

ISSN 1308-7576
e-ISSN 1308-7584

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

YYÜ TAR BİL DERG

YUZUNCU YIL UNIVERSITY
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

YYU J AGR SCI

Cilt (Volume): 29 Sayı (Number): 1 Mart (March) 2019

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 65080 Van, Türkiye
Van Yuzuncu Yil University Agriculture Faculty, 65080 Van, Turkey
<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Previous Names of the Journal: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Science) and Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Yuzuncu Yil University, Journal of Agriculture Faculty)

Dergimiz CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS ve TÜBİTAK/ULAKBİM Veri Tabanlarına girmektedir. Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) ve SCOPUS'a dahildir.

Our Journal is abstracted in CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS and TUBITAK/ULAKBİM Data Bank. Listed in Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) and SCOPUS.

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences)

SAHİBİ (OWNER)
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ ADINA
(Behalf on Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture)

(Dekan /Dean)
Prof. Dr. Semra DEMİR

Sorumlu Müdür (Manager in charge)
Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Yayın Kurulu ve Yardımcı editörler (Editorial Board & Associated Editors)

ARPALI, Diğdem (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KARACA, Serhat (Assoc. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KAYA, İlhan (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KURT, Şener (Prof. Dr.)	Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
KURTAR, Ertan Sait (Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
ÖZASLAN PARLAK, Altıngül (Prof. Dr.)	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
ÖZGÖKÇE, M. Salih (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
TÖLÜ, Cemil (Assoc. Prof. Dr.)	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

İstatistik Editörü (Statistical Consultant)

TAKMA, Çiğdem (Prof. Dr.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
YEŞİLOVA, Abdullah (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

Konu Editörleri ve Bilimsel Danışma Kurulu (Section Editors and Scientific Board)

ALP, Şevket (Prof. Dr.)	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture, Van Yüzüncü Yıl University
ALYOKHIN, Andrei V. (Assoc. Prof. Dr.)	Uyg. Entomoloji (Applied Entomology) / Maine Üniv., Orono ME, USA
AYGÜN, Turgut (Prof. Dr.)	Hayvan Yetiştirme ve Islahı / Animal Breeding, Van Yüzüncü Yıl University
BOZKURT, Mehmet Ali (Prof. Dr.)	Top. Bil. ve Bit. Bes / Soil Science and Plant Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
DEMİREL, Murat (Prof. Dr.)	Hayvan Besleme / Animal Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University
JAVED, Khalid (Prof. Dr.)	Veterinerlik ve Hayvan Bilimleri Üniv., (Animal Science) / Lahore, Pakistan
KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.)	Bahçe Bitkileri/ Horticulture, Van Yüzüncü Yıl University
KOCSIS, László (Prof. Dr.)	Bağcılık (Viticulture) / Georgikon Fak.Pannonia Üniv., Keszthely, Hungary
ŞEN, Fazıl (Prof. Dr.)	Su Ürünleri / Fisheries, Van Yüzüncü Yıl University
RÖSCH, Roland (Dr.)	Balıkçılık Araş. İst (Fisheries) / Baden-Württemberg Langenargen, Germany
TEPE, Işık (Prof. Dr.)	Bitki Koruma / Plant Protection, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Murat (Prof. Dr.)	Tarla Bitkileri / Field Crops, Van Yüzüncü Yıl University
TUNÇTÜRK, Yusuf (Prof. Dr.)	Gıda Mühendisliği / Food Science, Van Yüzüncü Yıl University
TUFENKÇİ, Şefik (Prof. Dr.)	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering, Van Yüzüncü Yıl University
TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.),	Süs Bitkileri / Ornamental Plant Production, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIRIM, İbrahim (Prof. Dr.)	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics, Van Yüzüncü Yıl University
YILDIZ, Mehtap (Assoc. Prof. Dr.)	Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology, Van Yüzüncü Yıl University

Bu Sayının Hakem Listesi (Referee List in This Number)

AKKAYA, Murat Reis (Assist. Prof. Dr.)	Adana Sciences and Technology University, Faculty of Engineering, ADANA
ALDEMİR, Reşit (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Gevaş Vocational School, VAN
ATICI, Ataman Altuğ (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN
BİRGÜCÜ, Ali Kemal (Assoc. Prof.)	Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agricultural Sci. and Tech. ISPARTA
BOZOKALFA, Mehmet Kadri (Assoc. Prof.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
CEYHAN, Vedat (Prof. Dr.)	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
ÇELEN, İlker H. (Prof. Dr.)	Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, TEKİRDAĞ
ÇELİK, Ferit (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
ÇETİN, Özlem (Assist. Prof. Dr.)	Selçuk University, Faculty of Sciences, KONYA
EKİN, Zehra (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
EROĞLU, Engin (Assoc. Prof.)	Düzce University, Faculty of Forestry, DÜZCE
GÜNDOĞDU, Mutallip (Prof. Dr.)	Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, BOLU
GÜRBÜZ, Ramazan (Assoc. Prof.)	İğdır University, Faculty of Agriculture, İGDIR
İŞİN, Şule (Prof. Dr.)	Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
İNCİ, Hakan (Assoc. Prof.)	Bingöl University, Faculty of Agriculture, BİNGÖL
KABAY, Turgay (Assist. Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Erciş Vocational School, VAN
KAHRIMAN, Fatih (Assoc. Prof.)	Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE
KANDEMİR, Dilek (Assist. Prof. Dr.)	Ondokuz Mayıs University, Samsun Vocational School, SAMSUN
KANKAYA, Ertuğrul (Assoc. Prof.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN
KARAASLAN, Davut (Prof. Dr.)	Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
KARADAŞ, Filiz (Prof. Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
KARAMAN, Sedat (Prof. Dr.)	Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, TOKAT

KARİPÇİN, M. Zeki (Assist. Prof. Dr.)
KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.)
KUŞVURAN, Şebnem (Assoc. Prof.)
ÖZARSLAN, Cengiz (Prof. Dr.)
ÖZASLAN, Cumali (Assoc. Prof.)
ÖZDOĞAN, Mürsel (Prof. Dr.)
ÖZMEN, Selçuk (Assoc. Prof.)
ÖZTAŞ, Taşkın (Prof. Dr.)
ÖZTÜRK, Hasan Sabri (Prof. Dr.)
PEHLUVAN, Mucahit (Assoc. Prof.)
ŞİŞMAN, Elif Ebru (Prof. Dr.)
SELVİ, Kemal Çağatay (Assist. Prof. Dr.)
UCGUL, Mustafa (Dr.)
USLU, Emel (Assoc. Prof.)
ÜLGENTÜRK, Selma (Prof. Dr.)
TAŞKIN, Hatıra (Assoc. Prof.)
TEKDAL, Dilek (Assist. Prof. Dr.)
TEMUR, Cüneyt (Assist. Prof. Dr.)
TURSUN, Nihat (Prof. Dr.)
YALÇIN MENDİ, Neslihan Yeşim (Prof. Dr.)
YAVIÇ, Adnan (Assist. Prof. Dr.)
YERĞİN ÖZKAN, Reyhan (Assist. Prof. Dr.)
YILMAZ, Hasan (Prof. Dr.)
YILMAZ, Oğuz (Prof. Dr.)

Siirt University, Faculty of Agriculture, SİİRT
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Çankırı Karatekin University, Vocational School Kızılırmak, ÇANKIRI
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, AYDIN
Dicle University, Faculty of Agriculture, DİYARBAKIR
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, AYDIN
Düzce University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, DÜZCE
Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM
Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
İğdır University, Faculty of Agriculture, İĞDIR
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Architecture and Design, TEKİRDAĞ
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
University of South Australia, School of Engineering, AUSTRALIA
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Science and Letters, BOLU
Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA
Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Mersin University, Faculty of Science and Letters, MERSİN
Van Yüzüncü Yıl University, Gevaş Vocational School, VAN
İnönü University, Faculty of Agriculture, MALATYA
Çukurova University, Faculty of Agriculture, ADANA
Van Yüzüncü Yıl University, Gevaş Vocational School, VAN
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Atatürk University, Faculty of Architecture and Design, ERZURUM
Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA

Yayın Koordinatörleri (Typesetting)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP

Web Sorumlusu (Internet Office)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP

Yayın Türü (Publication Type)

Uluslararası Süreli Bilimsel Yayın (International Scientific Periodical)

Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi (Correspondence Address)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, (Agriculture Faculty) Ziraat Fakültesi, Zeve Yerleşkesi, 65080, VAN

Cilt (Volume): 29

Sayı (Number): 1

Mart (March) 2019

Telefon (Phone)

+90 (432) 2251056; 2251024 / 22733

Belgegeçer (Fax)

+90 (432) 2251104

e-posta (e-mail)

yyujagrsci@gmail.com

İnternet adresi: <http://dergipark.gov.tr/vyutbd>

ISSN 1308-7576 e-ISSN 1308-7584

Kapak Fotoğrafı: Doç. Dr. Serhat KARACA

Basıldığı Yer ve Tarih (Press and Date): Efe Kırtasiye, Mart (March) 2019, VAN

“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi” önceden yayınlanan **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi”** ve **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi”** nin devamıdır. **Previous names of the journal: “Yuzuncu Yıl University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Sciences”** and **“Yuzuncu Yıl University, Journal of Agriculture Faculty”**

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Toprak Sıcaklığının Yüzeysel Isı Akışına Bağlı Olarak Değişimi

Coşkun GÜLSER¹, İmanverdi EKBERLİ^{1*}, Amrakh MAMEDOV²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

²Arid Land Research Center, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori, Japan

*e-posta: iman@omu.edu.tr, Tel: +90 (362) 312 1919/1172, Fax: +90 (362) 457 6034

Öz: Sıcaklık dalgalarının toprak yüzeyinde ve alt katmanlarında dağılımı, toprak özelliklerinin yanı sıra, toprakların ısı kapasitesi, ısıl yayılım, ısı iletkenliği ve yüzeysel ısı akışı gibi ısıl özelliklerine de önemli düzeyde bağlıdır. Bu çalışmada, (i) toprak yüzeyinde ısı akışının sabit olması durumunda ısı akışı denkleminin çözümüne ve Fourier kuralına göre toprak yüzey sıcaklığının değişimi irdelenmiş, (ii) toprağın yüzey ısı akışı, yüzey ve alt katman sıcaklıklarının, ısıl yayılımının ve zamanın bir fonksiyonu olarak analitik biçimde ifade edilmiştir. Araştırma döneminde toprağın yüzey ve 10 cm derinliğinde ortalama sıcaklık değerleri 18.5 °C ile 33.1 °C arasında değişmekte, 0-10 cm katmanında ortalama ısıl yayılım katsayısı (a) ise $0.671 \cdot 10^{-6} m^2 / sn$ 'dir. Kuru toprağın özgül ($C_{\theta,t}$) ve hacimsel ısı kapasiteleri sırasıyla $0.188 cal / gr \text{ } ^\circ C$ (veya $786.800 J / kg \text{ } ^\circ C$) ve $0.211 cal / cm^3 \text{ } ^\circ C$; hacimsel nem içeriği (W_θ), nem içeriğine bağlı hacimsel ısı kapasitesi ($C_{h,t}$), ısı iletkenliğine (λ) ait ortalama değerler ise sırasıyla $0.311 cm^3 / cm^3$; $0.522 cal / cm^3 \text{ } ^\circ C$ (veya $2.182 \cdot 106 J / m^3 \text{ } ^\circ C$); $1.476 watt / m \text{ } ^\circ C$ olarak belirlenmiştir. Toprak yüzeyindeki ısı akışı günün 09.00-15.00 saatlerinde 25.638 ile $239.742 watt / m^2$ arasında yüzeyden alt katmana doğru değişmekte; 15.00-17.00 saatlerinde ise -27.725 ile $-12.473 watt / m^2$ arasında genel olarak alt katmandan yüzeye doğru değişmektedir. Hesaplanan ve ölçülen toprak yüzey sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata % 7.10 olarak bulunmuştur. Toprakların yüzey sıcaklık değişimlerinin matematiksel olarak ifade edilmesi, ısıl özelliklere ait sayısal değerlerin belirlenmesi toprak sıcaklığının modellenmesinde gerekli aşamalardan birisi olup, nemli ve kurak bölgelerde iklim değişikliğini göz önüne alarak toprak yönetim uygulamalarının toprak sıcaklığı üzerine olan etkilerinin izlenmesi bakımından da önemlidir.

Anahtar kelimeler: Isı akışı denklemi, Isı iletkenliği, Isı kapasitesi, Isıl yayılım, Toprak sıcaklığı

Change in Soil Temperature Depending on Surface Heat Flow

Abstract: Distribution of temperature waves at soil surface and subsurface layers depends on thermal properties (soil heat capacity, diffusivity and conductivity etc.) and surface heat flow, as well as basic soil properties. In this study, (i) change in soil surface temperature was examined according to solution of heat conductivity equation and Fourier law in case of constant heat flow on soil surface, and (ii) surface heat flow of soil was described analytically as a function of surface and sublayers temperatures, heat diffusivity and time. During the experimental period, mean soil temperature at the surface and 10 cm depth varied between 18.5 °C and 33.1 °C, where the mean thermal diffusivity coefficient (a) in this layer was $0.671 \cdot 10^{-6} m^2 sec^{-1}$. The mean of specific and volumetric heat capacities of dry soil were $0.188 cal gr^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ (or $786.800 J kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$) and $0.211 cal cm^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$, respectively. Soil volumetric moisture content (W_θ), volumetric heat capacity ($C_{h,t}$) associated with moisture content, thermal conductivity (λ) were $0.311 cm^3 cm^{-3}$, $0.522 cal cm^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$ (or $2.182 \cdot 106 J m^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$) and $1.476 watt m^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$, respectively. The heat flow at the soil surface varied between 25.638 and $239.742 watt m^{-2}$ changing from surface to deeper soil layers during 09.00-15.00 hours, whereas during 15.00-17.00 hours heat flow varied between -27.725 and $-12.473 watt m^{-2}$ changing from lower to upper soil layers. Mean relative errors between measured and predicted soil surface temperature values were 7.10%. Predicting surface temperature changes of soils mathematically, and determination of numerical values of thermal properties is one of the necessary stages for modelling soil temperature, and important for monitoring the effect of soil management on soil temperature in both humid and arid regions with consideration of climate change.

Keywords: Heat flow equation, Heat conductivity, Heat capacity, Heat diffusivity, Soil temperature

Giriş

Toprak yüzeyinde ve aşağı katmanlarında sıcaklığın değişimi, toprağın fiziksel, kimyasal ve ısıl özellikleriyle beraber, ısı akışına etki yapan temel faktördür. Toprağın yüzey ve aşağı katmanlarındaki sıcaklık değişiminin tahmini, ısı akışı ve toprak sıcaklığını kapsayan ısı alanı ile ilişkilidir (Wang ve Bras 1999; Kustas ve ark. 2000; Ekberli ve ark. 2005; Chen ve ark. 2006; Ekberli 2006a; Muerth ve Mauser 2012; Ekberli ve Sarılar 2015a; Ekberli ve ark. 2015b; Usowicz ve ark. 2017; Han ve ark. 2018; Kayaci ve Demir 2018). Toprak ısı alanının belirlenmesi, yüzey ve yüzey altı fiziksel süreçlerin düzenlenmesinde kritik öneme sahiptir. Aşağı toprak katmanlarındaki ısı taşınımı da, yüzey enerjisini oluşturan ve sürekli olarak atmosfer olayları etkisinde olan yüzey sıcaklığına bağlı olmaktadır. Bu nedenle, birçok araştırmacı (McCumber ve Pielke 1981; de Silans ve ark. 1997; Heusinkveld ve ark. 2004; Foken 2008; Sayılğan 2016) toprağın ısı alanının uygun çevre ve iklim koşullarında belirlenmesinin gerekliliğini göstermektedirler. Isı alanının belirlenmesinde teorik modellerin uygulanması bu problemi kısmen ortadan kaldırmaktadır.

Toprak sıcaklığı ve ısı akışının değerlendirilmesinde, genel olarak bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin çeşitli sınır koşullarında ve farklı yöntemlerle belirlenen çözümü kullanılmaktadır (Wang ve Bras 1999; Gülser ve Ekberli 2002; Liu ve ark. 2005; Ekberli 2006b; Russell ve ark. 2015; Ekberli ve Sarılar 2015b; Ekberli ve ark. 2015b; Oosterkamp ve ark. 2016; Ekberli ve ark. 2016; Huang ve ark. 2016; Ekberli ve ark. 2017; Mahdavi ve ark. 2017; Knight ve ark. 2018). Wang (2012) tarafından yapılan bir araştırmada, toprak yüzeyindeki sıcaklığın ve ısı akışının tahmini için bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin çözümü geliştirilmiş, modelin uygulanmasında toprağın farklı derinliklerindeki tek ısı akışı ve sıcaklık ölçümü kullanılmıştır. Toprak yüzeyinin altındaki ısı alanının değerlendirilmesi için ısı iletkenlik denkleminin çözümünde, sonlu elemanlar yöntemi gibi ileri sayısal teknikler de kullanılmaktadır (Bittelli ve ark. 2008; Vogel ve ark. 2011). Tarım, ekoloji, meteoroloji, hidroloji gibi alanlarda toprakta ısı akışı ve toprak sıcaklığının değerlendirilmesi için, bir boyutlu ısı taşınımı denkleminin çeşitli analitik yaklaşımlarla yapılan çözümleri de kullanılmıştır (Horton ve Wierenga, 1983; Guaraglia ve ark. 2001; Gao ve ark. 2003; Holmes ve ark. 2008; Nunez ve ark. 2010). Toprak sıcaklığına etki yapan faktörlerin fazlalığı, sıcaklık değişiminin teorik yönlerinin tam olarak belirlenmesinin zorluğu, ısı iletkenlik denkleminin çözümünde ve uygulanmasında bazı önemli sınırlamalara neden olmaktadır (Wang ve Bras 1999; Wang ve Bou-Zeid 2011; Wang ve Bou-Zeid 2012). Temel difüzyon denkleminin toprağa uygulanmasında, ısı süreçlerinin dağılımının basitleştirilmesi (Deardorff 1978); sınır koşullarının genellikle sinüsoidal (veya kosinüsoidal) biçimde analitik fonksiyonlarla veya Fourier serileriyle ifadesi (Gao ve ark. 2003; Holmes ve ark. 2008; Nunez ve ark. 2010) sınırlamalar kapsamına girmektedir.

Toprak yüzeyindeki ısı akışı, toprak-bitki-atmosfer sisteminin enerji dengesinin de bileşenlerinden birisi olup, deneysel ve teorik yöntemlerle belirlenmektedir (Ochsner ve ark. 2006; Peng ve ark. 2015). Peng ve ark. (2015), ısı akımı yoğunluğunun belirlenmesinde "levha yöntemi" kullanarak, toprağın 2 cm; 6cm ve 10 cm derinliklerinde ısı akışının sırasıyla $\approx -75 - 150 \text{ watt}/m^2$; $\approx -49 - 130 \text{ watt}/m^2$ ve $\approx -24 - 70 \text{ watt}/m^2$ aralığında değiştiğini göstermişlerdir. Toprağın 6 cm ve 10 cm derinliklerinde deneysel ve teorik olarak hesaplanan ısı akışı değerleri arasındaki doğrusal regresyon denklemlerine ait eğimlerin sırasıyla 0.96 ($r^2=0.99$) ve 0.99 ($r^2=0.99$) olduğunu bildirmişlerdir. Florentin ve Agam (2017), bir kurak bölge toprağında ısı akışını belirlemek için, yüzey enerji dengesi denklemi ve kolorimetrik yöntem kullanmışlardır. Yüzey ısı akışı uzun sürelerde (>24 saat) toprağın enerji dengesine az, birkaç saat içerisinde ise daha fazla etki yapmaktadır (Allen ve ark. 1998; Agam ve ark. 2004; Sauer ve Horton 2005). Jeotermal alandan CO₂ emisyonu ve toprağın ısı akışının belirlenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada (Fridriksson ve ark., 2006), topraktaki ısı akışı, Dawson (1964) yöntemi kullanılarak, yüzey sıcaklığına göre kalibre edilen 15 cm derinlikteki toprak sıcaklık ölçümlerinden tahmin edilmiştir. Li ve ark. (2018) tarafından bitki örtüsü altında bulunan toprakta yapılan bir araştırmada, toprakta yüzey ısı akışının $\approx 15 - 95 \text{ watt}/m^2$ olduğu saptanmış; toprak enerji bilançosunun belirlenmesinde yüzey ısı akışının önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir. Isı akışının farklı yöntemlerle belirlendiği diğer bir çalışmada (Lu ve ark. 2018) ise, 4 mm toprak katmanında ölçülen ısı akışının maksimum $448.8 \text{ watt}/m^2$ olduğu belirlenmiştir. Bitki örtüsü, güneş ışınlarının toprak yüzeyinde dağılımı, gölgelenme gibi faktörler yüzey ısı akışının geniş aralıkta mekânsal değişimine neden olmaktadır (Kustas ve ark. 2000; Shao ve ark. 2008; Agam ve ark. 2012; Evett ve ark. 2012; Colaizzi ve ark. 2016).

Bu çalışmanın amacı, toprak sıcaklığı değişiminin toprağın yüzey ısı akışına bağlı olarak temel ısı taşınımı denkleminde göre irdelenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Toprak yüzeyindeki sıcaklık değişimine, toprak özellikleriyle beraber, yüzey ısı akışı önemli düzeyde etki yapmaktadır. Topraktaki ısı akışı, toprağın herhangi bir noktasındaki birim alandan birim zamanında geçen ısı miktarını göstermekte, toprağın ısı iletkenliğinin ve sıcaklık eğiminin bir fonksiyonu olmaktadır. Moleküler ısı iletkenliğinin temel kuralı olan Fourier kuralının (Fourier 1822) bir boyutlu durumuna uygun olarak, topraktaki ısı akışı (q , watt/m^2 veya J/m^2sn) aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Burada; λ - ısı iletkenliği, $\frac{watt}{m} \text{ } ^\circ\text{C}$ veya $\frac{J}{m} sn^\circ\text{C}$; $\frac{dT}{dx}$ sıcaklık eğimi, $^\circ\text{C}/m$; x - uzunluk veya derinliktir, m . Denklemdaki negatif işaret, cisimde veya toprakta sıcaklığın eğim doğrultusunda yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa taşınımını ifade etmektedir. $\frac{dT}{dx} > 0$ ise, sıcaklık pozitif, ısı akışı ise negatif yönde yer değiştirmektedir.

Temel ısı iletkenliği denklemi ($T_t(x, t) = aT_{xx}(x, t)$); burada, t - zaman, sn ; a - ısıl yayınımdır, m^2/sn) ve Fourier kuralı, toprak yüzey sıcaklığının tahmin edilmesi için yapılacak modelin materyalini oluşturmaktadır. Bu modelin oluşturulması için ısı iletkenlik denkleminin analitik çözüm yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Isı akışına bağlı olarak toprak yüzey sıcaklığının teorik olarak incelenmesi

Fourier kuralı temel ısı iletkenliği denkleminde göz önüne alınırsa, ısı akışı denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = a \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} \quad (2)$$

Toprak yüzeyinde ($x = 0$) ısı akışının sabit olması ($q = q_0$) durumunda $x \geq 0$ katmanının ısınması durumuna bakalım. $t = 0$ başlangıç zamanında katman sıcaklığı sabit ($T = T_0$) yüzey ısı akışı ise $q(0) = 0$ olsun. Bu durumda, (2) denkleminin sınır koşulları aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\begin{aligned} q &= 0, & \text{eğer } t &= 0, & x > 0 \text{ ise} \\ q &= q_0, & \text{eğer } x &= 0, & t > 0 \text{ ise} \\ q &\rightarrow 0, & \text{eğer } x &\rightarrow \infty, & t > 0 \text{ ise} \end{aligned} \quad (3)$$

Toprak yüzeyinde sıcaklığın ani değişimi durumunda katmanın ısınması ve soğuması olaylarını, (2) probleminin (3) koşulluna göre çözümünü yansıtmaktadır. Bu durumda, toprak yüzeyinde sıcaklığın ani değişimi durumunda katman sıcaklığının ısınması ve soğumasını ifade eden denklemin çözümünde (Luikov ve Mikhailov 1965; Luikov 1967; Isachenko ve ark. 1981; Kreith ve Black 1983; Ekberli ve ark. 2015a), $\theta \leftrightarrow \frac{q}{q_0}$ (θ - boyutsuz sıcaklık fonksiyonudur) değişimi yapılarak, (2)-(3) ifadelerinden elde edilen çözüm aşağıdaki gibi olur:

$$q = q_0 \operatorname{erfc} \eta \quad (4)$$

[burada, $\eta = \frac{x}{2\sqrt{at}}$ boyutsuz değişken; $\operatorname{erfc} \eta = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-\eta^2} d\eta = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_\eta^\infty e^{-\eta^2} d\eta$ -

fiziksel problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılmakta olan tamamlayıcı hata fonksiyonudur (Luikov 1948; Luikov 1967; Kreith ve Black 1983)].

