, 2019. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim tarihi: 02.08.2019.

URL4:

Google

Earth.

<https://www.google.com.tr/maps/place/Cip+Baraj+Mesire+alan%C4%B1/@38.6752899,39.0727088,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4076e9b3a992f30f:0xe86f284a8246cf8c!8m2!3d38.6752857!>. Erişim tarihi: 02.08.2019.





Araştırma Makalesi/Research Article

## ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesinde Yaşanabilirlik ve Peyzaj Tasarımı İlişkisi

Alper Sağlık\*  Elif Sağlık  Abdullah Kelkit  N. Ece Öncül  Merve Temiz 

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale  
\*Sorumlu yazar: alpersaglik@comu.edu.tr

Geliş Tarihi:29.05.2020

Kabul Tarihi: 06.07.2020

### Öz

Üniversite yerleşkeleri; içerisinde eğitim yapıları, sosyal tesisler, lojmanlar vb. birçok açık veya kapalı mekanı bir arada bulunduran açık yeşil alanlardır. Önemli bir kent unsuru olan yerleşkeler, kentsel dokuya önemli katkı sağlamaktadır. Bünyesindeki çalışan ve öğrenci potansiyeli ile bunların kullanımına sunulan açık ve kapalı mekanları barındıran üniversiteler, kentlere yaşanabilir alanlar oluşturmaktadır. Üniversite yerleşkeleri, açık ve yeşil alanlarındaki bitkiler ve kentsel donatı elemanları ile kullanıcıların yaşam kalitelerini artırmaktadır. Bu çalışmada; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi için yaşanabilirlik derecesini arttırmaya yönelik olarak mevcut durumdaki çevresel şartlar ve yaşam kalitesini oluşturan ölçütler; aktivite ve kullanımlar, ulaşılabilirlik, konfor ve imaj, sosyallik başlıkları altında tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda üniversite yerleşkesi dış mekanlarında malzeme ve uygulama kaynaklı birçok sorun tespit edilmiştir. Bu sorunların nedenleri araştırılarak çözüm önerileri getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ÇOMÜ, üniversite, yerleşke, peyzaj tasarımı, yaşanabilirlik

### Relationship between Liveability and Landscape Design at COMU Terzioğlu Campus Abstract

University campuses in educational buildings, social facilities, housing and so many are open or closed space containing a combination of open green space. Settlements, which are an important city element, make an important contribution to the urban texture. Universities, which include open and closed spaces offered to the employees and the potential of employees and students, constitute livable areas for cities. University campuses increase the quality of life of users with plants and urban reinforcement elements in open and green areas. In this study; Canakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus aims to increase the level of livability and current environmental conditions and criteria that make up the quality of life; activities and uses were determined and evaluated under the headings of accessibility, comfort and image, sociability. As a result of the study, many problems related to material and application were determined in the outer spaces of the university campus. The causes of these problems were investigated and solutions were proposed

**Keywords:** COMU, university, campus, landscape design, livability

### Giriş

Kentsel yaşamın varoluşu ile birlikte kentlerde, fiziksel ve fonksiyonel açıdan birçok değişim ve dönüşüm meydana gelmiştir. Bu değişimin kontrolsüz bir şekilde ilerleyişi, mekanların fiziksel kalitesini ve kent yaşamını olumsuz etkilemiştir. Kent düzeyinde ihtiyaçlara cevap veremeyen hizmetler, kentsel gelişime de imkan sağlayamamıştır (Öztürk ve Özdemir, 2013). İnsanoğlunun bulunduğu çevre ve yaşam kalitesi arasında kuvvetli bir bağ vardır. Yaşam kalitesini belirleyen ölçütler aynı zamanda bulunduğu fiziksel mekanın da kalitesini etkilemektedir. Yaşam kalitesi bireylerin ve toplumların refah ve kolay erişimini ifade eden bir kavramdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre yaşam kalitesi; bireylerin toplum içerisindeki yaşamları, kültürel değerleri anlama değerlendirme biçimi olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Hacıhasanoğlu, 2011). Dünya nüfusunun buna bağlı olarak da kentli nüfusunun artması ve küreselleşme ile meydana gelen çevresel tahribatlar nedeniyle yaşam kalitesini ve kentsel gelişimi sağlıklı bir şekilde artıracak planlama çalışmalarının yapılması son derece önemlidir.

Kentsel gelişim için toplumda yaşayan bireylerin ihtiyaçlarına cevap vermek ve onlara kaliteli bir yaşam sunmak gerekmektedir. Bunu sağlayacak olan yaşam kalitesi; alt yapı ve sosyal donatı alanları gibi fiziksel bileşenleri içermektedir. Bu bileşenler içerisinde yer alan açık yeşil alanlar peyzaj tasarım ve planlama çalışmaları açısından önemli bir yere sahiptir (Bağcı, 2010).

Kentsel açık yeşil alanlar park, bahçe, dinlenme alanları, oyun ve spor alanları gibi rekreatif ihtiyaçlara karşılık ya da orman, göl, tarım alanları gibi arazi kullanımlarına imkan sağlayan kent içinde veya dışında kalan alanlar olarak tanımlanmaktadır (Yıldızcı, 1982). Açık yeşil alanlar; kentlilerin yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyen, kenti çekici kılarak kent imajına olumlu katkılar sağlayan ve rekreasyonel kullanım potansiyeli olan alanlardır (Oğuz, 1998). Kentsel açık yeşil alanların yeterli düzeyde olması bireylerin yaşam kalitesini ve verimliliğini önemli ölçüde artıracaktır. Kent içerisinde bulunan meydanlar, kamusal alanlar, kıyı alanları, kent parkları, hayvanat bahçeleri, üniversite yerleşkeleri gibi alanlar yeşil alanların potansiyelini artırmak için önemli alanlardır (Tanrıverdi, 1975; Pamay, 1979; Ertekin ve Çorbacı, 2010).

Latince bir kelime olan ve diğer dillere yayılan üniversite kelimesi ilk olarak ‘universitas’ olarak kullanılmıştır. Universium, universal ve universas kelimelerinin zaman içerisinde farklılaşmasıyla ilk üniversitelerin kurulduğu Orta Çağ’da tüzel kişilerin oluşturduğu birlik anlamında kullanılmıştır. Tarihsel süreçte ‘universitas literarum’ adını alarak bilim birliği anlamını taşımıştır (Sönmezler, 2003). Eğitim öğretim faaliyetlerinin yanında kent için önemli bir açık yeşil alan olan üniversite yerleşkelerinin tasarımı çok önemlidir. Üniversite yerleşkeleri birbirinden bağımsız birçok mekana sahiptir bu nedenle aradaki bağı kuvvetlendirecek ve tüm kullanıcılar için kolay erişim sağlanabilecek peyzaj tasarımına ihtiyaç vardır. Bu alanların peyzaj tasarım kriterleri doğrultusunda planlanıp tasarlanması, kullanıcıların güvenli ve kaliteli bir ortamda yaşamalarını sağlayacaktır (Ertekin ve Çorbacı, 2010).

Üniversite yerleşkelerinin tasarımı; içerisinde bulunan kişilerin fiziksel ve psikolojik sıkıntı ve kaygılarından uzaklaştırıcı, dinginlik sağlayarak sosyalleşme ve fiziksel aktivitelere olanak sağlayacak şekilde olmalıdır. Bu etmenler dikkate alındığında üniversitelerin eğitim ve öğretim kalitelerinde de önemli ölçüde artış olacaktır (Yılmaz, 2015). Bu kapsamda Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi için yaşanabilirlik derecesini arttırmaya yönelik olarak mevcut durum analizi yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda elde edilen sorunlara yönelik öneriler geliştirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi (Şekil 1) oluşturmaktadır. Çalışma, yerleşkede malzeme ve uygulama kaynaklı eksikliklerin tespit edilmesi, yaşanabilirlik ve peyzaj tasarım ilişkisinin ortaya koyulması amacıyla yapılmıştır.



Şekil 1. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi konumu

Terzioğlu Yerleşkesi'nin araştırma alanı olarak seçilmesinin temel nedenleri:

- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nin idari ve akademik birimlerinin önemli bir kısmının bu yerleşkede yer alması.
- Çanakkale-İzmir Karayolu ana geçiş güzergahı ve bağlantı yollarının merkezinde olması.
- Araştırma alanı, Çanakkale Boğazına hakim bir noktada olması.
- Alanın Çanakkale Boğazının karşısında konumlanmasının yanı sıra, orman örtüsüne zengin yakın çevresi ile de rekreasyon açısından zengin bir potansiyele sahip olması.



- Çevredeki rekreasyonel doğal kaynakların zenginliği ve gününbirlik kullanılabilirliği, yerleşke rekreasyon alan ve mekanlarını öncelik sıralamasında geri plana itmiş olabilir.
- Bu doğrultuda yerleşkedeki mevcut rekreasyon alanlarının yaşanabilirlik bakımından önemini sorgulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın yöntemi; veri ve literatür toplama, kimlik kartlarının oluşturulması, rekreasyon alanları ile ilgili kalite ölçütlerinin (Kalite Ölçüt Karneleri Yöntemi) hazırlanması, analiz, sentez ve önerilerin geliştirilmesi olmak üzere değişik aşamalardan oluşmaktadır. Terzioğlu Yerleşkesinde yaşanabilirlik açısından üniversiteyi temsil etmesi ve seçilen alanların mevcut durumlarının tespit edilmesi amacı ile her alana özgü kimlik kartı kurgulanmıştır.

### Kalite Ölçüt Karne Yöntemi

Bir alanın tasarımı yapılırken o alanın ihtiyaçlara cevap verebilmesine ve fonksiyonel olmasına dikkat edilmelidir. Yapılan tasarımın doğruluğunu alanın aktifliği, konfor ve imajı, alan kullanımları ve sosyallik durumları gibi ölçütler belirler (Şekil 2). Bu ölçütler kullanılarak alanın kullanıcılar tarafından nasıl algılandığı ve alanı daha yaşanabilir ve kaliteli bir hale nasıl getirilebileceği tespit edilir (Sağlık, 2014).

Genel Özellikler	Konum	Ulaşım	Kalite Göstergeleri	Yapısal Eleman ve Donatılar	Bitkisel Durum
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ -Yapım</li><li>Zamanı</li><li>➤ -Alanı</li><li>➤ -Kullanım</li><li>Sıklığı</li><li>➤ -En Son</li><li>Yenilenme</li><li>➤ -Niteliği</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Kuzey / Güney</li><li>-Doğu / Batı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Toplu Taşıma</li><li>-Özel Oto/<u>Moto</u></li><li>-Bisiklet</li><li>-Yaya</li><li>-Engelli</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Konfor ve İmaj</li><li>-Sosyallik Durumu</li><li>-Alan Kullanımı ve Aktiviteler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Aydınlatma Elemanı</li><li>-Tabelalar</li><li>-Su Öğesi</li><li>-Oyun Elemanı</li><li>-Çöp Kutusu</li><li>-Plastik Objeler vb.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Sert Zemin / Yumuşak Zemin Oranı</li><li>-Ağırıklı Bitki Örtüsü</li></ul>
-Panoramik Fotoğraf					

Şekil 2. Kimlik kartı içinde yer alan ölçütler

### Kimlik Kartlarının Oluşturulması

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi açık yeşil alanları, kenti temsil etmektedir. Yerleşke içerisinde dış mekanların tasarımına yönelik mevcut durumun ve sorunların tespit edilmesi amacıyla her alana özgü birer kimlik kartı oluşturulmuştur. Bu kimlik kartlarında daha önce belirlenmiş kalite ölçütleri detaylandırılarak alanın tanımlanması sağlanmıştır. Yerleşke içerisinde bulunan tüm yapıların çevresi ve açık yeşil alanlar için kimlik kartları hazırlanmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Tarihsel Gelişimi 3 Temmuz 1992 tarihinde, 3837 sayılı kanunla kurulan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 1992-1993 Eğitim-Öğretim yılında Trakya Üniversitesi'nden devredilen Çanakkale Eğitim Fakültesi, Çanakkale Meslek Yüksekokulu ve Biga Meslek Yüksekokulu ile eğitim-öğretim hayatına başlamıştır. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nin ana yerleşkesi Çanakkale-İzmir karayolu kavşağında bulunan ve üniversitenin ana birimlerini bünyesinde barındıran Terzioğlu Yerleşkesi'dir (Şekil 3) (Anonim, 2020a). 1993 yılı ve sonrasında çeşitli fakülte, meslek yüksekokulu, enstitü, sosyal tesis olmak üzere birçok birim üniversitede eğitim-öğretim dönemine başlamıştır.



Şekil 3. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi



Yerleşkeler bulunduğu kente aidiyet kazandıran önemli açık yeşil alanlardır Bu nedenle Terzioğlu Yerleşkesi'nde belirlenen araştırma alanlarının yaşanabilirlik açısından mevcut durumlarının değerlendirilmesi için Rektörlük binası ve yerleşke içerisinde yer alan fakülteler için kimlik kartları hazırlanmıştır (Şekil 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).

### ÇOMÜ Rektörlük Binası ve Çevresi

Terzioğlu Yerleşkesi ilk temsili binası konumunda olan Rektörlük binası, biri üç diğeri altı katlı olmak üzere birbirine bitişik iki binadan oluşmaktadır Rektörlüğe bağlı 5 adet Bölüm Başkanlığı bulunmaktadır. Rektörlük idari yapısında ise, 8 Daire Başkanlığı ve Üniversitemiz Genel Sekreterliği bünyesinde ise 9 adet Koordinatörlük bulunmaktadır (Anonim, 2020a). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda rektörlük binası çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Rektörlük karşısındaki kütüphane tarafı girişindeki kaldırımlar yıpranmış ve yerinden çıkmış durumdadır. İzgarayı çevreleyen betonda kırıklıklar mevcuttur. Otopark içindeki yeşil alan olarak ayrılmış duvar kenarlarını yabancı otlar istila etmiştir. Otopark girişindeki kaldırımda çok fazla çökme tespit edilmiştir. Rektörlük karşısından başlayıp ana girişe inen merdivenlerde kırılmalar ve yer yer beton dolgular mevcuttur. Rektörlük binası B blok yanındaki otopark girişindeki bordürler karşılıklı olarak neredeyse zeminle aynı hizaya gelmiş durumdadır. A blok girişinin karşısındaki oturma birimlerinin üzerine gölgelendirme amacıyla yapılan kısım boşluklu olduğundan gölgelendirme işlevini yapmıyor ve gölgelendirme amacı ile herhangi bir bitki ile sarılmamıştır. B blok girişi önündeki kameriyelere girişte yol kotu, kaldırım kotundan yüksekte olmakla beraber, palmye bitkisi kameriye girişindeki yolu engellemektedir. B blok girişinin otopark tarafındaki rampanın döşemelerinde kırıklar tespit edilmiştir ve rampanın her iki tarafında da herhangi bir korkuluk olmadığı saptanmıştır.

REKTÖRLÜK					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	1992			
	Alanı	1.500 m <sup>2</sup>			
Kullanım Sıklığı	Yoğun				
En Son Yenilenme	-				
Niteliği	İdari Bina				
KONUM	Kuzey-Güney	Deniz-Adnan Menderes Parkı			
	Doğu-Batı	Turizm Fakültesi-Yamaç Kafe&Restoran			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/ Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
Engelli	Ulaşılabilir				
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Korunur ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz seyri ve yeşil alan içerisinde
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var		Etkileycilik	Deniz seyri
	Bitki gösterisi	Var	Sosyalik Durumu	Sosyal ağlar	Dinlenme ve seyir alanı
	Çöp kutusu	Var		Kullanıcı Kitlesi	İdari personel
	Tanıtım, ilan	Var		Gec e Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli
	Yol	Var		Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun
	Yön ve işaret	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Çeşitlilik	Yetersiz
	Su öğesi	Yok		Sürdürülebilirlik	İdari alan olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Ağaç	Var			
Durak	Yok				
Oturma	Var				
Çeşme	Yok				
Gözetim, seyir	Var				
Büfe	Yok				
Plastik obje	Yok				
Oyun elemanı	Yok				
Otopark	Var				
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%60	Ağır/İkili Bitki Örtüsü	Defne Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>
	Yumuşak Zemin	%40		Yıldız Çalısı	<i>Pittosporum tobira</i>
			Ardıç	<i>Juniperus spp.</i>	
			Gaura Çiçeği	<i>Oenothera lindheimeri</i>	
			Bambu	<i>Bambusa multiplex</i>	



Şekil 4. Rektörlük binası ve çevresi kimlik kartı

### ÇOMÜ Tıp Fakültesi Binası ve Çevresi

3 Temmuz 2000 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile kurulan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2007 yılından itibaren kendi binalarında eğitim vermeye başlamıştır (Anonim, 2020b). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda yerleşke tıp fakültesi dekanlığı çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Kaldırımlarda birçok yerde çökme tespit edilmiştir. Otoparka girişteki ızgara eski tip olup kullanılamayacak durumdadır ve sağ taraftaki kaldırımlar bitkiler tarafından kapatılmıştır. Otopark tabelası bitkiler tarafından fark edilemeyecek duruma gelmiştir. Tıp Fakültesi dekanlık binasının arka tarafı yığılmış parke taşları ve bakımsız bahçe yüzünden görüntü kirliliği oluşturmaktadır. Alanın yan tarafında bulunan kanal çöp birikintisiyle tıkanmıştır. Bina yanına bakan bahçesindeki çimler ve yabancı otlar bahçeyi bakımsız gösterirken, kenara yığılan harç ve parke taşları da aynı etkiyi bırakmaktadır. Bahçede bulunan spor aletleri yabancı otların arasında kaybolmuştur. Bina yanındaki basket sahasının içerisi yabancı ot istilasına uğramıştır.

TIP FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	2007			
	Alanı	1.500 m <sup>2</sup>			
Kullanım Sıklığı	Yoğun				
En Son Yenilenme	-				
Niteliği	Üniversite Dekanlık Binası				
KONUM	Kuzey-Güney	ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi-Deniz			
	Doğu-Batı	Tıp Fakültesi Hastanesi-Izmir Yolu			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Ulaşılabilir, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
	Engelli	Dik eğimli yol			
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz manzaralı ve yeşil alan içerisinde
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var		Etkileyicilik	Deniz seyri
	Bitki gösterisi	Yetersiz	Sosyal Durumu	Sosyal ağlar	Eğitim alanı, yetersiz
	Çöp kutusu	Yetersiz		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel
	Tanıtm, ilan	Var		Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli
	Yol	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Kullanışlılık	Toplanma, seyir ve dinlenmeye uygun
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz
	Su ögesi	Yok		Sürdürülebilirlik	Eğitim ve idari kurum olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Ağaç	Var		Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Yaz Ilgını
Durak	Yok	Ağırhı Biki Örtüsü	Dağ Akçaağacı		
Oturma	Var		Melez Servi	<i>Acer pseudoplatanus</i>	
Çeşme	Yok		Biberiye	<i>Cupressocyparis leylandii</i>	
Gözlem, seyir	Var		Duvar Sarması	<i>Rosmarinus officinalis</i>	
Büfe	Yok			<i>Hedera helix</i>	
Plastik obje	Yok				
Oyun elemanı	Yok				
Otopark	Var				

Şekil 5. Tıp fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı

## ÇOMÜ Siyasal Bilimler Fakültesi Binası ve Çevresi

08.03.2012 tarih 28.277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 201272734 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile 16.01.2012 tarihinde Terzioğlu Yerleşkesi’nde 11 bölümle İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi olarak açılmıştır. Daha sonra Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü’ne bağlı İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi “Siyasal Bilimler Fakültesi” olarak değiştirilmiş ve 08.04.2016 tarih ve 29678 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır (Anonim, 2020c). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Kantin önüne konulan babalar girişi engellemediği için gereksiz durumdadır. Kantin ve ÖSEM arasındaki klima boruları aşağıya kadar indirilmediği için kantinde oturanlara ve orada geçenlerin üzerine su damladığı gözlemlenmiştir. Bina ve ÖSEM tarafında kaldırım kesişiminde açıklıklar ve doğalgaz kutusunun önünde derin bir çökme mevcuttur. Bina önündeki anıtın mermerleri bakımsızlıktan düşmüştür. Bina önündeki anıtın altındaki havuz bakımsız, temizlenmiyor ve anıtın kenarında atıl duran kontroplak görüntü kirliliği oluşturmaktadır. Binanın ana yol tarafındaki kaldırımının üzerindeki ağaçların altındaki zemin, kaldırım kotundan yüksekte kalmış durumdadır. Binanın önündeki parkın ana yol tarafındaki kaldırımda, üst taraftaki kaldırım gibi ağaç köklerinin etkisiyle kot farkı oluşmuştur.

SİYASAL BİLGİLER FAKÜLTESİ							
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	2012					
	Alanı	1.500 m <sup>2</sup>					
	Kullanım Sıklığı	Yoğun					
	En Son Yenilenme	-					
	Niteliği	Fakülte Binası					
KONUM	Kuzey-Güney	Rektörlük-Ziraat Fakültesi					
	Doğu-Batı	Mehmet Akif Ersoy Parkı-Adnan Menderes Parkı					
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir					
	Özel Oto/Moto	Ulaşılabilir					
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok					
	Yaya	Ulaşılabilir					
	Engelli	Ulaşılabilir					
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Yeşil alan içerisinde		
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin		
	Bilgi verme	Var		Etkileycilik	Yeşil alan		
	Bitki gösterisi	Yetersiz		Sosyal ağlar	Dinlenme alanı		
	Çöp kutusu	Var		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel		
	Tanıtım, ilan	Var		Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli		
	Yol	Var		Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun		
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz		
	Su ögesi	Yok		Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta		
	Ağaç	Var		Sosyalite Durumu	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Ağrılıklı Bitki Örtüsü	Fraxinus excelsior Ginkgo biloba Lagerstroemia indica Cupressocyparis leylandii Melia azedarach
	Durak	Var					
	Oturma	Var					
Çeşme	Yok						
Gözlem, seyir	Var						
Büfe	Yok						
Plastik obje	Yok						
Oyun elemanı	Yok						
Otopark	Yok						
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%80	Ağrılıklı Bitki Örtüsü				
	Yumuşak Zemin	%20					



Şekil 6. Siyasal bilimler fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı



## ÇOMÜ Turizm Fakültesi Binası ve Çevresi


Fakülte 1993-1994 eğitim-öğretim yılında eğitime başlamıştır. 2013-2014 Eğitim-Öğretim yılından itibaren ismi Turizm Fakültesi olarak değişmiştir. 2014-2015 Eğitim-Öğretim yılından itibaren ise Konaklama İşletmeciliği Bölümü, Turizm İşletmeciliği olarak eğitime devam etmektedir (Anonim, 2020d). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda yerleşke ana girişi ve güvenlik kulübesi çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Kütüphane eski binası Turizm Fakültesi yanındaki kaldırımlarda çökmeler mevcut ve refüjler yabancı ot istilasına uğramıştır. Bina girişi yanı yabancı ot istilasına uğramış ve bakımsız durumdadır. Rektörlük ve bina arasındaki otoparkta yan kapının sol tarafında bordürsüz yeşil alan tespit edilmiştir.


TURİZM FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	1993			
	Alanı	1.500 m <sup>2</sup>			
Kullanım Sıklığı	Yoğun				
En Son Yenilenme	2014				
Niteliği	Fakülte Binası				
KONUM	Kuzey-Güney	Deniz-Adnan Menderes Parkı			
	Doğu-Batı	Kütüphane-Rektörlük			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
Engelli	Dik eğimli yol				
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz seyri ve yeşil alan içerisinde
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var		Etkileycilik	Deniz seyri
	Bitki gösterisi	Var	Sosyal Durumu	Sosyal ağlar	Dinlenme ve seyir alanı
	Çöp kutusu	Var		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel
	Tanıtım, ilan	Var		Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli
	Yol	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz
	Su ögesi	Yok		Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Ağaç	Var		Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Defne Kartopu
Durak	Yok	Melez Servi			<i>Cupressocyparis leylandii</i>
Oturma	Var	Oya Ağacı			<i>Lagerstroemia indica</i>
Çeşme	Yok	Ardıç			<i>Juniperus spp.</i>
Gözlem, seyir	Var	Mazı	<i>Thuja spp.</i>		
Büfe	Yok				
Plastik obje	Yok				
Oyun elemanı	Yok				
Otopark	Var				

Şekil 7. Turizm fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı

## ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Binası ve Çevresi

11.07.1992 tarihinde kurulan fakülte, 1995-1996 eğitim-öğretim yılında Bahçe Bitkileri ve Zootečni bölümlerine öğrenci olarak öğrenime başlamıştır. 2001-2002 öğrenim yılından itibaren yerleşkedeki 13.600 m<sup>2</sup> alana sahip binasına taşınmıştır (Anonim, 2020e). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Ziraat Fakültesi tabelasının önündeki bordürlerde kırıklar tespit edilmiştir. Tabelanın yanından başlayıp fakülteye giden kaldırım yabancı ot istilasına uğramış durumdadır. Mehmet Akif Ersoy Parkı tabelası yüksek boylu bitkilerin arasında kalmıştır. Ziraat Fakültesi dekanlık otoparkına girişte sağ taraftaki zeminde çökme tespit edilmiştir. Fakültenin dekanlık ve kantin arasında kalan girişinin önündeki zeminde döşeme taşları kırılmış ve tamamlanmamıştır. Fakülte yan bina girişinde rampa mevcut değildir. Yan giriş önündeki eski harman makinasında yenilenmesi gereken bölümler tespit edilmiştir. Yer yer çürümeler ve paslanan kısımlar bulunmaktadır. Kantin girişi sağ tarafında binanın zemine yaklaşan yerinde bir delik mevcuttur. Hemen önündeki kaldırımda da kırık ve eksik parke taşları tespit edilmiştir. Fakülte bahçesi sol tarafındaki otopark girişinde çöp ve kağıt toplama kutusu rasgele konulmuş ve yolun ortasında kalmıştır.

ZİRAAT FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	21992			
	Alanı	13.600 m <sup>2</sup>			
	Kullanım Sıklığı	Yoğun			
	En Son Yenilenme	2001			
	Niteliği	Fakülte Binası			
KONUM	Kuzey-Güney	Siyasal Bilimler Fakültesi- Jandarma Hatıra Ormanı			
	Doğu-Batı	Jandarma Hatıra Ormanı-Ziraat Fakültesi			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/ Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
	Engelli	Ulaşılabilir			
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz manzaralı ve yeşil alan içerisinde
	Korkuluk	Yok		İşsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var		Etkileycilik	Deniz ve orman seyri
	Bitki gösterisi	Yetersiz		Sosyal ağlar	Toplanma ve dinlenme alanı
	Çöp kutusu	Var		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel
	Tanıtım, ilan	Var	Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yetersiz	
	Yol	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz
	Su öğesi	Var		Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Ağaç	Var		Tesbih Ağacı	<i>Melia azedarach</i>
Durak	Var	Ardıç		<i>Juniperus spp.</i>	
Oturma	Var	Adi Kurtbağrı	<i>Ligustrum vulgare</i>		
Çeşme	Yok	Alev Ağacı	<i>Photinia fraseri</i>		
Gözlem, seyir	Yok	Kül Çiçeği	<i>Senecio cineria</i>		
Büfe	Yok				
Plastik obje	Yok				
Oyun elemanı	Yok				
Otopark	Var				
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%60	Ağırıklı Bitki Oranları		
	Yumuşak Zemin	%40			





Şekil 8. Ziraat fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı



## ÇOMÜ Fen Edebiyat Fakültesi Binası ve Çevresi

1993-1994 eğitim- öğretim yılında faaliyete geçen fakülte binasında 9'u teknik donanıma sahip olmak üzere 30 derslik, 3 bilgisayar laboratuvarı, Fizik, Kimya, Biyoloji, Coğrafya, Arkeoloji ve Sanat Tarihi bölümlerine ait araştırma ve öğrenci laboratuvarları ile Tarih ve Sanat Tarihi bölüm kütüphaneleri ve okuma salonları yer almaktadır (Anonim, 2020f). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Fen Edebiyat Fakültesinin yanına yapılan oturma alanı altı boş olduğundan pek güvenli görünmemektedir. Fakültenin bahçe girişinde köşede bulunan kültür merkezi tabelası, önündeki bitki yüzünden görülemeyecek durumdadır. Sol yan girişinde çok bakımsız bitki parteri bulunmaktadır ve arka girişi hurdalığa dönüştürülmüştür. B blok arkasında yangın merdivenin başladığı alandaki yağmur suyu olukları sert zemine verilmiştir. B blok girişi önündeki otoparkta zeminde eksik alanlar mevcut ve mazgallar, içerden çıkan yabancı otlar yüzünden yerinden çıkıp zemin seviyesinin üzerine yükselmişlerdir. Fakülte personel girişi önündeki bahçede, bahçeye çıkan merdivenlerde kırılmış bölümler ve bahçe ortasındaki sert zemin döşemeleri arasından çıkmış yabancı otlar mevcuttur. Aynı zamanda bitkiler bakımsız ve budanmaya ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Personel girişi kapısı önündeki bahçenin kenarındaki kaldırımlar yeşil alanla bir bütün oluşturmuş, kaldırımlar görünmemektedir ve bordürleri son derecede yıpranmıştır.


FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	1992			
	Alanı	7.800 m <sup>2</sup>			
KONUM	Kullanım Sıklığı	Yoğun			
	En Son Yenilenme	-			
UULAŞIM DURUMU	Niteliği	Fakülte Binası			
	Kuzey-Güney	Öğrenci Sosyal Etkinlik ve Kültür Merkezi-Zırdama Hatıra Ormanı			
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Doğu-Batı	Troya Kültür Merkezi-Zırdama Fakültesi			
	Toplu Tasıma	Ulaşılabilir			
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Özel Oto/ Motor	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Yaya	Ulaşılabilir			
	Engelli	Dik eğimli yol			
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Aydınlatma	Yetersiz	Alanın Konfor ve İmali	Çevresel Veri	Yeşil alan içerisinde
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var		Etkileycilik	Yeşil alan
	Bitki Çöp kutusu	Var		Sosyal ağlar	Dinlenme alanı
	Tanıtım, ilan	Var		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel
	Yol	Var		Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yetersiz
	Yön ve Su öasesi	Var		Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun
	Ağac	Yok		Çeşitlilik	Yetersiz
	Durak	Var		Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Oturma	Var			
Çeşme	Yok				
Gözlem	Var				
Büfe	Yok				
Plastik obje	Yok				
Oyun	Yok				
Otopark	Var				
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%80	Ağırhalkı Bitki Örtüsü	Fıstık Çamı	<i>Pinus pinea</i>
	Yumuşak Zemin	%20		Erguvan	<i>Cercis siliquastrum</i>
			Oya Ağacı	<i>Lagerstroemia indica</i>	
			Salkım Söğüt	<i>Salix babylonica</i>	
			Toros Sediri	<i>Cedrus libani</i>	




Şekil 9. Fen edebiyat fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı

## ÇOMÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Binası ve Çevresi

1992 yılında Ezine Üvecik'te eğitim-öğretime başlayan fakülte, 2004-2005 yılında Terzioğlu Yerleşkesine taşınmıştır. Fakülte 6.000 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Fakülte içinde Temel Bilimler, Yetiştiricilik, Avlama ve İşleme teknolojisi olmak üzere üç farklı bölüm ve Piri Reis Deniz Müzesi ve Galerisi bulunmaktadır (Anonim, 2020g). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Binanın ön tarafında kaldırım kenarındaki bakımsız ve toprak alanda kantin işletmecisinin gelişigüzel koyduğu tabela görüntü kirliliği oluşturmaktadır. Binanın ana yola yakın tarafındaki çöp kutuları gelişigüzel konulduğu gibi aşırı derecede kötü kokusu (balık atıkları) yoldan geçenleri dahi rahatsız edecek boyuttadır. Taş değirmenin önündeki ve karşısındaki kaldırımlar yabancı otların istilasına uğramış durumdadır. Binanın kalorifer dairesinin ön tarafında kalan köşede zeminde çökmeler meydana gelmiştir. Binanın denize bakan tarafına rasgele konulan masalar ve sandalyeler hem görüntü kirliliği oluşturmuş hem de üstlerinde herhangi bir kapatma elemanı bulunmadığından işlevsiz durumdadırlar. Binanın yan tarafındaki havuz ve çevresi bakımsız durumdadır. Havuzun içinde balık yaşamasına rağmen dibi görünmeyecek kadar kirlidir. Bina girişindeki rampanın eğimi uygun ölçülerde değildir.

DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ FAKÜLTESİ										
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	1992		Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz manzaralı ve yeşil alan içerisinde				
	Alanı	3.150 m <sup>2</sup>					İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin		
	Kullanım Sıklığı	Yoğun							Etkileycilik	Deniz seyri
	En Son Yenilenme	2013								
Niteliği	Fakülte Binası	Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel							
KONUM	Kuzey-Güney			Deniz-Troya Kültür Merkezi	Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yetersiz				
	Doğu-Batı			Personel Yemekhanesi-OSEM			Kullanışlılık	Seyir ve dinlenmeye uygun		
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma			Ulaşılabilir					Çeşitlilik	Yetersiz
	Özel Oto/ Moto	Ulaşılabilir	Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta						
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			Ağır Biki Örtüsü	Tesbih Ağacı Akdeniz Servisi Fıstık Çamı Zakkum Defne				
Yaya	Ulaşılabilir	Alan Kullanımı ve Aktarımlar					Melia azedarach Cupressus sempervirens Pinus pinea Nerium oleander Laurus nobilis			
Engelli	Uygun olmayan eğitim							Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30	
Aydınlatma	Var		Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30						
Korkuluk	Yok				Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30				
Bilgi verme	Var	Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar					Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30			
Bitki gösterisi	Yetersiz							Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30	
Çöp kutusu	Yetersiz		Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30						
Tanıtım, ilan	Var				Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30				
Yol	Var	Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar					Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30			
Yön ve işaret	Var							Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30	
Su öğesi	Var		Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30						
Ağaç	Yok				Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30				
Durak	Var	Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar					Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30			
Oturma	Yetersiz							Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30	
Çeşme	Yok		Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30						
Gözlem, seyir	Var				Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30				
Büfe	Yok	Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar					Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30			
Plastik obje	Var							Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30	
Oyun elemanı	Yok		Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30						
Otopark	Yok				Alan İçindeki Yapısal Eleman ve Donatılar	Sert Zemin %70 Yumuşak Zemin %30				



Şekil 10. Deniz bilimler ve teknolojisi fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı



### ÇOMÜ Güzel Sanatlar Fakültesi & Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Binası ve Çevresi


Toplam 15.000 m<sup>2</sup>'lik alana sahip bina 3 fakülteyi birlikte barındırmaktadır. 2012 yılında yeni binasına geçen Güzel Sanatlar Fakültesi görsel ve işitsel birçok anabilim dalıyla eğitim faaliyetine geçmiştir. Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, 2012 yılında kurulmuş olup, bünyesinde Peyzaj Mimarlığı, Mimarlık, Şehir ve Bölge Planlama, İç Mimarlık ve Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümlerini anabilim dalları ile birlikte barındırmaktadır. 2011 yılı kurulan İletişim Fakültesi, Radyo-Sinema ve Televizyon, Gazetecilik, Görsel İletişim Tasarımı, Halkla İlişkiler ve Reklamcılık, Yeni Medya ve İletişim Bilimleri olmak üzere altı bölüme sahiptir (Anonim, 2020h). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Bina önünde denize karşı atıl vaziyette kalmış büyükçe bir alan bulunmaktadır. Bina öğrenci girişinin bahçesinde yaza ve kışa uygun üzeri kapalı oturma birimleri bulunmamaktadır. B kapısı önündeki parke taşlarının arasından çok sayıda yabancı ot çıkmıştır. Binadan saat kulesine gidilen kaldırımda diğerlerinden farklı yükseklikteki bordür yaya kazasına yol açabileceği tespit edilmiştir. Durağın sağ tarafındaki çöp kutusu da eğimin etkisi ile deforme olmuştur. Bina arkasında durak yüzünden daralan kaldırımın kullanılacak kısmındaki parke taşları düzgün döşenmemiştir. Binanın arkasındaki ana yol yanındaki yamaçtaki bitkiler kurumuştur. Bina arkasındaki yamaçta gereksiz beton kütleleri tespit edilmiştir. C kapısına ana yoldan inen merdivenlerin başlangıcındaki prefabrik binanın önündeki kaygan zeminde eksik döşeme elemanı vardır.


GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİ & MİMARLIK VE TASARIM FAKÜLTESİ							
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	2012					
	Alanı	4.800 m <sup>2</sup>					
	Kullanım Sıklığı	Yoğun					
	En Son Yenilenme Niteliği	-					
KONUM	Kuzey-Güney	Deniz-Mühendislik Fakültesi					
	Doğu-Batı	Yabancı Diller ve Sağlık Yüksek Okulu-Yemekhane Binası					
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir					
	Özel Oto/Moto/Bisiklet	Ulaşılabilir					
	Yaya	Yol yok, park alanı var					
	Engelli	Ulaşılabilir					
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İnanç Durumu	Çevresel Veri	Deniz manzaralı ve yeşil alan içerisinde		
	Korkuluk	Yok			İşsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin	
	Bilgi verme	Var				Etkileycilik	Deniz seyri
	Bitki gösterisi	Var			Sosyal ağlar	Dinlenme, toplanma, sergi ve spor alanı	
	Çöp kutusu	Var			Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel	
	Tanıtım, ilan	Var			Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli	
	Yol	Var			Kullanışlılık	Seyir, toplanma ve dinlenmeye uygun	
	Yön ve işaret	Var			Çeşitlilik	Yeterli	
	Su ögesi	Yok			Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta	
	Ağaç	Yok			Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Tesbih Ağacı İğde Erguvan Mazı Gül	<i>Melia azedarach</i> <i>Elaeagnus angustifolia</i> <i>Cercis siliquastrum</i> <i>Thuja spp.</i> <i>Rosa spp.</i>
	Durak	Var					
	Oturma	Var					
	Çesme	Yok					
	Gözlem, seyir	Var					
Büfe	Yok						
Plastik obje	Yok						
Oyun elemanı	Yok						
Otopark	Var						
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%80	Ağırlıklı Bitki Örtüsü				
	Yumuşak Zemin	%20					

Şekil 11. Güzel sanatlar fakültesi & mimarlık ve tasarım fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı

## ÇOMÜ Mühendislik Fakültesi Binası ve Çevresi

Mühendislik Fakültesi, 1995-1996 akademik yılında Bilgisayar Mühendisliği ile başladığı eğitim-öğretimine Gıda Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Jeofizik Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği Bölümleri ile Terzioğlu Yerleşkesindeki yeni binasında devam etmektedir. Fakülte 20.000 m<sup>2</sup> alana sahiptir (Anonim, 2020i). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Mühendislik Fakültesinin arkasındaki alanda hem çevre düzenlemesi bulunmamakta hem de toprak kayması olabilecek alanda istinat duvarı eksikliği mevcuttur. Mühendislik Fakültesi ek binası yanındaki üçgen alan bakımsız durumdadır. Hemen bitişiğindeki eğimli köşe gereksiz taş yığına dönüştürülmüştür. Alanın su oluşunun üzerindeki ızgara hem çökmüş hem de içi ağzına kadar toprakla dolduğu için işlevini kaybetmiştir. Bina çatısından gelen ve önünden yere inen tüm yağmur suyu giderleri yürüyüş yolu üzerine bırakılmış ve bir yere bağlanmamıştır. Mühendislik ek binasının ön cephesindeki klima boruları boşa bırakılmış herhangi bir bağlantı yapılmamıştır. Mühendislik ek binası önündeki kaldırımın hemen yanında bulunan üstü açık betonarme kuyu görseelliği bozmaktadır. Bina bahçesi girişine konumlandırılan çöp kutuları, kaldırımın bitiminde ve orta yerinde olduğundan kaldırımı takip eden yayaları hem ikiye bölebilir hem de kazaya sebep olabilir. Mühendislik Fakültesi ile Safiye Hüseyin Elbi Heykeli arasındaki kaldırım, ızgara ile daraltılmıştır.

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	1995			
	Alanı	6.300 m <sup>2</sup>			
Kullanım Sıklığı	Yoğun				
En Son Yenilenme	2012				
Niteliği	Fakülte Binası				
KONUM	Kuzey-Güney	Güzel Sanatlar Fakültesi ve Mimarlık ve Tasarım Fakültesi-Ardes			
	Doğu-Batı	Mehmet Akif Ersoy Gençlik Merkezi-Taş Amfi			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/ Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
	Engelli	Ulaşılabilir			
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz seyri ve yeşil alan manzarası
	Korkuluk	Yok		İçsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var	Sosyalik Durumu	Etkileycilik	Deniz ve yeşil alan seyri
	Bitki gösterisi	Var		Sosyal ağlar	Dinlenme ve seyir alanı
	Çöp kutusu	Yetersiz		Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel
	Tanıtm, ilan	Var		Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli
	Yol	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Kullanışlılık	Seyir, toplanma ve dinlenmeye uygun
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz
	Su göçesi	Yok		Sürdürülebilirlik	Eğitim alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Aéac	Var	Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Ağırıklı Birli Örtüsü	Arizona Servisi Mazı Top Akasya Kara Kavak Kiraz
Durak Oturma	Var	Sert Zemin			
Cesme	Yok	Yumuşak Zemin	%10		
Gözlem, seyir	Var				
Büfe	Yok				
Plastik obje	Yok				
Oyun	Yok				
Otopark	Yetersiz				



Şekil 12. Mühendislik fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı

## ÇOMÜ Spor Bilimleri Fakültesi Binası ve Çevresi

2014 yılında Terzioğlu Yerleşkesinde yeni binasında faaliyet gösteren ve 16 Şubat 2018 Tarihli ve 30334 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Bazı Yükseköğretim Kurumlarına Bağlı Olarak Fakülte ile Yüksekokul Kurulması ve Kapatılması Hakkında Karar” ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu kapatılarak yerini Spor Bilimleri Fakültesi almıştır (Anonim, 2020j). Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda fakülte ve çevresiyle ilgili saptanan sorunlar şunlardır: Ardes’ten aşağıya inişte yeni binanın sağ tarafında kalan görsellikten tamamen uzak olan alan, manzarasına rağmen çöp biriktirme alanına dönüştürülmüştür. Binanın etrafındaki kaldırım kenarlarında olduğu gibi kampüs içinde genel bir bakımsızlık söz konusudur. Çeşitli yabancı otlar tarafından istilaya uğramış birçok duvar ve kaldırım kenarı bulunmaktadır. Bina önündeki gider boruları toprak üstünde bırakılmıştır. Bina çevre sulamasını sağlayan boruların hepsi gelişigüzel döşenmiş ve açıkta bırakılmıştır. Aydınlatma birimleri gerekli derecede sağlanmamış, geçici basit çözümlerle desteklenmiştir. Bina karşısına yapılan binanın önündeki kaldırımda yapı malzemeleri bırakılmış, kaldırım önündeki su oluğu toprakla dolmuştur. Bina karşısındaki inşaat yarım bırakıldığından ortaya istenmeyecek görüntüler çıkmıştır. Bina karşısındaki inşaat alanının hemen önündeki kaldırımda, taşların çökmesiyle büyük bir göçük oluşmuştur.

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ					
ÖZELLİKLERİ	Yapım zamanı	2014			
	Alanı	3.500 m <sup>2</sup>			
Kullanım Sıklığı	Yoğun				
En Son Yenilenme	2016				
Niteligi	Fakülte Binası				
KONUM	Kuzey-Güney	Deniz-Ardes Kız ve Erkek Öğrenci Yurdu			
	Doğu-Batı	Yabancı Diller ve Sağlık Yüksek Okulu-Orman			
ULAŞIM DURUMU	Toplu Taşıma	Ulaşılabilir			
	Özel Oto/ Moto	Ulaşılabilir			
	Bisiklet	Yol yok, park alanı yok			
	Yaya	Ulaşılabilir			
	Engelli	Ulaşılabilir			
ALAN İÇİNDEKİ YAPISAL ELEMAN VE DONATILAR	Aydınlatma	Var	Alanın Konfor ve İmajı	Çevresel Veri	Deniz seyri ve yeşil alan manzarası
	Korkuluk	Yok		İşsel Değer	Açık yeşil alan ve sert zemin
	Bilgi verme	Var	Sosyalik Durumu	Etkileycilik	Yeşil alan seyri
	Bitki gösterisi	Var		Sosyal ağlar	Dinlenme ve spor alanı
	Çöp kutusu	Yetersiz	Kullanıcı Kitlesi	Öğrenci, üniversite akademik ve idari personel	
	Tanıtım, ilan	Var	Gece Kullanımı	Üniversite yerleşkesi içinde, aydınlatma yeterli	
	Yol	Var	Alan Kullanımı ve Aktiviteler	Kullanışlılık	Yetersiz
	Yön ve işaret	Var		Çeşitlilik	Yetersiz
	Su ögesi	Yok		Sürdürülebilirlik	Eğitim ve spor alanı olması nedeniyle yoğun olarak kullanılmakta
	Ağaç	Var	Alanın BİTKİ ÖRTÜSÜ	Doğu Çınarı	<i>Platanus orientalis</i>
Durak	Var	Bambu		<i>Bambusa multiplex</i>	
Oturma	Yetersiz	Melez Servi		<i>Cupressocyparis leylandii</i>	
Çeşme	Yok	Alanın BİTKİ ÖRTÜSÜ	Mazı	<i>Thuja spp.</i>	
Gözlem, seyir	Yok		Beyaz çiçekli Yalancı Akasya	<i>Robinia pseudoacacia</i>	
Büfe	Yok				
Sert-Yumuşak Zemin Oranı	Sert Zemin	%70			
	Yumuşak Zemin	%30			

Şekil 13. Spor bilimleri fakültesi binası ve çevresi kimlik kartı





### Sonuç ve Öneriler

Terzioğlu Yerleşkesi, kuruluşundan bugüne yaklaşık 20 yıl geçmiş olmasına karşın halen fiziki anlamda gelişimini sürdürmektedir. Akademik ve idari anlamda günün gerektirdiği gereksinimler bu gelişmenin devam etmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte artan yerleşke nüfusunun rekreasyonel gereksinimlerinin de karşılanmasına yönelik talepler de artmaktadır. Bu yönde özellikle son yıllarda önemli çalışmalar yapılmıştır. Tüm bu gelişmeler ve yapılan çalışmalara karşın Terzioğlu Yerleşkesi'nde yaşanabilirlik açısından özellikle dış mekanlarda birtakım eksiklikler de bulunmaktadır. Buna göre:

- Yerleşke genelinde yönlendirme ve bilgilendirme levhalarında güncelleme ve yenilenme ihtiyaçları vardır.
- Tüm yerleşke genelinde engelsiz yerleşke hedefinin gerçekleştirilmesine yönelik fiziki alt yapı yenilemelerinin yapılması gerekmektedir.
- Yerleşkenin nüfusu her geçen gün artmaktadır. Bu artış kendini ulaşım sisteminde de olumsuz yönde göstermektedir. Taşıt sayısı hızla artmaktadır. Bununla birlikte otopark ihtiyacı da artmaktadır.
- Yol kenarları, kaldırımlar ve hatta yerleşke geneli uygun ilaçlama yöntemi uygulanmadığı için yabancı ot istilasına uğramış durumdadır.
- Kaldırımlar planlanırken uygun yerler tercih edilmediğinden, patika yollar oluşmuştur.
- Kaldırım ve yollarda çökmeler, döşeme eksiklikleri gibi sorunlar ile birlikte onarım aşamasında eksiklikler mevcuttur.
- Yeni yapılan alanlar tamamlanmadan eksik halde bırakılmıştır (sonradan yapılan bordürlerde renk uygulaması yapılmamıştır).
- Çöp kutuları genel olarak sorun teşkil etmektedir. Çöp kutularının adetleri yeterli değildir. Mevcut olanlar da yanlış yerlere konumlandırılmıştır. Sabit çöp kutuları içinden çöpler alındıktan sonra klipsleri takılmadığından, kapaklar rüzgar etkisiyle açılıp kırılmış izlenimi vermektedir. Çöp konteynırları kapakları hiç kapatılmadığından kötü koku yaymaktadır.
- Yerleşkeye ayrı bir hava katması gereken plastik elemanlar bakımsızlıktan istenilen etkiyi veremiyor.
- Zamanında önlem alınmadığı için rüzgarın ve çevresel faktörlerin etkisi ile formu bozulmuş çok sayıda bitki mevcuttur.
- İklimsel faktörler ve toprak özellikleri göz önüne alınmadan yapılan bitkisel uygulamalar, kimi alanlarda başarısızlık ile sonuçlanmıştır.
- Yerleşke geneli eğimli olduğundan çoğu alanda sulama sıkıntısı yaşanmaktadır. Sulama sistemleri kimi yerlerde toprak üzerine, kimi yerlerde kaldırım üzerinden, kimi yerlerde ise hiç konulmadığından bitkiler ve toprak verimsiz hale gelmiştir.
- Binaların ön taraflarıyla az da olsa ilgilenilmiş, arka tarafları ile hiç ilgilenilmemiştir.
- Binaların çevresinde çok fazla kullanılmayan malzeme mevcut, bu da görüntü kirliliğine yol açmaktadır.
- Kantinler binalara ek oturma birimlerini, kendi çıkarları doğrultusunda düzenleyerek görüntü kirliliği oluşturmuşlardır.
- Yerleşke nüfusunun artışı ile birlikte rekreasyon alanlarına olan ihtiyaç ta artmaktadır. Bu amaçla özellikle spor açık spor alanları geliştirilmelidir.
- Personel eksikliğinden dolayı fakülte çevreleri bile bakımsız durumda iken, yerleşke genelinin bakımsız olması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Tüm bu gelişmeler ve yapılan çalışmalara karşın Terzioğlu Yerleşkesi'nde yaşanabilirlik açısından özellikle dış mekanlarda yenileme, bakım ve onarım çalışmalarına gerekli önemin verilmesi gerekmektedir. Yerleşkeler, kentin önemli bir alanını kaplayan açık yeşil alanlardır ve bu alanların planlaması ve tasarımına önem verilmelidir.

**Not:** Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2015-49.



### Kaynaklar

- Anonim, 2020a. <https://www.comu.edu.tr/tarihce>, Erişim: 12.05.2020
- Anonim, 2020b. <http://tip.comu.edu.tr/>, Erişim: 12.05.2020
- Anonim, 2020c. <http://sbf.comu.edu.tr/tarihcemiz.html>, Erişim: 12.05.2020
- Anonim, 2020d. <http://turizm.comu.edu.tr/tarihce.html>, Erişim: 12.05.2020
- Anonim, 2020e. <http://ziraat.comu.edu.tr/>, Erişim: 14.05.2020
- Anonim, 2020f. <http://fef.comu.edu.tr/fakultemiz/genel-tanitim.html>, Erişim: 14.05.2020
- Anonim, 2020g. <http://denbiltek.comu.edu.tr/>, Erişim: 14.05.2020
- Anonim, 2020h. <http://gsf.comu.edu.tr/hakkimizda/hakkimizda.html>, Erişim: 14.05.2020
- Anonim, 2020ı. <http://muhendislik.comu.edu.tr/genel-bilgiler/hakkimizda.html>, Erişim: 14.05.2020
- Anonim, 2020j. <http://sporbf.comu.edu.tr/tarihce.html>, Erişim: 14.05.2020
- Bağcı, Ö., 2010. Yenişehir (Mersin) kentsel alanında peyzaj mimarlığı disiplini kapsamında kentsel gönenç araştırması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 111 s.
- Ertekin, M., Çorbacı, Ö.L., 2010. Üniversite kampüslerinde peyzaj tasarımı (Karabük üniversitesi peyzaj projesi örneği). Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 10 (1): 55-67.
- Oğuz, D., 1998. Kent parkı kavramı yönünden Ankara kent parklarının kullanım olgusu üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 290 s.
- Öztürk, S., Özdemir, Z., 2013. Kentsel açık ve yeşil alanların yaşam kalitesine etkisi "Kastamonu örneği". Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 13 (1): 109-116.
- Pamay, B., 1979. Park-Bahçe ve Peyzaj Mimarisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 2486-264, 263 s. İstanbul.
- Sağlık, A., 2014. Çanakkale kenti rekreasyon potansiyelinin kentlerin yaşanabilirliği açısından değerlendirilmesi. ÇOMÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 200 s.
- Sönmezler, K., 2003. Modern mimarinin kentsel deney alanı: Üniversite tasarımı. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 384 s.
- Tanrıverdi, F., 1975. Peyzaj mimarisi, bahçe sanatının temel prensipleri ve uygulama metotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 196-29, 367 s.
- Yıldırım, A., Hacıhasanoğlu, R., 2011. Sağlık çalışanlarında yaşam kalitesi ve etkileyen değişkenler. Psikiyatri Hemşireliği Dergisi. 2 (2): 61-68.
- Yıldızcı, A.C., 1982. Kentsel yeşil alan planlaması ve İstanbul örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Doçentlik Tezi (Yayınlanmamış). 218 s.
- Yılmaz, S., 2015. Bir kampüs açık mekanının peyzaj tasarımı Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi binası. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 15 (2): 297-307.





Araştırma Makalesi/Research Article

## Coleoptera Species Determined in Almond Orchards in Mugla and Manisa Provinces of Turkey and Species Feed on Almond

M. Fatih Tolga<sup>1\*</sup> 

Zeynep Yoldaş<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Plant Protection Research Institute, Bornova, Izmir, Turkey

<sup>2</sup>Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Izmir, Turkey

\*Corresponding author e-mail: mfatihmolga@gmail.com.tr

Received: 19.05.2020

Accepted: 15.12.2020

### Abstract

This study has been carried out in Datça, Fethiye, Seydikemer and Akhisar, Kula localities of Turkey during the years 2014-2016. In this study, 127 insect genus/species belonging to 25 different families of Coleoptera order were determined. *Anthonomus amygdali*, and *A. pyri* feed on buds and flowers, *Polydrusus quadriticollis*, *P. ponticus* species feed on leaves, especially by consuming the edges of the leaves. *Clytra novempunctata*, *Labidostomis longimana*, *L. rufa*, *Smaragdina limbata* mainly feed on new shoots and leaves. *Cerambyx carinatus*, *C. welensii*, *Prionus coriarius* feed on wood tissues. *Tatianaerhynchites aequatus* and *Rhynchites smyrnensis* are mostly found on the fruit and feed on fruit on which they feed, and cause glue on fruit surface. It has been determined that *Tropinota hirta* and *Oxythyrea cinctella* feed on flowers and pollen. It was observed that *Bostrichus capucinus* and *Scobicia chevrieri* feed on wood tissues, *Teratolytta dives* and *Eolydus atripes* feed on leaves while *Orsodacne variabilis* feeds on flower, anther, filament and ovary organs.

This study determined for the first time that *B. capucinus*, *S. chevrieri*, *C. carinatus*, *C. welensii*, *P. coriarius*, *C. novempunctata*, *C. numidicus*, *Scolytus intricatus*, *Scolytus kirschii*, *T. dives*, *E. atripes* and *O. variabilis* species feed on almond orchards. Apart from these species, all of the identified species were detected only and did not show any biological activity.

**Keywords:** Almond, Coleoptera, Cerambycidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Curculionidae

## Muğla ve Manisa İlleri Badem Bahçelerinde Saptanan Coleoptera Takımına Ait Türler ve Bademde Beslenen Türler

### Öz

Bu çalışma, Datça, Fethiye, Seydikemer ve Akhisar, Kula ilçelerinde 2014-2016 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında Coleoptera takımına bağlı 25 adet familyaya ait 127 adet cins/tür tespit edilmiştir. *Anthonomus amygdali* ve *A. pyri* tomurcuklar ile çiçek içinde beslenmekte olup, *Polydrusus quadriticollis*, *P. ponticus* türleri ise yapraklarda özellikle yaprak kenarlarını tüketerek beslenmektedir. *Clytra novempunctata*, *Labidostomis longimana*, *L. rufa*, *Smaragdina limbata* özellikle yeni sürgün ve yapraklardan beslenmektedir. *Cerambyx carinatus*, *C. welensii*, *Prionus coriarius* türleri odun doku içinde beslenmektedir. *Tatianaerhynchites aequatus*, *Rhynchites smyrnensis* çoğunlukla meyve üzerinde bulunmakta ve meyve üstünden beslenmektedir ve beslendiği yerde meyvede zamk çıkıntısının olmasına neden olur. *Tropinota hirta* ve *Oxythyrea cinctella* çiçek ve polenler ile beslendiği tespit edilmiştir. *Bostrichus capucinus* ve *Scobicia chevrieri* odun dokusu içinde beslendiği, *Teratolytta dives*, *Eolydus atripes* yapraklardan beslendiği görülmüştür. *Orsodacne variabilis* çiçeklerden, erkek organ, sapçık, ovaryum ile beslenmektedir.

*B. capucinus*, *S. chevrieri*, *C. carinatus*, *C. welensii*, *P. coriarius*, *C. novempunctata*, *C. numidicus*, *Scolytus intricatus*, *Scolytus kirschii*, *T. dives*, *E. atripes* ve *O. variabilis* türlerinin badem alanlarında beslediği ilk defa bu çalışma ile belirlenmiştir. Bu türler dışında belirlenen türlerin tamamı sadece tespit edilmiş ve herhangi bir biyolojik aktivite gösterdiği görülmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Badem, Coleoptera, Cerambycidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Curculionidae.

### Introduction

Almond (*Prunus dulcis* Miller) is a tree in the Rosaceae family, native to Central and Western Asia. It was originally cultivated in Turkey, Iran, Syria and Palestine. Almond was taken from these countries to Greece, North Africa, Italy and Spain, and then to North America (Bolu and Özgen, 2010; Yavuz, 2011). Almonds are mostly consumed dried fruits and also preferred as fresh fruit in the green period. Field studies were carried out in Manisa and Mugla provinces where Almond



production is the highest in the Aegean region.

There are many data available about the Coleoptera fauna of Turkey. It has been reported that a number of Coleopteran species attack almond trees and has some beneficial species (Benhadi-Marin et al., 2011; Bolu et al., 2005; Bolu et al., 2006; Bolu and Özgen, 2007; Bolu and Legalov, 2008; Bolu and Özgen, 2009; Bolu and Özgen, 2010; Bolu, 2016; Gök et al., 2005; Lodos, 1981; Lodos et al., 2003; Maçan, 1986; Maral et al., 2014; Monaco, 1967; Önuçar and Zümreoğlu, 1985; Şahin et al., 2016; Şen and Gök, 2009; Russo et al., 1994; Yanık, 2013; Yücel and Şahin, 2015; Zalom et al., 2012).

The data on Coleoptera species found in almond growing areas in the Aegean region are incomplete. In the present study, different Coleoptera species from the almond trees were identified and recorded. Data on the damage of the potential pest and feeding species on almond trees were also observed.

### Materials and Methods

This study was carried out in the almond orchards of Akhisar, Kula (Manisa) and Datça, Fethiye, Seydikemer (Muğla) between 2014 and 2016. Coleoptera species were collected from the almond trees by hand or with an aspirator, from the almond trees. Also Frappage (beating) method (hitting the 20 tree branches, 5 strokes per tree, and the falling individuals on a 40\*40 cm sized cloth were collected) and visual observation methods were used in the collection of samples. During the studies, species feeding different parts of almond trees brought to the laboratory with plant parts to observe feeding status. Insect samples brought to the laboratory were allowed to be an adult in a room containing 25°C temperature and 70% humidity.

### Results and Discussion

#### Coleoptera species

As a results of the study, 127 insect genus/species belonging to 25 families were found. Among these insects, it has been seen that 29 species feeding different part of almond trees.