(4) ifadesi (1) Fourier kuralında yerine konursa,

$$\frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{q}{\lambda} = -\frac{q_0}{\lambda} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{at}} \right) \quad (5) \text{ elde edilir.}$$

(5) ifadesinin $T \rightarrow T_0$ ve $x \rightarrow \infty$ sınır koşullarında, $\eta = \frac{x}{2\sqrt{at}} \Rightarrow x = 2\sqrt{at}\eta \Rightarrow dx = 2\sqrt{at}d\eta$ olarak integrali alındığında,

$$\begin{aligned} T - T_0 &= \int_\infty^x \left(-\frac{q_0}{\lambda} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{at}} \right) \right) dx = \frac{q_0}{\lambda} \int_\eta^\infty 2\sqrt{at} \operatorname{erfc} \eta d\eta = \frac{2q_0\sqrt{at}}{\lambda} \int_\eta^\infty \operatorname{erfc} \eta d\eta \text{ veya} \\ T &= T_0 + \frac{2q_0\sqrt{at}}{\lambda} \int_\eta^\infty \operatorname{erfc} \eta d\eta \quad (6) \text{ olur.} \end{aligned}$$

$\int_\eta^\infty \operatorname{erfc} \eta d\eta$ ifadesine $u = \operatorname{erfc} \eta \Rightarrow du = -\frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-\eta^2} d\eta$ ve $dv = d\eta \Rightarrow v = \eta$ olarak kısmi integrasyon kuralı ($\int_\eta^\infty u dv = uv \Big|_\eta^\infty - \int_\eta^\infty v du$) uygulanır ve (6) ifadesi aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$T = T_0 + \frac{2q_0\sqrt{at}}{\lambda} \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\eta^2} - \eta \operatorname{erfc}\eta \right) = T_0 + \frac{2q_0\sqrt{at}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\frac{x^2}{4at}} - \frac{x}{2\sqrt{at}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \right] =$$

$$= T_0 + \frac{2q_0}{\lambda} \left[\sqrt{\frac{at}{\pi}} e^{-\frac{x^2}{4at}} - \frac{x}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \right] \quad (7)$$

Toprak yüzey ($x = 0$) sıcaklığı (T_y) için (7) ifadesinden $T_y = T_0 + \frac{2q_0}{\lambda} \sqrt{\frac{at}{\pi}}$ (8) olarak elde edilir.

Toprak yüzeyinin q_0 sabit ısı akışı etkisi altında olması durumunda, (8) ifadesi yüzey toprak sıcaklığı değişiminin belirlenmesine imkân sağlamaktadır.

Toprağın yüzey katmanında sıcaklığın değişimi ve bazı ısıl parametrelerin belirlenmesi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Yerleşim sahası Ziraat Fakültesinin deneme alanı ($41^\circ 21.86'$ Kuzey, $36^\circ 11.41'$ Doğu koordinatlarında, deniz seviyesinden 190 m yükseklikte) toprağında yapılan sıcaklık ölçümleri Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma toprağının 0-10 cm katmanında ölçülen ortalama sıcaklık değerleri 18.5°C ile 33.1°C arasında değişmektedir.

Çizelge 1. Toprağın ölçülen sıcaklık ($^\circ\text{C}$) değerleri

Tarih	Derinlik, cm	Zaman, saat					
		09.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00
09.05.2005	0	21.0	27.0	29.0	33.8	25.5	20.2
	10	16.0	17.0	18.2	21.0	20.5	19.2
	Ortalama	18.5	22.0	23.6	27.4	23.0	19.7
30.05.2005	0	27.8	39.0	34.4	33.0	27.0	23.0
	10	23.0	21.8	24.7	24.5	23.8	23.5
	Ortalama	25.4	30.4	29.6	28.8	25.4	23.3
07.06.2005	0	32.0	41.5	42.2	40.2	38.0	29.8
	10	21.5	22.0	24.0	25.0	25.0	26.0
	Ortalama	26.8	31.8	33.1	32.6	31.5	27.9

Ölçülen sıcaklık değerlerinden kullanılarak, toprağın 0-10 cm katmanındaki ısıl yayılım katsayısı

$$a = \frac{\omega(x_{10}-x_0)^2}{2(A_{10}/A_0)^2} \quad (9)$$

(burada; A_{10} ve A_0 sırasıyla toprağın 10 cm katmanına ve yüzeyine ait sıcaklık amplitütü değerleri; $\omega = \frac{2\pi}{P} = \frac{6.28}{36000sn} \approx 0.000174 \text{ 1/sn}$ - açısal frekansdır) ifadesine (Trombotto ve Borzotta 2009; Correia ve ark. 2012; Arias-Penas ve ark. 2015; Ekberli ve Dengiz 2016; Dengiz ve Ekberli 2017) göre hesaplanarak, 09.05.2005; 30.05.2005 ve 07.06.2005 tarihlerinde sırasıyla $0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$; $0.223 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$; $1.174 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ olarak belirlenmiştir.

Kuru toprağın özgül ısı kapasitesi ($C_{\bar{o},t}$, $\text{cal/gr}^\circ\text{C}$ veya $\text{J/kg}^\circ\text{C}$) aşağıdaki ifade ile hesaplanmıştır (Hanks ve Ashcroft 1980; Hilel 2004):

$$C_{\bar{o},t} = C_{\bar{o},org} \frac{m_{org}}{m} + C \left(1 - \frac{m_{org}}{m} \right)_{\bar{o},min} \quad (10)$$

(burada, $C_{\bar{o},org}$ ve $C_{\bar{o},min}$ - sırasıyla kuru topraktaki organik maddenin ve mineral maddenin özgül ısı kapasitesi ($\text{cal/gr}^\circ\text{C}$ veya $\text{J/kg}^\circ\text{C}$); $\frac{m_{org}}{m}$ - topraktaki organik madde miktarı (gr/gr veya %) olmaktadır). Araştırma toprağında $C_{\bar{o},org} = 0.46 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$; $\frac{m_{org}}{m} = 0.0283 \text{ gr/gr}$; $C_{\bar{o},min} = 0.18 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$ olduğunu göz önüne alarak, $C_{\bar{o},t} = 0.188 \text{ cal/gr}^\circ\text{C} = 786.800 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ elde edilir.

Kuru toprağın hacimsel ısı kapasitesi ($C_{h,t}$, $\text{cal/cm}^3^\circ\text{C}$ veya $\text{J/m}^3^\circ\text{C}$),

$$C_{h,t} = C_{\bar{o},t}\rho + C_{h,s}W_\theta \quad (11)$$

(burada, $\rho = 1.12 \text{ gr/cm}^3$ olup, toprağın hacim ağırlığı; $C_{h,s} = 1.00 \text{ cal/cm}^3^\circ\text{C}$ - suyun hacimsel ısı kapasitesi; W_θ - toprağın hacimsel nem (cm^3/cm^3) içeriği olmaktadır) formülünden faydalanarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

$$C_{h,t} = 0.188 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C} \cdot 1.12 \text{ gr/cm}^3 + 1.00 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot W_\theta = (0.211 + W_\theta) \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

(12) ifadesinden görüldüğü gibi, kuru toprağın hacimsel ısı kapasitesi $0.211 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$ olup, toprak neminin artması durumunda, hacimsel ısı kapasitesi doğrusal olarak artmaktadır.

Toprak sıcaklığı ölçümleri yapılan 09.05.2005; 30.05.2005 ve 07.06.2005 günlerinde, toprağın 0-10cm katmanında hacimsel nem içeriğinin sırasıyla $0.286 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$; $0.316 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$; $0.330 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ olduğunu göz önüne alarak, toprağın hacimsel ısı kapasitesi uygun olarak

$$\begin{aligned} &0.497 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ veya } 2.079 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ &0.527 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ veya } 2.204 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ &0.541 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ veya } 2.263 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ saptanmıştır.} \end{aligned}$$

Toprakta moleküler düzeyde enerji taşınımını karakterize eden ısı iletkenliği (λ) toprağın ısı geçirme özelliğini göstermektedir. Isısal yayılım gibi, ısı iletkenliği de toprak nemine çok önemli düzeyde bağlıdır. Bu parametrelerle toprak nemi arasındaki ilişkilerin karakteri, toprağın katı, sıvı ve gaz özelliklerinin karşılıklı etkisiyle belirlenmektedir. Toprağın ısı iletkenliği aşağıdaki ifadeyle hesaplanmaktadır:

$$\lambda = a C_{h,t} \quad (13)$$

Toprak sıcaklığı ölçümü yapılan 09.05.2005 tarihinde, toprağın 0-10cm katmanında $a = 0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ ve $C_{h,t} = 2.079 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$ olduğunu göz önüne alarak,

$\lambda = 0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn} \cdot 2.079 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C} = 1.278 \text{ watt/m } ^\circ\text{C}$ bulunur. Benzer şekilde, 30.05.2005 ve 07.06.2005 günlerinde, ısı iletkenliği değerleri sırasıyla $0.492 \text{ watt/m } ^\circ\text{C}$ ve $2.657 \text{ watt/m } ^\circ\text{C}$ olarak elde edilir.

Araştırma toprağının 0-10 cm katmanı için yukarıda belirlenen bazı ısısal parametre değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Yüzeysel toprak katmanının (0-10 cm) bazı ısısal parametre değerleri

Tarih	$C_{\theta,t}, \frac{\text{cal/gr } ^\circ\text{C}}{\text{J/kg } ^\circ\text{C}}$	$C_{h,t}, \frac{\text{cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}}$	$a \cdot 10^{-6}, \text{m}^2/\text{sn}$	$\lambda, \frac{\text{watt/m } ^\circ\text{C}}{\text{J/m sn } ^\circ\text{C}}$
09.05.2005		$\frac{0.497}{2.079 \cdot 10^6}$	0.615	$\frac{1.278}{1.278}$
30.05.2005	$\frac{0.188}{786.800}$	$\frac{0.527}{2.204 \cdot 10^6}$	0.223	$\frac{0.492}{0.492}$
07.06.2005		$\frac{0.541}{2.263 \cdot 10^6}$	1.174	$\frac{2.657}{2.657}$

Toprağın yüzey akışının teorik olarak belirlenmesi ve ölçülen sıcaklık değerlerine göre değerlendirilmesi

Toprak yüzeyinde sıcaklığın ani değişimi (katmanın ısınması) durumunda

$\frac{T-T_0}{T_y-T_0} = \text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)$ (14) olmaktadır (Luikov 1948; 1967; Luikov ve Mikhailov 1965; Isachenko ve ark. 1981; Kreith ve Black 1983; Ekberli ve ark. 2015a). (1) Fourier kuralına uygun olarak, (14) ifadesinin $x = 0$ 'da diferansiyeli alındığında, toprak yüzeyinde ($x = 0$) ısı akışı aşağıdaki gibi bulunur:

$$\begin{aligned} q &= -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=0} = -\lambda \frac{\partial}{\partial x} \left[T_0 + (T_y - T_0) \text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \right]_{x=0} = -\lambda (T_y - T_0) \frac{\partial}{\partial x} \left(\text{erfc}\frac{x}{2\sqrt{at}} \right)_{x=0} = \\ &= -\frac{\lambda (T_y - T_0)}{2\sqrt{at}} \frac{d}{d\eta} (\text{erfc}\eta)_{\eta=0} = -\frac{\lambda (T_y - T_0)}{2\sqrt{at}} \left(-\frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-\eta^2} \right)_{\eta=0} = \frac{\lambda (T_y - T_0)}{\sqrt{\pi at}}. \end{aligned}$$

Böylece, toprağın yüzey akışı için, $q_0 = \frac{\lambda (T_y - T_0)}{\sqrt{\pi at}}$ (15) ifadesi elde edilir.

Çizelge 1'de verilmiş yüzey ve 0-10 cm katmanının ortalama sıcaklık; günlük ortalama ısı iletkenliği ve ısısal yayılım katsayısı, zaman aralığı değerlerinden kullanılarak, (15) ifadesine göre toprağın yüzey ısı akışı belirlenir.

Örneğin, $T_0 = 18.5^\circ\text{C}$; $T_y = 27.0^\circ\text{C}$; $\lambda = 1.278 \text{ watt/m}^\circ\text{C}$; $a = 0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$; $t = 7200 \text{ sn}$ olarak, $q_0 = \frac{1.278 \text{ watt/m}^\circ\text{C} (27.0 - 18.5)^\circ\text{C}}{\sqrt{3.14 \cdot 0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn} \cdot 7200 \text{ sn}}} \approx 92.126 \text{ watt/m}^2$ bulunur. Benzer biçimde, diğer sıcaklık ölçümü yapılan saatlerde de ısı akışı hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Toprak yüzeyinde ısı akışı değerleri

Tarih	Zaman, saat				
	09.00	11.00	13.00	15.00	17.00
	$q_0, \text{watt/m}^2$				
09.05.2005	92.126	75.868	110.551	-20.593	-41.033
30.05.2005	94.237	27.717	25.638	-12.473	-16.630
07.06.2005	239.742	169.613	115.794	88.067	-27.725

Toprak yüzeyindeki ısı akışı, yüzey ve hesaplama katmanının (0-10cm) sıcaklık farklarına önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Bu nedenle, farklı sıcaklık ölçümü saatlerinde, yüzey ısı akışı değerleri farklılık göstermekte, genel olarak, 15.00 ve 17.00 saatlerinde alt katmandan yüzeye doğru ısı akışı gerçekleşmektedir.

Ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

Araştırma toprağının ortalama katman sıcaklığı (T_0), yüzey ısı akışı (q_0), ısı iletkenliği (λ), ısısal yayılım (a) parametrelerinin yukarıda hesaplanan değerlerini göz önüne alarak, (8) ifadesine göre, yüzey sıcaklığının sıcaklık değişimi teorik olarak hesaplanır. Örneğin, $T_0 = 18.5^\circ\text{C}$; $q_0 = 92.126 \text{ watt/m}^2$; $\lambda = 1.278 \text{ watt/m}^\circ\text{C}$; $a = 0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$; $t = 7200 \text{ sn}$ olarak,

$T_y = 18.5^\circ\text{C} + \frac{2 \cdot 92.126 \text{ watt/m}^2}{1.278 \text{ watt/m}^\circ\text{C}} \cdot \sqrt{\frac{0.615 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn} \cdot 7200 \text{ sn}}{3.14}} \approx 23.914^\circ\text{C}$ elde edilir. Benzer biçimde, diğer saatlerde de sıcaklık değerleri hesaplanmış ve bulunan değerler Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Toprak yüzeyinin hesaplanan ve ölçülen değerleri

Tarih	Yüzey sıcaklığı, $^\circ\text{C}$	Zaman, saat				
		11.00	13.00	15.00	17.00	19.00
09.05.2005	Hesaplanan	23.914	26.459	30.097	26.190	20.589
	Ölçülen	27.000	29.000	33.800	25.500	20.200
30.05.2005	Hesaplanan	34.062	32.948	31.957	27.654	23.841
	Ölçülen	39.000	34.400	33.000	27.000	23.000
07.06.2005	Hesaplanan	36.163	38.424	37.622	36.039	30.417
	Ölçülen	41.500	42.200	40.200	38.000	29.800

Hesaplanan ve ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki ortalama nispi hata $\left(\frac{|T_{\text{ölçülen}} - T_{\text{hesaplanan}}|}{|T_{\text{hesaplanan}}|}\right)$, 09.05.2005; 30.05.2005, 07.06.2005 tarihlerinde sırasıyla %7.867; %5.636; %7.781 olarak saptanmıştır. Toprak yüzeyinde sıcaklığın ani değişimleri, ısısal parametrelerin detaylı olarak belirlenmesini zorlaştırmakta, dolayısıyla hesaplanan ve ölçülen değerler arasındaki nispi hataların çok düşük olmamasına neden olmaktadır.

Toprak yapısındaki değişikliğin yapılan modelde göz önüne alınması zor ve karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle, çoğu ısı taşınım modelinde gözeneklilik sabit kabul edilmektedir. Fakat toprakta ısı iletkenliğini etkileyen gözeneklilik değişken olduğu kabul edilirse, topraktaki strüktür ve ısı adsorpsiyonundaki değişiklikler sabah saatlerinde ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerleri arasında daha büyük farklılıklara sebep olabilir. Bu çalışmada da öğlen saatlerinde yapılan sıcaklık ölçümleri akşam saatlerinde yapılanlarla karşılaştırıldığında modelle hesaplanan değerlerden oransal olarak daha fazla farklılık göstermektedir (Çizelge 4). Toprakta ısı taşınımını ifade eden modellerin oluşturulmasında genellikle uzun süreli sıcaklık ortalamaları ve gözlemlenen en yüksek veya en düşük sıcaklık farklarından hesaplanan amplitüt değerleri dikkate alınır. Toprak sıcaklığının modellerle tahmin edilmesinde, günün en yüksek (öğlen saatleri) ve en düşük (gece saatleri) sıcaklık değerlerinin olduğu sürelerdeki gerçek toprak sıcaklık değerleri o anki atmosferik ve toprak koşullarına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Bu durumda günün diğer saatlerdeki yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında, ölçülen ekstrem sıcaklık değerleri için modelle tahmin edilen sıcaklık değerleri arasında büyük farklılıklar gözlemlenebilir. Bu durum modelin sinüsoidal veya kosinüsoidal davranış göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle uzun süreli meteorolojik gözlemlerin bulunduğu yerlerde bu tür modeller mevsimlere bağlı olarak sınır koşulları dikkate alınıp kısa zaman aralıkları için oluşturulmalıdır.

Sonuç ve Öneriler

Topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin optimum düzeyde gerçekleşmesi, verimliliğin artırılması ve tahmini toprak sıcaklığının değişimiyle ilişkilidir. Toprak yüzeyinde ve alt katmanlarda sıcaklık dalgalarının oluşumu, yüzey ışık akışının değişimine bağlıdır. Yüzey ve alt katmanın (hesaplama katmanı) sıcaklık değerlerinin farkına bağlı olarak, ısı akışı yüzeye veya aşağı katman yönünde gerçekleşmektedir. Toprak sıcaklığının düzenlenmesinde ise, toprakların ısı bilançosu ile beraber, ısısal özelliklerinin de (yüzey ısı akışı, ısı kapasitesi, ısısal yayılım ve ısı iletkenliği) değerlendirilmesi gerekmektedir. Toprakların ısısal özelliklerinin belirlenmesi, bitkilerin gelişimi için önemli faktör olan “kritik sıcaklık noktası”nın düzenlenmesinde de önemlidir.

Nemli ve kurak bölgelerde hava sıcaklığının artması, yağış özelliklerinin değişimi (yağış yoğunluğunun artması ve yağış müddetinin azalması sonucunda yağışın kinetik enerjisinin artması) gibi değişken iklim koşullarında toprak yüzeyinde ve strüktüründe, toprağın su ve ısısal özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir (Kelshadi et al., 2018). Bu değişikliklerin ısısal ve nem parametreleriyle ilişkili olarak belirlenmesi ve yüzey ısı akışı ile matematiksel olarak ifadesi, toprağın su ve sıcaklık rejiminin amenajman yöntemleriyle düzenlenmesinde ve toprak degradasyonunun önlenmesinde yardımcı olabilir.

Zamana ve toprak katmanlarındaki sıcaklık farkına bağlı olarak, yüzey sıcaklık akışı yön değiştirmekte, yüzey enerji bilançosunun oluşumuna ve topraktaki CO₂ salımına da önemli düzeyde etki yapmaktadır.

Aynı zamanda, toprak sıcaklığının tahmin edilmesinde sıcaklığın teorik ifadesinin uygulanabilirliği, ısısal özelliklerin detaylı olarak belirlenmesine bağlıdır. Farklı bölge topraklarında da sıcaklık rejiminin belirlenmesi ve düzenlenmesi için, toprakların ısısal özelliklerinin değerlendirilmesi gereklidir. Yüzey sıcaklık değişiminin analitik fonksiyonla ifade edilmesi ise, toprak sıcaklığının modellenmesinin gerekli aşamalarından biridir. Toprak sıcaklığının matematiksel olarak ifade edilmesi sürdürülebilir toprak yönetimindeki kültürel uygulamalar sonucu (sulama, gübreleme, toprak işleme, malçlama vb.) toprak yüzeyi ve alt katmanlarındaki oluşabilecek ısı nakli ve sıcaklık değişimlerinin tahminine de imkân sağlayabilir.

Kaynaklar

- Agam N, Berliner PR, Zangvil A, Ben-Dor E (2004). Soil water evaporation during the dry season in an arid zone. *Journal of Geophysical Research*, 109 (D16103), <http://dx.doi.org/10.1029/2004JD004802>.
- Agam N, Kustas, WP, Evett SR, Colaizzi PD, Cosh M, McKee LG (2012). Soil heat flux variability influenced by row direction in irrigated cotton. *Advances Water in Resources*, 50: 20–30.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: *Irrigation and Drainage Paper No. 56*. United Nations FAO, Rome, Italy.
- Arias-Penas D, Castro-Garcia MP, Rey-Ronco MA, Alonso-Sanchez T (2015). Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoil temperatures. Preliminary results of an experimental geothermal borehole study Q THERMIE-UNIOVI. *Geothermics*, 54: 35–42.
- Bittelli M, Ventura F, Campbell GS, Snyder RL, Gallegati F, Pisa PR (2008). Coupling of heat, water vapor, and liquid water fluxes to compute evaporation in bare soils. *Journal of Hydrology*, 362: 191–205.
- Chen Y, Shi M, Li X (2006). Experimental investigation on heat, moisture and salt transfer in soil. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 33: 1122–1129.
- Colaizzi PD, Evett SR, Agam N, Schwartz RC, Kustas WP (2016). Soil heat flux calculation for sunlit and shaded surfaces under rowcrops: 1. Model development and sensitivity analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 216: 115–128.
- Correia A, Vieira G, Ramos M (2012). Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology*, 155(156): 7–11.
- Dawson GB (1964). The nature and assessment of heat flow from hydrothermal areas. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 7 (1): 155–171.
- Deardorff JW (1978). Efficient prediction of ground surface temperature and moisture, with inclusion of a layer of vegetation. *Journal of Geophysical Research*, 83: 1889–1903.
- Dengiz O, Ekberli İ (2017). Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısısal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1): 45-52.
- de Silans AP, Monteny BA, Lhomme JP (1997). The correction of soil heat flux measurements to derive an accurate surface energy balance by the Bowen ratio method. *Journal of Hydrology*, 89: 453–465.
- Ekberli İ (2006a). Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 21(2): 179-189.
- Ekberli İ (2006b). Determination of initial unconditional solution of heat conductivity equation for evaluation of temperature variance in finite soil layer. *Journal of Applied Sciences*, 6(7): 1520-1526.

- Ekberli İ, Dengiz O (2016). Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ısısal yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2): 1-10.
- Ekberli İ, Dengiz O, Gülser C, Özdemir N (2016). Benzerlik teorisinin toprak sıcaklığına uygulanabilirliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (2): 63–68.
- Ekberli İ, Gülser C, Mamedov A (2015a). Toprakta bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinin uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2): 69-79.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2005). Toprakların termo-fiziksel özellikleri ve ısısal yayılım katsayısının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 20(2): 85-91.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2015b). Toprakta ısı iletkenliğine etki yapan ısısal parametrelerin teorik incelemesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 300-306.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2017). Farklı toprak derinliklerindeki sıcaklığın tahmininde parabolik fonksiyonun kullanımı. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1); 34- 38.
- Ekberli İ, Sarılar Y (2015a). Toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 52 (2): 219-225.
- Ekberli İ, Sarılar Y (2015b). Toprak sıcaklığı ve ısısal yayılımın belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1): 74-85.
- Evett SR, Agam N, Kustas WP, Colaizzi PD, Schwartz RC (2012). Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity, and heat flux: comparison to soil heat flux plates. *Advances Water in Resources*, 50: 41–54.
- Florentin A, Agam N (2017). Estimating non-rainfall-water-inputs-derived latent heat flux with turbulence-based methods. *Agricultural and Forest Meteorology*, 247: 533–540.
- Foken T (2008). The energy balance closure problem: an overview. *Ecological Applications*, 18: 1351-1367.
- Fourier JBJ (1822). *Théorie analytique de la chaleur (The Analytical Theory of Heat)*. Paris, 676 p.
- Fridriksson T, Kristjansson BR, Armannsson H, Margretardottir E, Olafsdottir S, Chiodini G (2006). CO₂ emissions and heat flow through soil, fumaroles, and steam heated mud pools at the Reykjanes geothermal area, SW Iceland. *Applied Geochemistry*, 21: 1551–1569.
- Gao ZQ, Fan XG, Bian LG (2003). An analytical solution to one-dimensional thermal conduction–convection in soil. *Soil Science*, 168: 99-107.
- Guaraglia DO, Pousa JL, Pilan L (2001). Predicting temperature and heat flow in a sandy soil by electrical modeling. *Soil Science Society America Journal*, 65:1074-1080.
- Gülser C, Ekberli İ (2002). Toprak sıcaklığının profil boyunca değişimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 17(3): 43-47.
- Hanks RJ, Ashcroft GJ (1980). *Applied soil physics. Soil water and temperature applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 125-144.
- Han Z, Li B, Ma C, Hu H, Bai C (2018). Study on accurate identification of soil thermal properties under different experimental parameters. *Energy & Buildings*, 164: 21-32.
- Heusinkveld BG, Jacobs AFG, Holtslag AAM, Berkowicz SM (2004). Surface energy balance closure in an arid region: role of soil heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 122: 21–37.
- Hilel D (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier Academic Press, USA, pp. 215-233.
- Holmes TRH, Owe M, De Jeu RAM, Kooi H (2008). Estimating the soil temperature profile from a single depth observation: a simple empirical heatflow solution. *Water Resources Research*, 44: W02412, doi: 10.1029/2007WR005994.
- Horton R, Wierenga PJ (1983). Estimating the soil heat flux from observations of soil temperature near the surface. *Soil Science Society America Journal*, 47: 14-20.
- Huang C, Chen W, Li Y, Shen H, Li X (2016). Assimilating multi-source data into land surface model to simultaneously improve estimations of soil moisture, soil temperature, and surface turbulent fluxes in irrigated fields. *Agricultural and Forest Meteorology*, 230-231: 142-156.
- Isachenko VP, Osipova VA, Sukomel AS. 1981. *Heat transfer (in Russian)*. Energoizdat Press, Moscow, 417 p.
- Kayaci N, Demir H (2018). Numerical modelling of transient soil temperature distribution for horizontal ground heat exchanger of ground source heat pump. *Geothermics*, 73: 33-47.
- Kelishadi H, Mosaddeghi MR, Ayoubi S, Mamedov AI (2018). Effect of temperature on soil structural stability as characterized by high energy moisture characteristic method. *Catena*, 170: 290-304.
- Knight JH, Minasny B, McBratney AB, Koen TB, Murphy BW (2018). Soil temperature increase in eastern Australia for the past 50 years. *Geoderma*, 313: 241–249.
- Kreith F, Black WZ (1983). *Basic Heat Transfer (in Russian)*. Press Mir, Moscow, 512 p.
- Kustas WP, Prueger JH, Hatfield JL, Ramalingam K, Hipps LE (2000). Variability in soil heat flux from a mesquite dune site. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103: 249–264.
- Li Y, Kustas WP, Huang C, Kool D, Haghghi E (2018). Evaluation of soil resistance formulations for estimates of sensible heat flux in a desert vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260–261: 255–261.
- Liu BC, Liu W, Peng SW (2005). Study of heat and moisture transfer in soil with a dry surface layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48: 4579-4589.

- Lu S, Wang H, Meng P, Zhang J, Zhang X (2018). Determination of soil ground heat flux through heat pulse and plate methods: Effects of subsurface latent heat on surface energy balance closure. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260–261: 176–182.
- Luikov AV (1948). Heat conductivity of nonstationary processes (in Russian). State Energy Press (Gosudarstvennoye energetičeskoye izdatelstvo), Moscow-Leningrad, 232 p.
- Luikov AV (1967). Theory of thermal conductivity (in Russian). Vysshaya Shkola Press, Moscow, 599 p.
- Luikov AV, Mikhailov YuA (1965). Theory of energy and mass transfer. Pergamon Press, Oxford, England, 392 p.
- Mahdavi SM, Neyshabouri MR, Fujimaki H, Heris AM (2017). Coupled heat and moisture transfer and evaporation in mulched soils. *Catena*, 151: 34–48.
- McCumber MC, Pielke RA (1981). Simulation of the effects of surface fluxes of heat and moisture in a mesoscale numerical model 1. Soil layer. *Journal of Geophysical Research*, 86: 9929–9938.
- Muerth M, Mauser W (2012). Rigorous evaluation of a soil heat transfer model for mesoscale climate change impact studies. *Environmental Modelling & Software*, 35: 149–162.
- Nunez CM, Varas EA, Meza FJ (2010). Modelling soil heat flux. *Theoretical and Applied Climatology*, 100: 251–260.
- Ochsner TE, Sauer TJ, Horton R (2006). Field tests of the soil heat flux plate method and some alternatives. *Agronomy Journal*, 98 (4): 1005–1014.
- Oosterkamp A, Ytrehus T, Galtung ST (2016). Effect of the choice of boundary conditions on modelling ambient to soil heat transfer near a buried pipeline. *Applied Thermal Engineering*, 100: 367–377.
- Peng X, Heitman J, Horton R, Ren T (2015). Field evaluation and improvement of the plate method for measuring soil heat flux density. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214–215: 341–349.
- Russell ES, Liu H, Gao Z, Finn D, Lamb B (2015). Impacts of soil heat flux calculation methods on the surface energy balance closure. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214–215: 189–200.
- Sauer TJ, Horton R (2005). Soil heat flux. In: Hatfield, J.L., Baker, J.M. (Eds.), *Micrometeorology in Agricultural Systems*. Agronomy Monograph No. 47. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 131–154.
- Sayılgan Ç (2016). Küresel sıcaklık artışının buğdayda beklenen etkileri ve yüksek sıcaklığa toleranslığının fizyolojik göstergeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3): 439–447.
- Shao C, Chen J, Li L, Xu W, Chen S, Gwen T, Xu J, Zhang W (2008). Spatial variability in soil heat flux at three Inner Mongolia steppe ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 1433–1443.
- Trombotto D, Borzotta E (2009). Indicators of present global warming through changes in active layer thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55: 321–330.
- Usowicz B, Łukowski MI, Rüdiger C, Walker JP, Marczewski W (2017). Thermal properties of soil in the Murrumbidgee River Catchment (Australia). *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 115: 604–614.
- Vogel T, Dohnal M, Votrubova J (2011). Modeling heat fluxes in macroporous soil under sparse young forest of temperate humid climate. *Journal of Hydrology*, 402: 367–376.
- Wang ZH (2012). Reconstruction of soil thermal field from a single depth measurement. *Journal of Hydrology*, 464–465: 541–549.
- Wang ZH, Bou-Zeid E (2011). Comment on “Impact of wave phase difference between soil surface heat flux and soil surface temperature on soil surface energy balance closure” by Z. Gao, R. Horton, and H. P. Liu. *Journal of Geophysical Research*, 116, D08110. doi: 10.1029/2010JD015117.
- Wang ZH, Bou-Zeid E (2012). A novel approach for the estimation of soil ground heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154–155: 214–221.
- Wang J, Bras RL (1999). Ground heat flux estimated from surface soil temperature. *Journal of Hydrology*, 216: 214–226.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)
Kültürel Peyzaj ve Yere Bağlılık: Van Kenti Örneği

Emel BAYLAN*

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, Türkiye
*e-posta: emelbaylan@yyu.edu.tr

Öz: Somut ve soyut miras değerleriyle, geçmişe, bugüne ve geleceğe ilişkin bir belge niteliğindeki peyzaj aracılığıyla, bireyler, toplum ve peyzaj arasındaki ilişkiler anlaşılabilir ve geleceğe yönelik öngörülerde bulunulabilir. Doğal ve kültürel miras değerleri ile kültürel peyzajla kurulan ilişkiler, bireylere ve toplumlara, fiziksel, ruhsal ve bilişsel gelişimden ekonomik kalkınmaya kadar geniş çeşitlilikte yarar sağlamaktadır. Makalede, Van kültürel peyzajının katılımcı yaklaşımla yönetimine bilgi sağlamak üzere, UNESCO Tarihi Kent Peyzajları Tavsiyesi çerçevesinde, Kent'te yaşayanların peyzaj ile kurdukları bağların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Van Kent merkezi ve yakın çevresinde yaşayan 254 kişiye uygulanan anket çalışması ile katılımcıların; Van'ın somut doğal ve kültürel miras öğelerine verdiği önem, yer duygusu özellikleri, soyut miras öğelerinden yöresel türkülerini bilme düzeyi ve bu değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin sıklık ve önem puanı değerleri yanısıra mekansal yoğunlukları belirlenmiştir ve aralarındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Bulgular anket katılımcılarının, Kent'te gerek doğal ve kültürel miras gerekse kültürel peyzaj olarak önem verdiği alanların temelde; rekreasyon, manzara keyfi, tarih ve doğa hakkında bilgi edinme ve yere bağlılık gibi birden çok yararı birlikte sağlayan ve az da olsa turizm-rekreasyon alt yapısı bulunan alanlar olduğunu göstermiştir. Van Gölü ve çevresi, Muradiye Şelalesi, Akdamar Kilisesi ile Van Kalesi ve çevresi bu bağlamda öne çıkan yerlerdir. Katılımcıların, yer duygusu özellikleri kapsamında incelenen Van'a bağlılıkları, ortalamasının üstündedir; bu bağlılıkta yer kimliği özellikleri yüksek düzeyde etkilidir. Bilinme düzeyi bakımından ilk iki sırada gelen türküler, Van'ın doğal ve kültürel mirasının, katılımcıların Van'a bağlılıklarında ve Van kimliğinde yeri olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda, Kent'in somut ve soyut miras değerlerinin kaybedilmeden geleceğe aktarılması için kullanıcılarının, tüm miras değerleri ile daha güçlü ilişkiler kurabilmesi sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Doğal miras, Kültürel miras, Peyzaj değerleri, Katılımcılık, Tarihi Kent Peyzajı Tavsiyesi, Türküler

Cultural Landscape and Place Attachment: Case of Van City (Turkey)

Abstract: The relations between individuals, society and landscape can be understood and predicted through landscapes that are a kind of document about past, present and future with their tangible and intangible heritage values. Relations with cultural landscape through their natural and cultural heritage values provide a wide range of benefits from physical, mental and cognitive development to economic development to individuals and societies. In this article, it is aimed to determine the relations of the inhabitants of the city of Van with the landscape within the framework of the UNESCO Historical Urban Landscape (HUL) Recommendation in order to inform the participatory approach to Van cultural landscape management. For this purpose, a survey conducted with 254 inhabitants living in the center of Van city and its close vicinity in order to identify; the importance given to natural and cultural heritage, survey participants' sense of place, level of knowing the folk songs and the relations between these variables were examined. The frequencies and significance scores as well as the spatial densities of these variables were determined and the relationships between them were examined by Pearson correlation analysis. The findings showed that both the important natural and cultural heritage and the important cultural landscapes for the participants are mainly the areas which provide multiple benefits such as recreation, scenery, learning about history and nature and sense of place. In this context, Van Lake and its surroundings, Muradiye Waterfall, Akdamar Church and Van Castle and its surroundings are the prominent places. In terms of sense of place, participants' place attachment to Van is above the average and there is a high meaningful correlation between participants' place identity and sense of place. The first two folk songs in terms of level of recognition by the survey participants have shown that natural and cultural heritage of Van have importance in their attachment to Van and Van identity. In this context, it should be ensured that the users can establish stronger connections with all the heritage features of Van in order to transfer Van cultural landscape's tangible and intangible heritage values to the future.

Keywords: Natural heritage, Cultural heritage, Landscape values, Participation, Historic Urban Landscape (HUL) Recommendation, Folk songs

Giriş

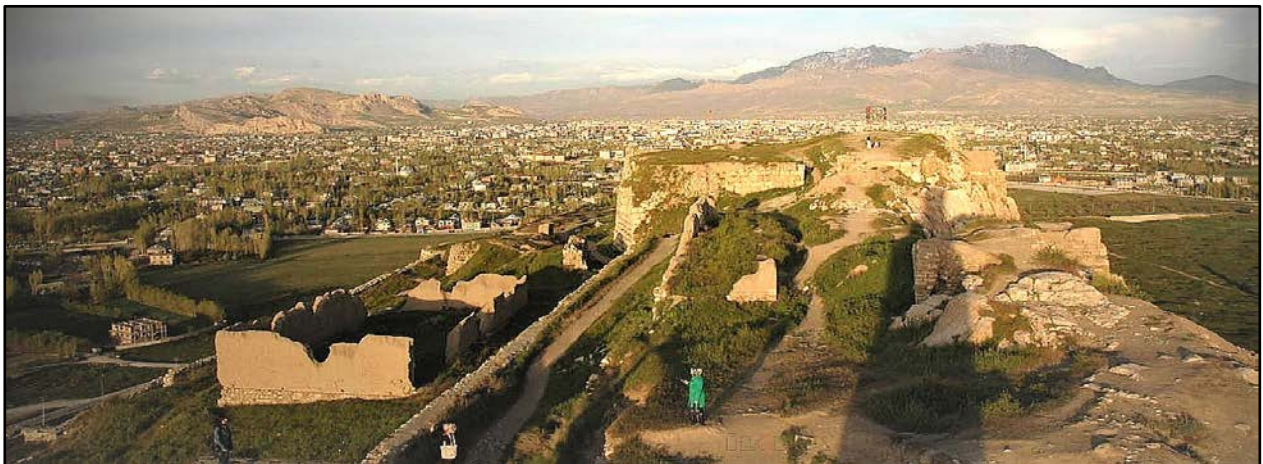
Etkileşimde bulunduğumuz peyzajların kendine özgü, doğal ve kültürel değerleri vardır. Somut ve soyut kültürel miras değerleriyle, kültürel aktarım alanlarından biri olan peyzaj aracılığıyla, bir toplumun geçmişi, kimliği ve bugünü anlaşılabilir, geleceği hakkında öngörülerde bulunulabilir (Taylor 2008). Lewis (1979)'e göre peyzajlara, kendimizi ve toplumumuzu anlamak için, kültüre dair bir ipucu olarak ve bu bağlamda araştırarak bakılması gerekmektedir. Geçmişe, bugüne ve geleceğe ilişkin bir belge niteliğindeki peyzaj, arazinin kültürel anlamlarını ve kullanımlarını yansıtırken, bireyler, toplum ve peyzaj arasındaki ilişkileri, bağları anlamak için de kullanılabilir (ESF 2010).

Dünya üzerinde binlerce yıldır süren insan-doğa etkileşiminde kültürel süreçlerden etkilenmemiş hemen hemen hiçbir doğal alan kalmadığından, bugün içinde bulunduğumuz hemen her peyzaj, kültürel peyzaj niteliğindedir. Günümüz kültürel peyzajlarının başlıca karakteristiklerinden biri ise; değişimdir. Nüfus artışı, kırdan kente göç, artan yapılaşma, çoğu zaman plansız kentleşme, turizm ve savaşlar, kültürel peyzajları ve özellikle de tarihi kentleri değişime zorlarken, üzerlerindeki baskıyı ve tahripleri artırmaktadır. Tarihi kentlerin somut ve soyut kültürel miras değerleri ile karakterinin korunarak, bugünün kentsel ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik yönetim ilke ve politikalarının tanımlanması, günümüzde hem yöneticilerin hem de uzmanların karşı kaşıya kaldıkları zorluklardan biridir (Jayaram 2013; UNESCO 2011; van der Hoeven 2018).

Özellikle 20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren tarihi dokunun korunmasına odaklı yaklaşımlardan, miras yönetimini sosyo-ekonomik kalkınma çerçevesi ile bütünleştiren, holistik “peyzaj yaklaşımı”na geçiş söz konusudur (Bandarin ve Van Oers 2014). Bu yaklaşım kapsamında, ilgili uluslararası sözleşme, bildirme ve tavsiye metinlerinde; kültürel peyzajın ve mirasın geleceğe aktarılmasında, toplumlarının doğal ve kültürel somut ve soyut mirasla kurduğu bağların, bu miras öğelerine yükledikleri anlam, duygu ve değerlerin, ilişkili pratikler ve yerel kimlik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Taylor 2016).

Kültürel peyzajın, toplumsal değerleri de kapsadığının kabul edilmesi ile birlikte, korunmasında toplumun rolünün ve sorumluluklarının da olduğunun gündeme gelmesi, ilgili çalışmalarda katılımcı yaklaşımları gerekli kılmıştır. Çünkü toplumun kültürel peyzaja ve mirasa yüklediği anlam ve önem bağlamında onunla kurduğu ilişkiler ve gerçekleştirdiği faaliyetler, kültürel peyzajların hem bugünkü durumunu ve hem de geleceğini etkilemektedir. Buna rağmen, kültürel peyzajlarda miras değerlerinin analizi, değerlendirmesi ve yönetimi süreçlerinde yerel anlam ve önem genellikle ihmal edilmektedir (Wu ve Petriello 2011). Yerel bilgiyi, yerel değerleri ve yer ile kurulan bağları ihmal eden alan kullanım kararları ve ilgili uygulamalar ise, bireylerin peyzajla ilişkilerini olumsuz etkilemekte, halkın desteğini alamamakta, aksine halkın olumsuz tepkisiyle karşılaşabilmektedir (Buchy ve Hoverman 2000; Bojorquez-Tapia ve ark. 2004; Pinto-Correia ve ark. 2006; Reed 2008). Hatta bu tür alan kullanım kararları, toplum içinde ve toplumun geçmişi ile bağlarının kopmasına neden olabilmektedir (Antrop 2005; Stephenson 2008). Oysa kültürel peyzajın ve tarihi kentlerin temel öğelerinden biri olan toplumun, peyzajla kurduğu ilişkilerin anlaşılması, planlama kararlarına rehberlik ederek, kültürel peyzajların katılımcı bir yaklaşımla korunmasını ve geleceğe aktarılmasını kolaylaştıracak önemli bilgiler sunmaktadır.

Van kenti ve yakın çevresi, yerleşime uygun topoğrafyası, zengin su kaynakları ve elverişli iklim koşulları ile yazılı tarih öncesi (M.Ö. 5000) dönemden günümüze kadar, Hurriler, Urartular, Medler, Persler, Bizanslılar, Selçuklular ve Osmanlılar gibi pek çok devlete ev sahipliği yapmış (Kılıç 2006) bir coğrafya olarak, Anadolu'nun kültürel peyzajları ve tarihi kentleri arasında önemli bir yer tutmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Van Kalesi- Ereğ Dağı yönünde Van Kenti'nin görünümü (Dalgın 2015).

Ancak günümüzde Kent ve yakın çevresinde, farklı ölçek ve kapsamdaki insan faaliyetlerinde ve planlamalarda, kültürel peyzaj - yerel toplum bağlantısının önemli ölçüde göz ardı edildiği görülmektedir. Bu durum, Van'ın doğal ve kültürel mirasının korunması ve geleceğe aktarılması sürecinde zayıflıklara ve tehditlere neden olmaktadır. Oysa Van kültürel peyzajının temel unsurların biri olan yerel halkın, Kente ve yakın çevresindeki somut ve soyut miras öğelerine yüklediği anlam ve önem ile yer duygusu özelliklerinin anlaşılması, Van kültürel peyzajının katılımcı ve sürdürülebilir bir yaklaşımla korunmasına önemli katkılar sağlayabilecektir. Bu kapsamda makalede, değer temelli peyzaj yaklaşımını benimseyen UNESCO Tarihi Kent Peyzajları Tavsiyesi çerçevesinde, Kent'te yaşayanların Van kültürel peyzajı ile kurdukları bağların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Kent'te yaşayan 254 kişiye uygulanan anketten elde edilen veriler ile katılımcıların; Van'ın somut doğal ve kültürel miras öğelerine verdikleri önem, soyut miras öğelerinden yöresel türkülerini bilme düzeyi, yer duygusu özellikleri, özel olarak tanımladıkları yerler ve tüm bu değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Makalede ilk olarak; peyzaj, kültürel peyzaj, kültürel miras kavramları ve ilgili uluslararası araçlar hakkında literatür bilgisi verilmiştir. Daha sonra, kültürel peyzajla kurulan bağlantılar kapsamında yere bağlılık özelliği ile ilgili olarak; yer duygusu ve alt bileşenleri, soyut kültürel miras öğelerinden yerel müzik ve yerel müzik-yere bağlılık-yer kimliği ilişkisi hakkında literatür bilgisi sunulmuştur. Araştırmada, alandaki mirasa yüklenen anlam ve önemin tanımlanmasında ve değerlendirmesinde, katılımcı yaklaşım çerçevesinde hazırlanan anket sorularından elde edilen verilere yönelik niceliksel ve mekansal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda; katılımcıların önem verdikleri doğal ve kültürel miras öğeleri, kültürel peyzajlar, özel yerler, bilinen yöresel türküler ile yer duygusu özelliklerine ilişkin sıklık, mekansal yoğunluk ve ortalama değerler elde edilirken, bu değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar çerçevesinde, Van tarihi kent peyzajının katılımcı yaklaşımı ile geleceğe aktarılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Peyzaj, kültürel miras, kültürel peyzaj ve uluslararası koruma ve yönetim yaklaşımları

Meinig'e (1979) göre, imgelemimiz ile tanımlanan fakat zihnimizce yorumlanan peyzaj, Cosgrove (1984)'e göre gördüğümüz değil, görme biçimimizdir. Benzer biçimde, Fairclough (2003)'e göre günümüzde peyzaj: insan ve doğa arasındaki ilişkiler, etkileşimler dizisi ve aslında, en çok da kültürel olan; dünyayı görme ve yaşama biçimidir. Bu görme ve yaşama biçiminin ürünü olan peyzajlar, doğal yapı ve süreçlerle birlikte aynı zamanda, toplumsal ve kültürel süreçlerle de oluşan mekansal yapılar olarak tanımlanmaktadır (Greider ve Garkovich 1994; Gailing 2012). Peyzajın bir yapı olduğu düşüncesini temel alan (Taylor 2016) Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (Avrupa Komisyonu 2000)'ne göre peyzaj: “özellikleri, insan ve/veya doğal faktörlerin etkileşimi ve eylemi sonucunda insanlar tarafından algılandığı şekliyle oluşan bir alan” olarak tanımlanmaktadır. Bu bakış açısı insan-peyzaj etkileşiminde, peyzaj çeşitliliğini ve farklılığını yaratan bireysel ve toplumsal algısal, duygusal, kültürel, entelektüel ve sosyo-ekonomik katkıları da kapsamaktadır (Taylor 2016). Bu açıdan peyzaj; bir alanın kültürel anlamlarını ve kullanımlarını da ifade eden; somut ve soyut kültürel miras öğeleriyle, kültürel aktarım alanlarından biridir. Bu aktarım; insanların yaşam biçimlerini özetleyen sosyal bir sistem olan; hem somut hem de soyut değerlerin kullanım biçimini belirleyen, kültür (Fellman ve ark. 1990) aracılığı ile gerçekleşmektedir. Sauer (1925)'e göre, kültürün geç, ortamın doğa olduğu bu etkileşim ve aktarım sürecinin sonucu; kültürel peyzajdır ve kültürel peyzaj, bir kültürel grup ya da topluluk tarafından doğal peyzajdan oluşturulmaktadır.