Table 1. Coleoptera species determined in almond orchards in Muğla and Manisa provinces

Family	Species Name	Locations
Aderidae	<i>Aderus populneus</i> (Creutzer in Panzer, 1796)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Apionidae	<i>Catapion seniculus</i> (Kirby, 1808)	Datça Akhisar Kula
	<i>Ceratapion gibbirostre</i> (Gyllenhal, 1813)	Seydikemer Kula
	<i>Oryxolaemus flavifemoratus</i> (Herbst, 1797)	Fethiye
	<i>Malvapion malvae</i> (Fabricius, 1775)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar
	<i>Protapion fulvipes</i> (Fourcroy, 1785)	Akhisar
	<i>Protapion interjectum</i> (Desbrochers, 1895)	Fethiye
Bostrichidae	** <i>Bostrichus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)	Datça
	** <i>Scobicia chevrieri</i> (Villa & Villa 1835)	Datça
Cantharidae	<i>Boveycanthis</i> sp. Wittmer, 1969	Seydikemer
	<i>Cantharis pulicaria</i> Fabricius, 1781	Datça Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Malthinus conspicuus</i> Kiesenwetter, 1852	Akhisar





Table 1 continued

Cantharidae	<i>Malthinus hulai</i> Švihla, 2009	Datça Fethiye Seydikemer
	<i>Malthinus punctatus</i> (Fourcroy, 1785)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Malthinus seriepunctatus</i> Kiesenwetter, 1851	Akhisar
	<i>Rhagonycha chevrolati</i> Marseul, 1864	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Cerambycidae	<i>Agapanthia lateralis</i> Ganglbauer, 1884	Fethiye Seydikemer
	** <i>Cerambyx carinatus</i> Kuster, 1846	Datça Kula
	** <i>Cerambyx welensii</i> (Kuster, 1846)	Datça
	** <i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)	Datça
	<i>Trichoferus fasciculatus</i> (Faldermann, 1837)	Datça
	<i>Stictoleptura cordigera</i> (Fuessly, 1775)	Fethiye Seydikemer
	<i>Stictoleptura tonsa</i> Daniel K.&Daniel J., 1891	Fethiye Seydikemer
	<i>Stenurella bifasciata</i> (Muller, 1776)	Fethiye Seydikemer
	<i>Vadonia</i> sp. Mulsant, 1863	Fethiye Seydikemer
Cetoniidae	** <i>Tropinota (Epicometis) hirta</i> (Poda, 1761)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Seydikemer
	** <i>Oxythyrea cinctella</i> (Schaum, 1841)	Datça Seydikemer
	<i>Potosia cuprea cuprina</i> (Motschulsky, 1849)	Datça
Chrysomelidae	** <i>Calomicrus syriacus</i> (W. 1924)	Fethiye Seydikemer
	<i>Chaetocnema tibialis</i> (Illiger 1807)	Kula
	** <i>Clytra novempunctata</i> Olivier, 1808	Datça Seydikemer Kula
	<i>Cryptocephalus macellus</i> Suffrian, 1860	Datça Akhisar Kula
	<i>Hermaphysa ruficollis</i> (Lucas, 1849)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Labidostomis longimana</i> (Linnaeus, 1758)	Fethiye Seydikemer
	** <i>Labidostomis rufa</i> (Waltl, 1838)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula



Table 1 continued

Chrysomelidae	<i>Longitarsus callidus</i> Warchalowski, 1967	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Macrocoma rubripes</i> (Schaufuss, 1862)	Datça Fethiye Kula
	<i>Phyllotreta nigripes</i> (Fabricius 1775)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Smaragdina limbata</i> (Stevens 1806)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Bruchidius ater</i> (Marsham, 1802)	Datça Fethiye
	<i>Bruchidius biguttatus</i> (Olivier, 1795)	Datça
	<i>Bruchidius bimaculatus</i> (Olivier, 1795)	Seydikemer
	<i>Bruchidius cisti</i> (Fabricius, 1775)	Datça Fethiye Seydikemer
	<i>Bruchidius imbricornis</i> (Panzer, 1795)	Kula
	<i>Bruchidius lividimanus</i> (Gyllenhal, 1833)	Seydikemer
	<i>Bruchidius nudus</i> (Allard, 1868)	Seydikemer Kula
	<i>Bruchidius orchesioides</i> (Heyden, 1892)	Datça
	<i>Bruchidius picipes</i> (Germar, 1824)	Fethiye
	<i>Bruchidius pusillus</i> (Germar, 1824)	Fethiye Seydikemer
	<i>Bruchidius seminarius</i> (Linnaeus, 1767)	Fethiye Akhisar
	<i>Bruchidius terrenus</i> (Sharp)	Fethiye
	<i>Bruchidius varius</i> (Olivier, 1795)	Datça Kula
	<i>Bruchidius villosus</i> (Fabricius, 1792)	Datça
	<i>Bruchus atomarius</i> (Linnaeus, 1761)	Akhisar
	<i>Bruchus luteicornis</i> Illiger, 1794	Kula
	<i>Bruchus rufimanus</i> Bohemann, 1833	Seydikemer
	<i>Caryedon serratus</i> (Olivier, 1790)	Kula
	<i>Spermophagus sericeus</i> (Geoffroy, 1785)	Fethiye Akhisar Kula
Cleridae	* <i>Trichodes</i> sp. Herbst, 1792	Datça
	* <i>Denops albofasciatus</i> (Charpentier, 1825)	Datça
	* <i>Gyponyx signifler</i> (Boheman, 1851)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar
	* <i>Clerus mutillarius</i> Fabricius, 1775	Datça Seydikemer Akhisar
	* <i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar



Table 1 continued

Coccinellidae	* <i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	* <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	* <i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Akhisar
	* <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	Akhisar Kula
	* <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Akhisar Kula
	* <i>Coccinula quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Seydikemer Akhisar Kula
	* <i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	* <i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	Seydikemer Akhisar Kula
	* <i>Stethorus</i> sp. Weise, 1885	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Curculionidae	** <i>Anthonomus amygdali</i> Hustache, 1930	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Anthonomus pyri</i> Kollar, 1837	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Achradidius syriacus</i> (Boheman, 1842)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Coeliodes ruber</i> (Marshall, 1802)	Fethiye
	** <i>Crypturgus numidicus</i> Ferrari, 1867	Akhisar
	<i>Curculio pellitus</i> (Boheman, 1843)	Akhisar
	<i>Hypera plantaginis</i> (De Geer 1775)	Akhisar
	** <i>Hypolixus pica</i> (Fabricius, 1798)	Fethiye Seydikemer
	<i>Larinus latus</i> (Herbst, 1783)	Seydikemer Kula
	<i>Lixus algirus</i> (Linnaeus, 1758)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Lixus ascanii</i> (Linnaeus, 1767)	Fethiye



Table 1 continued

Curculionidae	<i>Lixus incanescens</i> Boheman, 1835	Fethiye Seydikemer
	<i>Lixus vilis</i> (Rossi, 1790)	Fethiye Seydikemer
	** <i>Polydrusus ponticus</i> Faust, 1888	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Polydrusus quadriticollis</i> Desbrochers, 1902	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Scolytus amygdali</i> Guerin, 1847	Datça
	** <i>Scolytus intricatus</i> (Ratzeburg, 1837)	Datça
	** <i>Scolytus kirschii</i> Skalitzky, 1876	Fethiye
	** <i>Scolytus mali</i> (Bechstein, 1805)	Fethiye
	** <i>Scolytus rugulosus</i> (Muller, 1818)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	** <i>Scolytus scolytus</i> (Fabricius, 1775)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Smicronyx jungermanniae</i> (Reiche, 1797)	Akhisar Kula
	<i>Sitona crinitus</i> (Herbst, 1795)	Fethiye Seydikemer
	<i>Sitona humeralis</i> Stephens 1831	Fethiye Seydikemer
	<i>Sitona puncticollis</i> Stephens, 1829	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Tychius brevisculus</i> Desbrochers, 1873	Akhisar
	<i>Tychius cuprifer</i> (Panzer, 1799)	Akhisar
<i>Tychius meliloti</i> Stephens, 1831	Akhisar	
Dasytidae	<i>Danacea nigratarsis</i> (Küster, 1850)	Akhisar
Dermestidae	<i>Ctesias maculifasciata</i> (Reitter, 1899)	Kula
	<i>Anthrenus</i> sp. Muller, 1764 <i>pimpinellae</i> group	Datça
Elateridae	<i>Peripontius terminatus</i> (Erichson, 1842)	Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
	<i>Drasterius bimaculatus</i> (Rossi, 1790)	Fethiye Akhisar
	<i>Quasimus minutissimus</i> (Germar, 1822)	Datça Seydikemer Akhisar
	<i>Cardiophorus stussineri</i> Buysson, 1913	Datça Kula
	<i>Cardiophorus discicollis</i> (Herbst, 1806)	Fethiye
	<i>Cardiophorus vestigialis</i> Erichson, 1840	Akhisar



Table 1 continued

Elateridae	<i>Porthmidius drymogenes</i> Platia, 2010	Datça Fethiye Seydikemer
Latridiidae	<i>Corticarina</i> sp. Reitter, 1880	Datça
Malachiidae	<i>Malachius</i> spp. Fabricius, 1775	Seydikemer Akhisar Kula
Meloidae	** <i>Teratolytta dives</i> (Brulle, 1832)	Akhisar
	** <i>Eolydus atripes</i> (Pic, 1905)	Akhisar
Mycteridae	<i>Mycterus tibialis</i> Kuster, 1850	Fethiye Seydikemer
Oedemeridae	<i>Oedemera flavipes</i> (Fabricius, 1792)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Orsodacnidae	** <i>Orsodacne variabilis</i> Baly, 1877	Fethiye Seydikemer
	<i>Orsodacne humeralis</i> Latreille, 1804	Akhisar
Ptinidae	<i>Homophthalmus aquilus</i> Toskina, 2013	Datça
	<i>Dryophilus pusillus</i> (Gyllenhal, 1808)	Datça Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Rhynchitidae	** <i>Tatianaerhynchites aequatus</i> (L., 1767)	Seydikemer Kula
	** <i>Rhynchites smyrnensis</i> (Desb. des Loges, 1869)	Fethiye Seydikemer Akhisar Kula
Sericidae	<i>Triodontella</i> sp. Reitter, 1919	Datça Kula
Silvanidae	* <i>Silvanus bidentatus</i> (Fabricius, 1792)	Datça Kula
Staphylinidae	<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)	Datça
Trogossitidae	* <i>Nemosoma elongatum</i> (Linnaeus, 1761)	Datça

\* predatory species, \*\* species feed on the leaf, shoots, branches, trunk or fruit of almond tree

Almond orchards are particularly planted in areas where forest plantations disrupted, and mostly in areas where chemical control has not been done except for the major pest species. For this reason, this study shows that insect fauna is rich compared to other fruit production areas. It can be said that almond orchards are visited by many insect species. 98 species belonging to 21 families identified in this study are included visiting insects. The fact that some species feed on different parts of almond trees should not mean that they are pests. The majority of species recorded as pest spend their entire biological period on or within the plant.

#### Species feeding on almond trees

During the study it was determined that some insect species feeding on shoots, leaves, flowers or fruits of almond trees. Some of the species considered as pest species. *Anthonomus amygdali* and *Anthonomus pyri* were feeding on buds, flowers and reproductive parts (stigma, style, ovary, and anther) in each area. The larvae of the species were visible during the bud and flowering periods of the trees between January and April. Whereas adults were seen on the leaves after the flower pollination completed. Bud and flower samples taken from each district were brought to the laboratory and *A. amygdali* adults emerged from the plant samples. Monaco (1967), stated that adult feed on leaves and shoots. And also, a small number of *A. pyri* adults were recorded from samples. *Hypolixus pica*, *Polydrusus quadricollis* and *P. ponticus* species were feeding on the leaves, especially by consuming leaf edges. Özbek (2014) stated that *H. pica* fed on the leaves of almond trees. Bolu (2016) reported





almond as host of *L. ascanii*. Similarly Lodos et al. (2003) described that almonds are among the hosts of *P. ponticus* and *P. quadriticollis*. However, these species do not exist in high populations in the orchards. *Crypturgus numidicus*, *Scolytus amygdali*, *S. intricatus*, *S. kirschii*, *S. mali*, *S. rugulosus*, *S. scolytus*, species were observed feeding in the cambium tissue that cause drying of both old and young trees. The larvae and the adult of these pests were obtained from the branches with glue currents, which were dry or almost dry trees in each district. *S. rugulosus* and *S. scolytus* species were determined as dominant species in each district. In particular, *S. rugulosus* can cause wilting of young trees of 5–7 years old, and trees of 30–40 years old. The adults of *Scolytus* species were observed on the branches of the trees in May. The symptoms of damage, such as glue flow or sawdust were seen in June.

From the Chrysomelidae family, *Clytra novempunctata*, *Labidostomis longiman*, *L. rufa*, *Smaragdina limbata* feeding mainly new shoots and leaves. However, these species do not reach high population levels in the orchards. *Calomicrus syriacus* was found only in Fethiye and Seydikemer. The observations made on branches and leaves, no biological stage was found except the adult stage. Adults consumes all leaves and cause 100% defoliation leaving the tree leafless. Gök et al. (2005) reported in their studies in Isparta that biological stages other than adult was not seen on the trees or leaves and 99% of the tree could be damaged leading to leafless tree. They also stated that these species could be an important almond pest in areas with Mediterranean climate. Şen and Gök (2009) reported in another study performed in Isparta province that *C. syriacus* was the most dominant pest species of almonds and cherries in the study area.

*Cerambyx carinatus*, *C. welensii*, *Prionus coriarius* species in the Cerambycidae family, found in every orchards and almost in every tree of 20–90 years age in Datça district. Branches or stems of the trees were broken or dried because of pests. Fresh sawdust from damaged trees was noted begin in April. *C. carinatus* and *C. welensii* species were the most found species in the samples brought to the laboratory and in the field. There was no damage in the newly planted or regularly maintained orchards.

*Tatianaerhynchites aequatus* and *Rhynchites (Epirhynchites) smyrnensis* from the Rhynchitidae family feeding surface of the fruit and it causes gumming on the fruit. They do not reach the population density that they need to be controlled.

Cetoniidae Family, *Tropinota (Epicometis) hirta* and *Oxythyrea cinctella* were recorded on and in the flowers. Especially *T. hirta* were found feeding on flowers in every orchard surveyed in the provinces of Akhisar, Kula, Seydikemer and Fethiye during the blooming season. Therefore, it is a significant pest to be considered. It is a pest that can be suppressed with biotechnical control method with blue basins filled with water. In the case of biotechnical control, population can be suppressed and damage cannot occur. On the other hand, in Datça, the blooming starts in February, so the pest do not cause harm and not seen in the orchards.

From Bostrichydae family, *Bostrichus capucinus* and *Scobicia chevrieri* open galleries by feeding in branches and trunk.

From the Meloidae family, it was noted that the *Teratolytta dives* and *Eolytus atripes* fed on the leaves. However, the population of both the species has not high population density. We cannot say these species are a pest or problem for almond orchards.

*Orsodacne variabilis* from the Orsodacnidae family was determined that feeding anther, filament and pollen. Medvedev (2015) reports that *Orsodacne humeralis* and *Orsodacne variabilis* species may be the same species.

Our study revealed that *B. capucinus*, *S. chevrieri*, *C. carinatus*, *C. welensii*, *P. coriarius*, *C. novempunctata*, *C. numidicus*, *L. algirus*, *L. vilis*, *S. intricatus*, *S. kirschii*, *T. dives*, *E. atripes* and *O. variabilis* were determined for the first time feeding almond trees in Turkey. But it cannot said that all species are pests.

#### **Predatory species found in almond orchards**

During the study, predatory species belonging to Cleridae, Coccinellidae, Trogossidae and Silvanidae families were determined. Insect samples were collected as adult or larva with its host.

*Gyponyx signifer*, *Clerus mutillarius*, *Thanasimus formicarius* and *Trichodes* sp. belonging to the Cleridae family were collected as adults from orchard and from branches damaged by *Scolytus* spp. and brought to the laboratory.



It was found that the *Silvanus bidentatus* larvae belonging to the family of Silvanidae and *Nemosoma elongatum* adult from Trogossitidae family visited and fed in the galleries of *S. rugulosus*, *S. scolytus*, *S. amygdali* under the bark in the trunk. The list of insect predators given by Karaman and Tezcan (2006), *Clerus mutillarius*, *Thanasimus formicarius*, *N. elongatum*, *S. bidentatus* are among the natural enemies of the bark beetles. Sarıkaya and Avcı (2009) reported that in the Western Mediterranean forest areas, *C. mutillarius*, *T. formicarius*, *N. cornutum* species are important predators of bark beetles, Yıldız (2012), determined that *C. mutillarius*, *T. formicarius*, *Trichodes* sp., *N. elongatum*, *S. bidentatus* were predators of bark beetles in Bartın and Karabük provinces of Turkey. Ibiş (2015) reported *T. formicarius*, among the predators of bark beetles at the forest areas of Izmir. Baydemir (2016) described *C. mutillarius*, *T. formicarius* as predators of Scolytinae species in the Balıkesir province. Lieutier et al. (2016), reported that *C. mutillarius*, *T. formicarius* and *S. unidentatus* species were predators of bark beetles in pine trees in the Mediterranean region.

In the field studies conducted in Datça, it was observed that *D. albofasciatus* adults were feeding on the adults of *Scolytus* spp. and *S. chevrieri* in the holes opened on the branches damaged by pest.

It is known that *D. albofasciatus* feeds on many wood boring insects and bark beetles. Wall (1994) reported that *D. albofasciatus* feeding species belonging to the Bostrichidae family in Southern Europe. Yayla et al. (1995) documented, that *Phloeotribus scarabaeoides* was the one of its prey in the olive fields of Antalya. Gerstmaier et al. (1999), mentioned that species feeding on trunk from Anobiidae and Bostrichidae families were hosts to the *D. albofasciatus*. Bostrichidae, Cerambycidae larvae (Horak and Nakladal, 2009) and *Synoxylon* sp. (Bostrichidae) (Micas, 2011) are the prey of the *D. albofasciatus*. Frapa and Rouse (2016) also reported that *D. albofasciatus* was predacious on *S. chevrieri*.

Coccinellidae species, *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Propylea quatuordecimpunctata*, *Coccinula quatuordecimpunctata*, *Oenopia conglobata*, *Exochomus quadripustulatus* were collected from shoots that were infested with aphids. *Stethorus* sp. were collected from the leaves with the Acari. At the same time Coccinellidae species eggs, larvae and pupa stages were also found on plant samples.

In Tukey, Coccinellidae species reported by Aslan and Uygün (2005), Günçan et al. (2010), Portakaldalı and Satar (2010), Yoldaş et al. (2011) and Yanık (2013) are the same species found in this study. In addition, Coccinellidae species determined by Almatni and Khalil (2008) study of the *Brachycaudus amygdalinus* in the almond fields in Syria were the same found in this study. *Chilocorus bipustulatus* was observed as adult in the orchards that were infected with *Parlatoria oleae*.

It would also be useful to conduct detailed studies on species with limited information on its biology. It is worthwhile to study the details of alternative control methods such as biotechnological control, trapping methods which will not affect the populations of beneficial insect species.

#### Acknowledgements

The authors are very thankful to Prof. Dr. Tülin AKŞİT (Adnan Menderes Uni.–Aydın), Prof. Dr. Hüseyin ÖZDİKMEN, Dr. Neslihan SİLKİN (Gazi Uni.–Ankara), Prof. Dr. Ali GÖK, Doç. Dr. Oğuzhan SARIKAYA (Technical Uni.–Bursa), Doç. Dr. Mahmut ERBEY (Ahi Evran Uni.–Kırşehir), Doç. Dr. Orhan MERGEN (Hacettepe Uni.–Ankara), Doç. Dr. Sinan ANLAŞ (Celal Bayar Uni.–Manisa), Dr. Enzo COLONNELLI (Roma–Italy), Giuseppe PLATIA (Gatteo–Italy), Dr. Marcin KADEJ (Wrocław–Poland), Vitaly ALEKSEEV (Kaliningrad–Russia), Ahmad MEHRABİ, Sayeh SERRİ (Tehran–Iran), Dr. Alexander RIEDEL (Karlsruhe–Germany), Dr. Dirk AHRENS (Bonn–Germany) and Dr. Alper POLAT (East Anatolian Agricultural Research Inst.–Erzurum) for diagnosis of insects and for their helps and cooperation. Moreover, the authors are also grateful to the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Directorate General of Agricultural Research and Policies for all its support (Project Number: TAGEM-BS-13/10-02/01-23). At the same time, this study is a part of the corresponding author's PhD studies. The study was presented orally at the International Congress on Agriculture and Forestry Research held on 08–10 April 2019 in Marmaris, Turkey.

#### References

- Almatni, W. and Khalil, N., 2008. A primary survey of aphid species on almond and peach, and natural enemies of *Brachycaudus amygdalinus* in As–Sweida, Southern Syria. In: Boos, M. (Ed.), Proceedings Ecofruit—13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit- Growing (Weinsberg, Germany), 109–115.



- Aslan, M.M., Uygun, N., 2005. The aphidophagus Coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) species in Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 29:1–8.
- Baydemir, M., 2016. Balıkesir Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarının Scolytidae (Coleoptera) türleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Programı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi. 79s.
- Benhadi-Marin, J., Pereira, J.A., Barrientos, J.A., Bento, A., Santos, S.A.P., 2011. Diversity of predaceous arthropods in the almond tree canopy in Northeastern Portugal: a methodological approach. *Entomological Science*. 14:347–358.
- Bolu, H., 2016. Southeastern Anatolia region insect fauna I (Coleoptera II: Curculionoidea, Tenebrionoidea) of Turkey. *Agriculture and Forestry*. 62(3):73-91.
- Bolu, H., Legalov, A.A., 2008. On the Curculionoidea (Coleoptera) fauna of Almond (*Amygdalus communis* L.) Orchards in South-eastern and Eastern Anatolia in Turkey. *Baltic Journal of Coleopterology*. 8 (1): 75 - 86.
- Bolu, H., Yücel, A., Özgen, İ., 2005. GAP alanındaki illerde meyve ağaçlarında zararlı Curculionoidea (Coleoptera) türleri üzerinde bir değerlendirme. 3 GAP IV. Tarım Kongresi Bildirileri, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, 280-283.
- Bolu, H., Özgen, İ., Bayram, A., 2006. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında zararlı *Epirhynchites (Colonnellinius) smyrnensis* (Desbrochers des Loges) (Coleoptera: Rhynchitidae)'nin popülasyon değişimi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(3/4):79–85.
- Bolu, H., Özgen, İ., 2007. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında zararlı *Anthonomus* türleri (Coleoptera: Curculionidae)'nin belirlenmesi ve *Anthonomus amygdali* Hustache'nin popülasyon değişimi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 31(3):189–202.
- Bolu, H., Özgen, İ., 2009. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin İlleri badem ağaçlarında zararlı *Polydrosus roseiceps* Pes. (Coleoptera: Curculionidae)'nin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13(2):43–47.
- Bolu, H., Özgen, İ., 2010. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında zararlı *Agrius roscidus* Kiesenwetter, 1857 (Coleoptera: Buprestidae)'un ergin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*. 50,1–11.
- Frapa, P., Rousse, P., 2016. Insectes saproxyliques et parasitoides sur bois fruitiers. *Compte-rendu d'une séquence d'élevage à Manosque (Alpes-de-Haute-Provence)*. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon et de la Réserve de biosphère Luberon-Lure*, CS-N°14, 36-52.
- Gerstmaier, R., Halperin, J., Chekatunov, V., 1999. An annotated list of Cleridae and Thanerocleridae (Coleoptera) of Israel. *Phytoparasitica*. 27, 26–33.
- Gök, A., Aslan, E.G., Aslan, B., 2005. *Monolepta anatolica* Bezdek, 1998 (Coleoptera: Chrysomelidae): a new pest on some stone fruit trees (Rosaceae) in Turkey. *Entomologicalnews*. 116 (5):335–340.
- Güncan, A., Yoldaş, Z., Madanlar, N., 2010. İzmir'de şeftali bahçelerinde bulunan yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) türleri ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 34 (3): 399-408.
- Horak, J., Nakladal, O., 2009. Predace Mezi Brouky Vázanými Na Dřeviny: Část III. Komentovaný Seznam Brouků S Predačným Potenciálem. *Discussion Paper, Lesn. Čas.–Forestry Journal*. 55 (2):181–193.
- İbiş, H.M., 2015. İzmir yöresi ormanlarında zararlı kabuk böcekleri (Col.:Curculionidae, Scolytinae) üzerinde etkili olan doğal düşman türler ve yoğunluklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 246s.
- Karaman, Ş., Tezcan, S., 2006. Kabukböcekleri (Coleoptera: Scolytidae)'nin doğal düşmanları üzerinde genel değerlendirme. *Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Orman Bakanlığı Yayın No: 292, Müdürlük yayın no:42, Sayı:1, 78-102*.
- Lieutier, F., Mendel, Z., Faccoli, M., 2016. Bark beetles of Mediterranean conifers. in: Paine T., Lieutier F. (eds) *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*, Springer, Cham, 892p.
- Lodos, N., 1981. Reverse effect of insects in fruit setting of almond trees (*Prunus amygdalus*) in Turkey. *CIHEAM–Options Méditerranéennes, IAMZ-81/1*.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S., Aksoy, S., 2003. Faunistic studies on Curculionidae (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir*, 83 pp.
- Maçan, G., 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bademlerde zarar yapan böcek türleri, önemlilerinin tanınmaları, yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Tarım ve Orman Bakanlığı Araştırma Eserleri Serisi, No: 5, 82s*.
- Maral, V., Bolu, H., Maral, H., 2014. Diyarbakır, Mardin ve Elazığ illerinde meyve ağaçlarında bulunan Coleoptera türleri ve yayılış alanlarının saptanması. *Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 2014, Antalya*, 74s.



- Medvedev, L.N., 2015. To the knowledge of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) from Turkey. *Caucasian Entomological Bulletin*. 11(2): 391-394.
- Micas, L., 2011. Commentaires sur les Coléoptères saproxyliques découverts lors de l'inventaire de la réserve biologique du Luberon (Vaucluse), Deuxième partie: Coleoptera autres que Cerambycidae. *L'Entomologiste*, tome. 67(5):257-260.
- Monaco, R., 1967. Studi Sui Coleotteri Curculionidi I. *Anthonomus amygdali* Hust. *Entomologica*. 3, 80.
- Önuçar, A., Zümreoğlu, A., 1985. Ege Bölgesinde meyve ağaçlarında zarar yapan Meyve gözkurtları (*Anthonomus* spp. Col.: Curculionidae) üzerinde ön çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*. 25 (3-4): 139-149.
- Özbek, H., 2014. Antalya'da badem bitkisinde beslenen *Hypolixus pica* (Faust) (Coleoptera: Curculionidae), Biyolojik not. *Türkiye Entomoloji Bülteni*. 4 (1): 55-59.
- Portakaldalı, M., Satar, S., 2010. Artvin ve Rize illeri Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*. 50(3): 89-99.
- Russo, A., Siscaro, G., Spampinato, R.G., 1994. Almond pests in Sicily. *Acta Hort. (ISHS)* 373:309-316.
- Sarıkaya, O., Avcı, M., 2009. Predators of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) species of the coniferous forests in the Western Mediterranean Region, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 33 (4): 253-264.
- Şahin, D.C., Özdikmen, H., Özdem, A., Yücel, C., Bal, N., 2016. Meyve ağaçlarında yeni zararlı türlerin tespiti: *Labidostomis beckeri* Weise, 1881 ve *Labidostomis rufa* (Waltl, 1838) (Coleoptera: Chrysomelidae: Clytrinae). *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 5-8 Eylül 2016, Konya.
- Şen, I., Gök, A., 2009. Leaf beetle communities (Coleoptera: Chrysomelidae) of two mixed forest ecosystems dominated by pine-oak-hawthorn in Isparta province, Turkey. *Annales Zoologici Fennici*. 46, 217-232.
- Wall, I., 1994. Seltene Hymenopteren aus Mittel-West-und Südeuropa (Hymenoptera Apocrita: Stephanoidea, Evanioidea, Trigonalioidea). *Entomofauna*. 15(14): 137-184.
- Yanık, E., 2013. Şanlıurfa ilinde antepfıstığı bahçe kenarındaki badem ve yabani badem ağaçlarında bulunan predatör böcek türlerinin popülasyon değişimi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 6 (1): 41-45.
- Yavuz, G.G., 2011. Badem. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Bakış Dergisi*. 1303-8346 (6): 1-8.
- Yayla, A., Kelten, M., Davarcı, T., Salma, A., 1995. Antalya ili zeytinliklerindeki zararlılara karşı biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*. 35 (1-2): 63-91.
- Yıldız, Y., 2012. Bartın ve Karabük ormanlarının Scolytidae faunası ve bazı önemli türlerin biyolojilerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 139s.
- Yoldaş, Z., Günçan, A., Koçlu, T., 2011. Seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in Satsuma mandarin orchards in Izmir, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 35 (1):59-74.
- Yücel, C., Şahin, D.C., 2015. Badem ağaçlarında yeni bir zararlı; *Luperus xanthopoda* (Col.: Chrysomelidae). *GAP VII. Tarım Kongresi Bildirileri*, 28 Nisan - 01 Mayıs 2015, Şanlıurfa, 345-348.
- Zalom, F.G., Pickel, C., Bentley, W.J., Havilant, D.R., Van Steenwyk, R.A., 2012. *UC IPM Pest Management Guidelines-Almond*. UC Statewide IPM Program University of California, Davis, Publication 3431, 114p.







Araştırma Makalesi/Research Article

## Kadmiyum Stresi Altında Yetiştirilen *Trigonella foenum-graecum* L. Bitkisinin Bazı Büyüme ve Fizyolojik Parametrelerinin İncelenmesi

Rüveyde Tunçtürk\*



Murat Tunçtürk



Lütfi Nohutçu



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü 65080, Van  
\*Sorumlu yazar: ruveydetuncurk@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.05.2020

Kabul Tarihi: 21.12.2020

### Öz

Araştırma, 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait tam kontrollü bitki büyüme odasında yürütülmüştür. Deneme, 2 L toprak kapasiteli 1/3 kum, 1/3 perlit ve 1/3 toprak karışımı ile doldurulmuş plastik saksılarda, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Araştırmada, beş farklı kadmiyum (Cd) dozu (0, 25, 50, 75, 100 mg/L CdSO<sub>4</sub>) kullanılmıştır. Çalışmada, temel büyüme parametrelerinden bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), kök ve gövde yaş ağırlığı (g), yaprak ağırlığı (g) ve yaprak sayısı (adet) gibi parametreler ölçülerek bitki fidesi; kök, yaprak ve gövde kısımlarına ayrılmış ve bazı mineral madde içerikleri (Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Se) ile fizyolojik parametrelerden malondialdehit (MDA) içeriği ve askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi miktarları belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda; Cd stresinin tüm bitki gelişim parametreleri ile MDA ve APX miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemli etkide bulunduğu, artan Cd dozlarında MDA ve APX miktarının arttığı tespit edilirken, diğer parametrelerde azalmaların olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Cd dozlarının, incelenen mineral madde içerikleri üzerine bitki aksamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Askorbat peroksidaz, kadmiyum stresi, çemen, malondialdehit

### Investigation of Some Growth and Physiological Parameters of *Trigonella foenum-graecum* L. Plant Grown Under Cadmium Stress

#### Abstract

The research was carried out in the fully controlled plant growing room of Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2019. The experiment was organized according to the completely randomized design (CRD) with four replications, in the plastic pots prepared as a mixture of 1/3 sand, 1/3 perlite and 1/3 soil with a capacity of 2 kg of soil. In the research, five different cadmium (Cd) doses (0, 25, 50, 75, 100 mg/L CdSO<sub>4</sub>) were used. In the study, parameters such as plant height (cm), root length (cm), root and stem age weight (g), leaf weight (g) and number of leaves (pieces) are measured, plant seedlings; divided into stem, leaf and stem parts and some mineral substance contents (Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Se) and malondialdehyde (MDA) and ascorbate peroxidase (APX) enzyme activity amounts were determined.

In the results of working; Cd stress has a statistically significant effect on all plant growth parameters and the amount of MDA and APX. It was determined that the amount of MDA and APX increased with increasing Cd doses, while there were decreases in other parameters. In addition, it was determined that Cd doses were statistically significant differences between plant organs on the mineral substance contents examined.

**Keywords:** Ascorbate peroxidase, Cd stress, fenugreek, malondialdehyde

#### Giriş

Ülkemiz florasında 10 754 bitki taksonu mevcut olup 3 708' i (% 34) endemik bitki grubundadır (Vural, 2003). Bunların 1000 adedi tıbbi ve aromatik bitkiler olup, modern tıp ve halk hekimliğinde faydalanılmakta ve bitkisel çay, baharat, gıda, şeker sanayi, parfümeri ve kozmetik sanayi, diş macunu, sabun, dericilik, boyacılık, süs bitkisi ve insektisit gibi birçok alanda yararlanılmış ve bugüne kadar önemini korumuştur. Doğada kendiliğinden yetişen tıbbi bitkilerden ülke içinde faydalanılmakla birlikte bazılarının da ihracatı yapılmaktadır. Ülkemiz uzun zamandan beri tıbbi ve aromatik bitkileri ihraç eden önemli ülkeler arasında yer almakta ve bu bitkilerin temini genellikle doğadan toplamaya dayanmakta olup 100 kadar tıbbi ve aromatik bitki türünün (kekik, defne, adaçayı,



kimyon, kişniş, keçiboynuzu, kapari, çöven, rezene, meyan kökü, oğulotu gibi) ihracatı yapılmaktadır. Ülkemizde, kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitki sayısı ve üretim miktarları oldukça azdır. Çemenin anavatanı Anadolu olup küçük Asya ve İran'da yabancı olarak yetişmektedir. Oysa günümüzde Anadolu, Yakın Doğu, Hindistan ve Etiyopya'dan başka çok geniş bir tarım alanına sahiptir. Çemen tohumunda önemli oranda mineral maddeler, protein ve vitaminler bulunmaktadır. Çemen tohumu; % 8 sabit yağ, % 27 protein, yağında % 40 linoleik asit ile % 52 oleik asit, uçucu yağ, azotlu bileşikler, kolin, fitin, kumarin, nikotin amid, rutin, kül (% 3-4), trigonellin (% 1), flavonoid, müsilaj (% 30), sentionine, eholine ve cerpaine alkaloidleri ve yağlı embriyosunda hidroliz sonucu diosgenin (% 0.8-2.2) veren steroidal saponinler (% 5-7) ve Vitamin A, B ve C, kalsiyum, demir ve diğer mineraller bulunmaktadır. Çemenin içermiş olduğu steroidal saponinler tedavide kullanımını ön plana çıkarmıştır (Mebey ve ark., 1988; Acharya ve ark., 2008).

Organik madde kapsamı ve kil oranı yüksek olan topraklar ağır metalleri tutarak zor çözünebilir bileşikler oluşturmaktadırlar (Bakış ve Bilgin 1998). Ağır metallerin toprak profilindeki dağılımı toprak genesisi, hava kirliliği ve antropojenik kirliliğin bir göstergesi olup bu bileşiklerin değişimi toprağın özelliğine ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğuna bağlıdır (Wilcke ve ark. 2000). Kadmiyum gibi ağır metallerin çevrede varlığı, bitki metabolizmasını da çeşitli düzeyde etkileyerek; dokuların içine alınıp ve taşınma olaylarında görev yapan farklı mekanizmaları aktive etmektedirler. Bu yüzden, kadmiyumun toksik etkisi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Toksikiteye sebepleri, fizyolojik ve moleküler boyutları üzerine yapılan bu çalışmalar, toksisiteye karşı oluşan fizyolojik cevaplar ve genel tolerans mekanizmalarına doğru ağırlık kazanmaya başlamıştır. Kadmiyum ana materyal veya endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübre uygulamaları gibi insan aktiviteleri sonucunda toprağa ulaşmaktadır. İnsan faaliyetleri ile toprağa ulaşan kadmiyumun % 54-58' i fosforlu gübrelerden, % 39-41' i atmosferik depolanmadan, % 2-5' i ise atık çamur ve çiftlik gübresi uygulamalarından kaynaklanmaktadır (Yost ve Miles, 1979; Wang ve ark., 2015). Yer kabuğunda ortalama  $0.1 \text{ mg kg}^{-1}$ , topraklarda ise  $0.53 \text{ mg kg}^{-1}$  Cd bulunmaktadır. Toprakta  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  dan fazla Cd toksik etkilere yol açmaktadır (Özkutlu ve Erdem, 2018). Kadmiyum, bitki, hayvan ve insan beslenmesinde mutlak gerekli bir element olmayıp biyolojik bir fonksiyonu bulunmamaktadır (Marschner, 2008). Diğer ağır metallere göre 2-20 kat daha fazla toksik etkiye sahiptir (Friberg, 2018). Kadmiyum toprakta oldukça hareketli bir element olup kolaylıkla bitkinin besin zincirine dahil olmaktadır. Bitkiler tarafından alınan kadmiyum bitkinin protein sentezi, azot ve karbonhidrat metabolizması, enzim aktivasyonu, fotosentez ve klorofil sentezi gibi birçok metabolik aktivitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Mengel ve Kirkby, 2001). Ayrıca serbest radikal oluşumuna yol açarak, tilakoid membran lipitlerinin oksidatif yıkımına neden olmakta ve klorofil sentezi engellenmektedir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005). Kadmiyum stresi koşullarında nitrat redüktaz ve nitrit redüktaz aktiviteleri azalmakta ve bitkilerin nitrat asimilasyonu oranı düşmektedir (Gouia ve ark., 2000).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin çok farklı alanlarda ve sanayi kollarında tüketimine paralel olarak bu bitkilerin dünya ticaret hacmi her geçen gün artmaktadır. Ülkemiz ekolojisinde çemen bitkisi toprak ve iklim istekleri açısından geniş sınırlara sahip olup hemen hemen buğdayın yetiştiği her yerde yetiştiriciliğinin yapılabilmesi mümkündür. Kadmiyum diğer ağır metallere kıyasla hareketli olması nedeniyle bitki tarafından kolaylıkla alınıp biriktirilebilmektedir. Bu çalışma ile, tarım ilaçları, özellikle fosforlu gübreler, kum taşı, çeşitli gazlar gibi kirlenici etmeninin fazla olduğu kadmiyumun çemenin bazı büyüme ve fizyolojik parametreleri üzerindeki etkilerinin belirlenerek bu konudaki çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Materyal**

Araştırma, 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait tam kontrollü bitki büyütme odasında yürütülmüştür. Çalışmada, Gürarlan çemen çeşidi kullanılmıştır.

### **Yöntem**

Deneme, 2 litre toprak kapasiteli 1/3 kum, 1/3 perlit ve 1/3 toprak karışımı olarak hazırlanmış plastik saksılarda, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, beş farklı kadmiyum dozu (0, 25, 50, 75, 100 mg/L CdSO<sub>4</sub>) kullanılmıştır. Tohumlar



öncelikle % 5' lik sodyum hipoklorit (NaClO) solüsyonunda 15 dakika sterilize edilmiş ve saf su ile birkaç kez yıkandıktan sonra ekime hazır hale getirilmiştir. Çalışmada, her saksıya 3 tohum ekilmiş ve çıkıştan sonra en iyi durumdaki fide bırakılarak diğer fideler uzaklaştırılmıştır. Ekimden sonra saksılar 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık % 65 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Tohum ekiminden 5 hafta sonra (35. günde) Cd stresi uygulamalarına başlanmıştır. Araştırmada Cd uygulamaları, pH' sı 7.0 olan 1:5' lik Hoagland çözeltisi içerisine karıştırılmak suretiyle, kontrol bitkileri esas alınarak bitkilerin su ihtiyacına göre 3' er gün arayla toplam 5 kez olmak üzere serbest drenaj koşulları sağlanan saksılara farklı dozlarda hazırlanan kadmiyum solüsyonu 200 ml olarak uygulanmıştır. Deneme 50. günde (7. hafta) örnekleme yapılarak sonlandırılmıştır. Örneklemeelerde, saksılardaki bitkiler kökleriyle birlikte çıkarılarak, kökler ayrıldıktan sonra toprak üstü aksam (mineral madde analizleri için gerekli örnekler alındıktan sonra) biyokimyasal analizlerde (MDA ve APX) kullanılmak üzere -80 °C'de derin dondurucuda analiz yapılmaya kadar muhafaza edilmiştir. Diğer temel büyüme parametrelerinden bitki boyu, kök uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığı gibi parametreler için gerekli ölçüm ve tartımlar yapılmış, bitki fidesi; kök, yaprak ve gövde kısımlarına ayrılarak bazı mineral madde içerikleri (Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Se) belirlenmiştir. Mineral element analizleri için uçtan itibaren geriye doğru ilk üç yaprak örneği alınmış ve kapaklı cam kavanozlara konularak analiz yapılmaya kadar -40°C'deki derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir yaprak örneğinden 200 mg tartılarak üzerine 10 mL 0.1 N nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ilave edilmiştir. Bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanıp, hazırlanan ekstraktlarda K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+2</sup> iyonları flame fotometrik yöntem (Eppendorf flame photometer), yardımıyla yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997). Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Se element analizleri ise, yaş yakma yöntemiyle ekstraksiyon hazırlanıp, okumalar atomik absorpsiyon spektrometre (AAS) cihazı yardımıyla belirlenmiştir. Hücre zarlarının hasar görmesi sonucu lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan MDA miktarının belirlenmesi için Lutts ve ark. (1996) tarafından bildirilen yöntem izlenmiştir. Bu yöntemde göre; derin dondurucuda muhafaza edilen yaprak örneklerinden, 200 mg tartılarak alınmış ve üzerine 5 mL % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) eklenerek 12 500 devir/dakika hızında devirde 20 dakika süresince santrifüj edilmiştir. Ekstraktan 3 mL süzüntü alınmış ve üzerine içerisinde % 20 tiobarbitirik asit (TBA) bulunan 3 mL % 0.1' lik TCA ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika süresince bekletildikten sonra 532 ve 600 nanometre (nm) dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur.

Askorbat peroksidaz aktivitesi, 290 nm dalga boyunda askorbik aside bağlı hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)'in indirgenmesi ölçülmüştür. Reaksiyon çözeltisi olarak 50 mM fosfat tamponu (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), 0.5 mM askorbik asit, 0.1 mM etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ve 1.5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> karışımı kullanılmıştır (pH 7.0). 3 mL reaksiyon çözeltisi ile 0.2 mL bitki ekstraktı karıştırılmıştır. Spektrofotometrede 290 nm dalga boyunda 0. ve 60. saniye okumaları alınmıştır. Reaksiyon 0.2 mL enzim ekstraktının ilavesi ile başlatılmıştır. Değerlendirme 1 dakika içinde absorbansdaki değişim dikkate alınarak yapılmıştır (Sairam ve ark., 2005).

### **İstatistiksel Analiz**

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizleri yapılmıştır. Elde edilen varyans analizi sonuçları *F* testine göre değerlendirilmiş ve önemli çıkan uygulamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır (IBM, 2013).

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Temel Büyüme Parametreleri**

Farklı Cd dozlarının çemenin bitki boyu ve gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli bulunurken, kök uzunluğu, kök ve yaprak yaş ağırlığı ile yaprak sayısı üzerine etkisi ise % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çalışma sonucunda, Cd dozları arttıkça strese bağlı olarak büyüme parametrelerinde azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada en fazla bitki boyu değeri (16.1 cm), kök uzunluğu (21.6 cm), kök yaş ağırlığı (1.26 g), gövde yaş ağırlığı (0.93 g), yaprak yaş ağırlığı (2.93 g) ve yaprak sayısı (27.4 adet) kontrol gruplarından elde edilirken, en düşük bitki boyu değeri (13.0 cm), kök uzunluğu (18.5 cm), kök yaş



ağırlığı (0.80 g), gövde yaş ağırlığı (0.74 g), yaprak yaş ağırlığı (2.18 g) ve yaprak sayısı (20.2 adet) 100 mg/L Cd uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak, gövde yaş ağırlığı bakımından 75 ve 100 mg/L Cd uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli olmadığı aynı Duncan grubunda yer aldıkları tespit edilmiştir. Kadmiyum oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olup, Ni-Cd pillerinde, enerji üretiminde, fosforlu gübre sanayisinde, kaplamacılık sektöründe ve daha birçok alanlarda kullanılmakta ve toprağa karışarak çevre kirliliğine neden olmakta ve bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkilemektedir (Schroeder 1974). Konu ile ilgili yapılan stres çalışmalarında, Karanlık ve ark. (2013) pamuk bitkisinde, Aksu (2019) marulda, Yılmaz ve Kökten (2019) sorgumda, Cd dozlarının bitki boyu, kök-gövde kuru ve yaş ağırlığı gibi temel büyüme parametrelerini kontrole göre azalttığını, Aydın ve Yorgancılar (2015) Mn dozları arttıkça lüpen bitkisinin temel büyüme değerlerini azalttığını, Akar ve Atış (2019), Cd stresi koşullarında yetiştirdikleri kırmızı yumak bitkisinde yaptıkları çalışmada fide boyu ve kök uzunluğu değerlerinde kontrole göre azalışların meydana geldiğini kaydettikleri çalışma bulguları araştırma sonuçlarımızla uyum içerisindedir.

Çizelge 1. Cd dozlarının çemenin bazı morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin değişimi üzerine etkisi

Cd Dozları	Bitki boyu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Gövde yaş ağırlığı (g)	Yaprak yaş ağırlığı (g)	Yaprak sayısı (adet)	MDA (nmol/g TA)	APX ( µmol/g TA)
Cd-0	16.1 a	21.6 a	1.26 a	0.93 a	2.93 a	27.4 a	6.34 c	0.20 c
Cd-25	14.9 ab	20.3 ab	1.06 ab	0.84 b	2.50 b	25.6 ab	6.83 b	0.21 c
Cd-50	14.3 ab	19.5 bc	1.00 ab	0.81b	2.36 bc	23.2 b	7.08 b	0.25 c
Cd-75	13.4 b	19.2 bc	0.93 b	0.77c	2.25 bc	23.1 b	7.58 a	0.33 b
Cd-100	13.0 b	18.5 c	0.80 b	0.74 c	2.18 c	20.2 c	7.74 a	0.41a
Ortalama	14.4	19.8	1.01	0.82	2.44	23.9	7.11	0.28
Cd dozları (Cd)	*	**	**	*	**	**	**	**
VK (%)	6.29	3.22	10.22	8.12	3.84	4.45	1.34	8.48

\* $P < 0.05$  düzeyinde, \*\*  $P < 0.01$  düzeyinde önemli olup harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Ayrıca, Ayhan ve ark. (2007), mısır bitkisinde farklı Cd ve Pb konsantrasyonlarının bitkinin koleoptil ve kök büyümesinde kontrole göre önemli düzeyde farklılıklar saptadıklarını ve ağır metal uygulamalarının bitki gelişimini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Güler (2011), mısır ve ayçiçeği bitkilerine artan seviyelerde uygulanan Cd ve Pb elementlerinin kök ve yaprak gelişimini azalttığını bildirmiştir. Kıran ve ark. (2014), ağır metal uygulamalarına bağlı olarak kök yaş ağırlığı değerleri bakımından kontrol uygulamalarına göre azalmaların gözlemlendiğini, ayrıca, ağır metallerin, MDA ve antioksidatif enzim (süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon redüktaz ve askorbat peroksidaz) aktivitelerine ait sayısal değerlerde artışlara neden olduğunu tespit etmişlerdir.

#### **Lipit peroksidasyonu (MDA) ve Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi**

Bu çalışmada, MDA içeriği ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi üzerine Cd dozu uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Cd dozları arttıkça her iki parametrede artışların olduğu tespit edilmiştir. Hücre membranlarındaki zararlanmanın bir göstergesi olan lipit peroksidasyonunun en yüksek seviyesi 100 mg/L Cd uygulamasından (7.74 nmol/g TA) elde edildiği, ancak 75 mg/L Cd uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. En düşük MDA içeriğinin (6.34 nmol/g TA) ise kontrolden elde edildiği tespit edilmiştir. Askorbat peroksidaz aktivitesi ise Cd dozları arttıkça artış göstermiş ve en yüksek değer 0.41 µmol/g TA olarak 100 mg/L Cd uygulamasından, en düşük değerler ise 0.20 µmol/g TA olarak kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak, 25 ve 50 mg/L Cd uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer aldığı Çizelge 1’ de görülmektedir. Canal Boysan, (2015), marulda APX seviyesinin Cd uygulamaları ile önemli düzeyde artış sağladığını belirtirken, Dursun (2012), nohutta kadmiyum dozları arttıkça MDA oranında artışların olduğunu; bitki boyu, fide yaş ve kuru ağırlığının Cd dozları arttıkça azaldığını bildirdikleri çalışma bulguları, araştırma sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir.





### Çemenin Farklı Bitki Aksamalarında Makro ve Mikro Element Miktarları

Çemende farklı Cd dozu uygulamaları sonucu yaprak, gövde ve kökte biriken makro ve mikro besin elementlerine ait ortalama değerler Çizelge 2' de verilmiştir. Ca içeriği bakımından Cd dozları, bitki aksamları ve bitki aksamı (BA) x Cd interaksyonu arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kadmiyum uygulamaları sonucunda; çemende tespit edilen en yüksek ortalama Ca içeriği (11.4 g/kg TA) 100 mg/L Cd uygulamasından elde edilirken, diğer tüm Cd dozu ortalama değerleri ile aralarında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. En düşük ortalama Ca içeriği (8.14 g/kg TA) kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Artan kadmiyum dozları çemende biriken Ca içeriğini olumlu etkilemiştir. Aksu (2019), marulda uyguladıkları 5 farklı (0, 50, 100, 150, 200 µM Cd) kadmiyum dozunun artışına paralel olarak Ca içeriğinin de kontrole kıyasla arttığını bildirdikleri sonuçlar araştırmamızdan elde edilen sonuçlar ile uyumlu iken, Demirbaş ve ark. (2020), şekerpancarında Cd uygulamalarının (kontrol (0) ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin Ca içeriğini azalttığına dair tespitleri araştırma bulgularımızdan farklılık göstermektedir. Güler (2011), mısırdan uyguladığı Pb dozlarının, bitkinin Ca içeriğinde dozların artışına paralel olarak artış sağladığını, İğdelioğlu (2014) yaptığı çalışmada artan Pb dozlarının çavdar yapraklarında biriken Ca oranını olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmada en fazla ortalama Ca içeriği 15.7 g/kg TA ile yaprakta en düşük ortalama Ca içeriği ise 5.64 g/kg TA ile kökte tespit edilirken, BA x Cd interaksyonunda en yüksek Ca içeriği (20.3 g/kg TA) 100 mg Cd/L uygulamalarında yapraklardan elde edilmiştir.

Kadmiyum uygulamalarının, K içeriği, bitki aksamı ve BA x Cd interaksyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Çalışmada en yüksek ortalama K içeriği (18.5 g/kg TA) Cd-50 ve Cd-75 mg/L uygulamalarından elde edilirken, kontrol uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. En düşük değer 15.6 g/kg TA ile Cd- 25 ve Cd-100 dozlarından tespit edilmiştir (Çizelge 2). Aksu (2019), marulda uyguladığı 5 farklı (0, 50, 100, 150, 200 µM Cd) kadmiyum dozlarının artışına paralel olarak K içeriğinin de kontrole kıyasla arttığını bildirdikleri sonuçlar araştırmamızdan elde edilen sonuçlar ile kısmen uyumlu iken, Demirbaş ve ark. (2020), şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin K içeriğini değiştirmediklerini bildirmişlerdir. Çalışmada en fazla K birikimi gövde kısmında (24.3 g/kg TA), en düşük değer ise köklerde (7.72 g/kg TA) kaydedilmiştir. BA x Cd interaksyonunda en yüksek değer (29.1 g/kg TA) gövdede kontrol uygulamalarından tespit edilirken, gövde kısmında Cd-100 uygulamaları ile aynı Duncan grubu içerisinde yer almışlardır.

Çalışmada, farklı kadmiyum dozlarının bitkinin Mg elementi içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En fazla Mg içeriği (2.84 g/kg) 50 mg/L Cd dozundan elde edilmiş ve Cd-75 uygulamaları ile aynı grupta yer almıştır. En düşük magnezyum oranı (2.20 g/kg) kontrolden elde edilmiş ve Cd-25, Cd-75 ve Cd-100 uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Demirbaş ve ark.(2020), şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol (0) ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin Mg içeriği arttırdığını, Aksu ve Yıldız (2007), domateste, Cd dozlarının (0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 ve 20 mg/kg Cd) artışına bağlı olarak kontrole göre magnezyum seviyesinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca farklı bitki kısımları arasında ve BA x Cd interaksyonunda istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bitki aksamları arasında en fazla Mg içeriği (3.21 g/kg) yaprakta, en az ise (1.50 g/kg) kökte belirlenmiştir. Konu ile ilgili, Karakaş (2013), kanola bitkisinde Cd uygulamasının gövdede Ca, K, Mg ve Na birikiminin köke kıyasla daha fazla olduğunu belirttikleri çalışma sonuçları, araştırma bulgularımız ile uyum içerisindedir. BA x Cd interaksyonunda en yüksek Mg içeriği (3.96 g/kg) yaprak kısmında, 75 mg/L Cd dozundan tespit edilirken, yaprak kısmında 50 mg/L Cd dozu uygulamaları ve gövdede Cd uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almışlardır.

Na içeriği üzerine Cd dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli olup en fazla Na içeriği (4.14 g/kg) Cd-50 mg/L dozundan elde edilirken, Cd-100 uygulamaları ile arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir. Çalışmada en düşük Na içeriği (2.82 g/kg) kontrolden elde edilmiş ve Cd-25 uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almıştır. Bu araştırmada, artan Cd dozlarının kontrole göre Na içeriğini arttırdığına dair bulgularımız, Erdal ve ark. (2000) stres koşullarında yetiştirdikleri hiyarda yaptıkları çalışmada stres şiddeti ile paralel olarak Na içeriğinin de kontrole göre arttığını tespit ettikleri araştırma sonuçları ile desteklenmektedir. Bitkinin farklı kısımlarında ve BA x Cd interaksyonunda istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemliliğin söz konusu olduğu en fazla Na





birikiminin (4.89 g/kg) gövdede, en az değer ise (1.63 g/kg) kökte belirlendiği görülmektedir (Çizelge 2). BA x Cd interaksiyonunda en fazla Na oranı 7.31 g/kg ile gövdede ve Cd-100 uygulamalarından belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çemenin farklı bitki aksamlarının makro ve mikro besin içerikleri üzerine Cd dozlarının etkisi

Cd dozları	Bitki aksamı	Ca (g/kg TA)	K (g/kg TA)	Mg (g/kg TA)	Na (g/kg TA)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)
Cd-0	Yaprak	12.5 bc	16.3 de	2.15 cd	2.55 def	2.78 ef	0.29 de
	Gövde	7.96 cde	29.1 a	3.53 ab	4.56 bc	8.11 cde	0.60 de
	Kök	3.99 fg	4.52 h	0.92 e	13.6 fg	8.86 cd	2.48 c
Ortalama		8.14 B	16.6 AB	2.20 B	2.82 C	6.58 B	1.12 B
Cd-25	Yaprak	14.4 b	18.6 d	3.24 b	3.97 cd	6.04 de	0.40 de
	Gövde	9.93 cd	17.9 d	1.90 d	3.92 cd	2.56 f	0.28 e
	Kök	6.49 ef	10.4 fg	1.86 d	1.81 f	18.6 b	3.36 b
Ortalama		10.3 A	15.6 B	2.33 B	3.23 BC	9.07 A	1.35 B
Cd-50	Yaprak	15.2 b	19.6 d	3.75 a	4.47 c	3.62 ef	0.09 e
	Gövde	12.9 b	24.0 bc	2.38 c	5.50 b	5.94 de	0.46 de
	Kök	3.19 g	11.7 f	2.38 c	2.45 ef	20.3 b	3.53 b
Ortalama		10.4 A	18.5 A	2.84 A	4.14 A	9.83 A	1.36 B
Cd-75	Yaprak	16.0 b	24.3 b	3.96 a	5.21 b	3.36 ef	0.58 de
	Gövde	7.74 de	22.6 c	2.44 c	3.16 d	5.94 de	0.92 d
	Kök	9.37 cd	8.76 g	1.38 de	1.72 f	10.8 c	2.34 c
Ortalama		11.0 A	18.5 A	2.59 AB	3.36 BC	6.71 B	1.28 B
Cd-100	Yaprak	20.3 a	15.6 e	2.93 bc	2.71 de	3.63 ef	0.31 de
	Gövde	8.65 cd	28.0 a	3.33 b	7.31 a	2.92 ef	0.26 e
	Kök	5.17 ef	3.21 h	0.98 e	0.83 g	22.4 a	5.86 a
Ortalama		11.4 A	15.6 B	2.41 B	3.61 AB	1.00 A	2.14 A
Ort.	Yaprak	15.7 a	18.8 b	3.21 a	3.78 b	3.89 b	0.33 b
	Gövde	9.44 b	24.3 a	2.72 b	4.89 a	5.22 b	0.50 b
	Kök	5.64 c	7.72 c	1.50 c	1.63 c	16.2 a	3.51 a
Bitki Aksamı (BA)	**	**	**	**	**	**	**
Cd dozları (Cd)	**	**	**	**	**	**	**
BA x Cd	**	**	**	**	**	**	**
VK (%)		15.3	8.32	11.6	13.7	19.9	16.1

\* $P < 0.05$  düzeyinde, \*\*  $P < 0.01$  düzeyinde önemli olup harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Çemenin Cu ve Ni içerikleri üzerine kadmiyum dozlarının etkisi % 1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen en yüksek Cu (1.0 mg/kg) ve Ni (2.14 mg/kg) içeriği 100 mg/L Cd dozundan tespit edilirken, Cu içeriği bakımından Cd- 25, Cd-50 ve Cd-100 uygulamaları arasında farklılık bulunmamıştır. En düşük Cu (6.58 mg/kg) ve Ni (1.12 mg/kg) içeriği kontrolden elde edilmiştir. Cu içeriği açısından kontrol uygulamaları ile Cd-75 uygulamaları, Ni içeriği açısından da kontrol ile Cd-25, Cd-50 ve Cd-75 uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. BA x Cd interaksiyonunda en yüksek Cu içeriği (22.4 mg/kg) ve Ni içeriği (5.86 mg/kg) kökte Cd-100 uygulamalarından belirlenmiştir.

#### Çemenin Farklı Bitki Aksamlarında Ağır Metal İçeriği

Çemenin Fe, Zn, Mn, Cd, Cr, Pb ve Se gibi bazı ağır metal içerikleri üzerine kadmiyum dozlarının etkisi % 1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En fazla Fe oranı 176.3 mg/kg ile Cd-50 dozundan elde edilirken, Cd-25 ve Cd-100 uygulamaları ile aralarında önemli farklılık tespit edilmemiştir. En düşük Fe içeriği ise 132.5 mg/kg olarak kontrolden tespit edilmiştir. Cd stresinin, bitkinin Fe içeriği üzerine kontrole göre artışlara neden olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Erdal ve ark. (2000) stres koşullarında yetiştirdikleri hıyarda yaptıkları çalışmada artan stres dozunda Fe içeriğinin de kontrole göre arttığını, Demirbaş ve ark. (2020) şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol (0) ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin Fe içeriğini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, bitki aksamları arasında ve BA x Cd interaksiyonu yönünden istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. En fazla Fe içeriği 398.4



mg/kg olarak çemenin kök kısmında, en düşük Fe içeriği ise 28.2 mg/kg ile gövdede belirlenirken, yapraktaki birikimi ile aralarında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı belirlenmiştir. BA x Cd interaksyonu bakımından ise en fazla Fe içeriği 480.4 mg/kg ile kökte ve Cd-50 dozundan tespit edilmiştir.

Çalışmada, farklı kadmiyum dozlarının bitkinin Zn elementi içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En fazla Zn içeriği (37.7 mg/kg) kontrolden elde edilirken, en düşük Zn içeriği (18.8 mg/kg) 75 mg/L Cd dozundan elde edilmiştir. Demirbaş ve ark. (2020), şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin Zn içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Aksu ve Yıldız (2007) domateste uyguladıkları Cd dozlarının (0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 ve 20 mg/kg Cd) artışına bağlı olarak kontrole göre çinko içeriğinde düzensiz artış ve azalışların olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların tespitleri ile çalışma bulgularımız kısmen uyum içerisindedir. Bu çalışmada, bitki aksamı arasında ve BA x Cd interaksyonunda istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemliliğin olduğu belirlenmiştir. Bitkide en fazla Zn içeriği (52.6 mg/kg) kökte, en az ise (5.40 mg/kg) gövdede belirlenmiştir. Bitki aksamı x Cd interaksyonunda en yüksek Zn içeriği (63.7 mg/kg) kökte ve 100 mg/L Cd dozu uygulamasından tespit edilmiştir.

Mn içeriği bakımından kadmiyum uygulamalarının istatistiksel olarak etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ve en yüksek Mn içeriği (42.8 mg/kg) kontrolden, en düşük ise (21.9 mg/kg) Cd-100 mg/L uygulamalarından elde edilmiştir. Aksu (2019), marulda uyguladıkları 5 farklı (0, 50, 100, 150, 200 µM Cd) kadmiyum dozlarının Mn içeriğini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemediğini, Demirbaş ve ark. (2020), şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol (0) ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin Mn içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmada en fazla mangan birikimi yapraklarda (47.4 mg/kg), en düşük ise gövdede (14.6 mg/kg) kaydedilmiştir. BA x Cd interaksyonunda en yüksek değer (70.0 mg/kg) kökte, kontrol uygulamalarından belirlenmiştir.

Çalışmada, en yüksek Cd içeriği (14.2 mg/kg) 100 mg/L Cd dozundan tespit edilirken, en düşük Cd içeriği (6.02 mg/kg) kontrolden elde edilmiştir. Kontrol ile Cd-25 uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Bitki aksamı bakımından, en fazla Cd birikimi 12.2 mg/kg olarak kökte belirlenmiştir. En az birikim ise 8.04 mg/kg ile yaprakta tespit edilirken gövde kısmı ile aralarında önemli farklılık kaydedilmemiştir. BA x Cd interaksyonunda en yüksek Cd miktarı 18.2 mg/kg ile kök kısmında ve Cd-100 dozundan elde edilirken, Cd-100 dozunda gövde kısmı ile Cd-50 dozunda kök kısmı ile aralarında önemli farklılık tespit edilmemiştir.

Cr içeriği bakımından en yüksek değer 1.23 mg/kg 50 mg/L dozundan elde edilirken en düşük değer (0.26 mg/kg) kontrolden tespit edilmiştir. En yüksek kurşun içeriği (2.54 mg/kg) Cd-75 mg/L dozundan kaydedilmiş ve kontrol dışındaki tüm uygulamalar aynı grupta yer almıştır. En düşük Pb içeriği ise (1.66 mg/kg) kontrolden elde edilmiştir. Se içeriği bakımından en yüksek değer (0.52 mg/kg) 50mg/L Cd dozundan elde edilirken, Cd-75 ve Cd-100 uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En az Se birikimi ise (0.36 mg/kg) kontrolden tespit edilmiştir. Artan Cd dozları kontrole göre bitkide incelenen tüm ağır metallerin birikimine neden olmuştur.

Bitki aksamı açısından, en fazla Cr (1.70 mg/kg), Pb (4.21 mg/kg) ve Se (0.61 mg/kg) içerikleri bitkinin kök aksamında tespit edilmiştir. En düşük Cr (0.25 mg/kg) içeriği yapraklarda tespit edilirken, gövde aksamı ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük Pb birikimi (1.0 mg/kg) gövde kısmında tespit edilmiştir. En az Se birikimi (0.35 mg/kg) gövdede belirlenmiş ve yapraktaki birikimi ile istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmemiştir.

Çalışma bulgularımıza benzer olarak; Aksu ve Yıldız (2007), domateste uyguladıkları Cd dozlarının (0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 ve 20 mg/kg Cd) artışına bağlı olarak kontrole göre kurşun içeriğinde artışların olduğunu, Gül (2013), Pb uygulamaları ile mısır ve ayçiçeğinde, en fazla Pb içeriğinin sırasıyla; kök, gövde ve yaprak kısmında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca, Demirbaş ve ark. (2020) şekerpancarında kadmiyum uygulamalarının (kontrol (0) ve 5 mg/kg) kontrole göre bitkinin bakır (Cu) içeriğini kısmen arttırdığına dair tespitleri araştırma bulgularımız ile benzerlik göstermektedir. Bitki aksamı x Cd interaksyonu bakımından en yüksek Cr içeriği (3.18 mg/kg) kökte ve Cd-50 dozundan elde edilmiştir. En fazla Pb içeriği 5.43 mg/kg olarak kökte ve Cd-100 dozundan elde edilirken, kökte ve Cd-50 dozu uygulaması ile aralarında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Se için en yüksek değer 0.78 mg/kg ile kökte Cd-50 dozundan tespit edilmiştir.



Çizelge 3. Çemenin farklı bitki aksamalarının ağır metal içeriği üzerine Cd dozlarının etkisi

Cd dozları	Bitki Aksamı (BA)	Fe (mg/kg TA)	Zn (mg/kg TA)	Mn (mg/kg TA)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Se (mg/kg)
Cd-0	Yaprak	21.9 de	56.9 ab	49.7 bc	7.94 cd	0.16 fg	0.90 fg	0.24 gh
	Gövde	35.6 de	2.86 f	8.71 e	5.36 de	0.24 fg	1.29 fg	0.26 g
	Kök	340.1 c	53.4 bc	70.0 a	4.76 de	0.39 ef	2.79 c	0.59 bcd
Ortalama		132.5 C	37.7 A	42.8 A	6.02 C	0.26 E	1.66 B	0.36 C
Cd-25	Yaprak	38.9 de	6.30 f	23.6 d	5.35 de	0.54 e	2.38 cd	0.44 efg
	Gövde	17.2 e	8.43 ef	9.84 e	4.01 e	0.36 f	0.94 fg	0.06 h
	Kök	438.9 b	58.1 ab	46.5 c	11.4 c	2.31 b	3.68 b	0.67 bc
Ortalama		165.0 AB	24.3 B	26.7 B	6.91 C	1.07 B	2.33 A	0.39 BC
Cd-50	Yaprak	21.7 e	12.9 e	36.1c	6.39 d	0.23 fg	1.60 ef	0.47 def
	Gövde	26.7 de	4.95 f	35.9 c	6.28 d	0.27 f	0.83 g	0.32 g
	Kök	480.4 a	47.7 c	5.31e	17.9 a	3.18 a	5.01 a	0.78 a
Ortalama		176.3 A	21.8 BC	25.8 BC	10.2 B	1.23 A	2.48 A	0.52 A
Cd-75	Yaprak	72.5 d	9.09 ef	57.3 b	8.73 c	0.13 g	2.08 de	0.31 g
	Gövde	42.3 de	7.20 f	9.54 e	11.6 c	0.52 e	1.39 f	0.69 b
	Kök	308.4 c	40.0 d	20.4 d	13.6 b	1.64 c	4.14 b	0.45 ef
Ortalama		142.0 BC	18.8 C	30.0 B	11.3 B	0.76 C	2.54 A	0.48 AB
Cd-100	Yaprak	29.5 de	4.91 f	47.2 c	6.96 d	0.19 fg	1.12 fg	0.50 de
	Gövde	19.2 e	3.57 f	9.16 e	17.5 a	0.28 f	0.56 g	0.42 fg
	Kök	424.4 b	63.7 a	9.46 e	18.2 a	0.98 d	5.43 a	0.59 cd
Ortalama		157.7ABC	24.1 B	21.9 C	14.2 A	0.48 D	2.37 A	0.50 A
Ort.	Yaprak	36.9 b	18.0 b	47.4 a	8.04 b	0.25 b	1.62 b	0.39 b
	Gövde	28.2 b	5.40 c	14.6 c	8.94 b	0.33 b	1.00 c	0.35 b
	Kök	398.4 a	52.6 a	25.7 b	12.2 a	1.70 a	4.21 a	0.61 a
Bitki Aksamı (BA)	**	**	**	**	**	**	**	**
Cd dozları (Cd)	**	**	**	**	**	**	**	**
BA x Cd	**	**	**	**	**	**	**	**
VK (%)		15.05	12.43	16.54	13.35	11.88	16.17	16.14

\* $P < 0.05$  düzeyinde, \*\*  $P < 0.01$  düzeyinde önemli olup harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

## Sonuç

Su ve toprak için önemli kirleticilerden olan iz elementleri ve ağır metaller bitkilerde olumlu ve önemli etkiye sahip olup tolerans sınırları aşıldığında toksisiteye neden olabilmektedirler. Bitki doku ve aksamalarında ağır metallerin aşırı birikimi strese neden olmakta, büyüme ve gelişim, mineral madde alınımı, enzim aktivitesi, fotosentez ve klorofil biyosentezi gibi birçok morfolojik ve fizyolojik olayları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada artan dozlarda Cd uygulamalarının bitki boyu, kök uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, yaprak ağırlığı ve yaprak sayısı değerlerinde azalmalara neden olduğu, lipit peroksidasyon ve askorbat peroksidaz aktivitesi üzerinde ise artışların meydana geldiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; uygulanan kadmiyum dozlarının tüm makro ve mikro besin içeriği ile ağır metal içerikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Artan Cd dozlarının Ca, K, Mg ve Na içeriğinde kontrole göre artışlar sağladığı, Fe birikimi kontrole göre artış sağlarken, Zn ve Mn birikiminde ise kontrole göre azalışların meydana geldiği kaydedilmiştir. Ağır metallerden Cd, Cr, Pb ve Se ile hem mikro besin elementi hem de ağır metal olan Cu ve Ni içerikleri kontrol ile kıyaslandığında artışların olduğu tespit edilmiştir. Kadmiyum stresi altında çemenin yaprak, gövde ve kök aksamalarında biriken mineral element birikimlerinde farklılıkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmada, en fazla Ca, Mg ve Mn birikimi yapraklarda, K ve Na birikimi gövdede, Fe, Zn ve Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Se birikimi kök aksamında belirlenmiştir.