Endüstri devrimiyle birlikte, 18. yüzyılın sonu ve 19. yüzyılın başlarından itibaren, peyzajların ve kültürel mirasın değişimi ve gördüğü zararlar tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Buna rağmen peyzajlar ancak, 20. yüzyılın sonlarından itibaren kültürel miras açısından endişe duyulan bir konu haline gelmiştir (Antrop 2005). 1947'de kurulan UNESCO, kültürel mirasın ve peyzajın korunmasını çok sayıda sözleşme ve diğer uluslararası araçlarla teşvik etmektedir. Bunların başında; kültürel miras kavramının ilk olarak kullanıldığı, UNESCO Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunması Sözleşmesi (1972) (Anonim 1972) gelmektedir. Sözleşme'ye göre kültürel miras kavramı; tarih, sanat ya da bilim açısından sıra dışı evrensel değere sahip anıtları ve alanları kapsamaktadır (Güler ve Ekinci 2010). Kültürel mirasın, insan hakları ve demokrasiye katkısına vurgu yapan Faro Sözleşmesi (2005); tarihi objelerin ve alanların kendinden, kendi içinde önemli olmadığını, insanların bu obje ve alanlara yükledikleri anlam, kullanım ve bunların temsil ettiği değerler nedeniyle önemli olduğunun farkına varılmasının üstünde durmaktadır (Faro Convention 2005; Avrupa Komisyonu 2018).

Kültürel peyzaj kavramının ilk olarak kullanıldığı UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi kapsamındaki, Kültürel Peyzajlar Bildirgesi'nde (1992) (Fowler 2003) kültürel peyzaj: “doğa ve insanın ortak eseri” olarak tanımlanmaktadır. Bildirgede tanımlanan kültürel peyzaj kategorilerinin temelindeki ortak düşünce; kültürel peyzajların, insan ve doğa birlikteliğinde, sürekli gelişim gösteren; kültür, iklim ve diğer doğal çevre koşullarının değişimine bağlı olarak değişen, oluşumu devam eden dinamik, yaşayan sistemler olduğudur (Taylor ve Lennon 2011). Kültürel peyzajların korunmasında ve yönetiminde bir diğer önemli adım taşı olan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nde (Avrupa Komisyonu 2000) peyzaj; “Avrupa ortak mirasının bir parçası” olarak kabul edilmiştir. Geçmiş ve gelecek peyzajlar arasında köprü kurmayı amaçlayan Sözleşme, sadece özel olarak değerli olan, olağanüstü peyzajlara değil, her türlü; gündelik, zarar görmüş, sıra dışı, sıradan ve aynı zamanda kültürel peyzajlara

da aynı düzeyde önem vermektedir (Antrop 2005). Peyzaj tanımında, doğa-insan etkileşimine ve insan algısına yaptığı vurguyla birlikte, peyzajların yönetiminde benimsediği katılımcılık ilkesi, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin, peyzajın sadece somut değil aynı zamanda soyut boyutunu ve toplumsal değerleri de kapsadığını göstermektedir.

Kültürel mirasın ve kültürel peyzajın, sadece somut eserlerden ibaret olmadığı, bu eserlerin içinde bulunduğu, yaratıldığı soyut değerlerin de kültürel peyzajın ayrılmaz bir parçası olduğunun kabul edilmesi, somut olmayan mirasın da kültürel peyzaj kapsamında korunması gerekliliğini gündeme getirmiştir. UNESCO İnsanlığın Somut Olmayan Kültürel Mirasının Korunması Sözleşmesi'ne (UNESCO 2003) göre somut olmayan (soyut) kültürel miras: “toplulukların, grupların ve kimi durumlarda bireylerin, kültürel miraslarının bir parçası olarak tanımladıkları uygulamalar, temsiller, anlatımlar, bilgiler, beceriler ve bunlara ilişkin araçlar, gereçler ile kültürel mekânlar” biçiminde tanımlanmaktadır. Sözleşme'de, Nara Özgünlük Bildirgesi (1994)'nde de olduğu gibi, somut olmayan kültürel mirasın, halkın katılımı ile yerel bağlamda belirlenmesi öngörülmüştür.

2011'de UNESCO tarafından, tarihi kentlerde kültürel mirasın korunması için değer temelli peyzaj yaklaşımının uygulanmasını öneren *Tarihi Kent Peyzajları Tavsiye Metni* yayınlanmıştır (Ginzarly ve Teller 2018). Tavsiyede tarihi kentsel peyzaj: “tarihi merkez” ya da “tarihi birim” kapsamını daha geniş kentsel bağlamı ve coğrafi çevreyi kapsayacak biçimde genişleterek; “doğal ve kültürel değerlerin ve özelliklerin, tarihi katmanlaşmasının sonucu olan kentsel alanlar” olarak açıklanmaktadır. Bu alanlar aynı zamanda toplumsal ve kültürel pratikleri ve değerleri, ekonomik süreçleri, kültürel çeşitlilik ve kimlikle ilişkili olarak mirasın soyut öğelerini de içermektedir (UNESCO 2011; Anonim 2016). Bandarin ve Van Oers (2014)'e göre Tarihi Kent Peyzajı yaklaşımının odağında; kentle ilişkili kimlik ve değerler bulunmaktadır ve bunlar en iyi, “kenti yaşayan bir miras olarak yöneterek” desteklenebilecektir.

Bu bağlamda doğa ve kültür, somut ve soyut miras, biyolojik ve kültürel çeşitliliğin ara yüzündeki yapılar olan kültürel peyzajlar; insanların ve toplumların birbirleriyle ve doğa ile arasındaki içiçe geçmiş, geçmiş ve günümüzdeki ilişkiler ağını, kültür ve kimliğin temelini yansıtır (Rössler 2006). Geçmiş ve bugünü yansıtan somut ve soyut miras öğeleri ve kullanım biçimleriyle kültürel peyzajlar, kendilerini biçimlendiren ve halen orada yaşayan toplumların değerlerine, anlam dünyalarına, önem verdikleri unsurlara ve dolayısıyla, peyzajla kurdukları bağlara ışık tutmaktadır.

Kültürel peyzajla kurulan bağlantılar; yer duygusu ve yerel müzik

Peyzajla dinamik süreçlerle ilişki kuran insanlar (Naveh 1995); inceleyerek, deneyimleyerek ve eylemleriyle, etkileşim içinde oldukları peyzaj ile duygusal, bilinçdışı, bilişsel ve eylemsel bağlar kurarlar (Zube 1987; Bonaiuto ve ark. 2006). Peyzajla kurulan bağlar; kişilerin kendilerini ve kimliklerini tanımladıkları, inançlarını, değerlerini, tercihlerini, ekonomik faaliyetlerini, yere duygusal ve davranışsal bağlılıklarını içeren birbiri ile bağlantılı, karmaşık bir yapı sunmaktadır (Scannell ve Gifford 2010). Öyle ki bu bağlar temelde; bireylerin ve toplumun geniş yalpezedeki ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların söz konusu kültürel peyzaj tarafından nasıl karşılandığına, peyzajın sağladığı yararları ve bu yararların söz konusu kültürel peyzaj tarafından nasıl karşılandığına, elde ettikleri dolaylı ve doğrudan yararlar bağlamında bireyler ve toplumlar, kültürel peyzajlara işlevselden sembolik olmaya kadar uzanan farklı nedenlerle anlam ve önem yüklemektedirler (Jorgensen ve Stedman 2001; Brown 2004; Brown ve Raymond 2007). Anlam yüklenen ve önem verilen yerler ise, bireyin ve toplumun yere bağlılığının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Yerle kurulan ilişkiler ve bağlar, farklı araştırmacılar tarafından birbirleriyle örtüşen ve aynı zamanda bazı farklılıklar içeren çeşitli terimler ile ifade edilmektedir. Bu makalede Jorgensen ve Stedman (2001 ve 2006)'e göre, insan-çevre ilişkisinin bilişsel, duygusal ve davranışsal boyutlarını kapsayan; yer kimliği, yere bağlılık ve yere bağımlılık özellikleri, yer duygusu kavramı altında incelenmiştir. Kimlik, somut (fiziksel öğeler ve işlevler) ve soyut (anlam ya da semboller) özelliklerin birarada olduğu, kişilerin yer duygusu için anahtar kavramlardan biridir (Taylor 2008). Proshansky (1978)'e göre yer kimliği; “bireyin fiziksel çevreye ilişkin bilinçli ve bilinçdışı düşünceleri, inançları, tercihleri, duyguları, değerleri, hedefleri, davranışsal eğilim ve becerileri aracılığıyla, kişisel kimliğini tanımlayan benlik boyutlarıdır”. Relph (1976) e göre ise yer kimliği; “fiziksel özelliklerden ya da görüntülerden, gözlenebilir faaliyetlerden, işlevlerden ve anlam ya da sembollerden oluşan, birbiri ile ilişkili üç bileşenden oluşmaktadır”. Dolayısıyla hem somut fiziksel kimlik, hem de varoluşsal farklılıklarla ve insan deneyimleriyle ilgili olarak soyut kimlik, insanlar için yerin anlamı ve önemi ile ayrılmaz bir şekilde iç içe geçmiştir. Yer duygusunun ikinci bileşeni olan yere bağlılık ise kişilerin; mekanın fiziksel ve sosyal bileşenleri ve o mekandaki insanlarla, duygu, inanç, davranış ve eylem etkileşiminde kurulan olumlu duygusal bağlantı olarak tanımlanmaktadır (Altman ve Low 1992; Williams ve ark. 1992; Jorgensen ve Stedman 2001). Relph (1976) ve Tuan (1977) 'ye göre bir uzamın yer olarak kabul edilmesi için orada faaliyet(ler)in gerçekleşmesi gereklidir ve kendileri ile kurulan duygusal bağlar sonucu bu uzamlar, *özel yer* olarak kabul edilmektedir. Özel yerlerle kurulan duygusal bağlar, orada bizzat bulunarak ve eylemde bulunarak geliştirilen; o yerle ilgili kişinin kendisine özgü bilgiye dayanmaktadır (Eisenhauer ve ark. 2000).

Kültürel peyzaj ile kurulan bağların anlaşılmasında fiziksel yapının ve bu yapı sonucu ortaya çıkan manzaranın etkilediği deneyimlerin, duyguların ve eylemlerin ifade edildiği; soyut miras da önemlidir (Barnes ve Duncan 1992). Doğal ve sosyo-kültürel ortamın ve bu ortamdaki ilişkilerin aktarıldığı soyut kültürel miras öğelerinden destanlar, yerel şarkılar/türküler, hikayeler gibi sözlü anlatımlar, kimliğin ve yere bağlılığın oluşmasında ve güçlenmesinde önemli rol oynarlar. Bu öğelerden müzik, insanların birbiriyle ve çevresiyle kurduğu ilişkiler hakkında bilgi vermektedir ve yerin tanımlanmasında, üretiminde önemli bir rol üstlenmektedir (Cohen 1995). Smith (1994)'e göre yerel müzik, bireysel ve yerel kimliğin oluşumuna katkı sağladığı gibi, yerel kültürlerin ve peyzajların özgünlüklerinin, küreselleşmeye ve aynışmaya karşı kendini korunmasında bir araçtır. Bu bağlamda türküler, yerel yaşamı, yerel halkın kültürel değerlerini, doğal çevrelerini, doğal ve kültürel olaylara ve öğelere ilişkin değerlendirmelerini; tavır ve tutumlarını yansıtmaktadır (Uğur 2005).

Yer duygusunun üçüncü bileşeni olan yere bağımlılık: mevcut seçenekler arasında, söz konusu yerin kişinin amaçlarını gerçekleştirmesine yardımcı olmasına, buna olanak sağlamasına bağlı olarak, kişi ve yer arasındaki bağın gücü olarak ifade edilmektedir. Yerle kurulan bu bağlantıda, kişiler mevcut mekanda bulunmanın getirileri ile alternatif mekanlarda bulunmanın olası getirilerini karşılaştırır. Tüm seçenekler olumsuz yönlere sahip olabilir ancak tercih edilen seçenek, eldeki kötülerin en iyisidir (Jorgensen ve Stedman 2001).

Bu bağlamda kültürel peyzajlar; bireylere ve topluma, kimlik, yere bağlılık duygusu, bilgi, beceri, ilham duygusu gelişimi ve estetik keyif, rekreasyon ve turizm gibi yararları ile ruhsal ve bilişsel gelişimden, işlevsel niteliğe kadar geniş çeşitlilikte yarar sağlamaktadır. Bütün bu yararları ile kültürel peyzajlar, kişilerin iyi olma haline ve dolayısıyla yaşam kalitesine olumlu katkıda bulunmaktadır (Plieninger ve Bieling 2012).

Materyal ve

Araştırmanın temel ve yardımcı materyalleri; Van kent merkezi ve yakın çevresi, konuya ve alana ilişkin literatür, açık ve kapalı uçlu sorulardan oluşan anket formu, Van kent merkezi ve yakın çevresinde yaşayan ve anket çalışmasına katılmayı kabul eden kişiler, IBMM SPSS Statistic Deneme Sürümü ve Arc View 10.2. programıdır. Çalışma kapsamında kullanılan anket formu, ulaşılabilir örneklem yöntemiyle belirlenen Van kenti ve yakın çevresinde yaşayan 254 kişinin demografik özelliklerini, bu kişiler için önemli olan soyut kültürel miras özelliklerini, peyzaj değerlerini ve kişilerin araştırma alanı ile bağlantılarını belirlemeye yönelik olarak dört bölüme ayrılmıştır. Anketin ilk bölümünde katılımcıların, sosyo-demografik özelliklerini belirlemeye yönelik olarak kapalı uçlu sorular; ikinci bölümünde soyut miras değerlerini ve üçüncü bölümünde peyzaj değerlerini belirlemeye yönelik açık uçlu sorular; dördüncü bölümde, alan ile bağlantılarını belirlemeye yönelik olarak yer duygusu özellikleri (yer kimliği, yere bağlılık ve yere işlevsel bağlılık) ile ilgili üçlü likert tipi sorular yer almaktadır. Anket uygulaması, soruları cevaplamayı kabul eden, 18 yaşından büyük kişilerle, Kent merkezindeki işyerleri, kafe, restoranlar, çay evleri, dershaneler ve merkez çevresindeki mahallelerde yaşayan kişilerin evlerinde yapılmıştır.

Bu makalede, uygulanan anket formunun ilk bölümünde yer alan ve diğer bölümlerindeki aşağıda belirtilen sorulardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Anket katılımcılarının demografik özellikleri, sıklık ve yüzde bilgilerini veren tanımlayıcı istatistikler ile incelenmiştir. Van'ın soyut kültürel miras değerlerinden, katılımcılar tarafından bilinen yöresel türkülerin ve bunların bilinme düzeyinin belirlenmesi için aşağıdaki soru sorulmuştur;

Van'a özgü (Van'ı anlatan) türküler/şarkılar var mıdır? İsimlerini belirtiniz.

Elde edilen veriler sonucunda hangi yöresel türkülerin bilindiği ve bilinme düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir.

Katılımcılar için Van kenti ve yakın çevresinde, miras değeri bakımından önemli olan yerlerin ve bu yerlerin önem düzeyinin mekansal olarak belirlenmesi için Raymond (2007) ve Alessa ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalardan örnek alınarak, katılımcılardan en az bir, en çok beş yer belirtmeleri ve bu alanlara 5'ten 50'ye kadar, toplam 100 puan verecek şekilde puan vermeleri istenmiştir. Bu amaçla analizlerde, anket formunun üçüncü bölümündeki sorulardan aşağıdaki soruya yer verilmiştir;

Van'da, doğa ve uygarlık tarihi ile ilgili bilgiyi/izleri yansıtmaması bakımından önem verdiğiniz alanlar nelerdir?

Bu soruya verilen cevaplar ile elde edilen veriler Microsoft Excel programında veri sayfalarına kaydedilerek, doğal ve kültürel miras ve kültürel peyzaj başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Bu işlem sonrasında, katılımcılar tarafından önem verilen yerlerin toplam puanları hesaplanarak, önem düzeyleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Katılımcılar için önemli miras peyzajlarının ve bunlara verilen önemin mekansal olarak tanımlanması için ArcView 10.2 programından yararlanılmıştır. Bu kapsamda önem verilen yerler ArcView 10.2 yazılımı ile sayısallaştırılmıştır ve mekansal veriler önem puanları ile ilişkilendirilmiştir. Kültürel peyzajlara verilen önemin mekansal yoğunluğunun

tanımlanması ArcView Spatial Analyst- Kernel Density aracı kullanılmıştır. Kernel yoğunluk çıktı hücre büyüklüğü 300m, kapsadığı yarıçap 1000 m olarak tanımlanmıştır ve nokta yoğunluk kümeleri yedi sınıfa ayrılmıştır.

Katılımcıların yaşadıkları peyzajla bağlantılarını belirlemek için yer duygusu özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda katılımcıların yer duygusu, Jorgensen ve Stedman (2001; 2006) tarafından geliştirilen, yer kimliği, yere bağlılık ve yere işlevsel bağlılık alt boyutlarından oluşan, anketin dördüncü bölümünde yer alanüçlü Likert tipi 12 ifade ile ölçülmüştür (Çizelge 1). Katılımcılardan ilgili ifadeleri, *katılıyorum*, *kararsızım* ve *katılmıyorum* aralığında değerlendirmeleri istenmiştir. Katılımcıların yer duygusu özellikleri ile bu özelliğin alt bileşenleri olan yer kimliği, yere bağlılık ve yere bağımlılık özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Yer duygusunun ölçek tabanlı belirlenmesi ek olarak, yere bağlılık özelliklerinin peyzajla ilişkisini araştırmak için Brown ve Raymond (2007) tarafından kullanılan yöntem kullanılmıştır. Bu kapsamda, anketin peyzaj değerleri bölümünde katılımcılardan, *Van'da kendileri için özel olduğuna inandıkları ve düşündükleri* en çok altı yer belirtmeleri istenmiştir. Katılımcıların peyzajla kurduğu bağlar ve peyzajın somut ve soyut miras değerlerine yükledikleri önem arasında ilişkilerin incelenmesi için; yer duygusu özellikleri, özel yer sayısı, peyzajın miras değeri bakımından önem verilen yerlerin sayısı ve bilinen yöresel türkü sayısı arasında Pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

Çizelge 1. Likert tipi yer duygusu ifadeleri (Jorgensen ve Stedman 2001; 2006)

Yer kimliği (YK)

Kendimi Van'lı hissediyorum

Buradaki her şey benim bir yansımam

Burada karakterimi ve kişilik özelliklerimi yansıtabiliyorum, yaşayabiliyorum, kendim olabiliyorum.

Yere bağlılık (YB)

Burada kendimi güvende ve rahat hissediyorum.

Van'ı eleştirenlerle tartışırım.

Buradan uzakta olduğumda yaşadığım bu yeri (Van'ı) özliyorum.

Burada yaşamaktan gurur duyuyorum.

Yere işlevsel bağlılık (YİB)

Burası yaşayabileceğim en iyi yer.

Burayı hiçbir yerle karşılaştırmam.

Başka bir yerde oturmaktansa burada oturmaktan daha memnunum.

Burada ihtiyacım olan tüm aktiviteleri (öğrenme, eğlenme, boş zamanlarımı değerlendirme v.b. istediğim her hangi faaliyeti) gerçekleştirebiliyorum.

Bulgular

Anket katılımcılarının % 50'den çoğu erkektir, %70'den fazlası ise 18-35 yaş aralığındadır ve % 50'den fazlası Van doğumludur. % 70'den fazlası üniversite mezunu olan katılımcıların, yaklaşık % 60'ı bekârdır. Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin detaylı bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

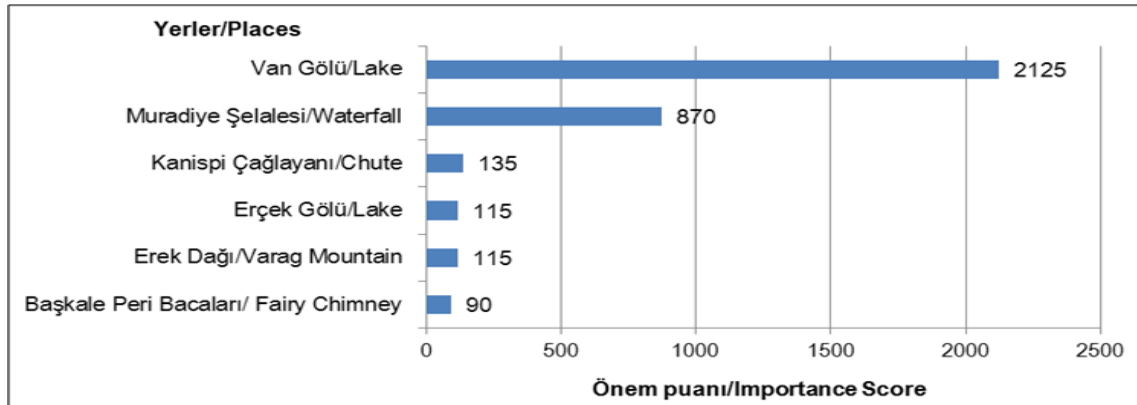
Van'ın somut doğal ve kültürel miras değerleri ve kültürel peyzajları

Anket katılımcıları, Van ilinde doğal miras, kültürel miras ve kültürel peyzaj olarak toplam 30 yerin kendileri için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar için doğal miras açısından sekiz yerin yüksek önem taşıdığı ve bunlardan en önemlisinin Van Gölü olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2a, Şekil 2b). Muradiye Şelalesi katılımcılar için önem düzeyi bakımından ikinci sırada gelen doğal miras alanıdır. Katılımcıların doğal miras açısından önem verdiği alanların ağırlıkla; kendilerine piknik yapma imkânı veren, su ögesinin var olduğu ve çevredeki sıra dışı jeomorfolojik yapının sunduğu manzara değeri yüksek, doğal alanlar olduğu tespit edilmiştir.

Katılımcıların Kent ve yakın çevresinde kültürel miras açısından önem verdiği alanların ağırlıklı olarak; farklı dönemlere ait dini yapıların yer aldığı, kutsal alanlar olduğu tespit edilmiştir. Kültürel miras açısından dokuz yerin önemli olduğu ve anket katılımcıları için bunlardan en önemlisinin, Akdamar Kilisesi olduğu tespit edilmiştir. Akdamar Kilisesi'nden sonra, ikinci sırada gelen önemli kültürel miras ögesi ise Menua (Şamran) Kanalı'dır (Şekil 3). Doğa ve insanın ortak eseri olan kültürel peyzajlar açısından, katılımcılar için Van ilinde 14 yer yüksek önem taşımaktadır. Bu kültürel peyzajlardan anket katılımcıları için en yüksek önem taşıyanının, Van Kalesi ve çevresi olduğu tespit edilmiştir. Van Kalesi ve çevresinin ardından sırasıyla; Akdamar Adası, Hoşap Kalesi, Edremit ilçesi, Çavuştepe Kalesi, İskele, Kız Kalesi ve çevresinin katılımcılar için önem düzeyi yüksek kültürel peyzajlar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6).

Çizelge 2. Anket katılımcılarının sosyo-demografik özellikleri

		Sayı (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	144	57
	Kadın	110	43
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	254	100
Yaş	18-25	78	31
	26-35	116	46
	36-45	39	15
	46≤	21	8
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	254	100
Doğum yeri	Van merkez ve ilçeleri	144	57
	Doğu Anadolu bölgesi ve illeri	75	30
	Türkiye'nin diğer bölgeleri	34	13
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	253	100
İkamet süresi	1-4 yıl	59	23
	5-10 yıl	33	13
	10 yıldan uzun	154	61
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	246	100
Öğrenim durumu	Okuma-yazma bilmiyor	3	1
	İlkokul	10	4
	Ortaokul-lise	53	21
	Üniversite	144	58
	Yüksek lisans ve üstü	40	16
Yanıtlayan toplam kişi sayısı	250	100	
Medeni durum	Evli	104	41
	Bekar	150	59
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	254	100
Çocuk sayısı	1	163	64
	2 ≥	60	24
	3 ≤	31	12
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	254	100
Meslek	İşçi	15	6
	Memur	89	35
	Esnaf	33	13
	Mühendis/Mimar/Teknik eleman	34	14
	Diğer	82	32
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	253	100
Ekonomik durum	Kötü	28	11
	Orta	128	50
	İyi	98	39
	Yanıtlayan toplam kişi sayısı	254	100



Şekil 2a. Van kentinde ve yakın çevresinde anket katılımcılar için önemli olan doğal miras peyzajları.

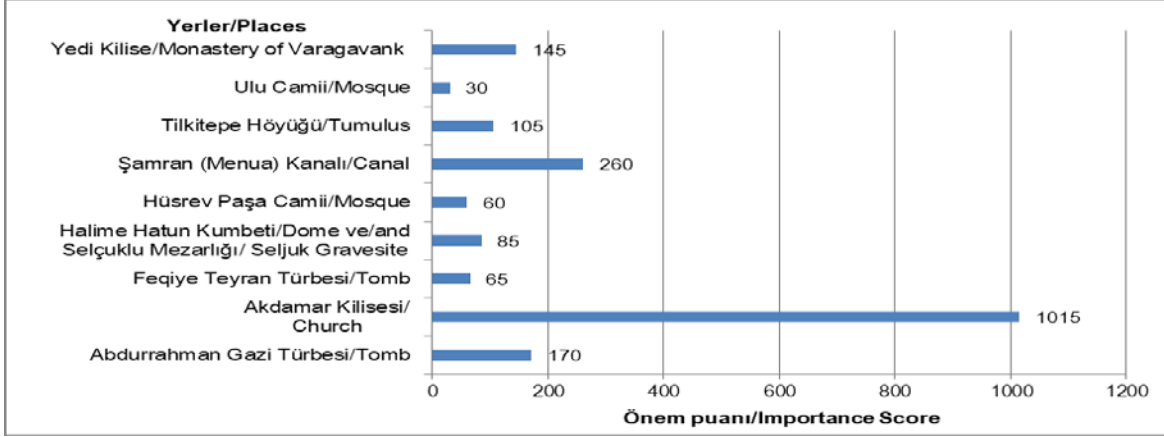


Van Gölü-İnköy kıyıları (Baylan 2017).



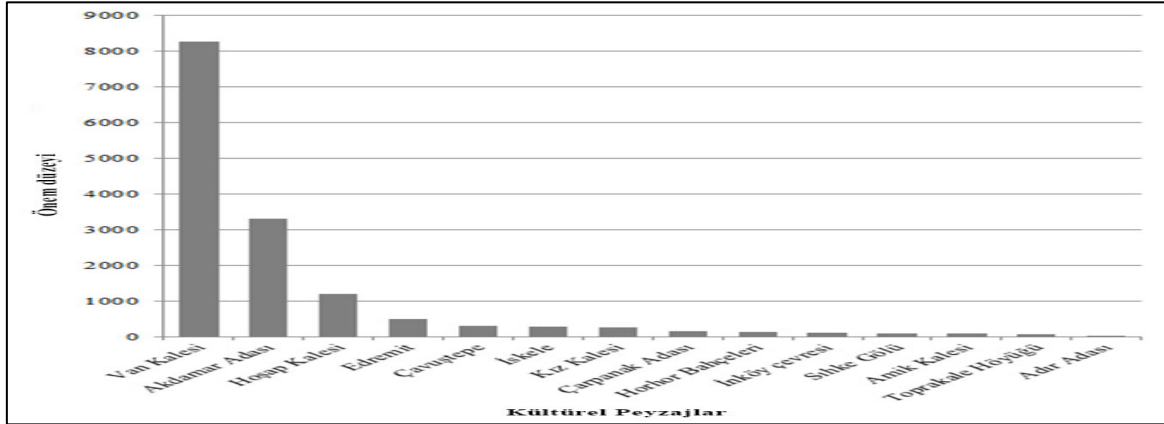
Muradiye Şelalesi (Baylan 2017).

Şekil 2b. Van kentinde ve yakın çevresinde anket katılımcıları için önemli olan doğal miras peyzajları.



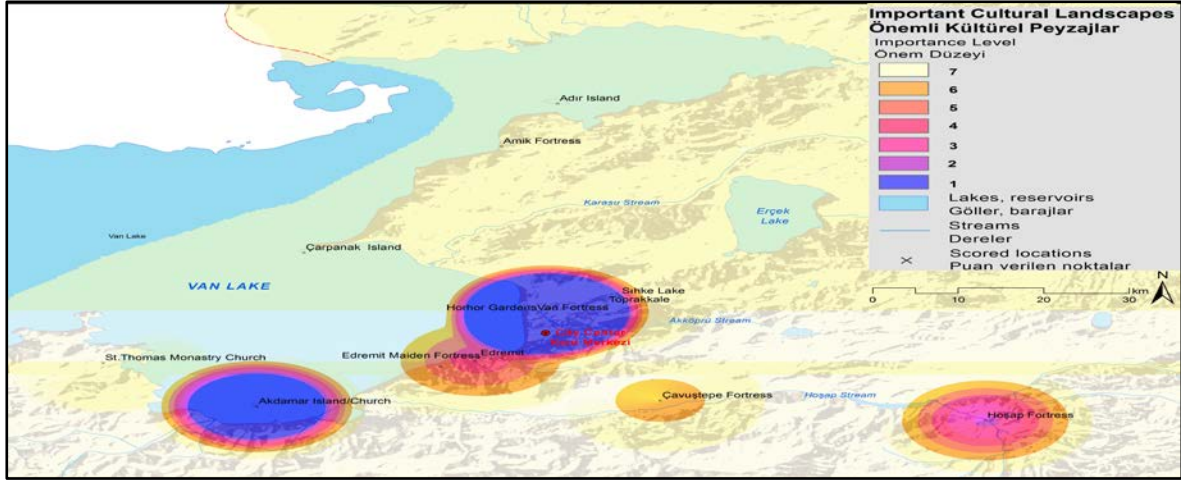
Şekil 3. Anket katılımcıları tarafından Van kentinde ve yakın çevresinde önem verilen kültürel miraslar ve önem düzeyleri.

Katılımcılar için önemli olan kültürel peyzajlar; ulaşılabilirliği yüksek, Kent merkezine görece yakın, tarihi öğelerin var olduğu, ilde ve bölgede geçmiş dönemlerde etkili olmuş farklı kültürler hakkında bilgi veren ve aynı zamanda, katılımcılara rekreasyon ve manzara gibi çeşitli yararlar da sunan, doğal ve kültürel süreçlerin birlikte oluşturduğu alanlardır. Bu alanların bazıları, örneğin; Akdamar Adası, Van Kalesi ve çevresi ve Edremit ilçesi, tarihi öğelere sahip olması yanında su kıyısındadır ve mevsimsel etkileyciliği yüksek olan bitki örtüsüne sahiptir.



Şekil 4. Katılımcılar için Van kentinde ve yakın çevresinde önemli olan kültürel peyzajlar.

Hoşap Kalesi gibi kültürel peyzajlar ise sarp ve dik bir kaya külesinin üzerine kurulmuş olmasına bağlı olarak etkileyici doğal temeli yanında, Urartulardan Osmanlılara kadar farklı devletler tarafından hem savunma hem de yerleşim amaçlı kullanımların biçimlendirdiği, mimari özellikler ve süslemeleri ile de dikkat çekmektedir.



Şekil 5. Van kentinde ve yakın çevresinde anket katılımcılar için önemli olan kültürel peyzajlar ve önem düzeyleri.



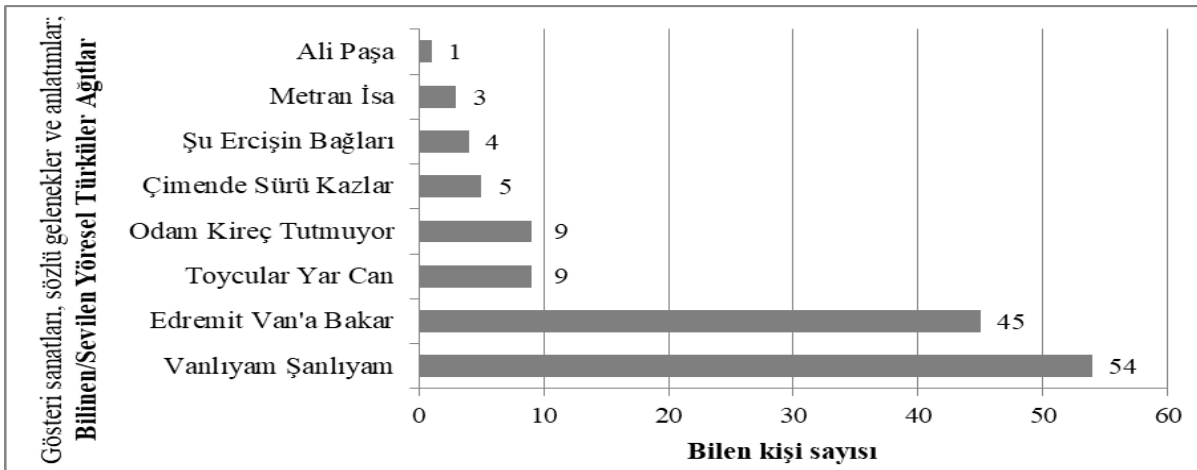
Van Kalesi (Baylan 2017).

Akdamar Adası ve Kilisesi (Baylan 2017).

Şekil 6. Van kentinde ve yakın çevresinde anket katılımcılar için önemli olan kültürel peyzaj örnekleri.

Van soyut miras öğelerinden sözlü gelenekler ve anlatımlar: türküler

Anket verilerine göre, Van'ı simgeleyen soyut kültürel miras öğelerinden olan türkülerden sekiz tanesi katılımcılar tarafından bilinmekte ve önemli bulunmaktadır. Bunlardan en çok bilinen ve akla geleni; Vanlıyam Şanlıyam (Giderem Van'a doğru) türküsü iken, O süsem O sümbül O gül O Bağındır (Edremit Van'a Bakar) ikinci sırada, Toycular Yar Can ve Odam Kireç Tutmuyor türküsü ise üçüncü sırada gelmektedir (Şekil 7). Vanlıyam Şanlıyam türküsünün ilk sırada gelmesi, Vanlı kimliğini yansıtan soyut sosyo-kültürel değerlerin başında, mertlik ve yiğitlik olduğunun düşünüldüğünü göstermektedir. Türkü, ilk olarak Van'ın coğrafi olarak İran'a yakınlığı hakkında bilgi vermektedir. Ozan, Ereğ Dağı'ndaki kar ile kendini özdeşleştirmekte ve Dağ'da karın erimeğini ifade etmektedir. Türkünün bilinme düzeyine ve içerdiği ifadelerle, hem dağ hem de iklim koşulları, Van peyzajının ve Van'da yaşayanların duygu ve düşünce dünyasında etkilidir.



Şekil 7. Anket katılımcıları tarafından bilinen soyut kültürel miras özelliklerinden, Van'a özgü türküler/ağıtlar.

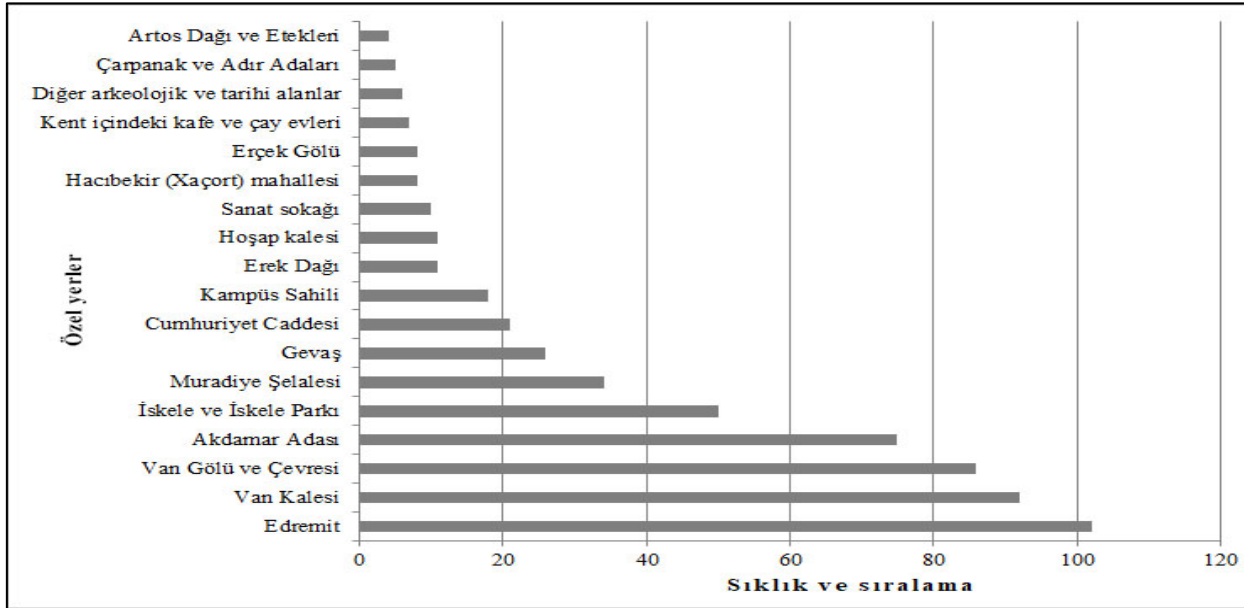
Yer duygusu özellikleri ve miras özellikleri arasındaki ilişkiler

Anket uygulanan 254 kişiden 248'inin, yer duygusu ölçeğindeki likert tipi soruları değerlendirilebilir olarak cevapladığı tespit edilmiştir. Verilerinden elde edilen bulgular, katılımcıların yer kimliği (10,91), yere bağlılık (8,82), yere bağımlılık (8,07) ve yer duygusu (27,81) özelliklerinin ortalamasının üzerinde olduğunu göstermektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Anket katılımcılarının yer duygusu özellikleri

Değişkenler	N	Min.	Max.	Ort	SD
Yer kimliği	248	5.00	15.00	10.91	2.61
Yere bağlılık	248	4.00	12.00	8.82	1.77
Yere bağımlılık	248	3.00	12.00	8.07	2.86
Yer duygusu	248	12.00	39.00	27.81	6.14

Katılımcıların Van kültürel peyzajına bağlılıklarında, 20'ye yakın özel yerin etkili olduğu belirlenmiştir. Bu özel yerler arasında katılımcılar için ilk sırada Edremit'in, ikinci sırada Van Kalesi ve çevresinin, üçüncü sırada Van Gölü kıyılarının (örn: İnköyü, Ayanis, Amik, Mollakasım) ve dördüncü sırada ise Akdamar Adası'nın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Katılımcıların yer kimliği özellikleri ile; yere bağlılık özellikleri arasında anlamlı ancak zayıf ($r=.49$, $p<.01$) ve yere işlevsel bağlılık özellikleri arasında anlamlı orta düzeyde ($r=.65$, $p<.01$); yer duygusu ($r=.87$, $p<.01$) özellikleri arasında ise anlamlı ve yüksek düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların mekansal bağlılıklarını gösteren özel yer sayısı ile ölçek tipi sorularla ölçülen yer duygusu ve alt bileşenleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilememiştir. Ancak özel yer sayısı ve bilinen yöresel türkü ($r=.19$, $p<.01$) ve miras değeri olduğu düşünülen yer sayısı arasında ($r=.16$, $p<.01$) anlamlı, zayıf ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Yer kimliği özellikleri ile bilinen yöresel türkü sayısı ve miras değeri bakımından önem verilen yerlerin sayısı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmemiştir. Katılımcıların bildiği yöresel türkü sayısı ile miras değeri olduğu düşünülen yer sayısı arasında ($r=.14$, $p<.05$) anlamlı ancak zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 8. Anket katılımcıları için Van kenti ve yakın çevresinde özel olan yerler.

Çizelge 4. Yer duygusu, yer duygusu alt değişkenleri, bilinen ve önem verilen somut ve soyut miras öğelerinin sayısı arasındaki korelasyon katsayıları

Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7
1. Yer kimliği	1	.490**	.655**	.872**	.100	.113	.043
2. Yere bağlılık		1	.518**	.738**	.098	-.015	.021
3. Yere bağımlılık			1	.894**	.105	.052	.056
4. Yer duygusu				1	.120	.068	.051
5. Özel yer sayısı					1	.191**	.167**
6. Bilinen yöresel türkü sayısı						1	.149*
7. Miras değeri olduğu düşünülen yer sayısı							1

* $p<.05$ ** $p<.01$

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Van kültürel peyzajının katılımcı bir yaklaşımla geleceğe aktarılması sürecine bilgi sağlamak üzere, değer temelli peyzaj yaklaşımını benimseyen Tarihi Kent Peyzajları kavramı çerçevesinde, Kent'te yaşayan kişilerin Van kültürel peyzajı ile kurdukları bağların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Kentte yaşayanların doğal ve kültürel miras öğelerine ve kültürel peyzajlarına verdikleri önem, peyzajla kurdukları bağlar ve bu özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre; Van Gölü ve Muradiye Şelalesi'nin anket katılımcıları için ilk sırada gelen önemli doğal miras öğelerinden olması, suyun, Kent'te yaşayanların Van peyzajı ile ilgili düşünce, duygu ve eylemlerini etkileyen önemli bir doğal peyzaj öğesi olduğunu göstermektedir. Anket katılımcıları tarafından önem verilen kültürel miras öğelerinin ağırlıklı olarak farklı kültürlere ve dönemlere ait dini yapılar olması, günümüzde Kent'te yaşayanların farklı kültürlere ve inançlara hoşgörü ile yaklaştığını ve aynı zamanda Van kültüründe dinin önemli bir miras değeri olduğunu düşündürmektedir. Kent ve yakın çevresindeki kültürel miras öğelerinden, anket katılımcıları için ilk sırada gelen önemli öğenin Akdamar Kilisesi olmasına rağmen, Kent'te benzer sanatsal, mimari, tarihi ve dini özellikler taşıyan diğer anıtların/alanların katılımcılar için çok düşük önemde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Akdamar Kilisesi'nin restorasyon geçirmesi, sonrasında tanıtım ve farklı sosyal/sanatsal etkinliklere konu olmasına rağmen diğer alanlarda/anıtlarda ise bu tür süreçlerin söz konusu olmaması ile ilişkilendirilebilir.

Anket katılımcıları için ilk sırada gelen önemli kültürel peyzajlar (örn: Van Kalesi, Akdamar Adası ve Hoşap Kalesi), bölgenin geçmiş doğal- kültürel yapısını ve süreçlerini yansıtan, simgeleyen alanlardır. Doğal ve kültürel özellikleri incelendiğinde, bu peyzajlarda kültürel miras ve kültürel aktarımın ağırlıklı olarak mimari, mühendislik, savunma ve inanç alanlarında ve bunlarla bağlantılı; tarımsal üretim ve sulama, ulaşım, yerleşim düzeni ve dini yapılar aracılığı ile olduğu görülmektedir. Ancak günümüzde bu peyzajların, Van'ın geçmişi ve geleceği arasında köprü kurma potansiyelinin yeterince değerlendirildiğini söylemek mümkün değildir. Öyle ki bu peyzajların, somut ve soyut kültürel miras değerleri ile Van kültürel peyzajının, Anadolu coğrafyasının ve Mezopotamya'nın ortak mirasının bir parçası olduğu belki sadece ilgili bilim insanları ve yöre halkının çok az bir bölümü tarafından bilinmektedir.

Bulgular anket katılımcılarının, gerek doğal ve kültürel miraslara gerekse kültürel peyzajlara temelde; rekreasyon, manzara keyfi, tarih ve doğa hakkında bilgi edinme gibi işlevsel özelliklerine ve kullanım olanaklarına göre önem verdiğini düşündürmektedir. Önem verilen alanlar genel olarak değerlendirildiğinde bunların, erişilebilirlikleri görece kolay, hizmet çeşitliliği bulunan, suya yakın, manzara değeri yüksek ve tarihi öğelerin bulunduğu alanlar olduğu görülmektedir. Katılımcıların, yer duygusu özelliklerinin ortalamanın üstünde olduğunu belirlemesi, bu kişilerin Van kültürel peyzajı ile olumlu bilişsel, duygusal ve davranışsal deneyimleri; ilişkileri olduğunu göstermektedir. Katılımcıların yer duygusu özellikleri ile yer kimliği özellikleri arasında yüksek düzeyde anlamlı pozitif ilişkiler bulunması; katılımcıların Van'ın fiziksel çevre özellikleri ile bilinçli ve bilinç dışı kurdukları düşünsel, duygu, eylem ve anlam boyutundaki deneyimlerin ve ilişkilerin, olumlu ve güçlü olduğunu düşündürmektedir. Katılımcıların yer duygusu özellikleri ile özel yerler ve miras değeri değişkenleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmemesine rağmen, özellikle Van Kalesi, Akdamar Adası, Van Gölü çevresinin (örn: Edremit sahili) anket katılımcıları için hem kültürel peyzaj hem de özel yerler bakımından ilk sırada gelen yerler olması; bu peyzajların, Kent'te yaşayanların yer kimliği, yere işlevsel ve duygusal bağlılık özelliklerini önemli ölçüde olumlu etkilediğini düşündürmektedir. Öyle ki, Eisenhauer ve ark. (2000) ve Jorgensen ve Stedman (2001)'de de belirttiği gibi söz konusu alanların, rekreasyon ve öğrenme içerikli faaliyetlere imkân vererek, kullanıcılarının alanla ve genel olarak Van ile olumlu bilişsel, duygusal ve işlevsel bağlar kurmalarına katkı sağladığı söylenebilir. Bu bağlamda Van kültürel peyzajı; Dünya'yı görme ve yaşama biçimi farklı olan, geçmiş ve günümüzdeki sakinlerine ait değerlerin, doğal peyzaj ile etkileşim içinde tarihi katmanlaşması sonucu oluşmuş, kültürel bir yapıdır.

Bu yapıda kullanıcılarına birden fazla yararı aynı zamanda sağlayan Van Kalesi, Edremit ilçesi ve Akdamar Adası gibi önemli kültürel peyzajların, kullanım yoğunluğu ve sürdürülebilir olmayan yönetim uygulamaları nedeniyle, geleceğe bugünkü haliyle aktarılmasında riskler bulunmaktadır. Yetersiz koruma ve bakım uygulamaları, bu alanların sanatsal ve tarihi değerlerine, yerel yöneticiler ve yöre halkı tarafından gereken önemin verilmediğini göstermektedir. Bu durum; söz konusu kültürel peyzajların, mimari, sanatsal, tarihi ve mühendislik değerlerinin Van'ın mekânsal, mimari, sanatsal ve kültürel yapısına yansımamış olması ile de kendini göstermektedir. Tüm bunlar, Van peyzajının farklı dönemlerine ait somut ve soyut kültürel peyzaj değerlerinin günümüze aktarılmasında, etkileşim ve aktarım yetersizlikleri olduğuna işaret etmektedir. Bu bağlamda bugün Van kültürel peyzajı, aynı zamanda günümüzün doğal ve kültürel koşullarının etkisinde; baskı altında yaşayan bir sistemdir. Bu sistem Fairclough (2003)'te de belirtildiği gibi, kırsal alanlarda çok fazla işlev yüklenen ve daha çok bakım ve onarım faaliyetlerine ihtiyaç duyulan diğer peyzajlarla benzerlik göstermektedir.