### Teşekkür

Bu araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2019-8298 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Acharya, S. N., Thomas, J. E., Basu, S. K., 2008. Fenugreek, an alternative crop for semiarid regions of North America. *Crop Science*, 48 (3): 841-853.
- Aksu, G., 2019. Kadmiyum ile kirlenmiş alanlarda bitki besin elementlerinin alınımı üzerine indol asetik asitin etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7 (2): 80- 85.
- Akar, M., Atış, İ., 2019. Priming uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1): 26-36.
- Aksu, E., Yıldız, N., 2007. Besin çözeltilisine artan seviyelerde uygulanan Cd ve Pb iyonlarına farklı domates çeşitlerinin tepkisinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (2): 163-172.
- Aydın, B., Yorgancılar, M., 2015. In vivo şartlarda Fe ve Mn uygulamalarının lüpen (*Lupinus albus* L.) bitkisinin fide gelişimine etkilerinin araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 42-52.
- Ayhan, B., Ekmekçi, Y., Tanyolaç, D., 2007. Erken fide evresindeki bazı mısır çeşitlerinin ağır metal (kadmiyum ve kurşun) stresine karşı dayanıklılığının araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2 (8): 411-422.
- Bakiş, R., Bilgin M., 1998. Çöp sızıntı sularında meydana gelen ağır metal kirliliği. I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi, Kayseri 167-170.
- Canal Boysan, S., 2015. Kadmiyum toksisitesi ve arıtma çamurundan kaynaklanan ağır metal toksisitesini önlemek amacıyla demir uygulamasının marul (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*) bitkisinin gelişimi ve antioksidatif enzim aktivitesine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, 69 s.
- Demirbaş, A., Coşkan, A., Jawad, A. A. 2020. Seçilmiş bakteri izolatlarının kadmiyum ile zenginleştirilmiş topraklarda şeker pancarının gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:95-102.
- Dursun, B., 2012. Salisilik asit uygulanmış nohut (*Cicer arietinum* l.) fidelerinde kadmiyumun yarattığı fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler. *Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 41s.
- Erdal, İ., Türkmen, Ö., Yıldız, M., 2000. Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 25-29.
- Friberg L. 2018. Cadmium in the Environment. CRC press.
- Gouia, H., Gorbel, M.H., Meyer, C., 2000. Effects of cadmium on activity of nitrate reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38:629-638.
- Gül, K., 2013. Kurşun (Pb) ile kirlenmiş topraklarda ayçiçeği ve mısırın fitoekstraksiyonu üzerine EDTA ve DTPA'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 109-113.
- Güler, E.A., 2011. Besin çözeltilisine artan seviyelerde uygulanan kadmiyum ve kurşunun bazı mısır ve ayçiçeği genotiplerinin gelişimi ve mineral içeriği üzerine etkisinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 222s.
- IBM., 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0.
- İğdelioğlu, S., 2014. Çavdar (*Secale cereale* L.) bitkisinde kurşun (Pb) elementinin genotoksik ve fizyolojik etkileri. *Marmara Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 113 s.
- Karanlık, S. Ergün, N., Tiryakioğlu, M., 2013. Farklı kadmiyum düzeylerinin pamuk bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) büyüme, Cd, Fe, Zn konsantrasyonu ve antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (2): 83-88.
- Karakaş, Ö. 2013. Bazı ağır metaller (Pb, Cd, Co) ile kirlenmiş toprakların kanola bitkisi kullanılarak bitkisel arıtım (fitoremediasyon) tekniği ile ıslahı. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 75s.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., 2014. Ağır metal içeriği yüksek sularla sulanan patlıcan bitkilerine uygulanan humik asidin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(6): 280-288.
- Lutts, S, Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78: 389-398.
- Marschner, H., 2008. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, Second Edition. London.



- Mebey, R., M. McIntyre, P., Michael, G., Duff, J., Stevens., 1988. The news age herbalist. Collier Booly, Newyork. 93-98.
- Mengel, K., Kirkby, E. A. 2001. Principles of Plant Nutrition.5th edition. ISBN 1-4020-0008- 1.
- Özkutlu, F., Erdem, H., 2018. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylara uygulanan çinko dozlarının kadmiyum alımına etkisi. Türk-Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (12): 1713-1718.
- Sairam, R. K., Srivastava, G. C., Agarwal, S., Meena, R. C., 2005. Differences in antioxidant activity in response to salinity stres in tolerant and susceptible wheat genotypes. Biologia Plantarum, 49: 85-91.
- Schroeder, H.A., 1974. The Poisons Around us. Toxic Metals in Food, Air and Water, Bloomington, Indiana Üniversitesi. Press.
- Taleisnik, E., Peyrano, G., Arias, C., 1997. Response of chloris gayana cultivars to salinity. I. Germination and early vegetatif growth. Tropical Grasslands 31: 232- 240.
- Vural, M., 2003. Türkiye'nin Tehlike Altındaki Bitkileri. FAO/BM Tematik Grubu. Türkiye'de Biyolojik Çesitlilik ve Organik Tarım Çalıştay Raporu. 15-16, Nisan, 168-183.
- Wang, L., Cui, X., Cheng, H., Chen, F., Wang, J., Zhao, X., Pu, X., 2015. A review of soil cadmium contamination in China including a health risk assessment. Environmental Science and Pollution Research, 22(21): 16441-16452.
- Wilcke, W., Kretschmar, S., Bundt, M., Saborío, G., Zech, W., 2000. Depth distribution of aluminum and heavy metals in soils of Costa Rican coffee cultivation areas. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 163 (5): 499-502.
- Yılmaz, H. Ş., Kökten, K., 2019. Kadmiyum (Cd) uygulamasının tane sorgumda (*Sorghum bicolor* L.) bazı morfolojik özellikler üzerine etkisinin belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6 (3): 447-456.
- Yost, K. J., Miles, L. J. 1979. Environmental health assessment for cadmium: A systems approach. Journal of Environmental Science and Health A. 14: 285-311.
- Zengin, K.F., Munzuroğlu, Ö., 2005. Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.Strike) klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin (Ni<sup>+2</sup>, Co<sup>+2</sup>, Cr<sup>+3</sup>, Zn<sup>+2</sup>) etkileri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1); 164-172.





Araştırma Makalesi/Research Article

## Süt Sağım Makinelerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Ortalama Pençe Vakumuna Etkisi

Halil Ünal\*  Enes Tumba  Dilek Kılıç  Gaye Atlı 

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa  
\*Sorumlu yazar: hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.12.2019

Kabul Tarihi: 17.09.2020

### Öz

Bu çalışmada 5 farklı tip süt pençesine (150, 240, 300, 340 ve 550 ml hacimlerinde) sahip sağım başlıklarında çalışma vakumu ve süt debisi değişimlerinin alçak ve yüksek süt hatlı sağım tesislerinde ortalama pençe vakumuna etkisi araştırılmıştır. Süt pençeleri sağım demetindeki diğer tüm elemanlarının aynı olduğu 5 adet sağım başlığına bağlanmıştır. Sağım başlıklarındaki meme lastikleri uzun tip neopren kauçuk malzemedir. Araştırmada alçak süt hatlı sağım sistemi için 41, 44 ve 47 kPa, yüksek süt hatlı sağım sistemi için ise 50 kPa çalışma vakumları seçilmiştir. Her vakum aşaması 6 farklı süt debisi (0, 0,7, 2,7, 4,7, 6,6 ve 8,3 kg dk<sup>-1</sup> gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, 41 kPa çalışma vakumunda Pençe-2 (240 ml hacimdeki süt pençesi) en uygun ortalama pençe vakum aralıklarını vermiştir. 44 kPa çalışma vakumunda 7,4 kg dk<sup>-1</sup> süt debisine kadar Pençe-2 ve Pençe-4'ün (340 ml hacimdeki süt pençesi); 47 kPa basınçta ise 2,7-6,5 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıkları için Pençe-5'in (550 ml hacimdeki süt pençesi) ortalama pençe vakum düzeyleri daha uygun bulunmuştur. Yüksek süt hattındaki 50 kPa çalışma vakumunda 2, 3 ve 4 nolu süt pençelerinin ortalama pençe vakumları diğer pençelere göre daha uygun görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Alçak ve yüksek hatlı sağım sistemleri, süt pençesi, kauçuk meme lastiği, pençe vakumu, süt debisi

## The Effect of Working Vacuum and Milk Flow Rate Variations on Average Claw Vacuum in Milking Machines

### Abstract

In this study, the effect of working vacuum and milk flow changes on the average claw vacuum in low and high milk line milking facilities in milking heads with 5 different types of milk claw (150, 240, 300, 340 and 550 ml volumes) were investigated. Milk claws are connected to 5 milking clusters, where all other elements in the milking bundle are the same. The liners in the milking clusters are made of long type neoprene rubber. In the study, 41, 44 and 47 kPa vacuum pumps were selected for low milk line milking system and 50 kPa operating vacuum for high-line milking system. Each vacuum step was carried out at 6 different milk flows (0, 0.7, 2.7, 4.7, 6.6 and 8.3 kg min<sup>-1</sup>). According to the results of the study, Claw-2 (240 ml milk claw) at 41 kPa working vacuum gave the optimum average claw vacuum intervals. Claw-2 and Claw 4 up to a milk flow rate of 7.4 kg min<sup>-1</sup> at 44 kPa working vacuum (340 ml volume of milk claw); at 47 kPa pressure, average claw vacuum levels of Claw-5 (550 ml milk claw) were found to be more suitable for the milk flow intervals of 2.7–6.5 kg min<sup>-1</sup>. The average claw vacuum of milk claws 2, 3 and 4 was found more suitable than other claws at 50 kPa working vacuum in high milk line.

**Keywords:** Low and high line milking systems, milk claw, rubber liner, claw vacuum, milk flow rate

### Giriş

Meme sağlığında herhangi bir zararlı etkiye neden olmadan hayvanın tüm sütünün en kısa sürede elde edilmesi için etkili bir sağım tekniği gereklidir. Sağım sisteminin inekler üzerindeki etkisinin en doğru ölçüsü pençedeki vakumdur (Reinmann ve ark., 2007). Sağım ünitesinin ana parametresi memebaşı ucu vakum basıncıdır. Memebaşı ucu vakum basıncı ne kadar yüksek olursa sağım hızı da o kadar yüksek olur, sağım süresi de bir o kadar kısalmır. Ancak uygulamalarda vakum hattının üst sınırı 50 kPa olarak kanıtlanmıştır (Rasmussen ve ark., 2003; Andersons ve ark., 2014). Yüksek vakum ile sağım, hayvan meme başlarında deformasyonun yanı sıra memede acıya neden olabilmektedir. Ayrıca, meme lastiği nabız odası vakumu ne kadar düşük olursa, meme sağlığı



üzerindeki olumsuz etkileri de o kadar düşük olabilmektedir (Reinemann ve ark., 1996; Jones, 1999; Öz, 2003). Ancak, vakum için sınırlar da vardır. Çok alçak basınçta hayvan memebaşı ucu başlıktan çıkma eğiliminde olabilmekte ve sağım süresi uzunluğu da büyük ölçüde artmaktadır. Standartlarda en yüksek süt debilerinde nabız odası vakum düzeyinin 32–40 kPa aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Rasmussen ve Madsen, 2000; TS ISO 5707, 2014). Bu vakum aralığı meme ucu sağlığı üzerinde negatif bir etki bırakmamakta, bunun yanı sıra arzu edilen sağım hızını ve hayvan memesinin başlıkta tutulmasını sağlamaktadır.

Modern sağım tesislerinde alçak ve yüksek hatlı süt sağım sistemleri kullanılmaktadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'de test koşullarının belirlendiği Tablo A.2'ye göre yüksek hatlı sağım sistemlerinde süt hattı sağım platformundan 1,8 m'den veya süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 1,3 m'den daha üstte, alçak hatlı sistemlerde ise süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 0,7 m'den daha düşük seviyede yerleştirilmektedir. Her iki sistem için en önemli fark, sağımın farklı bir işlemde olmasıdır. Alçak hatlı sistemde sağım sırasında hat boyunca akan süt, hattın altında bulunan pençeye yerçekimi kuvveti yardımıyla kendiliğinden akmaktadır. Yüksek hatlı sistemde ise, sütü hatta taşımak için süt hattı üzerinde ek enerjiye ihtiyaç vardır. Bunun için süt hattındaki vakum, meme başlığı vakumundan daha yüksek olmalıdır. Uzun süreli uygulamada, yüksek hatlı sağım sistemlerinde hatta süt akışı olmadığı zaman çalışma vakumu 50 kPa olarak verilmiştir. Reinemann ve ark. (2007), iyi sağım özellikleri ve meme sağlığını sağlamak için sağım sırasında en yüksek sağım veriminde 36–42 kPa arasında bir süt pençesi vakumunun daha uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bir ineğin en yüksek süt debisi süresi boyunca bu aralık içinde ortalama pençe vakumuna sahip olması; genellikle ineğin uysal bir şekilde, hızlı ve tam olarak sağımı için uygun bir aralık olduğu kabul edilir. Ancak Avrupa'da yaygın olarak kullanılan ortalama pençe vakumu için kurallar, Kuzey Amerika'da tavsiye edilenden biraz düşüktür. Bu ülkeler tipik olarak, 32 ila 40 kPa aralığındaki en yüksek süt debisi periyodu sırasında ISO sağım makinesi standart ortalama pençe vakum standardında sunulan önerileri kullanmaktadır (Rose-Meierhöfer ve ark., 2010; TS ISO 5707:2007, 2014). Ortalama pençe vakumu için Avrupa ve Kuzey Amerika standart kuralları arasında biraz fark olsa da ortalama pençe vakumu belirlenirken her ikisi de nazikçe, hızlı ve tam sağım arasında bir uzlaşma kavramına dayanmaktadır. Çünkü yüksek ortalama pençe vakumu hızlı sağımı sağlar, ancak sağım nazik ve tamamıyla olamaz. Düşük ortalama pençe vakumu daha nazik ve eksiksiz sağım yapar, ancak hızlı olmayan bir sağıma neden olur. Buradan anlaşılabilir ki, standartlarda yüksek ve alçak hatlı sistemlerdeki en uygun ortalama pençe vakum aralığının ne olması gerektiği sorusu cevapsız kalabilmektedir. Bu soru üzerindeki araştırma çalışmaları ve sağım makinaları kullanım talimatları önerilerinde büyük farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre, farklı sağım sistemleri bile sağım sırasında benzer bir ortalama pençe vakumu gerektirebilir. Bu durum, mevcut araştırma konusunun seçilmesinde etkili olmuştur. Bunu başarmak için, bu çalışmada farklı iç hacimlere sahip süt pençelerinde alçak süt hattı ve yüksek süt hattı sistemlerinin farklı basınç ayarları karşılaştırılmıştır.

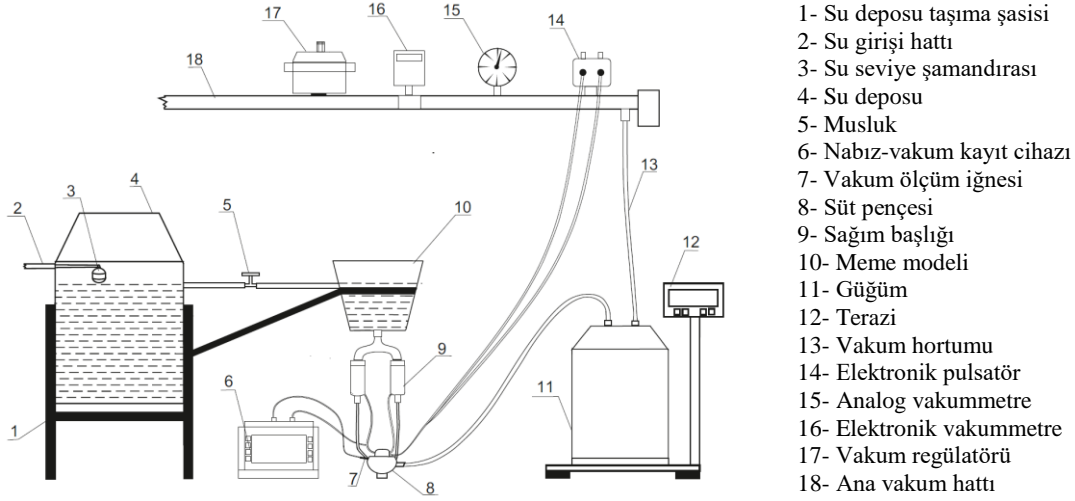
Bu araştırmanın amacı, alçak süt hatlı (ASH) ve yüksek süt hatlı (YSH) süt sağım makinalarının farklı sistem çalışma vakumlarında (ASH'da 41, 44 ve 47 kPa; YSH'da 50 kPa) ve farklı süt debilerinde, farklı iç hacimlere sahip süt pençelerinin (150, 240, 300, 340 ve 550 ml) "a+b" süt alım (emme) fazındaki ortalama pençe vakumu değişimlerinin etkisini belirlemektir.

### **Materyal ve Yöntem**

Araştırma Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvar koşullarında özel olarak tasarlanan ve süt yerine suyun kullanıldığı test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir (Ünal ve ark., 2018). Test düzeneği ve elemanları Şekil 1'de verilmiştir.

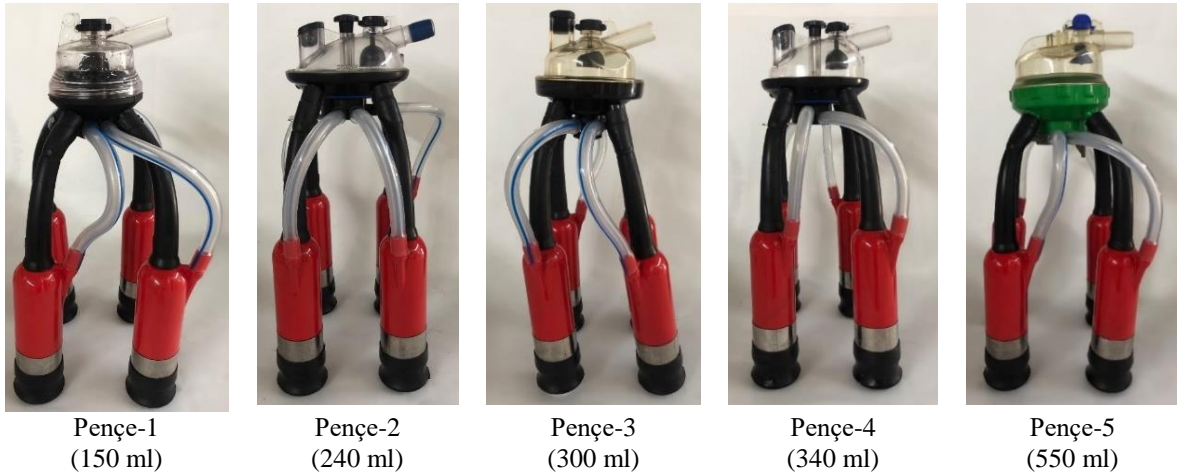
Tasarlanan test düzeneğinde şebekeden alınan su (2) bir su deposuna (4) doldurulmaktadır. Depo içindeki su seviyesi bir şamandıra (3) ile kontrol edilmektedir. Depodaki su belirli bir doluluk seviyesinde iken doğal akışla yapay memeye (10) akmaktadır. Yapay meme olarak 5 L kapasiteli bir kova kullanılmıştır. Su deposu ve yapay meme arasına suyun kontrolü için bir vana (5) yerleştirilmiştir. Yapay memenin tabanında orta kısmına bir adet delik açılarak buraya dört yollu hortum yerleştirilmiş ve uç kısımlarına plastik malzemedan imal edilmiş 4 adet yapay meme ucu bağlanmıştır. Yapay meme uçlarına merkezlerinden 3 mm çaplı delik açılarak su emiş ağızları

oluşturulmuştur. Denemelerde homojenliği sağlamak amacı için aynı kauçuk tip meme lastikleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Simülasyon sağım sistemi deney düzeneğinin şematik görünüşü

Sağım başlıkları sağım pozisyonunda olacak şekilde yapay meme uçlarına takılmıştır. Meme lastiğinin paslanmaz kılıf dışında kalan ve kısa süt hortumu olarak bilinen bölümüne özel olarak imal edilmiş bir vakum basıncı ölçüm iğnesi (7) bağlanmıştır. Sağım başlığına bağlanan ve ölçüme esas olan bir meme lastiğindeki kısa nabız hortum çıkışı ve vakum basıncı ölçüm adaptöründen çatal bağlantı ile bypass yapılarak vakum-nabız ölçüm cihazına (Exendis PT V) (6) bağlantı yapılmıştır. Vakum basıncı ölçüm adaptörünün amacı kısa süt hortumundan geçen su/süt akışını keserek vakum-nabız ölçüm cihazına olası zararı önlemektir. Araştırmada 150 ml (Pençe-1), 240 ml (Pençe-2), 300 ml (Pençe-3), 340 ml (Pençe-4) ve 550 ml (Pençe-5) hacimlerinde 5 farklı tip süt pençesi kullanılmıştır (Şekil 2). Makinanın farklı çalışma vakumlarında inekler için esas alınan nabız sayısının ( $60 \text{ adet dk}^{-1}$ ) değişmemesi için pnömomatik pulsatör yerine elektronik pulsatör (14) kullanılmıştır. Sistemin vakum üretme grubu ise yarı sabit sistemli sağım makinası seçilmiştir. Makinanın ana vakum hattı (18) üzerine bir adet vakummetre (15) ve bir adet vakum regülatörü (17) yerleştirilmiştir. Denemelerin hassasiyeti için ana vakum borusuna bağlanan bir adet elektronik vakummetre (16) ve vakum-nabız cihazının ölçtüğü vakum değerleri karşılaştırılarak, sistemin ana çalışma vakumu kontrol edilmiştir. Her bir meme lastiği için yapılan denemelerde sağımdan alınan suyun miktarı için 20 L kapasiteli bir süt güğümü (11) kullanılmıştır. Süt güğümü 1 g ölçüm hassasiyetli 50 kg kapasiteye sahip dijital bir terazi (12) üzerine oturmaktadır.



Şekil 2. Araştırmada kullanılan farklı hacimlerdeki süt pençeleri

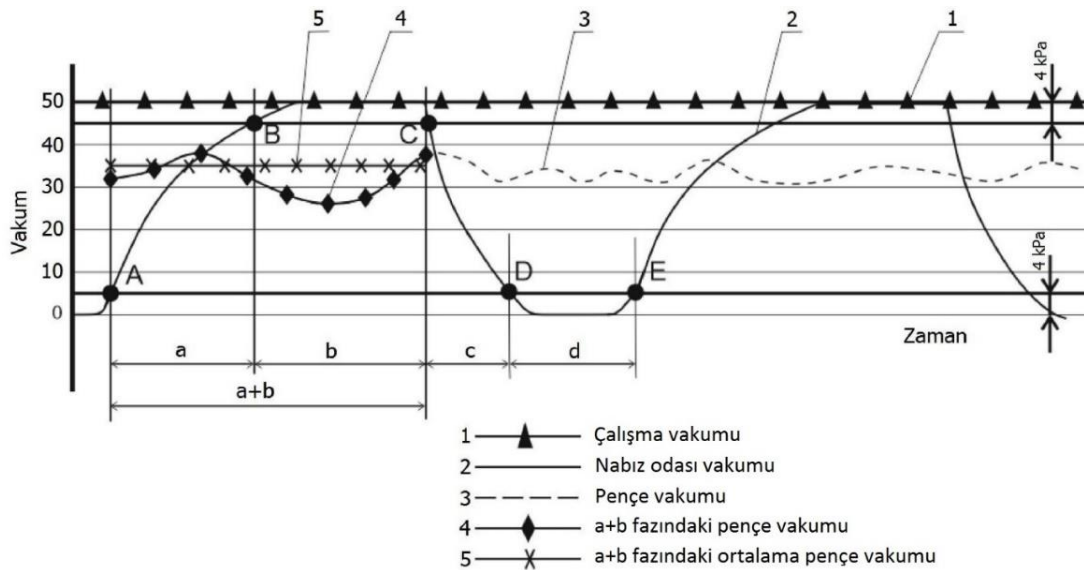
Simülasyon sağım sisteminde güğüm (sütün boşaltılma seviyesi esas alınacak şekilde), alçak süt hatlı sağım için süt pençesi seviyesinin 0,7 m altına, yüksek süt hatlı da ise sağım platformundan 1,8 m yükseğe yerleştirilmiştir. Su debisi, deney sırasında güğüme toplanan su miktarı kayıtlarından hesaplanmıştır.

Deneyler süresince vakum hattı, nabız bölümündeki nabız-vakum ve kısa süt hortumu içindeki vakum değerleri kaydedilmiştir. Beş farklı hacimdeki süt pençeleri üzerinde aşağıdaki gibi değişik çalışma basınçları aşamaları gerçekleştirilmiştir:

- 41, 44 ve 47 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan YSH sağım sistemi

Araştırmadaki dört farklı çalışma basıncının her aşamasında su (dinamik sağım deney sıvısı) akış hızları 0, 0,7, 2,7, 4,7, 6,6, 8,3 kg dk<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Su debisi ayarlaması için yapay memenin altına küresel vana yerleştirilmiştir. Vananın açma-kapama kolu arka hizasına dairesel bir malzeme monte edilerek, çok sayıda yapılan ön testler ile istenilen debiye uygun kol açıları belirlenmiş ve dairesel malzeme üzerinde ölçü çizgileri oluşturulmuştur. Belirlenen su debileri bu malzeme üzerinde oluşturulan ölçü çizgileri temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizdeki en iyi süt çiftliklerinde uzmanların bilgilerine göre ortalama en yüksek süt debisi 3,0-6,0 kg dk<sup>-1</sup> aralığındadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'ye göre dinamik testlerde en yüksek süt debisi düşük verimli inekler 3 kg dk<sup>-1</sup>, yüksek verimliler için ise 5 kg dk<sup>-1</sup> alınır. TS ISO 5707:2007 (2014) Annex (EK) C'ye göre deneylerde 4 kg dk<sup>-1</sup> en yüksek süt debisi için ortalama süt debisi 2,6 kg dk<sup>-1</sup> alınır. Pulsatör kayıt cihazı (vakum-nabız ölçer test cihazı) tarafından kaydedilen nabız odası vakum değişiklikleri grafiği TS ISO 5707:2007, 2014 ve TS ISO 6690:2007, 2014 ile uyumlu olarak işleme tabi tutulmaktadır. "a+b" fazındaki ortalama pençe vakumu incelenen sürecin kriteri olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014) (Şekil 3). Ortalama pençe vakumu makinalı sağımın emme fazında sütün boşaltılması sırasında hayvanın meme başında aktif olan vakumdur.



Şekil 3. Pulsatör test cihazından alınan nabız odası ve pençe vakumu değerlerinin analizi

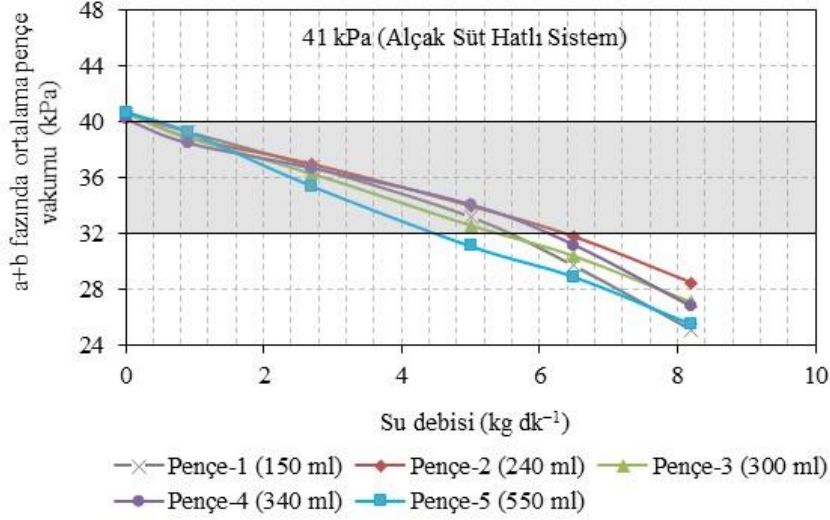
### Bulgular ve Tartışma

Alçak süt hatlı sağım sisteminin 41, 44 ve 47 kPa çalışma vakumlarında farklı süt pençesi tipleri üzerinde değişik süt akış hızlarında yapılan deneme sonuçlarına göre a+b süt alım evresindeki ortalama pençe vakum değişimleri sırasıyla Şekil 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

Şekil 4 incelendiğinde; bütün pençelerin sistem kapalı olduğunda (0 kg dk<sup>-1</sup>) ortalama pençe vakumları en uygun üst sınır olan 40 kPa'nın biraz üstünde olduğu görülmüştür. Pençe-1'de süt debisi 5,6 kg dk<sup>-1</sup>'den daha yüksek olduğunda pençe vakumu alt sınır olan 32 kPa'dan daha düşük çıkmaktadır. Bu da sağım süresi uzunluğunu etkileyebilmektedir. Pençe-3 incelendiğinde, süt debisinin 0,2-5,4 kg dk<sup>-1</sup> arasında kaldığında, ortalama pençe vakumu standart değerlerin arasında olduğu belirlenmiştir. Pençe-4 ve Pençe-5'teki analiz sonuçlarına göre süt akış hızları sırasıyla 4,5 ile

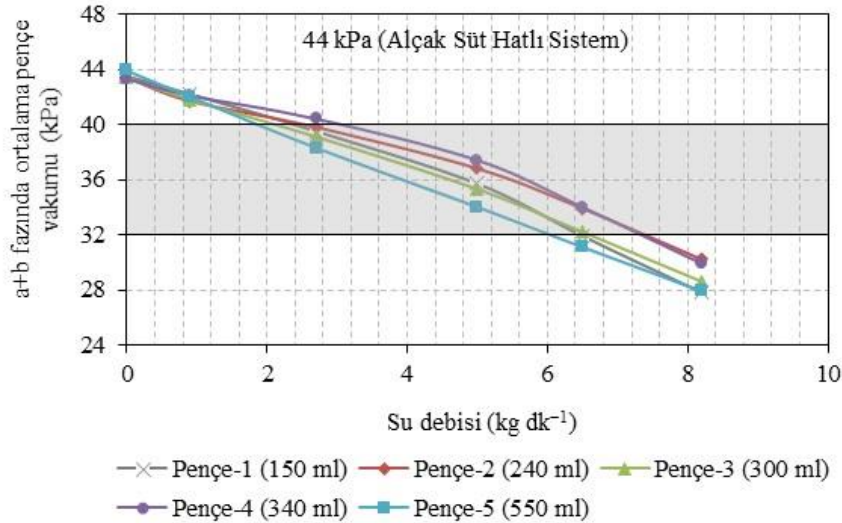


6,1 kg dk<sup>-1</sup>'den fazla olduğunda pençe vakumu kabul edilebilir aralıklardan (32-40 kPa) daha düşük bulunmuştur. Pençe-2'de ise süt debisi 6,4 kg dk<sup>-1</sup> üzerine çıktığında ortalama pençe vakumunun 32 kPa'nın altına düştüğü görülmüştür. Bu sonuçlara göre, alçak süt hatlı sistemin 41 kPa çalışma vakumunda uygun işletme koşullarında Pençe-2'nin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.