Çalışma alanının soyut kültürel miras değerlerinden yöresel türküler/ağıtlar, Nara Özgünlük Bildirgesi (1994) ve UNESCO İnsanlığın Somut Olmayan Kültürel Mirasının Korunması Sözleşmesi'ne (2003) uygun olarak, halkın

katılımına imkân verecek biçimde, halkın görüşleri alınarak tanımlanmıştır. Bilinme ve önem verme bakımından ilk iki sırada gelen türkünün sözlerinde; dağ, deniz, kar, balık, bağ, süsen, sümbül, gül, Kale, Şamram gibi ifadelerin yer alması, Van'ın doğal özelliklerinin ve kültürel mirasının Kent'te yaşayanların düşünce ve duygu dünyalarında önemli bir yeri olduğunu akla getirmektedir. Yine bu sözler ayrıntılı olarak incelendiğinde; coğrafi olarak İran'a yakın olmanın, Erek Dağı'nın, sert kış koşullarının, Edremit'in, Van Kalesi'nin ve doğal değerlerin Van'ın ve katılımcıların kimliğinde önemli yeri olduğu görülmektedir. Vanlıyam Şanlıyam türküsünün nakaratlarında yer alan; "Men bu yurda bağlıyam" mısrası, türküyü bilen katılımcıların Van'a yüksek duygusal ve düşünsel bağlılığının bir göstergesidir. Buna rağmen, Van'a özgü 20'nin üstünde Türkçe ve Kürtçe türkü olmasına rağmen, çalışmada, anket katılımcılarının bunlardan sadece birkaçını bildiklerinin ya da hatırladıklarının tespit edilmiş olması, Van türkülerinin Kent'te yaşayanların soyut miras değerleri arasından çıktığını ya da bu riskle karşı karşıya olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, Van'ın soyut kültürel mirasının sözlü gelenekler ve anlatımlar yoluyla gelecek nesillere aktarılması sürecinde zayıflıklar yaşanabileceğini göstermektedir. Bu tür kayıpların önlenmesi için sadece belli başlı türkü ve/veya ağıtların paylaşımı yerine, bu kapsamdaki diğer öğelerin de güncel araçlarla ve kültürel tematik etkinliklerle ilde yaşayanlar ve ziyaretçiler ile paylaşılması gerekmektedir. Hatta bu soyut miras değerleri ile Kent ve yakın çevresindeki doğal ve kültürel miras alanların korunması ve yaşatılması birlikte ele alınmalıdır. Çünkü somut ve soyut mirasın, toplum için anlamının ve öneminin olabilmesi için toplumun, bu öğelerle ilişki kurması gerekmektedir. Bu bağlamda, Silverman ve Ruggles (2007) tarafından da belirtildiği gibi, kültürel peyzajın korunması ve geleceğe aktarılması için bir peyzajda kültürel miras öğelerinin bulunması yeterli değildir; bunların hatırlanması, yaşatılması ve kullanılması gerekmektedir.

Bu süreçte, sürdürülebilirliği benimseyen rekreasyon ve turizm alt yapı tesisi çalışmaları, Van kültürel peyzajının yönetiminde öncelikli çalışmalardan olmalıdır. Böylece somut ve soyut miras öğelerinin tanınırlığının artması ve potansiyellerinin gerçekleşmesi, yörede yaşayanların ve ziyaretçilerinin Van'la kurdukları bağları güçlendireceği gibi, Van kimliğinin güçlenmesini de destekleyecek ve uzun vadede, ilin ekonomik gelişmesine ve kültürel çeşitliliğinin korunmasına da katkı sağlayacaktır. Bu anlamda, Van kültürel peyzajının Tarihi Kent Peyzajı Tavsiyesi çerçevesinde yaşayan bir miras olarak sürdürülebilir yönetiminde, yerel yöneticilerden kanaat önderlerine, bilim ve sanat insanlarından, kent plancılarına ve peyzaj mimarlarına, yerel sivil toplum kuruluşlarından ve bireylere kadar geniş bir ilgi grubuna önemli sorumluluklar düşmektedir.

Kaynaklar

- Altman I, Low S (1992). Place attachment, New York. Plenum Press, 1992.
- Anonim (1972). Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. <http://whc.unesco.org/en/conventiontext/>. (Erişim tarihi: 1 Nisan 2017).
- Anonim (2016). The HUL Guidebook-Managing heritage in dynamic and constantly changing urban environments: A practical guide to UNESCO's Recommendation on the Historic Urban Landscape. <http://historicurbanlandscape.com/themes/196/userfiles/download/2016/6/7/wirey5prpznidqx.pdf>. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2018).
- Antrop M (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*. 70 (1-2): 21-34.
- Avrupa Komisyonu (2000). European Landscape Convention (ETS no. 176). <https://rm.coe.int/1680080621>. (Erisim tarihi: 5 Nisan 2017).
- Avrupa Komisyonu (2018). Faro Sözleşmesi. <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/faro-convention>. (Erişim tarihi: 07 Mayıs 2018).
- Bandarin F, Van Oers R (2014). Reconnecting the city: The historic urban landscape approach and the future of urban heritage. Hoboken: WileyBlackwell.
- Barnes T, Duncan J (1992). Writing Worlds: Discourse, text and Metaphor in The Representation of Landscape, Routledge, New York and London.
- Baylan E (2017). Kişisel fotoğraf arşivi.
- Bojorquez-Tapia LA, de la Cueva H, Diaz S, Melgarejo D, Alcantar G, Solares MJ, Grobet G, Cruz-Bello G (2004). Environmental conflicts and nature reserves: redesigning Sierra San Pedro Martir National Park, Mexico. *Biological Conservation*. 117:111-126.
- Bonaiuto M, Fornara F, Bonnes M (2006). Perceived residential environment quality in middle- and low-extension Italian cities. *European Review of Applied Psychology*. 56 (1): 23-34.
- Brown G (2004). Mapping Spatial Attributes in Survey Research for Natural Resource Management: Methods and Applications. *Society and Natural Resources*. 18: 17-39.
- Brown G, Raymond C (2007). The relationship between place attachment and landscape values: Toward mapping place attachment. *Applied geography*. 27(2): 89-111.
- Buchy M, Hoverman S (2000). Understanding public participation in forest planning: a review. *Forest Policy and Economics*. 1: 15-25.

- Cohen S (1995). Sounding out the City: Music and the Sensuous Production of Place. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 20 (4): 434- 446.
- Cosgrove DE (1984). *Social Formation and Symbolic Landscape*, Croom Helm. London.
- Dalgın M (2015). Van Kalesi ve eski Van şehri Unesco yolunda. <https://www.ilkha.com/haber/21800/van-kalesi-ve-eski-van-sehri-unesco-yolunda>. (Erişim tarihi: 20 Aralık 2018).
- Eisenhauer BW, Krannich RS, Blahna DJ (2000). Attachments to Special Places on Public Lands: An Analysis of Activities, Reason for Attachments, and Community Connections. *Society & Natural Resources*. 13 (5): 421-441.
- ESF (European Science Foundation) (2010). Landscape in a changing world: Bridging divides, integrating disciplines, serving society. *Science Policy Briefing* 41: 1–16. European Science Foundation, Strasbourg, Germany.
- Fairclough GJ (2003). Cultural landscape, sustainability and living with change. In: *Proceedings of the US/ICOMOS 4th International Symposium, 5–8 April 2001*. US/ICOMOS, Philadelphia, pp:23-46.
- Faro Convention (2005). Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society. Council of Europe Treaty Series- No. 199. <https://rm.coe.int/1680083746>. (Erişim tarihi: 07 Mayıs 2018).
- Fellman J, Getis A, Getis J (1990). *Human Geography: Landscapes of Human Activities*, Dubuque, IA: William C. Brown.
- Fowler PJ (2003). *World Heritage Cultural Landscapes 1992-2002*. UNESCO World Heritage Center, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000133121>. (Erişim tarihi: 07 Mayıs 2018).
- Gailing L (2012). Dimensions of the social construction of landscapes—Perspectives of new institutionalism, *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences—Section A: Humanities and Social Sciences*. 66 (3):195–205.
- Ginzarly M, Teller J (2018). Eliciting cultural heritage values: landscape preferences vs representative images of the city. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 8 (3):257-275.
- Greider T, Garkovich L (1994). Landscapes: the social construction of nature and the environment. *Rural Sociology*. 59: 1–24.
- Güler M, Ekinci Y (2010). Tarihi Çevre Korumanın Yönetel Boyutu ve Alan Yönetimi. *Çağdaş Yerel Yönetimler*. 19(3): 1-24.
- Jayaram, D. (2013). Heritage at Risk: Urban Encroachment: A Predicament to the History of the Walled city of Lahore. <https://www.cyark.org/about/heritage-at-risk-urban-encroachment>. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2018).
- Jorgensen BS, Stedman RC (2001). Sense of Place As An Attitude: Lakeshore Owners Attitudes Toward Their Properties. *Journal of Environmental Psychology*. 21: 233-248.
- Jorgensen SB, Stedman RC (2006). A comparative analysis of predictors of sense of place dimensions: Attachment to, dependence on, and identification with lakeshore properties. *Journal of Environmental Management*. 79: 316-327.
- Kılıç S (2006). Van 2006 Kültür ve Turizm Envanteri I. Tarihsel Değerler. Van Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. syf. 353. Van.
- Lewis P (1979). Axioms for Reading the Landscape: Some Guides for the American Scene, In: Meinig DW (ed.) *The Interpretation of Ordinary Landscapes: Geographical Essays*, Oxford: Oxford University Press.
- Meinig DW (1979). The beholding eye: Ten versions of the same scene, pp. 33-48, In: *The Interpretation of Ordinary Landscapes*, Meinig DW (ed.), Oxford.
- Naveh Z (1995). Interactions of landscapes and cultures. *Landscape and Urban Planning*. 32 (1), 43-54.
- Pinto-Correia T, Gustavsson R, Pirnat J (2006). Bridging the gap between centrally defined policies and local decisions—Towards more sensitive and creative rural landscape management. *Landscape Ecology*. 21(3): 333-346.
- Plieninger T, Bieling C (2012). *Resilience and the Cultural Landscape – Understanding and Managing Change in Human-Shaped Environments*, 1st ed., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Proshansky HM (1978). The City and Self-Identity. *Environment and Behavior*. 10: 147-169.
- Reed MS (2008). Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological conservation*. 141(10): 2417-2431.
- Ralph E (1976). *Place and Placelessness*, Pion, London.
- Rössler M (2006). World heritage cultural landscapes: a UNESCO flagship programme 1992–2006. *Landscape Research*. 31:333–353.
- Sauer CO (1925). *The morphology of landscape*, University of California Press, Berkeley, California, USA.
- Scannell L, Gifford R (2010). Defining place attachment: a tripartite organizing framework. *Journal of Environmental Psychology*. 30: 1–10.
- Silverman H, Ruggles DF (2007). *Cultural Heritage and Human Rights*, New York: Springer.
- Smith SJ (1994). Soundscape. *Area*. 26 (3): 232-240.
- Stephenson J (2008). The cultural values model: an integrated approach to values in landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 84: 127 139.

- Taylor K (2008) Landscape and Memory: cultural landscapes, intangible values and some thoughts on Asia. In: 16th ICOMOS General Assembly and International Symposium: 'Finding the spirit of place – between the tangible and the intangible', 29 sept – 4 oct 2008, Quebec, Canada.
- Taylor K, Lennon J (2011). Cultural landscapes: A bridge between culture and nature? *International Journal of Heritage Studies*.17(6): 537-554.
- Taylor K (2016). The Historic Urban Landscape paradigm and cities as cultural landscapes. Challenging orthodoxy in urban conservation. *Landscape Research*. 41(4): 471–480.
- Tengberg A, Fredholm S, Eliasson I, Knez I, Saltzman K, Wetterberg O (2012). Cultural ecosystem services provided by landscapes: assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*. 2: 14-26.
- Tuan YF (1977). *Sense and Place: The perspective of experience*, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Uğur A (2015). Müzik Coğrafyası: Türkülerdeki Coğrafya. *Bilig*. 74: 239-260
- UNESCO (2003) Somut Olmayan Kültürel Mirasın Korunması Sözleşmesi. <https://ich.unesco.org/doc/src/00009-TR-PDF.pdf>. (Erişim tarihi: 07 Mayıs 2018).
- UNESCO (2011). Recommendation on the Historic Urban Landscape, including a glossary of definitions. <http://portal.unesco.org>. (Erişim tarihi: 15 Aralık 2018).
- Van der Hoeven A (2018). Valuing urban heritage through participatory heritage websites: Citizen perceptions of historic urban landscapes. *Space and Culture*, 1–20.
- Williams, DR, Patterson ME, Roggenbuck JW, Watson AE (1992). Beyond the commodity metaphor: Examining emotional and symbolic attachment to place. *Leisure Sciences*. 14: 29-46.
- Wu T, Petriello MA (2011). Culture and biodiversity losses linked. *Letters to Science*. 331: 30.
- Zube EH (1987). Perceived land use patterns and landscape values”, *Landscape Ecology*. 1 (1): 37-45.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Modeling the Effects of Narrow Blade Geometry on Soil Failure Draught and Vertical Forces Using Discrete Element Method

Gholamhossein SHAHGOLI*¹, Naser KANYAWI¹, Davood KALANTARI²

¹Department of Biosystems Eng., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohagheh Ardaili, Iran

²Department of Mechanics of Biosystems Eng., Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

*corresponding author e mail: gshahgoli@yahoo.com

Abstract: In most earth moving machinery, such as bulldozers or tillage tools, the working tool is a tine. Thus, for tillage systems, accurate predicting of the forces acting on the tine is of prime importance to enhance their productivity. The initial conditions (i.e., blade geometry or soil type) and operating conditions (i.e., cutting speed and cutting depth) have been shown experimentally a great effect on machinery efficiency. Although experimental studies provide valuable information, they are expensive, time-consuming, and limited to certain cutting speeds and depths. Results obtained from experimental studies are also highly dependent on the accuracy of the measuring devices. However, with the increasing computational power and the development of more sophisticated mathematical models, numerical methods and in particular discrete element method (DEM) have shown great potential in analyzing the factors affecting soil-blade interaction. In this study, the effects of different rake angles, forward speed, working depth, and depth/width (d/w) ratio were investigated on a tine draught and vertical force using DEM modeling. Simulation results were also compared with the test results. It was found from the results that increasing travel velocity, tine rake angle, d/w ratio, and working depth increased draught and vertical force. Overall, based on the results of this study, DEM is able to predict soil reaction forces with an accuracy of more than 90%.

Keywords: DEM, Draught, Simulation, Tillage

Dar Kanat Geometrisinin Ayrık Eleman Yöntemi Kullanılarak Toprak Bozulma Derinliği ve Çekme Kuvveti Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi

Öz: Buldozerler veya toprak işleme araçları gibi çoğu toprak işleme makinesinde, çalışma aleti bir çatal dişidir. Bu nedenle toprak işleme sistemleri için, bıçak üzerinde etkili olan kuvvetlerin doğru tahmin edilmesi, üretkenliklerini arttırmak için çok önemlidir. Kesme hızı ve kesme derinliği gibi bıçak geometrisi veya toprak tipi ve çalışma koşulları gibi başlangıç koşulları deneysel olarak makine verimliliği üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Deneysel çalışmalar değerli bilgiler verir, ancak pahalı olabilir ve belirli kesme hızları ve derinlikleri ile sınırlı olabilir. Sonuçlar aynı zamanda ölçüm cihazlarının doğruluğuna oldukça bağlıdır. Ancak artan hesaplama gücü ve daha sofistike modellerin geliştirilmesinde, ayrık eleman analizi (AEA), toprak bıçağı etkileşimini etkileyen faktörleri analiz etmede daha fazla umut vermektedir. Bu çalışmada, farklı eğim açıları, ileri hız, çalışma derinliği ve derinlik/ sürat oranının, ayrı bir eleman yöntemi kullanılarak dik bir çekme ve düşey kuvvet üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sürüş hızı arttıkça tırmık açısı, d / w oranı ve çalışma derinliği çekme kuvvetinin arttığı görülmüştür. AEA, toprak reaksiyon kuvvetlerini bir diş üzerinde öngörebilir ve simülasyon ile deney sonuçları arasında iyi bir uyum bulunmuştur. Genel olarak, bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, AEA toprak reaksiyon kuvvetlerini % 90'dan fazla bir doğrulukla tahmin edebilir.

Anahtar kelimeler: AEA, Derinlik, Simülasyon, Toprak İşleme

Introduction

Soil-tillage has been a challenging issue for many researchers, developers, manufacturers, and farmers. The seed-embedding preparation, soil structure correction, and sub-soiling are of great importance for farmers. To decrease soil-tool energy requirement, special attention should be given to tillage management. Economic and environmental constraints force the farmers to use well-designed tools for soil-tillage. Soil cultivating process consumes more than half of the energy needed to grow agricultural products (Kushwaha and Zhang 1998). Understanding the interaction between the soil and tillage tool can help designers to increase the energy efficiency in tillage operation. Accurate simulation of the soil-blade

interaction can also reduce the need for cost in-situ tests. Moreover, by choosing the appropriate simulation model, the required time can be decreased for developing the proper model.

The dynamic interaction happening in the soil-tillage process includes a high amount of plastic deformation and soil failure due to the soil flow. The soil-tool interaction associated with various parameters, such as the soil failure profile, soil resistance, soil lifting on the device, the soil flow, and its cracking, is a complicated phenomenon. In this connection, developing a numerical model will help researchers to observe how the soil resistance changes under different rake angles, traveling speeds, depths, and widths of the tilling tool.

Almost 40 years ago, Gill and Vanden Berg (1968) stated that the performance of a specific tillage tool could not be calculated. This comment still is true on the final soil condition. However, today much information about the methods used to measure reaction forces on the tillage tools is available. Although prediction accuracy of analytical and experimental methods in predicting the soil-tool interaction is acceptable, these methods can be used for simple tools. Some numerical theories, such as the finite element method (FEM) or computational fluid dynamics (CFD), have been used in this regard. However, due to the continuity hypothesis of these methods, none of these methods can predict changes in soil structure such as the creation of crack on soil and soil flow in the border region between the tool and soil particles (Shmulevich et al. 2007).

Discrete element method (DEM) is a discrete numerical approach capable of examining the granular and distinct materials. In this method, objects are considered as discrete elements and the mechanical relations between them are determined by the normal and shear spring constants and by the friction parameters. This approach is based on the laws of physics and the element displacements are given by the equations of motion. The elements transfer the inserted force of tilling time to the neighboring elements. The tangential force is applied by the relative displacement and relative velocity of the elements. It has been supposed that overlapping occurs between the elements and the interface forces are calculated accordingly. In order to find the equation of motion, it is needed to approximate the forces on the elements. In this method, the active forces of each element on the others are simulated using a vibratory model system (Khot et al. 2007).

Modeling of the interaction between soil and tillage tool is a complex process. Granular materials were modeled using the DEM (Cundall and Struck, 1979), as a suitable tool for simulating soil-tool interaction. Nonlinear soil behavior and soil-tool interactions can be simulated and optimization of tillage equipment can be carried out using DEM. Over the past 10 years, many studies have shown the potential of this DEM method for simulation the interaction between soil and tillage tools.

According to Mak et al. (2012), the existing studies on DEM models are for cohesionless soils and do not discuss the selections and calibrations of model parameters. They developed a soil-tool interaction model using a commercial DEM software, Particle Flow Code in Three Dimensions (PFC3D). In the model, soil particles were defined with the basic PFC3D model particles, which consisted of balls with cohesive bonds between balls. The model parameters including bond normal and shear strengths were determined based on intrinsic stresses of soil. The most sensitive model parameter, ball normal stiffness, was calibrated for two contrast soils: coarse and fine soils. The calibrations were performed through comparing the draught forces of a simple soil-engaging tool simulated with the PFC3D soil-tool interaction model and those estimated with the Universal Earthmoving Equation.

Sun et al. (2018) applied a bionic design method to reduce subsoiler energy consumption and soil disturbance. The bionic structural elements, including a triangular prism (BTP) and partial circular column (BPCC), were inspired by the placoid scale rib structure of shark skin. These elements were then applied to the subsoiler to reduce energy consumption. Six types of bionic subsoilers were designed. The DEM was used to simulate and analyze the interactions of the bionic subsoilers and an ordinary subsoiler (O-S) with the soil. The results showed that bionic subsoilers with a shank and BTP in the horizontal direction of motion (S-T-H) and tines with the BTP parallel to the centerline (T-T) had lower draft requirements and energy consumption than the other designs. The draft requirements and energy consumption of S-T-H subsoilers with different height-to-lateral-rib-spacing (h/s) ratios were then compared. The subsoiler with a bionic element h/s of 0.57 (S-T-H-0.57) had a lower draft requirement (1292.59 N) and a lower total energy requirement (23.48 J) than the other designs.

In this study, the effects of the blade rake angle, traveling speed, depth and width of the blade, and slenderness ratio (the ratio of depth to the width of the blade) on the draught and vertical forces were analyzed by DEM using PFC3D software.

The main goals of this paper were as follows:

1. Modeling the soil- blade interaction using DEM
2. Analyzing the effects of forward speed, working depth and the width of the blade on the draught and vertical force

Materials and Methods

Experiments were conducted in a loam soil with a content of 25% clay, 29.34% silt, and 45.66% sand. The tests were conducted using an MF285 tractor equipped with single rear wheels (18.4R30 radial-ply) and a weight of 1694 kg on the rear axle. The inflation pressure of the rear wheel was 100 kPa during all tests. Experimental runs were randomized and blocked to control variation. To do so, treatments at three replications were arranged in a complete randomized block design. Minitab 2017 software was used to analyze the data. To determine the effect of depth on the draught and vertical forces, field trials were conducted at four different depths of 50, 100, 150, and 200 mm. In order to investigate the effect of depth to width (d/w) ratio on tillage forces, a 90° rake angle blade with d/w ratios of 1, 2, 3, and 4 was modeled (at 50 mm operation depth). For evaluating the effect of rake angle on tillage forces, four different rake angles of 22.5, 45, 67.5, 90, and 112.5° in the constant working depth of 150 mm were examined. A 1 m long and with different width were used in trials. Tine was mounted on a chassis equipped with 2 wheels to control working depth (Fig. 1).



Figure 1. The tine was used in trials (left). The tractor and chassis combination during field trial.

A three-point hitch dynamometer was used to measure required draught and vertical forces (Fig. 2). The dynamometer consists of three octagonal rings, each having eight resistance strain gauges. Draught and vertical forces for the total of three horizontal and vertical forces were measured by three octagonal rings.

The Hertz contact model is a nonlinear contact formulation based on an approximation of the theory of Mindlin and Deresiewicz (1953) and described in Cundall (1988). For Hertz contact, the parameters k_n and k_s are ignored. Instead, the model is defined by the following two parameters: shear modulus (G) and Poisson's ratio (ν) of the two contacting particles.



Figure 2. Three-point hitch dynamometer was used to measure draught and vertical force.

Simulation was developed using 3 dimensional particle flow code (PFC3D) created by ITASCA Company. Considered soil in this research was loam and linear contact model and hertz contact theory was used for its simulation. The contact

stiffnesses relate the contact forces and relative displacements in the normal and shear directions via Eqs. 1 and 2. The total normal force (F_i^n) and the total normal deformation (U^n) are expressed Eq. 1. Then normal stiffness is a secant Stiffness. The shear stiffness is a tangent stiffness (Eq. 2), since it relates the increment of shear force (ΔF_i^s) to the increment of shear displacement ($k^s \Delta U_i^s$).

$$F_i^n = K^n U^n n_i \quad (1)$$

$$\Delta F_i^s = -k^s \Delta U_i^s \quad (2)$$

The linear contact model is defined by the normal and shear stiffnesses k_n and k_s [force/displacement] of the two contacting entities. The contact stiffnesses for the linear contact model are computed assuming that the stiffnesses of the two contacting entities act in series. The contact normal secant stiffness is given by:

$$K^n = \frac{k_n^{[A]} k_n^{[B]}}{k_n^{[A]} + k_n^{[B]}} \quad (3)$$

and the contact shear tangent stiffness is determined using Eq. 4:

$$k^s = \frac{k_s^{[A]} k_s^{[B]}}{k_s^{[A]} + k_s^{[B]}} \quad (4)$$

Where the superscripts [A] and [B] denote the two entities in contact.

The Hertz contact model is a nonlinear contact formulation based on an approximation of the theory of Mindlin and Deresiewicz (1953) and described in Cundall (1988). For Hertz contact, the parameters k_n and k_s are ignored. Instead the model is defined by the following two parameters: shear modulus G (stress] and Poisson's ratio ν of the two contacting particle.