Şekil 4. 41 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

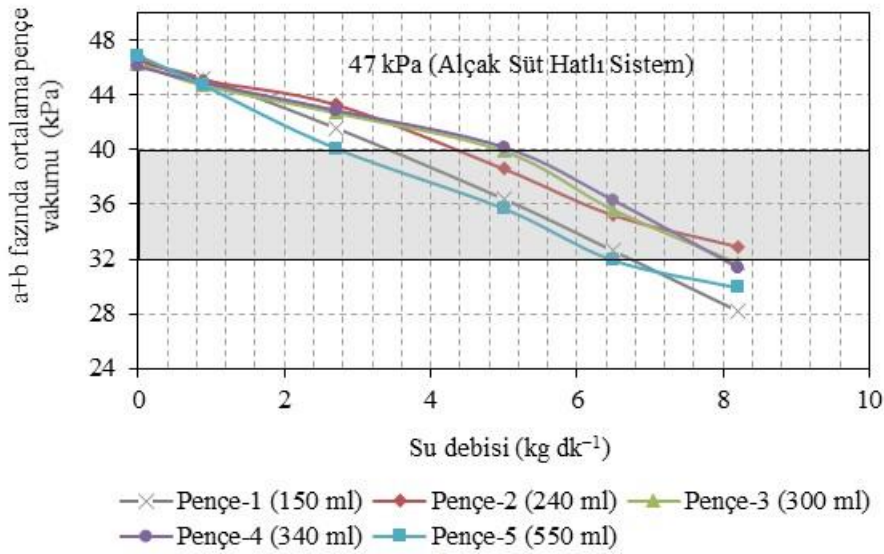
Şekil 5'te görüldüğü gibi, Pençe-1 ve Pençe-3'ün araştırma sonuçlarına göre süt debileri sırasıyla 2,1 ve 2,3 kg dk<sup>-1</sup>'den daha düşük olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun üst sınırdan daha yüksek çıkmaktadır. Bu da sağım başlangıcında ve sonunda hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Aynı pençelerde süt debisinin 6,5 kg dk<sup>-1</sup>'den fazla olması durumunda ortalama pençe vakumu 32 kPa'nın altına düşmektedir. Pençe-4'te ise süt debisi 3 kg dk<sup>-1</sup>'den daha düşük olduğunda pençe vakumunun üst sınırdan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da sağım başlangıcı ve bitiminde hayvan meme sağlığına olumsuz yönde etki etmektedir. Pençe-5 incelendiğinde en yüksek süt debisi aralığı 1,8-6,0 kg dk<sup>-1</sup> olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun sınırlar içinde kalmaktadır. Pençe-2'nin ise 2,4-7,4 kg dk<sup>-1</sup> arasındaki en yüksek süt debilerinde ortalama pençe vakumu uygun sınırlar içerisinde kalmaktadır. Pençe-4'te 7,4 kg dk<sup>-1</sup> süt debisine kadar optimum alt sınır üzerinde kalarak uygun ortalama pençe vakumunu vermiştir. Buna göre 44 kPa çalışma vakumunda Pençe-2 ve Pençe-4'ün en uygun ortalama pençe vakumu düzeylerini verdiği söylenebilir.



Şekil 5. 44 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

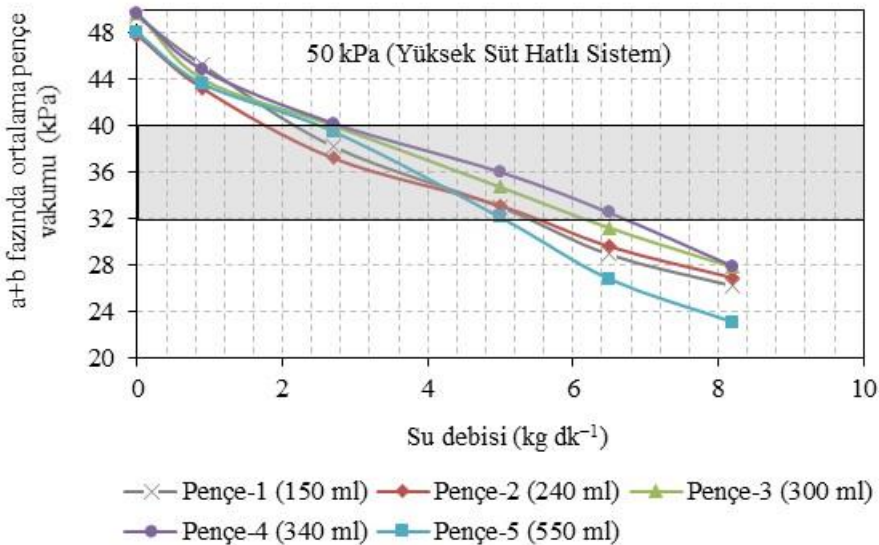


Şekil 6'daki araştırma sonuçları incelendiğinde, Pençe-1'in süt debisi 3,4-6,8 kg dk<sup>-1</sup> aralığında olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun sınırlar arasında kalmaktadır. Pençe-3 ve Pençe-4'le sağım yapıldığında süt akış hızları 5,0 kg dk<sup>-1</sup>'den daha az olduğu durumlarda ortalama pençe vakumu kabul edilebilir sınırı aşmaktadır. Bu debiye kadar hayvanın meme başlarının sağım başlangıcı ve sonunda sürekli olarak yüksek vakumun olumsuz etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir. 5,0-8,0 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıklarında ise Pençe-3 ve Pençe-4 en uygun sınırlar arasında kalmaktadır. Pençe-2'nin analiz sonuçlarına göre 4,4-8,3 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıklarında ortalama pençe vakumu uygun sınırların içinde kalmaktadır. Bu sonuç, Pençe-2, -3 ve -4'ün yüksek süt debisine sahip inekler için en uygun pençeler olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan Pençe-5'te ise, 2,7-6,5 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralığında ortalama pençe vakumu standart sınırlarda (32-40 kPa) gözlenmiştir. Araştırma sonuçları Pençe-5 için bu basınçta sağım başlangıcı ve sonunda hayvanların meme başlarının negatif basıncın olumsuz etkisine diğer pençelere göre daha az maruz kalacağı sonucuna varılmıştır.



Şekil 6. 47 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

Yüksek süt hatlı sağım sisteminin 50 kPa çalışma vakumunda farklı süt pençesi tipleri üzerinde değişik süt akış hızlarında yapılan deneme sonuçlarına göre a+b süt alım evresindeki ortalama pençe vakumu değişimleri Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. 50 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri



Şekil 7 incelendiğinde, Pençe-1'in ölçüm sonuçlarına göre süt debisi 2,1 kg dk<sup>-1</sup>'den daha az olduğunda, ortalama pençe vakumu en uygun üst sınırdan daha yüksek ölçülmüştür. Aynı pençede süt debisi 5,4 kg dk<sup>-1</sup>'den daha yüksek olduğunda ise ortalama pençe vakumu en uygun alt sınırın altına düşmektedir. Pençe-2'deki süt debisi 1,7-5,5 kg dk<sup>-1</sup> aralığında olduğunda ortalama pençe vakumu uygun sınırlar arasında kalmıştır. Bu pençe için bu basınçta sağım başlangıcı ve sonunda hayvanların meme başlarının negatif basıncın olumsuz etkisine diğer pençelere göre daha az maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Pençe-5'in araştırma sonuçlarına göre süt debisi 2,5-5,1 kg dk<sup>-1</sup> aralığında ortalama pençe vakumu kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır. En yüksek süt debisi fazla olduğunda Pençe-5'in ortalama pençe vakumunun çok düşük olması nedeniyle sağım süresinin uzamasına sebep olacağı düşünülmektedir. Pençe-3 ve Pençe-4'ün süt akış hızlarının 2,7 kg dk<sup>-1</sup>'den daha düşük olduğu durumlarda ortalama pençe vakumu değerleri üst sınırdan daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu pençelerde süt akış hızlarının sırasıyla 6,1 ve 6,7 kg dk<sup>-1</sup>'den daha yüksek olması durumunda pençe vakumlarının kabul edilebilir alt sınırının altına düştüğü görülmektedir. Yüksek süt hatlı için 50 kPa sistem çalışma basıncında ortalama pençe vakumu en uygun süt pençelerinin Pençe-2, Pençe-3 ve Pençe-4 olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuçlara göre, alçak süt hatlı sistemin 41 ve 44 kPa çalışma vakum vakumlarında Pençe-2'nin, 47 kPa çalışma vakumunda ise Pençe-5'in en uygun ortalama pençe vakum aralıklarını verdiği söylenebilir. Yüksek süt hatlı sistemdeki 50 kPa çalışma vakumunda ise, Pençe-3 ve Pençe-4 en uygun ortalama pençe vakumları aralıkları sağlamıştır. Enokidani ve ark. (2016)'nın yaptıkları ıslak test araştırmasına göre yüksek süt hatlı sistemdeki 50 kPa çalışma vakumunda ve 8,7 kg dk<sup>-1</sup> süt debisindeki ortalama pençe vakumunun 31,7 kPa'a düştüğü belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar alçak hatlı sistemde ise 40 kPa olan çalışma vakumunda ortalama pençe vakumunun aynı debi sınırında 39,7 kPa'a düştüğünü belirlemişlerdir. Buna göre bu çalışmamızda yüksek hatlı sistem için Pençe-3 ve Pençe-4'ün kabul edilebilir sınıra yakın ortalama pençe vakumlarını vermesi, araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Diğer yandan alçak hatlı sistemde ise, Pençe-2'nin 6,4 kg dk<sup>-1</sup> debisine kadar kabul edilebilir sınır aralığında ortalama pençe vakumunu vermesi, bu pençenin tavsiye edilmesini desteklemektedir. Reinemann ve ark. (2007) nin ıslak testle yaptıkları araştırmaya göre, sistem basıncı 44 kPa olduğunda ineklerin geneline ait ortalama en yüksek süt debisi için (1,9 kg dk<sup>-1</sup>) ortalama pençe vakumunu 42,5 kPa, ineklerin %10'nuna ait en yüksek süt debisi için (3,9 kg dk<sup>-1</sup>) ortalama pençe vakumunu 40,7 kPa ve ineklerin %5'ine ait en yüksek süt debisi için (5,8 kg dk<sup>-1</sup>) ortalama pençe vakumunu 38,6 kPa olarak belirlemişlerdir. Araştırmacıların bu sonuçlarına benzer çalışma sonuçlarımız Pençe-2 ve Pençe-4'te daha uygun bulunmuştur. Öz ve ark. (2010) nin 40 kPa sistem basıncındaki gerçek sağım koşullarında yaptıkları araştırmada ise, 300 ml hacimdeki süt pençeli sağım denemelerinde 4,8 L min<sup>-1</sup> en yüksek süt debisinde "b" fazındaki ortalama pençe vakumunu 35,0 kPa olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmamızda kullanılan 240 ve 340 ml hacimlere sahip Pençe-2 ve Pençe-4, araştırmacıların sonuçlarına en yakın değerleri vermektedir. Bu da bu sistem basıncında Pençe-2'nin seçilmesini desteklemektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda 41 kPa çalışma basıncında Pençe-5 4,4 kg dk<sup>-1</sup> debiye kadar, Pençe-2 6,4 kg dk<sup>-1</sup> debiye kadar standardın ön gördüğü alt sınır değere kadar (32 kPa) uygun ortalama pençe vakum aralığı verebilmektedir. 44 kPa çalışma vakumunda ise, Pençe-2 ve Pençe-4 7,4 kg dk<sup>-1</sup> süt debisine kadar uygun pençe vakumları göstermiştir. 47 kPa çalışma basıncında Pençe-2, -3 ve -4 çok yüksek süt debisine sahip inekler için (4,4-8,3 kg dk<sup>-1</sup>) uygun olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu basınç için Pençe-5 2,7-6,5 kg dk<sup>-1</sup> en yüksek süt debisi aralıklarında en uygun ortalama pençe vakumu sağlamıştır. Yüksek süt hatlı için 50 kPa sistem basıncında 1,7-5,5 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıklarında Pençe-2, 2,7-6,1 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıklarında Pençe-3 ve 2,7-6,7 kg dk<sup>-1</sup> süt debisi aralıklarında Pençe-4 en uygun ortalama pençe vakum değerlerini vermiştir.

Reinemann ve ark. (2007), sistem çalışma vakumunun kullanıcının sağım sırasında istenilen ortalama pençe vakumu aralığına ulaşması için ayarlandığı bir parametre olduğunu bildirmektedir. Sabit sistem vakumu ile değişken ortalama pençe vakumu arasındaki farkı etkileyen 3 ana faktör vardır:



- 1- Sistem konfigürasyonu (uzun süt borusu uzunluğu ve çapı, uzun süt borusundaki bağlantılar ve sürtünme kayıplarını etkileyen diğer parametreler),
- 2- Sütün uzun süt borusundan akış hızı (artan süt akışı genellikle sistem ve pençe vakumu arasındaki farkı arttırır),
- 3- Sağım ünitesine giren serbest havanın debisi (artan hava girişi aynı zamanda sistem ve pençe vakumu arasındaki farkı arttırır).

Yukarıda belirtilen faktörler de göstermektedir ki, sağımın uygun pençe vakum aralıklarında hassas, hızlı ve eksiksiz şekilde yapılabilmesini etkileyen birçok unsur vardır. Enokidani ve ark. (2016) nın alçak ve yüksek süt hatlı ıslak simülasyon test çalışmalarındaki farklı iç çap ve uzunluklara sahip uzun süt hortumlarının ortalama pençe vakumuna etkisini araştırmaları, sağım makinalarında sağımı etkileyebilecek birçok farklı unsurun daha araştırılması gerektiğini göstermektedir. Bu araştırma bu unsurlar arasında önemli olabileceği düşünülen süt pençesi hacim değişikliğinin ortalama pençe vakumuna etkisini ortaya koyabilmek açısından araştırmacılara, üretici firmalara ve süt hayvancılığı işletmelerine yararlı kaynak olacağı inancındayız. Alçak süt hatlı sağım makinalarında önerilen pençe vakum aralıkları için en uygun çalışma basıncının, Avrupa ülkelerinde 41 kPa, Kuzey Amerika’da ise 44 kPa seçilmesi tavsiye edilebilir.

#### **Not**

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü lisans öğrencilerinin “Tasarım Proje” tezinin bir bölümünü kapsamakta ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’nde 04-06 Eylül 2019 tarihlerinde düzenlenen 32. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresinde poster olarak sunulmuş ve kongre bildiri kitabında özeti yayınlanmıştır.

#### **Kaynaklar**

- Andersons, E., Laurs, A., Priekulis, J., 2014. Studies on liner vacuum in high and low level milking systems. Engineering for Rural Development, Jelgava. 29-30.05.2014, p. 94–98.
- Enokidani, M., Kuruhara, K., Kawai, K., 2016. Analysis of factors affecting milking claw vacuum levels using a simulated milking device. Animal Sci. J. 87: 848–854.
- Jones, G.M., 1999. The role of milking equipment in mastitis. Virginia Cooperative Extension. <http://pubs.ext.vt.edu/404/404-742/404-742.html> Erişim: Nisan 2018.
- Öz, H., 2003. Süt sağma makinalarında bazı teknik özelliklerin performans değerlerine etkisinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 134 s., İzmir.
- Öz, H., Rose-Meierhöfer, S., Ströbel, U., Ammon, C., 2010. Comparison of the vacuum dynamics of conventional and quarter individual milking systems. J. Agric. Sci. 16: 162–168.
- Rasmussen, M.D., Madsen, N.P. 2000. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition and udder health. J. Dairy Sci. 83: 77–84.
- Rasmussen, M.D., Reinemann, D.J., Mein, G.A. 2003. Measuring vacuum in milking machines. Bulletin No. 381/2003, International Dairy Federation, Brussels, pp. 20–32. Belgium.
- Reinemann, D.J., Rasmussen, M.D., Mein, G.A., Frimer, E.S. 1996. Test equipment and it’s application for measuring vacuum in the short milk tube. [http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/96\\_ASAE\\_963018\\_Test\\_Equipment\\_SMT\\_vac.pdf](http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/96_ASAE_963018_Test_Equipment_SMT_vac.pdf), Erişim: Mart 2018.
- Reinemann, D.J., Mein, G.A., Rasmussen, M.D., Ruegg, P.L. 2005. Evaluating milking performance. Bulletin of the International Dairy Federation. No. 396, 1–24.
- Reinemann, D.J., Schuring, N., Bade, R.D., 2007. Methods for measuring and interpreting milking vacuum. In: Proceedings of Sixth International Dairy Housing Conference. 16-18 June, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Rose-Meierhöfer, S., Hoffmann, G., Öz, H., Ströbel, U., Ammon, C., 2010. Milking-time tests in conventional and quarter-individual milking systems. Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research. 60: 11–15.
- TS ISO 3918:2007, 2014. Süt Sağım Makine Tesisleri-Terimler. Türk Standartları Enstitüsü, 19 s., Ankara.
- TS ISO 5707:2007, 2014. Süt Sağım Makine ve Tesisleri-Yapım ve Performans. Türk Standartları Enstitüsü, 47 s., Ankara.



TS ISO 6690:2007, 2014. Süt Sağım Makine Testleri-Mekanik Deneyler. Türk Standartları Enstitüsü, 34s., Ankara.

Ünal, H., Özgür, F., Bilgin, A.S., Ural, Ş., 2018. Alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumu ve süt debisi değişimlerinin memebaşı ucu vakum basıncına etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. 14 (3): 163–169.







Araştırma Makalesi/Research Article

## Hyperspectral Analysis of Grapevine Water Stress

Emre Özelkan<sup>1\*</sup>  Muhittin Karaman<sup>2</sup>  Serkan Candar<sup>3</sup>  Ertunga Cem Özelkan<sup>4</sup>   
Cankut Örmeci<sup>5</sup> 

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture & Design, Department of Urban and Regional Planning, 17020 Çanakkale / Turkey

<sup>2</sup>Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Geology Engineering Department, 34469 İstanbul/Turkey

<sup>3</sup>Tekirdağ Viticultural Research Station, 59100 Tekirdağ/Turkey

<sup>4</sup>The University of North Carolina at Charlotte, Systems Engineering & Engineering Management, 9201 University City Boulevard, Charlotte/ USA

<sup>5</sup>Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Geomatics Engineering, 34469 Maslak, İstanbul/Turkey

\*Corresponding author: emreozelkan@comu.edu.tr

Received: 18.06.2020

Accepted: 14.09.2020

### Abstract

Viticulture is very sensitive to water stress, which is critical and influenced by all environmental factors, relating to the crop quality and productivity of vineyards. In this study, water stress was examined in veraison and harvest stages for nine different species with spectroradiometric measurements. Leaf water potential (LWP) values from field measurements and original spectra-based (OSB) and continuum removed spectra-based (CRSB) curves were analyzed with correlation and regression analysis to find the highest related wavelengths. The analysis was done for both specific dates of field measurements (i.e. 08.08.2012 and 06.09.2012) and also in aggregate i.e. all measured data. The specific date wavelength-based analysis revealed the “red edge region” as a major water stress indicator. The highest correlated wavelength was found to be 684 nm of CRSB curves with  $R=0.988$ . For the aggregate wavelength-based water stress analysis, the “violet and green regions” were identified as the best indicators. The highest correlated wavelength was found to be 410 nm of OSB curves with  $R=0.820$ . Furthermore, the Analysis of Variance (ANOVA) testing indicates that the results are significant at relatively high confidence levels. The spectral-based method performed in this study provides fast, flexible, and non-destructive water stress measurements of grapevines when compared to classical methods.

**Key Words:** Grapevine, Water Stress, Hyperspectral Remote Sensing

### Asma Su Stresinin Hiperspektral Analizi

#### Öz

Bağcılık, ürün kalitesi ve üzüm bağlarının verimliliği ile ilgili tüm çevresel faktörlerden etkilenen ve hayati bir etken olan su stresine son derece duyarlıdır. Bu çalışmada, dokuz farklı asma türü için ben düşme ve hasat dönemlerindeki asma su stresi spektrodymetrik ölçümlerle incelenmiştir. Arazi ölçümleri ile elde edilen yaprak su potansiyeli (LWP) değerleri ile en ilişkili dalga boylarını bulmak için orijinal spektrum temelli (OSB) ve sürekliliği kaldırılmış spektrum temelli (CRSB) eğriler korelasyon ve regresyon analizi ile analiz edilmiştir. Analizler hem ölçüm tarihleri için ayrı ayrı değerlendirmeler ile (yani 08.08.2012 ve 06.09.2012) hem de tüm ölçüm verileri için toplam tek bir veri seti olacak şekilde iki farklı yaklaşım ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin ayrı ayrı analizi, “kırmızı kenar bölgesini” önemli bir su stres göstergesi olarak ortaya çıkarmıştır. En yüksek korelasyonun  $R = 0.988$  değeri ile CRSB eğrisinin 684 nm dalga boyu olduğu belirlenmiştir. Tüm ölçümlerin bir arada değerlendirildiği su stresi analizi için “mor ve yeşil bölgeleri” en iyi göstergeler olarak tespit edilmiştir. En yüksek korelasyonun  $R = 0.820$  değeri ile OSB eğrisinin 410 nm dalga boyu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Analysis of Variance (ANOVA) testinin sonuçları bu çalışmada elde edilen bulguların yüksek güven seviyelerinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada gerçekleştirilen spektral tabanlı yöntem, üzüm bağlarının / asma su stresi ölçmelerini klasik yöntemlere kıyasla hızlı, esnek ve tahribatsız bir şekilde sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Asma, Su Stresi, Hiperspektral Uzaktan Algılama



## **Introduction:**

Plant water stress determination and measurement is vital and necessary for many forestry, agricultural, land rehabilitation and conservation applications (Govender et al., 2009; Demirel et al., 2014; Demirel et al., 2018; Camoglu et al., 2018; Camoglu et al., 2019a). Grapevine physiology (Naor et al., 1994; Williams and Araujo, 2002; De Bei et al., 2011), vegetative and reproductive growth (Schultz and Matthews, 1993) and yield has been highly correlated with water stress (Greenspan et al., 1996; Williams and Araujo, 2002). Grapevine productivity and quality are highly related to water stress (Kennedy et al. 2002; Cifre et al., 2005; Rodríguez-Pérez et al., 2007; De Bei et al., 2011). Leaf water potential (LWP) is typically used as an indicator of water stress, which provides information about soil type, soil moisture, salinity, available water, environmental conditions, agronomic practices, crop growth and climate as an integrated system. (Turner, 1981; Williams and Araujo, 2002; Eitel et al., 2006; Kakani et al., 2007; Gutierrez et al., 2010).

Pressure chamber technique, which is a frequently used destructive LWP measurement method, provides a simple, reliable, rapid, economical and portable LWP measurement (Scholander et al., 1965; Ritchie and Hinckley, 1975; Eitel et al., 2006; Govender et al., 2009; Gutierrez et al., 2010; De Bei et al., 2011; Camoglu et al., 2019a). This technique can be used to identify correlations between the water stress and the grapevine physiology (Williams and Araujo 2002; Rodríguez-Pérez et al., 2007).

Remote sensing is frequently used in agricultural monitoring (Ozelkan et al., 2016; Gürsoy and Atun 2018) and provides successful results especially in plant condition analysis studies (İnce et al. 2014; Ozelkan et al., 2015; Gürsoy and Atun 2019). Remote sensing technologies benefit from spectral reflectance data to determine plant water stress (Sims and Gamon, 2002; Stimson et al., 2005; Eitel et al., 2006; Fitzgerald et al., 2006; Govender et al., 2009; Demirel et al., 2014; Camoglu et al., 2018; Camoglu et al., 2019b). Compared to the pressure chamber technique, remote sensing techniques provide a means for a more reliable, instant, simple and nondestructive water status measurement (Hunt et al. 1989; Rodríguez-Pérez et al., 2007).

It has been shown in the literature that several wavelengths (760 nm, 970 nm, 1190 nm, 1240 nm, 1400 nm, 1450 nm, 1900 nm, 1940 nm, 2700 nm, and 2950 nm) are reactive to water absorption (Tucker, 1980; Peñuelas et al., 1993; Gao, 1996; Ceccato et al., 2001; Stimson et al., 2005; Eitel et al., 2006; Kakani et al., 2007; Rodríguez-Pérez et al., 2007; Gutierrez et al., 2010). The effect of background materials (such as soil) and atmospheric absorptions on the water absorption bands may cause sensing problems. Continuum removal analysis (CRA) is used to overcome this problem (Kokaly and Clark 1999; Rodríguez-Pérez et al., 2007). CRA gives opportunity to isolate the relevant absorption features, therefore the coefficients of determination increase and more sensitive absorption features can be identified (Kokaly and Clark 1999; Rodríguez-Pérez et al., 2007).

The purpose of this study is to introduce a hyperspectral remote sensing-based technique for water stress analysis of grapevines. To illustrate the proposed application to grapevine, leaves from nine grape species were examined by comparing mid-day LWP values and spectral reflectance measurements. LWP values were associated with both original spectra-based (OSB) and CR spectra-based (CRSB) curves and analyzed with correlation and regression analysis to find the highest related wavelengths.

## **Materials and Methods:**

### **Study Area**

Tekirdag is in the Eastern Thrace region of Turkey, which has a very old and rooted viticulture tradition (Durgut and Arın, 2005). The LWP and spectroradiometric measurements were performed in the national collection vineyard of Tekirdag Viticultural Research Station, which is in the boundaries of the following coordinates: northwest 40.973562°N - 27.461911°W and southeast: 40.969184°N - 27.477504°W (Figure 1). The region is under the effect of Marmara climate that is a transition climate between the Continental, the Black Sea and the Mediterranean climates, where the summers are not as rainy as the Black Sea climate and not as dry as the Continental climate, and the winters are not as warm as the Mediterranean climate and not as cold as the Continental Climate (Sensoy et al., 2008). Long year's monthly average temperature is 14°C and long year's annual total precipitation is 585 mm. The rainiest period is December with 82.8 mm, and the driest period is August with 12.5 mm

precipitation. The July and August are hottest periods with 24°C, and the coldest is January with 5°C. The climate conditions of the study area enable the growth of many grape species, which is more than 1200 according to the Tekirdag Viticultural Research Station actual report.

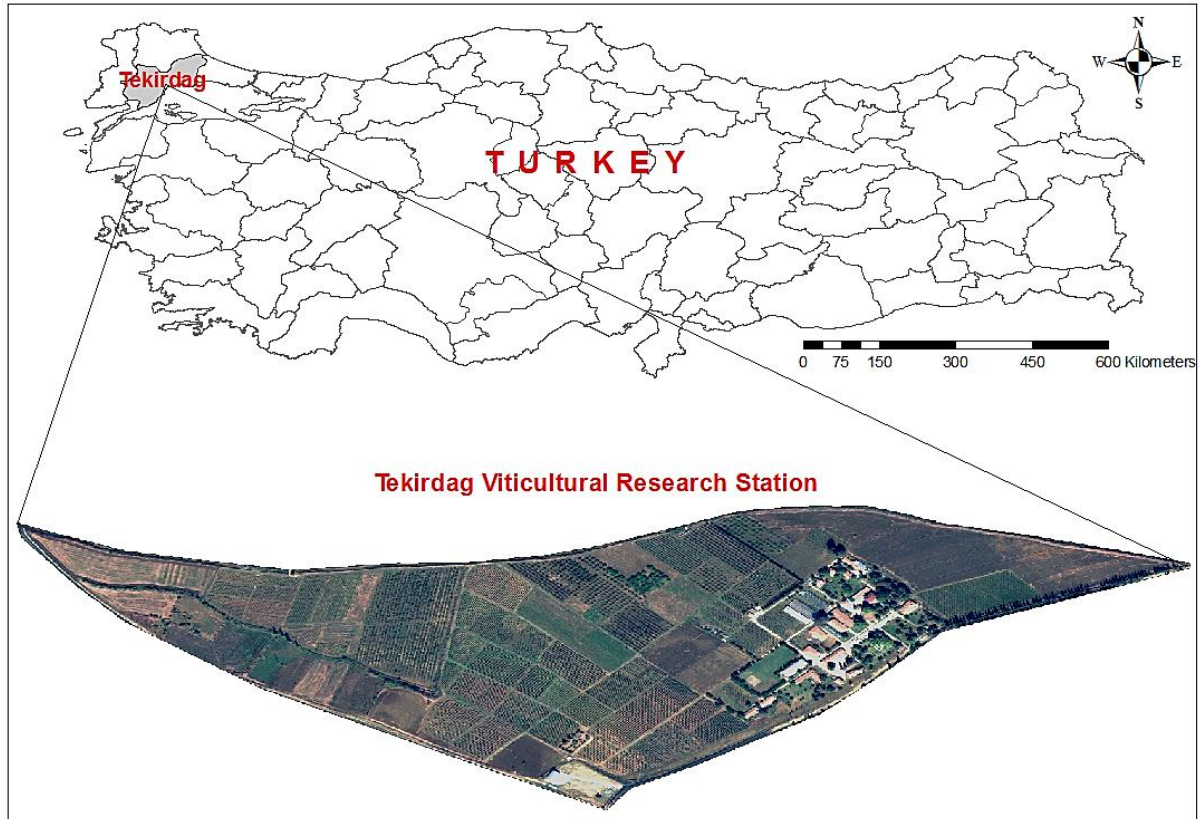


Figure 1. The study area.

### LWP Measurement Method

LWP measurements were performed using the “Model 3115-Portable Plant Water Status Console- Scholander Pressure Chamber”. Note that the LWP measurements should be performed fast and carefully in two steps. First, a fully developed healthy and sun-exposed leaf is determined, which reflects the phenological era. The leaf is cut as fast as possible from the end of the petiole and placed into the pressure vessel to prevent changes from dehydration and evaporation and to get accurate results (Turner, 1988; Smith and Prichard, 2003; Eitel et al., 2006; Govender et al., 2009). Second, the vessel is pressurized until the first exudation of sap from the cut surface of petiole. This pressure is where the negative of the atmospheric pressure is equal to the plant’s hydrostatic pressure and therefore it is equal to LWP (Turner, 1988; Smith and Prichard, 2003; Eitel et al., 2006; Govender et al., 2009). LWP measurements were performed just after spectroradiometric measurements for nine grape species.