The required model parameters included normal and shear stiffness coefficients, the friction coefficient between particles, Poisson's ratio, elasticity modulus, and density of the soil. Time step was adjusted automatically by software. Due to computational restrictions, particles sizes were three times greater than real soil particles (Ting et al. 1989). Therefore, soil parameters were calibrated appropriately based on soil particles size. For the calibration of required parameters, direct shear was conducted. The internal friction angle and simulation particle adhesion were calibrated by direct shear testing simulation. The modeling box included a top piece and a lower piece, each with a height of 100 mm. The movement of the upper piece of the box was controlled so that a steady vertical force could be applied to the whole set of particles in the simulation. Vertical forces on the particle were thousands of times of actual shear test so that the same stresses could be achieved. The vertical stresses used were 27.5, 55.3, and 82.6 kPa, respectively. The lower piece of the box was moved at a constant speed of 1.5 mm/s to cut the particle set. The simulation cutting speed was also 10 times faster, so the simulation time was 100 times faster than the shear test speed. Then, the forces on the lower piece were measured to measure the maximum shear stress in the particle set. The friction coefficient of particles, particle size, and bond strengths were adjusted to achieve the friction angle and adhesion similar to that of the actual shear test. Table 1 shows soil parameters were used for simulation.

Table1. Input parameters used for simulation

Parameters	Parameters value
Normal spring constant (Kn)	1e8(N/m)
Tangential spring constant (Ks)	1e8(N/m)
Bulk density of particles	3000(kg/m ³)
Particles radius	0.01-0.015(m)
Friction coefficient	0.5
Gravity	9.81(m/s ²)

Soil box length, width and height were 2, 0.5 and 1 m, respectively (Fig. 3). It was filled with sphere balls up to height of 60 cm. Blade was created using wall function by PFC3D. Fig. 4 shows as blade cutting soil and how cracks were created.

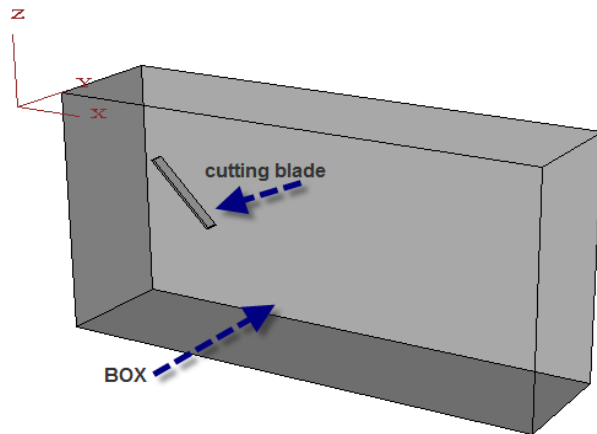


Figure 3. Soil box and blade inside box.

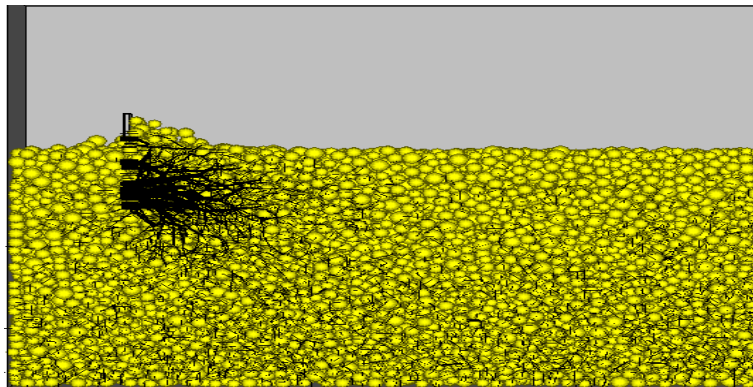


Figure 4. Soil cutting and cracks creation inside soil.

Results and discussion

Table 2 shows statistical variance analysis (Anova) results of the effect of tine depth, its rake angle and d/w ratio of draught requirement were measured by conducting field experiments. Effects of the three main factors at the 1% level on tine's draught changes were significant.

Table 2. Anova statistics for the effect of depth, rake angle and d/w ratio on draught requirement

Factor	DOF (degree of freedom)	Sum of squares	Mean square	F
Block	2	0.03	0.015	2.11 ^{ns}
depth	3	22.813	7.6	1070.42**
Error	6	0.043	0.0071	
Total	11	22.88		
Block	3	0.056	0.028	2.74 ^{ns}
Rake angle	4	16.27	4.068	398.82**
Error	8	0.082	0.0102	
Total	14	16.35		
Block	2	0.008	0.0044	0.66 ^{ns}
d/w ratio	3	28.55	9.518	1416.57**
Error	6	0.0403	0.0067	
Total	11	28.6		

** Highly significant ($p < 1\%$), ns= not significant

The effect of tine depth, its rake angle and d/w ratio on the vertical force of tine was presented in Table 3. All of them showed significant effect on the vertical force.

Table 3. Anova statistics for the effect of rake angle on vertical force

Factor	DOF (degree of freedom)	Sum of squares	Mean square	F
Block	2	0.018	0.0092	1.17 ^{ns}
Rake angle	4	7.44	1.86	234.82 ^{**}
Error	8	0.063	0.0079	
Total	14	7.52		
Block	2	0.001	0.0005	12.5 ^{**}
d/w ratio	3	2.77	0.926	23150 ^{**}
Error	6	0.00024	0.00004	
Total	11	2.77		
Block	2	0.0025	0.00125	5.34 ^{ns}
depth	3	1.597	0.532	2265.3 ^{**}
Error	6	0.0014	0.00023	
Total	11	1.6		

** Highly significant ($p < 1\%$), ns= not significant.

The effect of depth on draught force is presented in Fig. 4. Both simulation and experimental results showed that with increasing the depth both vertical and draught forces increased. Draught force was increased with depth increment due to the increase in soil density and surcharges, leading to the increase in soil-tool friction and cohesion. Other researchers showed that the draught force was the second-order function of the depth (Owen 1989). Based on Mckey's and Ali (1997) equation for narrow tools, the required draught is a second-order function of depth. The difference between the discrete element predictions using spherical particles and experimental results can be due to greater rolling resistance between model particles in comparison with the actual behavior of soil, soil particles size (considered larger than the actual value), and considered soil parameters which were different than real soil parameters due to lack of calibration.

Rake angle is an important tool geometry factor significantly affecting tool draught and vertical force requirements. This parameter is defined as the angle contained between the tool travel direction (traditionally draught) and the active tool face (Payne and Tanner 1959; Freitag 1988). These works and other ones (Söhne 1956; Dransfield et al. 1964) highlighted that the optimum rake angle values for minimum draught are within the range of 20 to 30° (Fig. 6). Draught and vertical forces requirement increased with tine rake angle increment. As illustrated in Fig. 6, soil vertical force on tine increased with increasing tine rake angle. A good correlation between the experimental and simulation results was found for the effect of the rake angle on draught and a vertical force (Fig. 6). The draught force is not minimum at rake angles less than this range (20-25°) due to a gradually overriding effect of increased soil/tool interface area with its associated adhesive and frictional forces, and the practical issues associated with significant cutting edge thickness at low rake angles inducing soil compaction (Fielke, 1996 and 1999). A 5-fold increase in draught requirement was reported by Payne and Tanner (1959) over the 20° to 160° rake angle range.

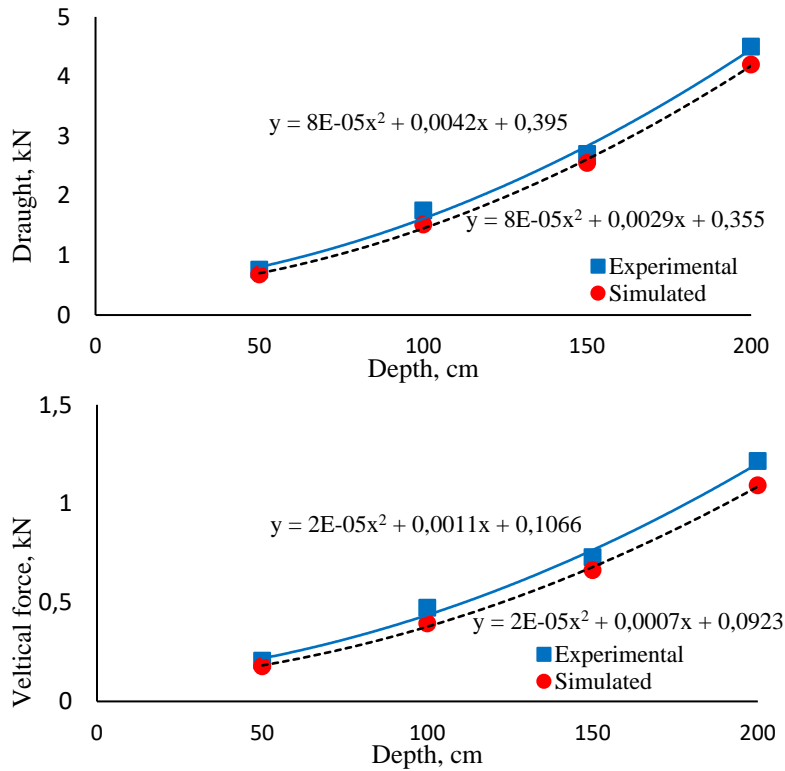


Figure 4. Draught and vertical force vs. working depth.

Fig. 5 shows that with increasing d/w ratio draught and vertical force increased and DEM simulation confirmed this.

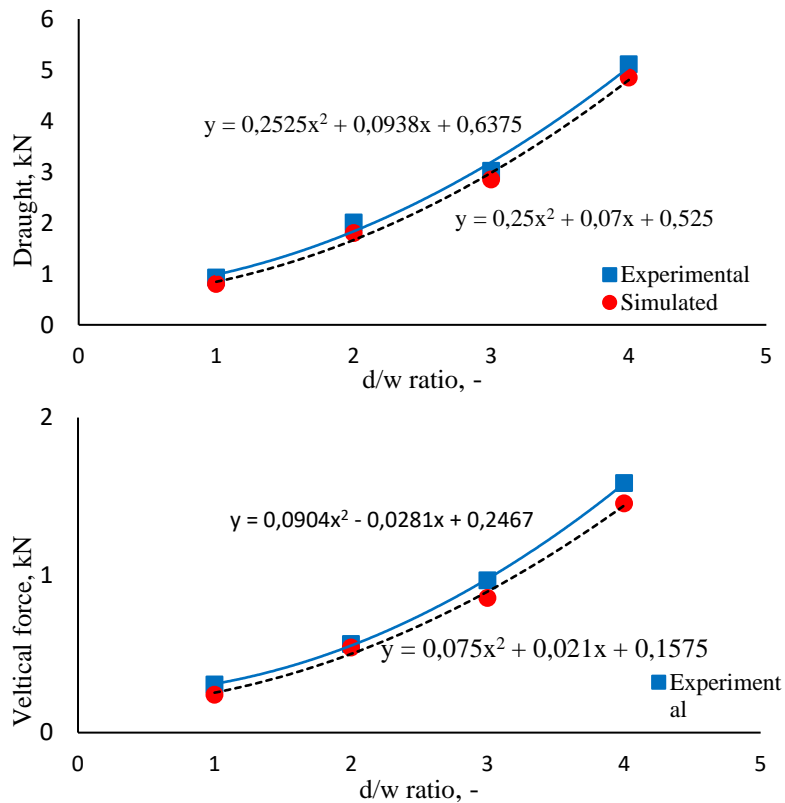


Figure 5. The effect of (depth/width) ratio on draught and vertical force.

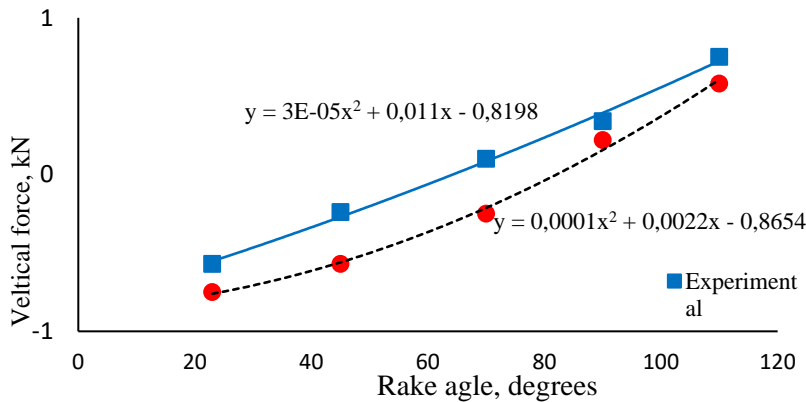
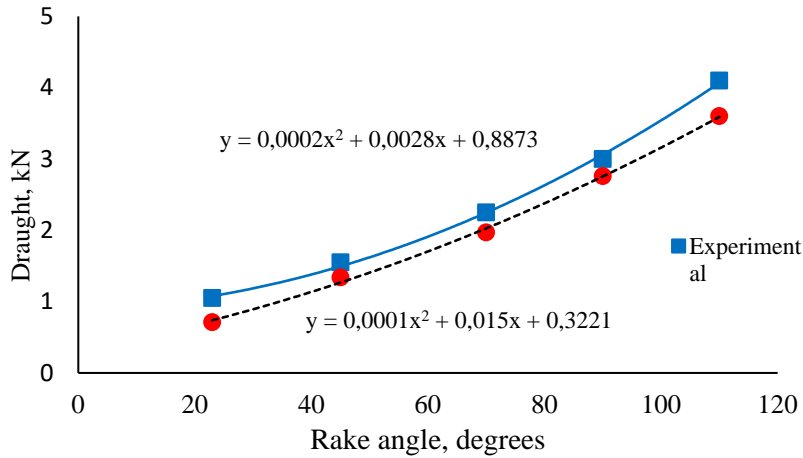


Figure 6. The effect of blade rake angle on draught and vertical force.

Fig. 7 declares that there was good agreement between simulation and experimental results for draught requirement.

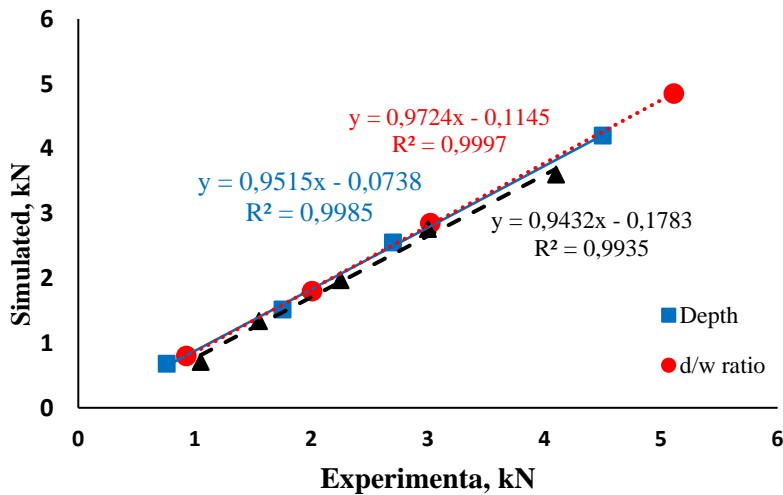


Figure 7. Correlation regression between experimental and simulated results for depth, d/w ratio and rake angle effects on draught.

Good correlation between the experimental and simulation results was found for the effect of the depth, d/w ratio and rake angle vertical force (Fig. 8).

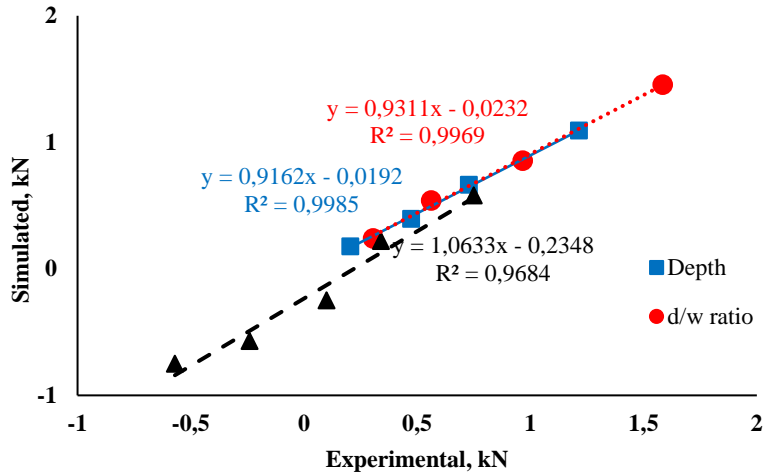


Figure 8. Correlation regression between experimental and simulated results for (d/w) ratio effects on draught force

Simulation and results showed that increasing the tine forward speed increased the draught and vertical force (Fig. 9). Most of the previous studies have shown that forward speed is an important factor in increasing draught force. Söhne (1956) found that the draught force was a function of soil acceleration and consequently acceleration is proportional to the square of velocity. On the other hand, different results about draught force versus velocity can be found in the literature. This difference can be attributed to the different field conditions and the type of tillage tool used in the studies. Owen (1989) found that draught force increase is a quadratic function of velocity; however, Summers et al. (1986) reported a linear relationship between them.

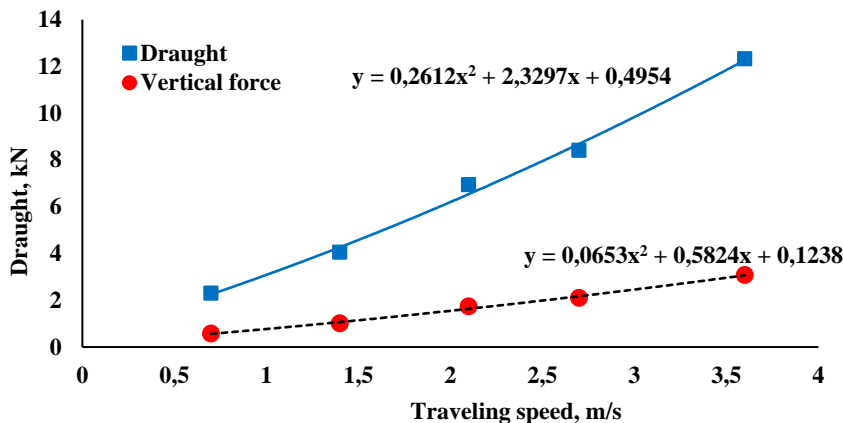


Figure 9. The effect of traveling speed on Draught force.

Conclusion

In this study, the DEM simulation of soil-tine interaction was carried out using a linear contact model. The results of the study showed that DEM could predict the dynamic behavior of granular materials like soil. DEM is able to predict draught and vertical forces on tine at different forward speeds, rake angles, d/w ratios, and depths and good correlation was found between DEM predicted and experimental data. Draught requirement and vertical force on the tine increased with the increase of rake angle. It was also found that increasing d/w ratio increases draught force.

The difference between DEM results using spherical particles and experimental results can be explained by the greater rolling resistance between modeled particles compared with the actual particles of soil, as the soil particles size was greater than the actual particles of the soil

References

- Cundall PA, Strack ODL (1979). A discrete numerical model for granular assemblies. *J. of Geotech.* 29 (1): 47–65.
- Dransfield P, Willat ST, Willis AH (1964). Soil-implement reaction experienced with simple tines at various angles of attack. *J. of Agric. Eng. Res.* 9(3):220-224.
- Fielke J M (1996). Interactions of the cutting edge of tillage implements with soil. *J. of Agri. Eng. Res.* 63, 61-72.
- Fielke J M (1999). Finite element modeling of the interaction of the cutting edge of tillage implements with soil. *J. of Agri. Eng. Res.* 74: 91-101.
- Freitag DR (1988). Principles of soil cutting and excavation: A review of Russian literature. *Trans. ASAE Technical Paper 880812.* Society of Automotive Engineers, Inc. NY, USA. 13p.
- Gill WR, Vanden Berg GE (1968). Assessment of the dynamic Properties of soils. Chapter 3 in soil dynamics in tillage and traction. *Agriculture Handbook No. 316*, pp. 55-116. Washington, D.C.:U.S. Government Printing Office.
- Godwin R J (200). A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil and Tillage Res.* 97:331-340.
- Khot L R, Salokhe V M, Jayasuriya HPW, Nakashima H (2007). Experimental validation of distinct element simulation for dynamic wheel-soil interaction. *J. of Terramech.* 44(6): 429-437.
- Kushwaha RL and Zhang ZX (1998). Evaluation of factors and current approaches related to computerized design of tillage tools: a review. *J. of Terramech.* 35.2: 69-86.
- Mak J, Chen Y, Sadek MA (2012). Determining parameters of a discrete element model for soil–tool interaction. *Soil and Tillage Res.* 118: 117-122.
- McKeys E, Ali OS (197). The cutting of soil by narrow blades. *J. of Terramech.* 14(2): 43-58.
- Owen GT (1989). Subsoiling forces and tool speed in compact soils. *Can. Agric. Eng.* 31: 15-20.
- Payne PCJ, Tanner DW (1989). The relationship between rake angle and the performance of simple cultivation implements. *J. of Agric. Eng. Res.* 4: 312-325.
- Shmulevich I, Asaf Z, Rubinstein D (2007). Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method. *Soil and Tillage Res.* 97: 37-50.
- Summers JO, Khalilian A, Batchelder DG (1986). Draft relationships for primary tillage in Oklahoma soils. *Trans. ASAE.* 29 (1). 37 - 39.
- Sun J, Wang Y, Maa Y, Tonga J, Zhijun Z (2018). DEM simulation of bionic subsoilers (tillage depth >40 cm) with drag reduction and lower soil disturbance characteristics. *Adv Eng Softw.* 119:30-37.
- Söhne W (1956). Some basic considerations of soil mechanics applied to agricultural engineering [Einige Grundlagen für eine Landtechnische Bodenmechanik]. *NIAE Translation 53*, NIAE, Silsoe, Bedford UK [Grundl. Landtech., 7, p.11].
- Ting JM, Corkum BT, Kauffman CR, Greco C (1989). Discrete numerical-model for soil mechanics. *J. of Geotech. Eng.-ASCE.* 115(3): 379-398.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Insect Pests Complex of Common Sage (*Salvia officinalis* L.) (Lamiaceae) and Their Natural Enemies

Agustin ZARKANI^{1,2*}, Ferit TURANLI²

¹Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu, 383711, Bengkulu, Indonesia

²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Izmir, Turkey

*e-mail: agustinzarkani@unib.ac.id, Tel.: +62-736-21170, ext. 270

Abstract: Common sage, *Salvia officinalis* L., (Lamiaceae) has been economically cultivated in many countries due to its widely used as food and medicines. The sage's production, however, is still facing significant yield losses because of insect pest attacks including other arthropods. This research is aimed to determine insect pests of *S. officinalis* and their natural enemies. Insect species were collected in a year 2016 in the sage fields at Bornova and Menemen, Izmir-Turkey. In total 47 species consisted of 18 insect pests and 29 natural enemies belonging to 30 families in 11 insect orders were collected. The species namely *Aphis passeriniana* (Del Guercio) and *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hem.: Aphididae); *Dysmicoccus angustifrons* (Hall) (Hem.: Pseudococcidae); *Eupteryx gyaurdagicus* Dlabola and *Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis* (Mulsant & Rey) (Hem: Cicadellidae); *Chrysolina (Taeniochrysea) americana* (L.) (Col.: Chrysomelidae) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thy.: Thripidae) were determined as key insect pests. *M. stigmatipennis* (Mulsant & Rey) was a new pest hosting for common sage whilst *E. elegans* (Ferrari) and *D. angustifrons* (Hall) were known as the new species recorded for Izmir province. In addition, the natural enemies of key insect pest were determined and discussed.