The LWP results including temporal differences, average and standard deviation values of 9 species are summarized in Table 1. The LWP and spectral reflectance measurements were performed on 08.08.2012 (1<sup>st</sup> measurement - M1: veraison stage) and on 06.09.2012 (2<sup>nd</sup> measurement - M2: harvest stage).

According to phenological era, the average water stress of the M2 is higher than M1. A water stress increase was observed in the Alphonse, Atasarisi, Cinsaut, Razaki, Semilion, Tekirdag Cekirdeksizi and Yapincak, and a decrease was observed in Gamay and Merlot. The average water stress values were -1.56 MPa and -1.68 MPa on 08.08.2012 and 06.09.2012, respectively. The average difference of water stress between two phenological stages is 0.13 MPa. The standard deviations of



M1 and M2 are 0.05 Mpa and 0.17 Mpa, respectively. The standard deviation of M2 values is higher than the first one, because the species differ, in shape during or after the harvest stage.

Table 1. The water stress results ( $\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$ ): mid-day LWP leaf in negative megapascal).

Species	08.08.2012	06.09.2012	Difference
	$\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$	$\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$	$\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$
Alphonse Lavallée	-1.55	-1.85	0.30
Atasarisi	-1.52	-1.66	0.14
Cinsaut	-1.60	-1.65	0.05
Gamay	-1.52	-1.35	-0.17
Merlot	-1.65	-1.58	-0.07
Razaki	-1.60	-1.86	0.26
Semillion	-1.50	-1.62	0.12
Tekirdag Cekirdeksizi	-1.52	-1.90	0.38
Yapincak	-1.50	-1.64	0.14
<u>Average</u>	<u>-1.55</u>	<u>-1.68</u>	<u>0.13</u>
<u>Standard Deviation</u>	<u>0.05</u>	<u>0.17</u>	<u>0.17</u>

The temporal change of water stress was examined due to meteorological and phenological changes in this section. It is well-known that events like slowdowns in development and photosynthesis activity, and rises at water stress depend on the decrease in soil moisture and the harvest phenological stage (Carbonneau, 1998; Bertamini and Nedunchezian, 2003; Deloire et al, 2004; Ozelkan et al. 2015). Although such events trigger the increase in water stress, the difference of average of water stress between two phenological stages is not much in our case, which can be explained based on the meteorological data. Between the two measurement dates, there had been only 6.2 mm precipitation. Considering the evapotranspiration in summer, the 6.2 mm precipitation value is not sufficient to make the soil moist. Accordingly, the water stress increases until the rainy season.

Other meteorological parameters of the measurements' eras are given in Table 2. All physiological activities of plants, particularly photosynthesis, can be continued at optimum level between 25-30°C (Ferrini et al., 1995; Uzun, 2004; Greer and Weedon 2012). Higher temperatures trigger the water stress with the increase in the amount of water into the air by transpiration. The average temperature of M1 and M2 (14:00-15:00) are 32.46°C and 27.56°C, respectively. The average solar radiation of M1 and M2 (14:00-15:00) are 3413.15  $\mu\text{mol.s}^{-1}\text{m}^{-2}$  and 2994.77  $\mu\text{mol.s}^{-1}\text{m}^{-2}$  respectively. Based on these findings, we can conclude that M1 conditions would lead to higher water stress. The average UV of M1 and M2 (14:00-15:00) are 6.6 and 5.17, which are in moderate to high levels according to the UV index (TSMS, 2013; ARPANSA, 2013; CCOHS, 2013). Again, based on UV values, first day measurements should be more stressful than the second. Decrease in relative humidity (RH), in other words, the increase of vapor pressure difference between plant and air expedites water lose due to transpiration and again, the plant enters to a state of water stress (Eamus and Shanahan, 2002). The average RH of M1 and M2 (14:00-15:00) are 48.14% and 62.23% respectively, thus first day measurements should be more stressful than the second based on the RH as well. Increase in wind speed causes to trigger the increase in transpiration that again causes water stress (Lambers et al., 2008). The average wind speed of M1 and M2 (14:00-15:00) are 14  $\text{km.h}^{-1}$  and 10.92  $\text{km.h}^{-1}$  respectively, thus, first day measurements should be more stressful than the second depend on the wind speed.



Table 2. 10-minute frequency average meteorological parameters in the measurement time intervals.

Measurement Dates	Atmospheric		2 m Air	Relative	Wind	Wind	Solar
	Pressure (mb)	UV	Temperature (°C)	Humidity (%)	Direction	Speed (km.h <sup>-1</sup> )	Radiation Intensity ( $\mu\text{mol.s}^{-1}\text{m}^{-2}$ )
08.08.2012	1012.79	6.6	32.46	48.14	7	14.04	3413.15
06.09.2012	1011.29	5.1	27.56	62.23	7.08	10.92	2994.77

As discussed above, according to analysis of available meteorological data, the water stress average of the M1 is expected to be higher. On the other hand, according to phenological era, the water stress average of the M2 is expected to be higher. It seems overall, the phenological conditions have slightly stronger influence than the meteorological conditions, thus the water stress average of the M2 values turned out to be slightly higher than M1. The M1 and M2 phenological stages, conditions, information and photos of the corresponding species are presented in Table 3 and Figure 2. In M1, none of the species were in harvest phase, and even fruits of some species did not fully reach maturity. In M2, five of the species (Alphonse Lavallée, Atasarisi, Gamay, Merlot, Tekirdag Cekirdeksizi) just passed the harvest phase, four of them (Cinsaut, Razaki, Semilion, Yapincak) were very close to the harvest phase.

Table 3. The 2012 phenological stages' dates of studied species.

Species	Bud Burst	Flowering	Veraison	Harvest
Alphonse Lavallée	06.04.2012	28.05.2012	23.07.2012	27.08.2012
Atasarisi	05.04.2012	02.06.2012	25.07.2012	25.08.2012
Cinsaut	05.04.2012	30.05.2012	26.07.2012	07.09.2012
Gamay	04.04.2012	28.05.2012	20.07.2012	16.08.2012
Merlot	04.04.2012	28.05.2012	23.07.2012	04.09.2012
Razaki	06.04.2012	30.05.2012	03.08.2012	12.09.2012
Semillion	05.04.2012	28.05.2012	03.08.2012	11.09.2012
Tekirdag Cekirdeksizi	04.04.2012	29.05.2012	30.07.2012	24.08.2012
Yapincak	02.04.2012	28.05.2012	03.08.2012	11.09.2012





Figure 2. M1 (left) and M2 (right) phenological conditions of the corresponding species.

### Spectral Reflectance Measurement Method

ASD Handheld Spectroradiometer operating in a spectral range of [375-1075] nm was used to get the spectral reflectance of leaves. For each spectral application, the distances of dark current correction, optimization, white reference and measurement were set to be same (10 cm) above the vine leaf from a nadir orientation. The measurements were performed using a one-degree lens. The field of view was 1°, covering a circular area of 0.1745 cm in diameter and the swath area of 0.0239 cm<sup>2</sup>. At least 10 iterations were made for spectral reflectance measurement of each species, then the anomaly curves were eliminated and the mean of 10 spectral curves was averaged to find the final spectral curve of each grape species. Spectroradiometric measurements were performed just before LWP measurements for the nine species. Finally, the values between [400-1000] nm were chosen in this study due to the high noise outside this interval.

CR normalizes reflectance spectra in order to allow comparison of individual absorption features from a common baseline (Clark, 1999; Kokaly and Clark 1999; Kokaly, 2001; Mutanga, 2003; Rodríguez-Pérez et al., 2007). Convex hull fitted over the top of a spectrum is called the continuum. The CR reflectance,  $R_{cr}(\lambda)$  of each wavelength is generated by dividing the original reflectance value  $R_o(\lambda)$  to the reflectance value of the convex hull (continuum line)  $R_{cl}(\lambda)$  of the corresponding wavelength (Equation [1]). Based on this relationship, if the spectrum and continuum line are matching, the  $R_{cr}(\lambda)$  value will be 1, on the other hand, if there is absorption, the  $R_{cr}(\lambda)$  value would decrease. (Schmidt and Skidmore, 2003; Mutanga, 2003; Rodríguez-Pérez et al., 2007).

$$R_{cr}(\lambda) = R_o(\lambda)/R_{cl}(\lambda)$$

[1]

OSB and CRSB curves corresponding to the M1 and M2 spectral measurement and multi temporal difference spectrum results are shown in Figure 3. In the original spectral curves, the high differences are shown in mostly in the red edge and there are also variations at the visible region. In contrast, the high differences are shown at the visible regions in the CR spectral curves. Multi temporal difference spectra were used to define the phenological variations of water stress in further sections. In multi temporal difference spectra, green and red edge regions seem to contain more variations between species.

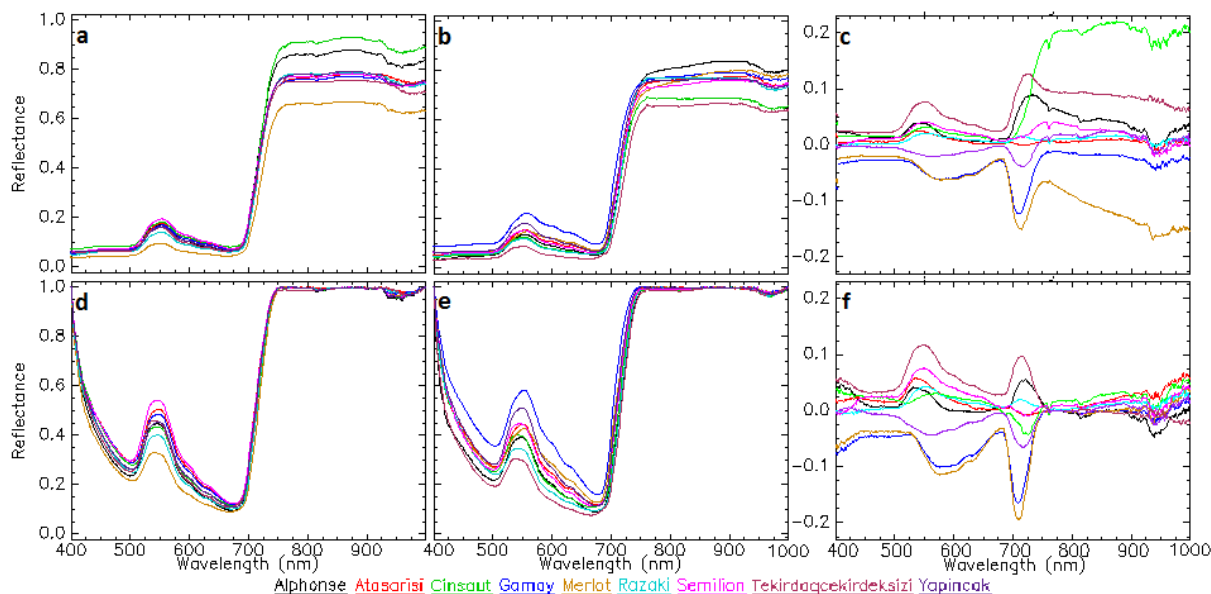


Figure 3. a: M1 OSB-Curves, b: M2 OSB-Curves, c: OSB difference spectrum, d: M1 CRSB-Curves, e: M2 CRSB-Curves, f: CRSB difference spectrum.

### Data Analysis

The relations between the water stress (LWP) and hyperspectral values were analyzed with correlation and regression analyses. In the result section, Pearson correlation coefficient (R) and coefficient of determination ( $R^2$ ) values of the findings were showed individually for each wavelength. Simple linear regression models were developed to verify trends. In addition, the significance of results was analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), and Root Mean Square Error (RMSE). The following section will present the major findings and recommendations based on the analysis.

### Results and Discussion:

#### Specific Dates Analysis

In this part of the study, the analysis of specific dates (08.08.2012 & 06.09.2012) and optimum intersection specific dates will be presented. OSB and CRSB from of 9 spectra were individually correlated with 9 water stress values to find the most sensitive wavelengths for 08.08.2012 and 06.09.2012, respectively.

#### *Analysis of the relation between water stress and OSB & CRSB-Curves using specific dates measurement*

*Study with OSB-Curves:* Correlation coefficients between water stress and original spectral reflectance values for the 9 grape species are shown in Figure 4 for each wavelength for M1 and M2 measurements. [400-730] nm interval of each veraison and harvest stages were found to be highly correlated with water stress. M1 was found to be less correlated with [400-730] nm compared to M2. The M2 water stress values influence the electromagnetic spectrum much more than M1 especially in [400-510] nm and [630-680] nm, where correlation is expected with chlorophyll content and plant stress (Chappelle et al, 1992; Carter and Miller, 1994; Zarco-Tejada et al., 2000; Govender et al., 2009). The reason why M2 is much more correlated with spectra can be explained as follows: The



water stress values and standard deviation value of M1 were smaller than the M2 values. Based on the distinctive phenological stage differences, M2 was found to be more sensitive to spectra.

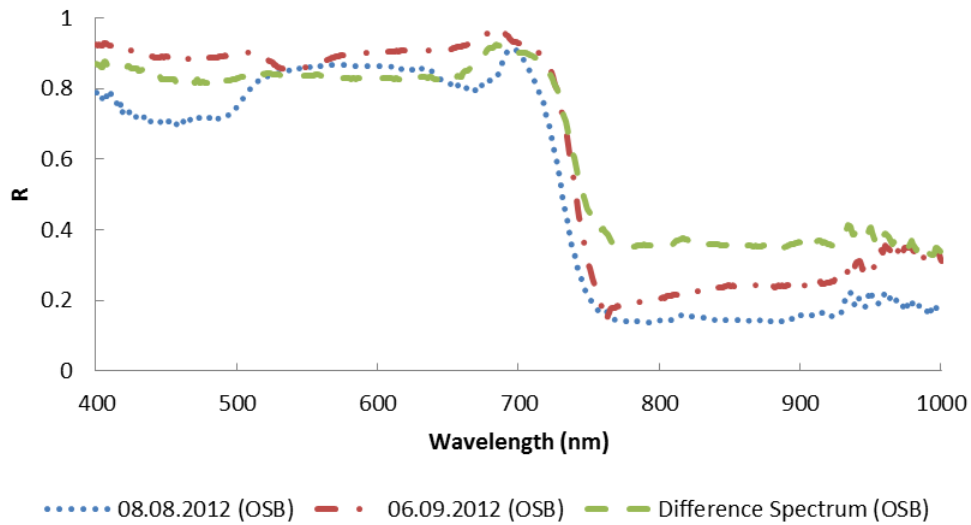


Figure 4. Correlations between water stress and OSB-Curves' values for M1 and M2, and correlation between temporal difference of  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) and temporal difference of OSB-Curves.

In the M1 analysis, [510-662] nm and [672-713] nm intervals were found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress. The highest correlation was found at 695 nm with  $R=0.914$  ( $R^2=0.8357$ ). In the M2 analysis, [400-726] nm interval was found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress. The highest correlation was found at 686 nm with  $R=0.972$  ( $R^2=0.9453$ ). 695 and 686 nm wavelengths are in the red edge region. The temporal difference values of water stress (Table 1) and OSB-Curves Figure 3 were computed to find the correlated wavelengths that are sensitive to temporal change of water stress. Generally, ~560 nm and ~715 nm regions were found to be more sensitive to differentiations in temporal original spectra. In the interval of [400-726] nm,  $R \geq 0.8$  was found and the highest correlation was found at 684 nm with  $R=0,924$  ( $R^2=0,853$ ). Figure 5 shows the individual linear regression models and corresponding  $R^2$  values for 684, 686 and 695 nm wavelengths. As seen from the figure and based on the corresponding analysis of variance (presented in section 4.3), the linear models provide a good and statistically significant fit (with significance probabilities close to zero and >99 % confidence level).

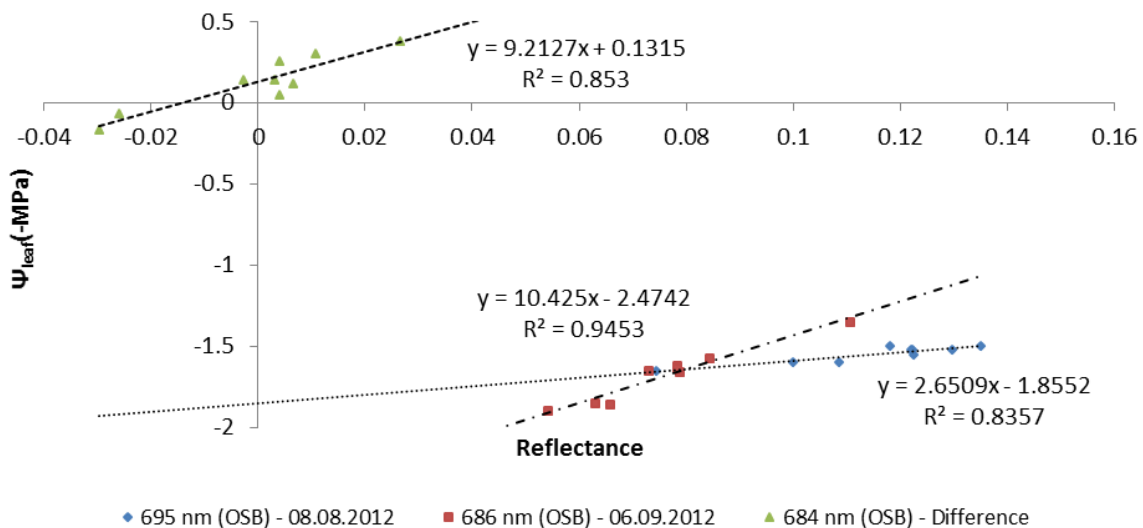


Figure 5. The relation between M1  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) values and 695 nm of OSB-Curves, M2  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) values and 686 nm of OSB-Curves and temporal difference of  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) and temporal difference of 684 nm of OSB-Curves.



**Study with CRSB-Curves:** Correlations between water stress and CR spectra values are shown in Figure 6 for each wavelength for M1 and M2. Compared to the OSB-curves analysis, the correlation between M1 and CRSB-curves was found to be lower.

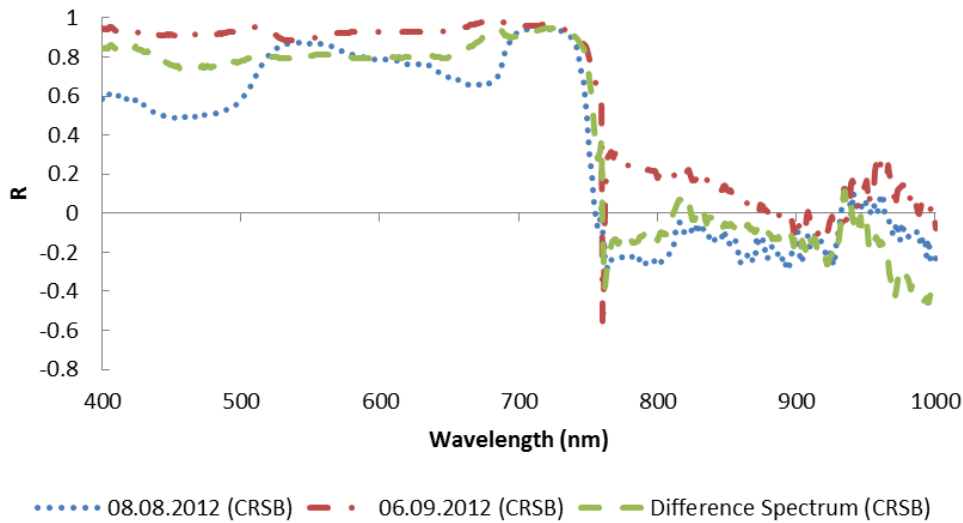


Figure 6. Correlations between water stress and CRSB-Curves for M1 and M2, and correlation between temporal difference of  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) and temporal difference of CRSB-Curves.

In the M1 analysis, [519-587] nm and [690-742] nm intervals were found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress. The highest correlation was found at 723 nm with  $R=0.942$  ( $R^2=0.8869$ ). In the M2 analysis, [400-754] nm interval was found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress over. The highest correlation was found at 684 nm with  $R=0.988$  ( $R^2=0.9767$ ). 723 and 684 nm wavelengths are in the red edge region as it was found in the original spectra analysis.

Similar analysis of the temporal differences of water stress (Table 1) and CRSB-Curves (Figure 3) showed that  $\sim 560$  nm and  $\sim 710$  nm regions are more sensitive to differentiations in multi-temporal original spectra. In the intervals of [402-435], [512-524], [545-572], [628-642] and [653-748] nm, the correlation was found as  $R \geq 0.8$  and the highest correlation was found at 724 nm with  $R=0.945$  ( $R^2=0.8931$ ). Figure 7 shows the individual linear regression models and corresponding  $R^2$  values for 684, 723 and 724 nm wavelengths. Again, the figure and the analysis of variance (presented in section 4.3) confirm that the linear models are fairly adequate in this case with high statistical significance.

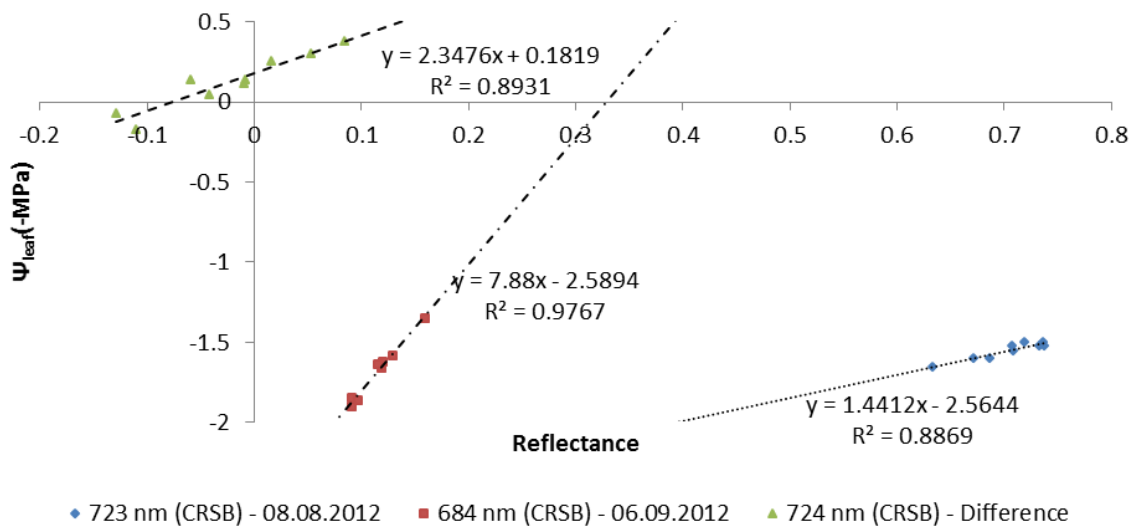


Figure 7. The relation between M1, M2, temporal difference  $\Psi_{leaf}$ (-MPa) values and 723 nm, 684 nm, 724 nm of CRSB-Curves respectively.





### Aggregate Analysis

So far, the analysis was conducted for different dates of the veraison and harvest stages (i.e. specific dates) separately (08.08.2012 and 06.09.2012). In this section, a consolidated analysis (i.e. aggregate analysis) is presented for the total data (9+9=18 spectra and water stress data corresponding to 08.08.2012 and 06.09.2012).

#### *Analysis of the Relation between Water Stress and OSB&CR Curves using Aggregate Data*

Correlations between total water stress values and original and CR spectra values are shown in Figure 8 for each wavelength. OSB curves and water stress correlation distribution were found more homogeneous than the correlation of CRSB and water stress. In the previous sections, it was indicated that the CRSB curves detect the absorption feature and main differentiation regions of spectra and thus this causes heterogeneity in the correlation distribution. ~760 nm, ~820 nm and ~930 nm regions were identified as correlation anomalies with low R values in current study as seen in Figure 8. These results seem to comply with the literature as “~690 nm = O<sub>2</sub>, ~720 nm = H<sub>2</sub>O, ~760 nm = O<sub>2</sub>, ~820 nm = H<sub>2</sub>O, ~930 nm = H<sub>2</sub>O” were indicated as molecular absorption and sensitivity regions (Borengasser et al., 2004; Mohan, 2008).

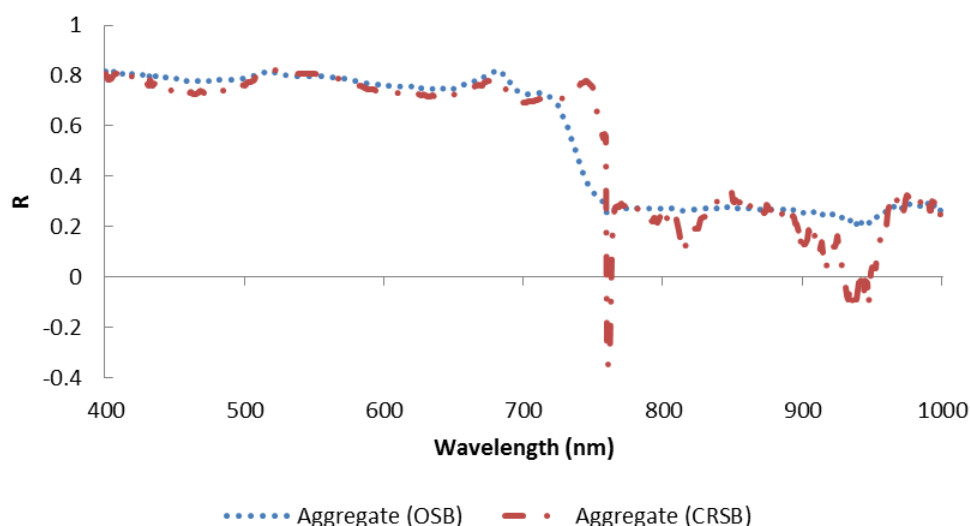


Figure 8. Correlations between aggregate water stress values of grape species and OSB and CRSB-Curves.

Study with OSB Curves: In the original spectra analysis, [400-432], [507-529] and [673-687] nm intervals were found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress. The highest correlation was found at 410 nm with  $R=0.820$  ( $R^2=0.6728$ ) (Figure 8). 410 nm is in the violet region.

Study with CRSB Curves: In the CR spectra analysis, [400-420] and [512-559] nm intervals were found to be  $R \geq 0.8$  correlated with water stress. The highest correlation was found at 521 nm with  $R=0.820$  ( $R^2=0.6722$ ) (Figure 9). 521 nm is in the green region.

Figure 9 shows the individual linear regression models and corresponding  $R^2$  values for 410 and 521 nm wavelengths, which again seem fairly adequate in this case. Next, we will elaborate on the statistical significance of these results using the Analysis of Variance (ANOVA) methodology.



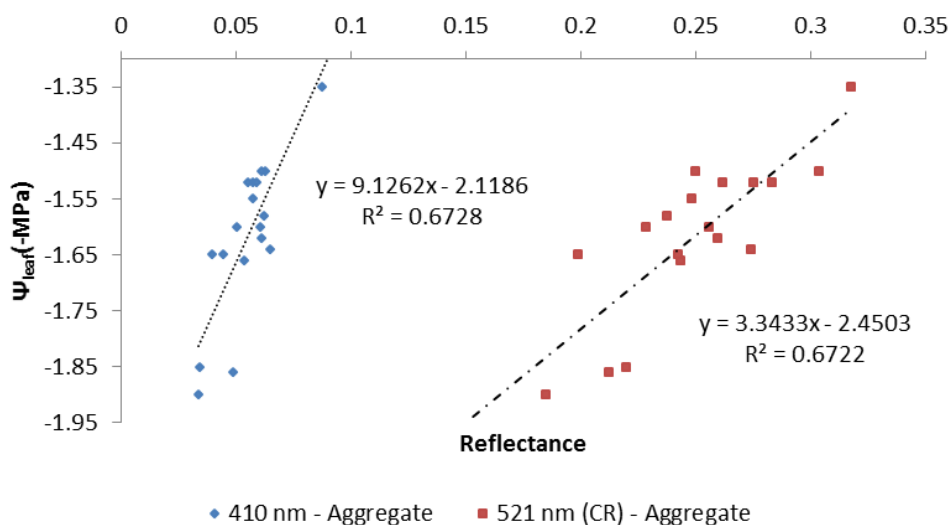


Figure 9. The relation between 410 nm of aggregate OSB and  $\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$  and the relation between 521 nm of aggregate CRSB and  $\Psi_{\text{leaf}}(-\text{MPa})$ .

### Analysis of Variance - ANOVA

The significance of results was analyzed for each wavelength and the corresponding linear relationship using ANOVA and RMSE. The names of determined wavelengths, data used, spectra type (ST), associated formula, multiple R (M-R), coefficient of determination  $R^2$ , adjusted  $R^2$  (A- $R^2$ ), significance F (S-F), and RMSE results are given in Table 4. The rest of the information corresponding to the ANOVA tables (such as degrees of freedom, sum of squares, and F values) was not shown here for conciseness. S-F values from the ANOVA were found to be very small that indicates very good regression relation between wavelength and water stress. For example, in the analysis between OSB 695 nm and water stress of 08.08.2012, S-F was found 0.000561 that indicates 99.9439% (=100×[1-0.000561]) confidence on the established relation. In addition, the RMSE values are smaller than 0.1 that also indicates a high accuracy of results.

Table 4. ANOVA and Root Mean Square Error (RMSE) analysis results

Wavelength	Data used	ST	Formula	M-R (R)	$R^2$	(A- $R^2$ )	S-F	RMSE
695 nm	8.08.2012	OSB	$y = 2.6509x - 1.8552$	0.914142	0.835656	0.812178	0.000561	0.020355
686 nm	6.09.2012	OSB	$y = 10.425x - 2.4742$	0.972241	0.945252	0.937431	0.000011	0.037816
684 nm	Difference	OSB	$y = 9.2127x + 0.1315$	0.923553	0.85295	0.831943	0.000377	0.063264
723 nm	8.08.2012	CRSB	$y = 1.4412x - 2.5644$	0.941739	0.886873	0.870712	0.000148	0.016888
684 nm	6.09.2012	CRSB	$y = 7.88x - 2.5894$	0.98826	0.976657	0.973323	0.000001	0.024693
724 nm	Difference	CRSB	$y = 2.3476x + 0.1819$	0.945041	0.893103	0.877832	0.000121	0.053939
410 nm	Aggregate	OSB	$y = 9.1262x - 2.1186$	0.820218	0.672758	0.652305	0.000031	0.077603
521 nm	Aggregate	CRSB	$y = 3.3433x - 2.4503$	0.819854	0.67216	0.65167	0.000031	0.077673

### Conclusions:

In this study, we applied a remote sensing-based spectroradiometric technique for water stress analysis of grapevines. Considering the specific dates of veraison and harvest stages first, the study results showed that the best wavelength-based indicator of LWP is in the red edge region for both OSB and CR data. Red edge, which is approximately between a minimum range of [690-740] nm and a maximum range of [670-780] nm is highly related with plant water stress (Jayaraman and Srivastava, 2002; Fitzgerald et al., 2006; Eitel et al., 2006; Blackburn, 2007; Govender et al., 2009; Liu et al., 2013). The results are in alignment with the previous studies that reported that the shape and position of red edge was found to be an indicator of chlorophyll content, biomass and hydric status of plants



(Penuelas et al., 1993; Filella and Penuelas, 1994; Liu et al., 2013) and highly correlated with water stress of grapevines (Broge and Leblanc 2001; Rodríguez-Pérez et al., 2007).

High correlations of OSB-Curves and the LWP values were found to be  $R=0.914$  ( $R^2=0.8357$ ) at 695 nm and  $R=0.972$  ( $R^2=0.9453$ ) at 686 nm for M1 and M2 specific dates, respectively. The correlation between temporal difference spectra and LWP data was found to be most correlated with 684 nm with  $R=0.924$  ( $R^2=0.853$ ). High correlations of CRSB-Curves and the LWP values were found to be  $R=0.942$  and  $R^2=0.8869$  at 723 nm for M1 and  $R=0.988$  and  $R^2=0.9767$  at 684 nm for M2. The correlation between temporal differences spectra and LWP data was found to be most correlated with 724 nm with  $R=0.945$  and  $R^2=0.8931$ . In other words, if red edge reflectance increases, the water stress decreases.

When the data was analyzed as an aggregate (total data of 18 points), good correlations were found with water stress between 400–432 nm (in the violet region), 507–559 nm (in the green region) and 673–687 nm (in the end of the red and beginning of the red edge). Note that these findings are in alignment with previous research which showed correlations between chlorophyll content and plant stress (Chappelle et al, 1992; Carter and Miller, 1994; Zarco-Tejada et al., 2000; Govender et al., 2009). In other words, as an aggregate result of the current study, if violet, green and red-red edge reflectance increases, water stress decreases. An ANOVA analysis confirmed that the findings are statistically significant at over 99% confidence levels.

Consequently, the OSB and CRSB results were found to be similar in most part. According to specific date's analysis results, the water stress is highly correlated with the red edge region wavelengths. According to aggregate (total data) analysis' results, the water stress values are highly correlated with violet, green and red edge region.

Water is vitally important for all living things and lack of water causes stress. Viticulture, which is a precious agricultural activity, is excessively influenced by all environmental factors. Spectral data provides integrated information about a plant reflecting soil type, soil moisture, salinity, available water, environmental conditions, agronomic practices, crop growth and climate. In addition, hyperspectral spectroradiometric techniques supply non-destructive measurement method compared to the traditional pressure chamber's LWP. This study may be useful to monitor the water status and stress of grapevine and the other plants using remote sensing. The hyperspectral remote sensing findings may be adapted and tried in the different satellite, airborne or in-situ remote sensing sensors such as multispectral and hyperspectral and others. The findings may be used for different activities associated with plant such as agriculture and forestry. The irrigation scheduling of agricultural-viticultural activities may be organized and determined using the results and finding of this study. However, wavelengths were found and verified with water stress values, the other measurements of different parameters such as soil moisture, photosynthesis, leaf temperature and stoma conductance and others that affect plant water stress may be performed in the future studies. As compared with the classical methods, this study validates that the spectral-based methods provide faster, more flexible application, more sensitive and non-destructive water stress measurements.

#### **Acknowledgements:**

The authors thank to the Tekirdag Viticultural Research Station for enabling research and use of the pressure chamber for LWP measurements, furthermore to Istanbul Technical University, Satellite Communication and Remote Sensing Centre for their support with the spectroradiometer device used in spectral measurements.

#### **References:**

- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), 2013. Radiation Protection - Solar UV radiation and the UV Index. [http://www.arpansa.gov.au/radiationprotection/factsheets/is\\_UVindex.cfm](http://www.arpansa.gov.au/radiationprotection/factsheets/is_UVindex.cfm)
- Bertamini, M. and Nedunchezian, N., 2003. Photosynthetic functioning of individual grapevine leaves (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) during ontogeny in the field. *Vitis* 42 (1), 13–17.
- Blackburn, G.A., 2007. Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany*, 58(4), 855-867, doi: 10.1093/jxb/erl123
- Broge, N.H. and Leblanc, E., 2001. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*, 76(2), 156-172, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00197-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00197-8)



- Borengasser, M., Hungate, W.S. and Watkins, R., 2004. *Hyperspectral Remote Sensing*. CRC Press, 1st ed., Florida.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS)., 2013. *Ultraviolet Radiation*. [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/ultravioletradiation.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ultravioletradiation.html)
- Carter, G.A. and Miller, R.L., 1994. Early Detection of Plant Stress by Digital Imaging within Narrow Stress-Sensitive Wavebands. *Remote Sensing of Environment*, 50(3), 295-302, [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)90079-5](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(94)90079-5)
- Carbonneau, A., 1998. Aspects Qualitatifs. 258-276. In: Tiercelin, JR (Ed.), *Traite d'irrigation*. Tec&Doc. Lavosier Ed., Paris, 1011 p.
- Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemoud, S. and Gregoire, J.M., 2001. Detection vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain. *Remote Sensing of Environment*, 77(1), 22-33, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00191-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00191-2)
- Chappelle, E.W., Kim, M.S. and McMurtrey, J.E., 1992. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentrations of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids in soybean leaves. *Remote Sensing of Environment*, 39(3), 239-247, [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(92\)90089-3](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(92)90089-3)
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H. and Flexas, J., 2005. Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): an open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 106(2005), 159–170, doi:10.1016/j.agee.2004.10.005
- Clark, R. N., 1999. Chapter 1: Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, in *Manual of Remote Sensing, Remote Sensing for the Earth Sciences*, (A.N. Rencz, ed.) John Wiley and Sons, New York, 3, 3- 58
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Genc, L., 2018. Use of Infrared Thermography and Hyperspectral Data to Detect Effects of Water Stress on Pepper. *Quantitative InfraRed Thermography Journal*. 15(1):81-94.
- Çamoğlu G., Akçal A., Demirel K., Genç L., 2019a. Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol.33, pp.15-30,
- Çamoğlu G., Demirel K., Genç L., 2019b. Termal Kamera ve NDVI Sensörü kullanılarak Domatesin Fizyolojik Özelliklerinin tahminlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, cilt.23, ss.78-89,
- De Bei, R., Cozzolino, D., Sullivan, W., Cynkar, W., Fuentes, S., Damberg, R., Pech, J. and Tyerman, S., 2011. Non-destructive measurement of grapevine water potential using near infrared spectroscopy. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(1), 62–71, doi: 10.1111/j.1755-0238.2010.00117.x
- Deloire, A. and Carbonneau, A., Wang, Z. and Ojeda, H., 2004. Vine and water, a short review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 38(1), 1-13.
- Demirel K., Çamoğlu G., Genç L., Kizil Ü., 2014. The Variation of Plant Stress Indicators and Some Traits Under Different Irrigation and Nitrogen Levels In The Rocket. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.23, pp.1238-1248.
- Demirel K., Çamoğlu G., Akçal A. (2018). Effect of Water Stress on Four Varieties of *Gladiolus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.27, no.12A/2018, pp.9300-9307.
- Durgut, M.R. and Arın, S., 2005. Level and Problems of Trakya Region Vineyard Mechanization, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2(3), 287-297
- Eamus, D. and Shanahan, S.T., 2002. A rate equation model of stomatal responses to vapour pressure deficit and drought. *BMC Ecology*. 2(8), 1-14, doi: 10.1186/1472-6785-2-8
- Eitel, J.U.H., Gessler, P.E., Smith, A.M.S. and Robberecht, R., 2006. Suitability of existing and novel spectral indices to remotely detect water stress in *Populus* spp.. *Forest Ecology and Management*, 229(1-3), 170–182, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.03.027>
- Ferrini, F., Mattii, G.B. and Nicese, F.P., 1995. Effect of temperature on key physiological responses of grapevine leaf. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(3): 375-379.
- Filella, I. and Penuelas, J., 1994. The red edge position and shape as indicators of plant chlorophyll content, biomass and hydric status. *International Journal of Remote Sensing*, 15(7), doi: 10.1080/0143116940895417
- Fitzgerald, G.J., Rodriguez, D., Christensen, L.K., Belford, R., Sadras, V.O. and Clarke, T. R., 2006. Spectral and thermal sensing for nitrogen and water status in rainfed and irrigated wheat environments. *Precision Agriculture*, 7(4), 233-248, doi:10.1007/s11119-006-9011-z
- Gao, B., 1996. NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- Govender, M., Dye, P., Weiersbye, I., Witkowski, E. and Ahmed, F., 2009. Review of commonly used remote sensing and ground-based technologies to measure plant water stress. *Water SA*, 35(5), 741-752, <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v35i5.49201>



- Greenspan, M. D., Schultz, H. R. and Matthews, M. A., 1996. Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. *Physiologia Plantarum*, 97(1), 55–62, doi: 10.1111/j.1399-3054.1996.tb00478.x
- Greer, D.H. and Weedon, M.M., 2012. Interactions between light and growing season temperatures on, growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard. *Plant Physiology and Biochemistry*, 54, 59-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.02.010>
- Gürsoy, Ö. and Atun, R., 2018. Comparison of Spectral Classification Methods in Water Quality. *Cumhuriyet Science Journal*, 39-2(2018) 543-549, <http://dx.doi.org/10.17776/csj.422897>.
- Gürsoy, Ö. and Atun, R., 2019. Using Remote Sensing in Detecting Sugar Beet Fields Treated with Different Doses of Phosphorus. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2A), 1247-1253.
- Gutierrez, M., Reynolds, M.P., and Klatt, A.R., 2010. Association of water spectral indices with plant and soil water relations in contrasting wheat genotypes. *Journal of Experimental Botany*, 61(12), 3291–3303, doi: 10.1093/jxb/erq156
- Hunt, E.R. and Rock, B.N., 1989. Detection of changes in leaf water content using near- and middle infrared reflectances. *Remote Sensing of Environment*, 30(1), 43-54, [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(89\)90046-1](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(89)90046-1)
- İnce C., Özelkan E., Kaya Ş., 2014. Assessment of Thyme Reduction Using Multitemporal Satellite Data and In-Situ Spectroradiometric Measurement: Altıoluk Plateau. Kocaeli-Turkey", *FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN*, vol.23, pp.3007-3012.
- Jayaraman, V. and Srivastava, S.K., 2002. The invariance of red-edge inflection wavelengths derived from ground based spectro-radiometer and space-borne IRS-P3: MOS-B data. *International Journal of Remote Sensing*, 23(14), 2741-2765, DOI:10.1080/014311602760128125
- Kakani, V.G., Reddy, K.R. and Zhao, D., 2007 Deriving a simple spectral reflectance ratio to determine cotton leaf water potential. *Journal of New Seeds*, 8(3), 11-27, doi:10.1300/J153v08n03\_02
- Kennedy, J.A., Matthews, M.A., and Waterhouse A.L., 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 268-274.
- Kokaly, R.F. and Clark, R.N., 1999. Spectroscopic determination of leaf biochemistry using band-depth analysis of absorption features and stepwise multiple linear regression. *Remote Sensing of Environment*, 67(3), 267-287, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(98\)00084-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(98)00084-4)
- Kokaly, R.F., 2001. Investigating a physical basis for spectroscopic estimates of leaf nitrogen concentration. *Remote Sensing of Environment*, 75(2), 153-161, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00163-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00163-2)
- Lambers, H.F., Chapin, F.S. and Pons, T.L., 2008. *Plant physiological ecology*. 2nd Edition. Springer Sciences Business Media, LLC, doi: 10.1007/978-0-387-78341-3
- Liu, L., Zhao, J. and Guan, L., 2013. Tracking photosynthetic injury of Paraquat-treated crop using chlorophyll fluorescence from hyperspectral data. *European Journal Of Remote Sensing*, 46, 459-473, doi: 10.5721/EuJRS20134627
- Mohan, B.K., 2008. Hyperspectral Image Processing. ISRS Pre-Symposium Tutorial on “Hyperspectral Data Analysis and Applications”, December 16-17, 2008, SAC, Ahmedabad.
- Mutanga, O. and Skidmore, A.K., 2003. Continuum-removed absorption features estimate tropical savanna grass quality in situ. 3rd EARSEL Workshop on Imaging Spectroscopy, Herrsching, 13-16 May 2003, 542-558. [http://www.itc.nl/library/papers\\_2003/peer\\_ref\\_conf/mutanga.pdf](http://www.itc.nl/library/papers_2003/peer_ref_conf/mutanga.pdf)
- Naor, A., Bravado, B. and Gelobter, J., 1994. Gas exchange and water relations in field- grown ‘Sauvignon blanc’ grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45(4), 423-428.
- Ozelkan E., Karaman M., Candar S., Coskun Z., Ormeci C., 2015. Investigation of grapevine photosynthesis using hyperspectral techniques and development of hyperspectral band ratio indices sensitive to photosynthesis. *Journal of Environmental Biology*, vol.36, pp.91-100.
- Ozelkan, E., Chen, G., Ustundag, B.B., 2016. Multiscale object-based drought monitoring and comparison in rainfed and irrigated agriculture from Landsat 8 OLI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 44: 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.08.003>
- Peñuelas, J., Filella, I., Biel, C., Serrano, L. and Savé, R., 1993. The Reflectance at the 950–970 nm region as an indicator of plant water status. *International Journal of Remote Sensing*, 14(10), doi:10.1080/01431169308954010
- Rodríguez-Pérez J.R., Riaño D., Carlisle E., Ustin S., and Smart D.R., 2007. Evaluation of hyperspectral reflectance indexes to detect grapevine water status in vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(3), 302–317.
- Ritchie, G.A., Hinckley, T.M., 1975. The pressure chamber as an instrument for ecological research. *Advances in Ecological Research*, 9, 165–254.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.A. and Hemmingsen, E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148(3668), 339-346, doi:10.1126/science.148.3668.339



- Schultz, H.R. and M.A. Matthews., 1993. Growth, osmotic adjustment, and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits. *Crop Science*, 33(2), 287-294, doi:10.2135/cropsci1993.0011183X003300020015x
- Sims, D.A. and Gamon, J.A., 2002. - Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3), 337– 354, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00010-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00010-X)
- Sims, D.A. and Gamon, J.A., 2003. Estimation of vegetation water content and photosynthetic tissue area from spectral reflectance: a comparison of indices based on liquid water and chlorophyll absorption features. *Remote Sensing of Environment*, 84(4), 526–537, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00151-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00151-7)
- Schmidt, K.S. and Skidmore, A.K., 2003. Spectral discrimination of vegetation types in a coastal wetland. *Remote Sensing of Environment*, 85(1), 92 – 108, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00196-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00196-7)
- Sensoy, S., Demircan, M., Ulupinar, Y. and Balta, Z., 2008. Climate of Turkey. [http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye\\_iklimi.pdf](http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf)
- Smith, R. and Prichard, T., 2003. Using a Pressure Chamber in Winegrapes. UC Cooperative Extension, <http://cesonoma.ucdavis.edu/files/27409.pdf>
- Stimson, H.C., Breshears, D.D., Ustin, S.L. and Kefauver, C., 2005. Spectral sensing of foliar water conditions in two co-occurring conifer species: *Pinus edulis* and *Juniperus monosperma*. *Remote Sensing of Environment*, 96(1), 108-118, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.12.007>
- Tucker, C.J., 1980. Remote sensing of leaf water content in the near infrared. *Remote Sensing of Environment*, 10(1), 23-32, [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(80\)90096-6](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(80)90096-6)
- Turner, N.C., 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58(1-3), 339-366, doi:10.1007/BF02180062
- Turner, N.C., 1988. Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrigation Science*, 9(4), 289-308, doi: 10.1007/BF00296704
- Turkish State Meteorological Service (TSMS), 2013. Ozone and UV, <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/ozon-ve-uv.aspx?s=uv>
- Uzun, I., 2004. *Viticulture Handbook*. Hasad Publications, 1st edition.
- Williams, L.E. and Araujo, F.J., 2002. Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf, and Midday Stem Water Potential and their Correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. *Journal of American Society for Horticulture Science*, 127(3), 448-454.
- Zarco-Tejada, P.J., Miller, J.R., Mohammed, G.H. and Noland, T.L., 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. I. Leaf-level measurements and model simulation. *Remote Sensing of Environment*, 74(3), 582-595, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00148-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00148-6).





## **“ÇOMÜ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ” YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI**

### **Yayın İlkeleri**

“ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi” (ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.), tarım alanında yapılmış ulusal ve uluslararası özgün araştırma makalelerinin yanı sıra bilimsel, teknolojik yenilik ve yöntemleri sunan derleme niteliğindeki çalışmaları yayımlar.

Dergi yılda iki defa çıkartılır. “Yayın Kurulu’nun” kararı doğrultusunda bu sayı değiştirilebilir. Makaleler öncelikle “Yayın Kurulu Başkanı” tarafından ön incelemeye tabi tutulur. “Yayın Kurulu”, dergide yayınlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri ret etme hakkına sahiptir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere biri dergi “Danışma Kurulu” üyesi olmak üzere, 2 hakeme gönderilir. Makalelerin yayına kabulü, hakem görüşleri doğrultusunda “Yayın Kurulu” tarafından karara bağlanır. Makalelerin dergideki yayın sırası, makalelerin dergiye geliş ve kabul tarihi dikkate alınarak “Yayın Kurulu” tarafından saptanır.

Dergide yayınlanacak makaleler “Türkçe” veya “İngilizce” yazılabilir, aynı dergide, bir yazarın ilk isim olarak en fazla 2 adet makalesi yayınlanabilir, yayınlanan makalelere telif ücreti ödenmez. Bütün makaleler dergi yazım kurallarına göre yazılmalıdır. Yazım kurallarına uygun olmayan makaleler, düzeltilmek üzere sorumlu yazara iade edilir. Sorumlu yazarın posta ve e-posta adresi makalenin ilk sayfası sonunda belirtilmelidir. Sorumlu yazar tarafından gönderilen makalenin ne tür bir çalışma olduğu açıklanmalıdır.

Sorumlu yazar, 2 nüsha makale çıktısı ile birlikte, çalışmalarının başka yerde yayınlanmadığını ve başka dergiye yayınlanmak üzere gönderilmediğini belirten imzalı bir belge sunmalıdır. Ayrıca yazarlar, yayın haklarını “ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi’ne” verdiklerine dair “Telif Hakları Formu’nu” imzalamalıdır. Yayınlanmak üzere dergiye gönderilecek makaleler ve makalede yer alan bütün şekil, resim ve çizelgeler derginin e-posta adresine (ziraatdergi@comu.edu.tr) gönderilmelidir.

Makaleler; ‘Lisans Bitirme Tezi’, ‘Yüksek Lisans Tezi’, ‘Doktora Tezi’ veya projeden üretilmiş ise makalede dip not olarak belirtilmelidir. Dergide yayınlanacak yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

### **Yazım Kuralları**

Makaleler 8 sayfayı geçmeyecek ve sayfa kenarlıkları her yönden 2,5 cm olacak şekilde hazırlanmalıdır. Bununla birlikte yazarlar tarafından özellikle belirtildiğinde, “Yayın Kurulu’nun” izin vermesi durumunda sayfa sayısı artırılabilir. Paragraflar ise 1,25 cm içeriden başlamalıdır.

Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen bir makale şu ana başlıklardan oluşmalıdır;

- Başlık,
- Yazar(lar) adı, soyadı,
- Özet ve Anahtar kelimeler,
- İngilizce başlık ve Anahtar kelimeler,
- Giriş,
- Materyal ve Yöntem,
- Bulgular ve Tartışma (ayrı ayrı da sunulabilir),
- Sonuç ve Öneriler,
- Kaynaklar.

**Başlık:** Koyu renkte ‘Times New Roman’ 14 punto ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde tek satır aralığı ile sayfaya ortalı olarak yazılmalı ve 15 kelimeyi geçmemelidir.

**Yazar Adları:** ‘Times New Roman’ 11 punto, koyu, tek satır aralığında, yazarların açık adları unvan belirtilmeden, ad ve soyadların ilk harf büyük olacak şekilde, sayfaya ortalı olarak yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine ve e-posta adresine atıfta bulunulmalıdır. Yazar adresleri ve sorumlu yazarın e-posta adresi yazar adlarının hemen altına dipnot olarak ‘Times New Roman’ 9 punto ve sola yaslanmış olarak yazılmalıdır.

Özet ve Anahtar Kelimeler: Türkçe ve İngilizce özetlerin her biri 200 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce özet başlığı 'Times New Roman' 12 punto ve tek satır aralığında ortalı olarak yazılmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet, 'Times New Roman' 10 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı şekilde hazırlanmalıdır. Türkçe yayınlarda geniş bir İngilizce, İngilizce yayınlarda ise geniş bir Türkçe özete yer verilmelidir. Özetlerden hemen sonra özetle aynı dilde ilk harfleri büyük olmak üzere küçük harflerle 6 kelimeyi geçmeyecek şekilde anahtar kelime sola dayalı olarak yazılmalıdır.

Giriş: Daha önce yapılmış temel araştırmalar ile çalışmanın önem, amaç ve konusunu belirten bir kompozisyon içermelidir. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmanın ileriki dönemlerde tekrarına imkân verecek düzeyde bilgi ve kaynak içerecek şekilde yazılmalı, makalede kullanılmış olan bütün yöntemler detaylı bir şekilde açıklanmalıdır. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölüm istenirse Bulgular ve Tartışma olarak iki kısımda da incelenebilir. Elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse çizelge ve şekillerle desteklenerek açıklanmalıdır. Çizelgeler mümkün olduğunca istatistikî olarak ifade edilmelidir. Bulgular tartışılmalı, bulguların başka araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, nedenleri açıkça tartışılmalıdır. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Sonuç ve Öneriler: Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı önerilerle birlikte vurgulanmalıdır. Çalışma sonuçları net bir şekilde ifade edilmelidir. Bütün alt başlıklar ve metin kısmı 'Times New Roman', 11 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Teşekkür: Gerekli ise mümkün olduğunca kısa olmalıdır. 'Times New Roman', 9 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

Kaynaklar: Kaynaklar makale sonunda, yazarların soyadları esas alınarak alfabetik olarak ve orijinal dilinde 1,25 cm asılı olacak şekilde verilmelidir. 'Times New Roman', 10 punto ve tek satır aralığında iki yana yaslı olarak yazılmalıdır.

#### Kaynakların Veriliş Şekilleri

##### Makaleler

Kendirli, B., 2001. Harran ovası sulama birliklerinde antepfıstığının sulama planlaması. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi. 7: 114–120.

Wang, T.L., Domoney, C.L., Hedley, R., Grusak, M.A., 2003. Can we improve the nutritional quality of legume seeds. Plant Physiol. 131 (2): 886–891.

Dardeniz, A., Gökbayrak, Z., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Beşer, K., 2008. Cane quality determination of 5BB and 140Ru grape rootstocks. Europ. J. Hort. Sci. 73 (6): 254–258.

##### Kitaplar

Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: 1. 253 s. Ankara.

##### Kongre ve Sempozyumlar

Sabır, A., Özdemir, G., Bilir, H., Tangolar, S., 2005. Asma fidanı üretiminde iki farklı kaynaştırma ortamı ile bazı anaçların aşı başarısı ve fidan randımanına etkileri. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu. Bildiriler Cilt: 2. 440–445. 19–23 Eylül, Tekirdağ.

##### Tezler

Önder, M., 2012. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde yıllık dal kalitesi ile kış gözü verimliliği arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 63 s.

##### İnternet

Eğer bir bilgi herhangi bir internet sayfasından alınmış ise (internetten alınan ve dergilerde yayınlanan makaleler hariç), kaynaklar bölümüne internet sitesinin ismi ve alım tarihi eksiksiz olarak yazılmalı, Türkçe olanlar "Anonim", İngilizce olanlar "Anonim" olarak isimlendirilmelidir.

##### Kaynakların Metin İçerisinde Veriliş Şekli

Tek yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse;

..... maddesi bitkilerde ölüme neden olmaktadır (Jansen, 2003).

Jansen (2003) tarafından, ..... olarak bildirilmiştir.

İki yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen ve Danny, 2003).

Jansen ve Danny (2003)'ye göre,..... olarak bildirilmiştir.

Üç veya daha fazla yazar söz konusu ise;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen ve ark., 2003).

Jansen ve ark. (2003)'na göre,..... olarak bildirilmiştir.

Metin içerisinde birden fazla kaynak gösterilecekse tarih sırasına göre verilmelidir;

..... olarak bildirilmiştir (Cochran, 1961; Landen, 2002).

Aynı yazarın aynı yılda birden fazla yayını metin içinde kaynak gösterilirse a ve b olarak ayrılmalıdır;

..... olarak bildirilmiştir (Jansen, 2003a; Jansen, 2003b).

Yazılan kaynak bir başka kaynaktan alınmış ise asıl kaynak cümle başına, alınan kaynak ise cümle sonuna yazılmalıdır.

Bakar (1952) tarafından ..... bildirilmiştir (Gelir, 2003).

Şekil ve Çizelgeler

Çizelge dışında kalan fotoğraf, resim, çizim ve grafikler “Şekil” olarak verilmelidir. Şekiller net ve ofset baskı tekniğine uygun olmalı, resimler TIFF veya JPEG formatında olmalıdır. Her çizelge ve şekil, metin içinde atıf yapıldıktan sonra verilmelidir.

Tüm çizelge ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalıdır (Çizelge 1. ve Şekil 1.). Şekil ve çizelgeler yazım alanı dahilinde olmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde; şekil başlıkları ise şeklin altında, iki yana yaslı olmalı, çizelge ve şekil başlıkları ‘Times New Roman’, 10 punto olmalı koyu yazılmamalıdır. Çizelge ve şekillerdeki yazılar en fazla 8 puntoya kadar küçültülmelidir. Çizelge de açıklanmak istenen alt bilgiler 9 punto olarak verilmelidir.

Birimler ve Kısaltmalar

Kısaltma ve semboller metin içerisinde ilk kez kullanıldığında açıklanmalıdır. Kısaltmalar makalenin başlığında ve alt başlıklarında kullanılmamalıdır.

Formüller

Formüller sırasına göre numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak gösterilmelidir.





## **“COMU JOURNAL OF AGRICULTURE FACULTY” PUBLICATION ETHICS AND AUTHOR INSTRUCTIONS**

### **Publication Ethics**

“COMU Journal of Agriculture Faculty” publishes national and international original research articles in all areas of Agriculture as well as the scientific, technological modernity and the compilation method of works.

This journal is published twice in a year but this number can be changed in accordance with the decision of the “Editorial Board” of journal. Firstly, articles shall be subjected to prior review by the “Editor-in-Chief”. The “Editorial Board” is entitled to reject the article(s) not intended to be published in the journal. Articles have been taken into consideration are sent to the two potential reviewers of "Advisory Board" of the journal for peer-review. Acceptance of the articles for publication in accordance with the opinions of the reviewers is decided by the "Editorial Board". The publication order, received and accepted dates of article(s) taking into account are determined by the "Editorial Board" of journal.

Manuscript should be written in Turkish or English language. It must be clear and concise. A maximum of two articles with the same first name of an author will be published in the same journal. Copyright fees will not be paid to the published articles. All articles must be written according to the instructions of journal. Manuscripts that are not according to the writing rules and instructions of journal shall be returned to the corresponding author for revision. The postal and e-mail addresses of the corresponding author should be indicated at the end of the first page of the article. The nature of work of sending article should be explained by the corresponding author.

Corresponding author must submit two photo copies of article along with a signed certificate indicates that the work has not been published elsewhere and not sent for publication in another journal. The authors must also sign the "Copyright Form" which indicates that the “COMU Journal of Agriculture Faculty” has reserved all rights to publish their article(s). Manuscripts along with all the figures, photographs and tables must be sent through the email address of the journal for publication. If the article(s) are taken from the undergraduate, master, PhD theses or any project should be specified by a footnote at the end of article before the references. It is assumed that author(s) agree with the contents and form of the manuscript, and also responsible for the validity and originality of data contained therein.

### **Author Instructions**

Articles should not exceed 8 pages and page margin should be prepared as 2.5 cm on each side. However, the number of pages can be increased in case of especially specified by the author(s) with the permission of 'Editorial Board' of journal. Paragraphs should be started with a space of 1.25 cm.

An article must consist of the following main headings submitted for publication in the journal;

- Title,
- Author (s) Information,
- Abstract,
- Keywords,
- Introduction,
- Materials and Methods,
- Results and Discussion (may also be submitted separately),
- Conclusions,
- Acknowledgments (if any),
- References,

Title: The first page should contain the full title in sentence case not exceeding 15 words. The first letter of each word in the title should be capitalized. The title must be written using ‘Times New Roman’ 14 font size, bold, single-spaced and center-justified on the page.

Author (s) Information: The full names of the authors (without specifying designation) should be written using ‘Times New Roman’, 11 font size, bold, single-spaced and center-justified on the

page, and the first letter of author (s) first and last names should be capitalized. The mailing and email addresses of the author (s) must be cited exponentially with the number on the end of the last character of the last names. Authors' addresses and the email address of the corresponding author should be written just below the names of author (s) as a footnote using 'Times New Roman', 9 font size and left-justified.

**Abstract:** Each of Turkish and English abstracts should not exceed 200 words. English abstract title should be written using 'Times New Roman', 12 font sizes and single-spaced as center-justified. Turkish and English abstracts should be prepared using 'Times New Roman', 10 font size and single-spaced as justified type. Article in Turkish should be included to a comprehensive abstract in English as to the article in English with a comprehensive abstract in Turkish.

**Keywords:** The first letters of each keyword should be capitalized following small letters written in the same language of abstract as left-justified. Keywords should not exceed 6 words.

**Introduction:** This section should provide information on importance of the problem and clear objective of the study. It must highlight background of the problem in the light of recent literature, hypothesis to be tested and objectives. All subsections and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

**Materials and methods:** All procedures, analytical methods, experimental design and preliminary materials should be to the point and explicit. This part should also contain sufficient detail so that all procedures can be repeated. It can be divided into subsections if several methods are described, and all subsections and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

**Results and Discussion:** This section may each be divided by subheadings or may be combined. The results from the experiment including their statistical detail should be presented graphically or in table form. In this section, results obtained should be recorded in text form and table data should not be repeated. Detailed discussion with relevant references preferably most recent citation should be included. Discussion should be logical and reflecting the originality of the contribution and findings discussed in the light of most recent literature. All subheadings and the text should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

**Conclusions:** This section should be brief and clearly explain the essence of the work highlighting its importance and relevance. It should be written using 'Times New Roman', 11 font size and single-spaced as justified type.

**Acknowledgments:** If necessary, it should be as short as possible. All acknowledgments should be written using 'Times New Roman', 9 font size and single-spaced as justified type.

**References:** References should be provided at the end of the article alphabetically based on the authors' last names in its original language with a space of 1.25 cm. All references should be written using 'Times New Roman', 10 font size and single-spaced as justified type.

List of references should be arranged in the following style:

Journal articles

Tonguç, M., Erbaş, S., 2012. Evaluation of fatty acid compositions and seed characters of common wild plant species of Turkey. *Turk J Agric For* 36: 673–679.

Tuna, M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K., Gill, K.S., 2001. DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. *Crop Sci* 41: 1629–1634.

Dardeniz, A., Gökbayrak, Z., Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Beşer, K., 2008. Cane quality determination of 5BB and 140Ru grape rootstocks. *Europ. J. Hort. Sci.* 73 (6): 254–258.

Books

Shredin, J., White, E.B., 2009. *Application of Probiotics in Poultry Production*. 1st ed. McNamara, New York, USA.

Dole, J.M., Wilkins, H.F., 2005. *Floriculture: Principles and Species*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall.

Conference proceedings

Dobermann, A., 2007. Nutrient use efficiency–measurement and management. In: Krauss A, Isherwood K, Heffer P, editors. *Proceedings of the IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices*, 7–9 March 2007; Brussels, Belgium. Paris, France: International Fertilizer Industry Association, pp. 1–28.

Theses

Tefon, B.E., 2012. Towards whole cell immunoproteome and subproteomes of Bordetella pertussis. PhD, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

#### Internet

If information is taken from any web page on internet (except articles taken from internet and published in journals), the complete address of web site and acquisition date must be written in reference section, and it should be named as “Anonim”.

#### Figure and Tables

All illustrations (photographs, drawings, graphs, etc.), not including tables, must be labelled “Figure.” Figures must be neat, clear and according to the offset printing technique while the photographs must be in TIFF or JPEG format. Each table and figure should be cited after referring to the text.

All tables and figures should be cited in a consecutive order throughout the paper (Table 1., Figure 1.). Figures and tables must be located within the writing portion. Table titles should be justified on its upper side as to the figure captions just below the figures. The font used in table and figure headings should be ‘Times New Roman’, 10 font size but not written bold. Tables and figures, including caption, title, column heads, and footnotes should be no smaller than 8 font size. The tables and figures themselves should be given at the end of the text only, after the references, not in the running text.

#### Symbols and Abbreviations

Abbreviations and symbols used in the text first time should be described. Abbreviations must not be used in the title and subheadings of the article.

#### Formulas

Formulas should be in consecutive order and the number of formula should be shown beside itself as right-justified.