Keywords: Key insect pest, Natural enemy, Sage plant, *Salvia officinalis*

Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) (Lamiaceae) 'nda Zararlı Böcekler ve Doğal Düşmanları ile Etkileşimleri

Öz: Adaçayı, *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) gıda ve ilaç sanayiinde yaygın olarak kullanıldığı için birçok ülkede ekonomik olarak yetiştirilmektedir. Bununla birlikte adaçayı üretimi böcekler ve diğer eklembacaklılar da dahil olmak üzere birçok zararlı türünden etkilenmektedir. Bu çalışma, *S. officinalis* üzerindeki zararlı ve yararlı böcek türlerini ortaya koymak üzere 2016 yılı üretim sezonu boyunca Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü (Bornova) deneme alanlarında ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Menemen) deneme alanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca *S. officinalis* üzerinde 11 ayrı takıma ait 30 familyaya bağlı 47 böcek türü saptanmıştır. Bu türlerden 18'i zararlı ve 29 tür doğal düşman olarak gruplandırılmıştır. Zararlı böceklerden Hemiptera takımına bağlı *Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis* (Mulsant & Rey), *Eupteryx gyaurdagicus* Dlabola (Cicadellidae), *Aphis passeriniana* (Del Guercio) ve *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Aphididae), *Dysmicoccus angustifrons* (Hall) (Pseudococcidae); Coleoptera takımından, *Chrysolina (Taeniochrysea) americana* (L.) (Chrysomelidae) ve Thysanoptera takımından *Thrips tabaci* Lindeman (Thripidae) adaçayı üzerinde en yoğun olarak görülen zararlı türler olarak saptanmıştır. Bu çalışma ile *M. stigmatipennis* (Mulsant & Rey) türünün ilk kez *S. officinalis* üzerinde beslendiği ve konukçusu olduğu saptanmıştır. Ayrıca, *D. angustifrons* (Hall) ve *E. elegans* (Ferrari)'ın ise İzmir'de bulunduğu ilk kez ortaya konulmuştur. Ek olarak, zararlı böceklerin doğal düşmanları belirlenmiş ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zararlı böcekler, Doğal düşman, Adaçayı, *Salvia officinalis*

Introduction

The most representative species within the genus *Salvia* Linnaeus (Lamiaceae) is common sage, *Salvia officinalis* L. (Fu et al. 2013). The plant has been credited with a long list of food and medicinal uses (Grieve and Leyel 1992; Tosun et al. 2014). In Turkey, common sage is almost naturally distributed while the big plantations have been started by private companies in recent years (Bayram and Sönmez 2006). Nowadays, the sage production has been tending to increase gradually (Karabacak et al. 2009; Celep et al. 2010). The previous records showed that the worldwide production equalled 1.771 tons of sage in 2012 which Turkey has been one of the world's leading sage producers. It was one of most important medicinal and aromatic plants exports and, in 2013, 1.416 tons were exported with a market value of about 6.3 million USD (Arslan et al. 2015).

Whilst the sage's plant is a leading agricultural sector in the world, the yield is still not quite stable (Bazina 2015). The sage cultivations face unpredictable productions because of insect pests (CABI 2005). For last decades, the exploration of sage plants just focused on genetic variability, chemical contains, and their utilities in agriculture as well as in medical sectors (Mohammad 2011). Many studies result in various technologies to produce good quality of essential oil contents and encouraged several techniques to achieve a high quantity of productions (Lakušić et al. 2013; Bazina 2015), but very few study in faunal diversity associated with sage plant especially insect species. Corsi and Bottega (1999) observed that *Aphis passeriana* (Del Guercio) (Hem.: Aphididae) and *Eupteryx zelleri* (Kirschbaum) (Hem.: Cicadellidae) was living on common sage and CABI (2005) reported *Eupteryx melissae* Curtis (Hem.: Cicadellidae) as a main pest on sage in New Zealand. In addition insect pests such as *Aleurodicus dispersus* Russell (Hem.: Aleyrodidae), *Aonidomytilus albus* (Cockerell) (Hem.: Diaspididae), *Chrysodeixis eriosoma* Doubleday and *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lep.: Noctuidae), *Coccus hesperidum* L. (Hem.: Coccidae), *Eupteryx atropunctata* Goeze (Hem.: Cicadellidae), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thy.: Thripidae), *Liriomyza trifolii* Burgess in Comstock (Dip.: Agromyzidae) and *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel and Miller (Hem.: Pseudococcidae) were recorded on *Salvia*. Blackman and Eastop (2006) described nine aphid species living on common sage, i.e. *Eucarazzia elegans* (Ferrari), *Aphis craccivora* Koch, *A. passeriniana* (Del Guercio), *A. fabae* Scopoli, *A. salviae* Walker, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Brachycaudus cardui* (Linneus), *B. helichrysi* (Kaltenbach), and *Myzus ornatus* (Laing) (Hem.: Aphididae).

This research determined insects attacking *S. officinalis* and their natural enemies in order to understand the pest species and their natural enemy complex. The timing of crop infestation by these insects and the key damage periods was also investigated. Early detecting insect populations and their diversities in the field habitat serve as a first step strategy toward integrated pest management on commercial sage plantings.

Materials and Methods

Sample and sampling methods

The insects living on common sage, *S. officinalis* were performed for a period of January to December 2016 with average minimum and maximum temperature of 9°C and 32°C, respectively. The investigations of insect pest were conducted in 2 ha sage's planting areas in the experimental farms of the Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Ege University, Bornova and Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, Izmir-Turkey. The sage plants were two-years-old cultivated organically without pesticide treatments. A total 50 blocks (3×4 m) from the two plantings were monitored using the incident random sampling. Insect diversity and population were recorded fortnightly on five selected point samplings each 0.5 × 0.5 meter square with X shaped routes in each block. The proportion of plants infested in a total population were calculated to measure the incidence rate of insect pests.

Observation, collection and preparation of the specimens

Observations were set up on the selected plant samplings which insect pests observed directly or using a loupe. In general, insect populations were calculated by counting the clumps one by one. Small flying insects on plants were collected using a 30 cm diameter sweep-net, taking 10 (back-forth) sweep samples per block. The natural enemies classified by direct observation in the field and parasitized-preyed test in the laboratory. Percent parasitism was calculated by comparing the number of parasitized insects to the total number of live and parasitized insects collected. Sampling took place between 09:00 a.m. and 05:00 p.m. to account for insect movement. All specimens preserved in the 70% alcohol or dried preserved by drying using a preheated oven at 60°C. For small insects such as thrips, aphids and scale insects preparing the slide preparations refers to the Borror et al. (1981) Martin (1983), and Kosztarab and Kozár (1988), respectively.

Identification of insect pests and their natural enemies

The insect specimens were identified using the insect identification keys provided by Borror et al. (1981), Goulet et al. (1993), CABI (2005) and Speight and Sarthou (2011). Diagnosis of aphids species were supervised by Dr. Işıl Özdemir (Central Plant Protection Research Institute, Ankara). Leafhopper species were determined by Prof. Dr. Hüseyin Başpınar (Adnan Menderes University, Aydın) and a mealybug species was carried out by Prof. Dr. M. Bora Kaydan (Çukurova University, Adana). Species of Coccinellidae, Thripidae, Miridae and Braconidae were identified by Prof. Dr. Zeynep Yoldaş (Ege University, Izmir), Dr. Tülin Kılıç (Bornova Plant Protection Research Institute, Izmir), Dr. Gülten Yazıcı (Central Plant Protection Research Institute, Ankara) and Dr. Serdar Akar (Trakya University, Edirne), respectively.

Results and Discussion

Insects complex of Salvia officinalis L.

In total, 47 insect species belonging to 11 orders and 30 families found on *S. officinalis* were collected from two locations, Bornova and Menemen, during the growing season in 2016 (Table 1). Eighteen insect pests and 29 natural enemies were determined complexing of common sage plants. Among insect pests, seven species namely *Aphis passeriniana* (Del Guercio), *Chrysolina (Taeniochrysea) americana* (L.), *Dysmicoccus angustifrons* (Hall), *Eucarazzia elegans* (Ferrari), *Eupteryx gyaurdagicus* Dlabola, *Micanulina (Mulsantina) stigmatipennis* (Mulsant & Rey) and *Thrips tabaci* Lindeman were determined feed on sage plants constantly. It is also recorded that a few number of grasshoppers, moths and leaf bugs attacking common sage randomly. Most of the insect pests were sap-sucking insects belonging to family Aphididae, Cicadellidae, Pseudococcidae, Cercopidae and Thripidae, whereas the remaining insect pests were leaf-chewing insects family of Chrysomelidae, Noctuidae and some families from Orthoptera.

The two highest incidence rate of plant plots were 52% and 46% belonging to species from Cicadellidae and Aphididae families, respectively (Table 2). These rates revealed the proportion of pest-attacked plants in a population undeliberating the lightness and weight of injuries. In Cicadellidae family, *M. stigmatipennis* and *E. gyaurdagicus* were dominant insect species attack on leaves. Both populations were found increasing directly aligned the increasing temperature in the early summer and achieving the highest incident rate in the mid-summer. Even in the winter both species still well-existed jumping within the plants and sunbathing on the leaves. This result was consistent with the reporting of Guistina et al. (1989) stated leafhoppers were mostly developed in temperate regions.

Moreover, in Aphididae, *A. passeriniana* and *E. elegans* populations started to build up at the end of winter and increased constantly towards the onset of spring and then decrease regularly when the temperature becomes higher in summer or lower in winter. The mint aphid, *E. elegans* tended to develop earlier in 1-2 weeks before than *A. passeriniana*. Generally, the insect population rates are positively correlated with plant growth rates in which the aphid species preferred to attack the young parts of the plant (Döring 2014). Here, it was clear that the older plant in growing season with slow-growing young leaves automatically resulted in a low incidence rate of pests. Importantly, *A. passeriniana* affects the shoots and young leaves while *E. elegans* infests the old leaves. Even though both species have a different niche, in some cases it would be overlap, especially in outbreak conditions.

Time related-developing insect pest on *S. officinalis* was described that the mint aphid *E. elegans* occurred earlier in late February to mid-April during the growing season (Figure 1). Furthermore, *A. passeriniana*, *C. americana* and *T. tabaci* occurred later in the early growing season during April to June and were more likely to affect young leaves, buds, flower, seed fill and seed quality. *D. angustifrons*, *M. stigmatipennis* and *E. gyaurdagicus* were mostly developed in mid-summer to winter and attacked the leaves and leaf pockets. In addition, the only beetle *C. americana* was found in aestivation stage along summer and becoming active until the first of autumn. The differential timing attack and niche is a kind of insect strategies to avoid competitors in term of surviving in the ecosystem of which species competing for habitat, food resources or hosting sites tend to partition thermal gradients, time of day, host species, host size classes and others (Brabec et al. 2014).

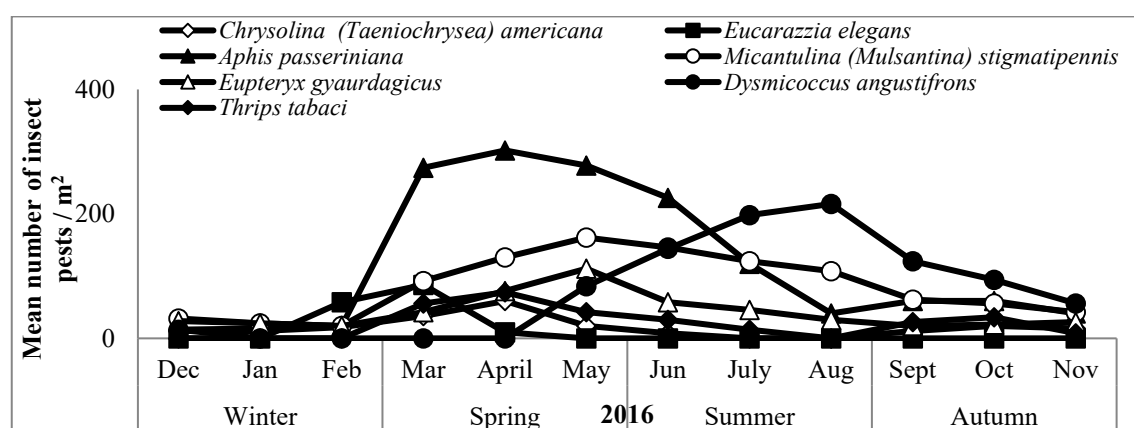
Table 1. A list of insect pests and natural enemies complexing of *Salvia officinalis* L. collected at Bornova and Menemen, Izmir-Turkey in 2016. Legend: *first record from Izmir province. **New hosting on sage plant

Ordo	Family	Species	Category	
Coleoptera	Cantharidae	<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli)*	Predator	
		<i>Rhagonycha nigritarsis</i> Brulle	Predator	
	Chrysomelidae	<i>Chrysolina (Taeniochrysea) americana</i> (L.)	Herbivore	
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	Predator	
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)	Predator	
		<i>Adalia bipunctata</i> (L.)	Predator	
		<i>Scymnus frontalis</i> (Fabricius)	Predator	
		<i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze)	Predator	
		<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant	Predator	
	Staphylinidae	<i>Creophilus maxillosus</i> (L.)	Predator	
Dictyoptera	Mantidae	<i>Ameles heldreichi</i> Brunner von Wattenwyl	Predator	
Diptera	Asilidae	<i>Machimus annulipes</i> (Brulle)	Predator	
	Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Rondani)	Predator	
	Shyrphidae	<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	Predator	
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Syrphus vitripennis</i> (Meigen)	Predator	
		<i>Orius niger</i> (Wolff)	Predator	
	Aphididae	<i>Aphis passeriniana</i> (Del Guercio)	Herbivore	
		<i>Eucarazzia elegans</i> (Ferrari)*	Herbivore	
		<i>Aphis craccivora</i> Koch	Herbivore	
		<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Herbivore	
		<i>Philaenus spumarius</i> (L.)	Herbivore	
	Cercopidae	<i>Philaenus signatus</i> Melichar	Herbivore	
		Cicadellidae	<i>Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis</i> (Mulsant & Rey)**	Herbivore
	Hymenoptera	Miridae	<i>Eupteryx gyaurdagicus</i> Dlabola	Herbivore
		Pentatomidae	<i>Macrolophus caliginosus</i> Wagner	Predator
		Pseudococcidae	<i>Acrosternum heegeri</i> Fieber	Herbivore
		Braconidae	<i>Dysmicoccus angustifrons</i> (Hall)*	Herbivore
			<i>Ephedrus persicae</i> Froggatt *	Parasitoid
			<i>Cotesia yakutatensis</i> Ashmead	Parasitoid
Encyrtidae		<i>Anagrus</i> sp.	Parasitoid	
		<i>Gyranusoidea indica</i> Shafee, Alam & Agarwal*	Parasitoid	
Formicidae		<i>Aphaenogaster</i> sp.	Predator	
		<i>Lasius brunneus</i> (Latreille)	Predator	
	Ichneumonidae	<i>Hyposoter ebeninus</i> (Gravenhorst)	Parasitoid	
<i>Hyposoter exiguae</i> (Viereck)		Parasitoid		
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval)	Herbivore	
		<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner)	Herbivore	
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Predator	
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax imperator</i> Leach	Predator	
	Gomphidae	<i>Onychogomphus farcipatus albotibialis</i> (Schmidt)	Predator	
Orthoptera	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brulle)	Predator	
	Acrididae	<i>Locusta migratoria</i> L.	Herbivore	
	Gryllidae	<i>Gryllus campestris</i> L.	Herbivore	
	Pyrgomorphidae	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Oliver)	Herbivore	
Raphidioptera	Tettigoniidae	<i>Tettigonia viridissima</i> L.	Herbivore	
	Raphidiidae	<i>Raphidia raddai</i> Aspöck & Aspöck	Predator	
Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman	Herbivore	

The presence pattern of insect pest populations recorded in Table 3 revealed taxa of Aphididae, Chrysomelidae and Pseudococcidae have cluster pattern on every observing plot, but Cicadellidae has a homogenous distribution. Such pattern was different for Thripidae in which the population at the sage field in Bornova spread cluster but homogeneously in Menemen. The presence patterns were a result of differentiation in insect density in a population. The differential insect distribution shows individual competition leads to sharing of living space and then cluster pattern emerges due to organisms need for the same physical factors (Baldwin 2001; Khan et al. 2008).

Table 2. The incidence rate of key insect pests of *Salvia officinalis* L. at Bornova and Menemen, Izmir-Turkey in 2016

Family	Species	Incident rate (%) ± SEM							
		Spring		Summer		Autumn		Winter	
		Bornova	Menemen	Bornova	Menemn	Bornova	Meneme	Bornov	Menemen
Chrysomelidae	<i>Chrysolina (Taeniochrysea) americana</i>	1.55±0.12	2.10±0.09	0.00±0.00	0.00±0.00	1.32±0.07	1.62±0.11	0.02±0.00	0.02±0.00
Aphididae	<i>Eucarazzia elegans</i>	9.50±0.23	8.22±0.98	1.14±0.09	0.90±0.07	1.21±0.06	1.10±0.08	0.43±0.09	0.12±0.04
	<i>Aphis passeriniana</i>	46.00±1.41	13.20±1.93	2.12±0.10	0.43±0.04	2.57±0.14	1.33±0.08	0.08±0.01	0.09±0.01
Cicadellidae	<i>Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis</i>	10.23±1.02	1.45±0.04	52.04±4.32	3.65±0.31	10.03±0.96	0.98±0.05	1.34±0.08	0.47±0.04
	<i>Eupteryx gyaurdagicus</i>	1.32±0.23	9.92±0.92	2.72±0.21	24.32±2.01	1.06±0.01	7.03±0.36	0.34±0.26	1.93±0.09
Pseudococcidae	<i>Dysmicoccus angustifrons</i>	0.02±0.00	0.01±0.00	12.30±1.08	10.1±0.98	7.32±0.76	3.44±0.27	0.94±0.08	0.72±0.06
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	0.43±0.04	0.12±0.01	1.01±0.05	0.59±0.06	0.32±0.01	0.12±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00

Figure 1. Population dynamic of key insect pest living on *Salvia officinalis* L. at Bornova and Menemen, Izmir-Turkey in 2016.

Key insect pests of *Salvia officinalis* L.

The present research work recorded seven potential insect pests living on common sage. The distinguishing features of each major-pest species were described in order as follows. Moreover, natural enemies records related to insect pest species were also included.

Table 3. Distribution pattern of the key insect pests living on *Salvia officinalis* L. at Bornova and Menemen, Izmir-Turkey in 2016

Family	Species	Bornova		Menemen		Pattern	
		Varians	Mean	Varians	Mean	Bornova	Menemen
Chrysomelidae	<i>Chrysolina (Taeniochrysea) americana</i>	2.05	1.03	1.56	1.10	Cluster	Cluster
Aphididae	<i>Eucarazzia elegans</i>	91.66	125.25	111.27	123.02	Homogen	Homogen
	<i>Aphis passeriniana</i>	318.27	366.08	99.64	130.01	Homogen	Homogen
Cicadellidae	<i>Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis</i>	2.24	5.67	0.93	2.25	Homogen	Homogen
	<i>Eupteryx gyaurdagicus</i>	1.15	2.67	1.36	4.50	Homogen	Homogen
Pseudococcidae	<i>Dysmicoccus angustifrons</i>	1.10	2.03	0.48	1.63	Homogen	Homogen
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	2.45	1.58	0.70	0.83	Cluster	Homogen

Note: V= Varians; M= Mean; V>M (Cluster); V=M (Random); V<M (Homogen).

Aphis passeriniana (Del Guercio)

The species does not host alternate, since it can also survive on *S. fruticosa*, *S. splendens* (scarlet-flowered sage) and *S. verticillata* (lilac sage) (Zarkani and Turanlı 2018). The symptoms of the aphid attack show distortion of leaves and young shoots with no wilting; honeydew on leaves and bud flowers with black sooty mold fungus; drawft

plant; flowers and seeds undeveloped (Figure 2A). Thirteen species of natural enemies were found associated with *A. passeriniana*: *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinella septempunctata* L., *Exochomus nigromaculatus* (Goeze), *Hippodamia variegata* (Goeze), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani), *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *Scymnus frontalis* (Fabricius) (Col.: Coccinellidae), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae), *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hem.: Miridae), *Orius niger* (Wolff) (Hem.: Anthocoridae), *Rhagozycha fulva* (Scopoli), *R. nigratarsis* Brulle (Col.: Cantharidae), *Syrphus ribesii* (L.), *Syrphus vitripennis* (Meigen) (Dip.: Syrphidae), and parasitoid *Ephedrus persicae* Froggatt (Hym.: Braconidae).

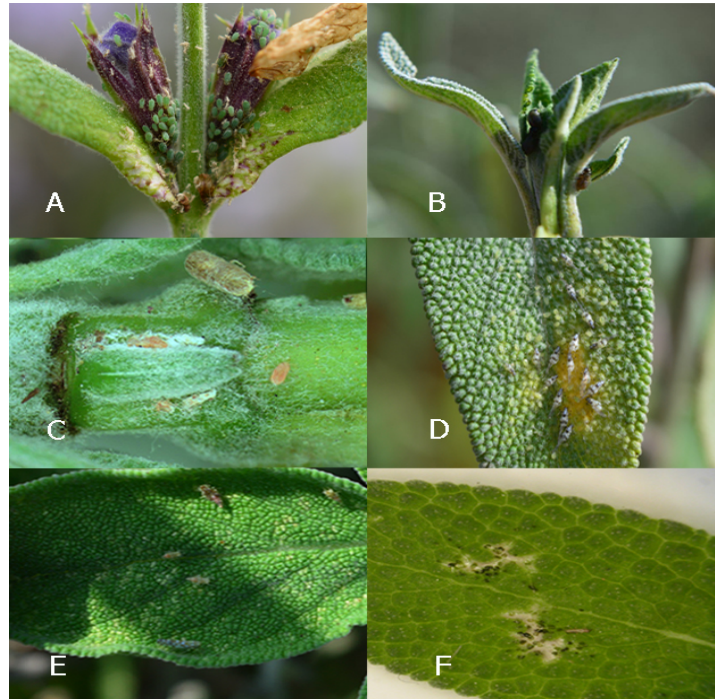


Figure 2. Key insect pests of *Salvia officinalis* L. (A) *Aphis passeriniana* (Del Guercio), (B) *Chrysolina* (*Taeniochrysea*) *americana* (L.) larvae, (C) *Dysmicoccus angustifrons* (Hall), (D) *Eucarazzia elegans* (Ferrari), (E) *Eupteryx gyaurdagicus* Dlabola and *Micantulina* (*Mulsantina*) *stigmatipennis* (Mulsant & Rey) and (F) *Thrips tabaci* Lindeman.

Chrysolina (*Taeniochrysea*) *americana* (L.)

Larva and imago feed on leaves (Figure 2B). The potential outbreak is probably in mid-March and April (see Figure 1). *Ameles heldreichi* Brunner von Wattenwyl (Dic.: Mantidae) was determined as a larvae predator.

Dysmicoccus angustifrons (Hall)

This is a new species recorded in Izmir province which the first record for the Turkish Pseudococcid fauna was reported by Kaydan et al. (2001). Nymph and adult produce honeydew and ants, *Aphaenogaster* sp. and *Lasius brunneus* (Latreille) (Hym.: Formicidae) were found as symbionts. *D. angustifrons* also known an attack on the roots of *Rhazia stricta* (Apocynaceae) (Matile-Ferrero et al. 2015), but it was not the case in species recorded by our study. A high density of insects may result in leaf drop (Figure 2C). The predator coccinellidae, *C. montrouzieri*, and the parasitic wasps, *Anagrus* sp. and *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam and Agarwal (Hym.: Encyrtidae) were found associated with this insect pest.

Eucarazzia elegans (Ferrari)

The aphid was recorded as a new species in Izmir province. The aphid emerged and attacked old leaves in the early spring and then they usually migrate to young leaves and blossoms at the beginning of the summer. The aphid produces less to no honeydew that it impacts to fewer ants found in the aphid colonies. Zarkani et al. (2017b) reported that the mint aphid, *E. elegans* population dynamic was particularly more impressed by temperature than humidity and rainfall. The aphids tend to infest old leaves and impact to excessive defoliated. Serious necrotic with yellow ringspot was clearly found at infected leaves (Figure 2D). There is no parasitoid recorded hosting on this aphid species. Some predator such as *C. septempunctata*, *C. carnea*, *H. variegata*, *S. frontalis* *R. fulva*, *A. aphidimyza*, *S. ribesii*, *S. vitripennis*, and *M. caliginosus* were found mostly in the aphid colonies.

Eupteryx gyaurdagicus Dlabola

The highest density was just found in Menemen (see Table 3). The insect feed by piercing surface tissues and suck up the exuded cellular contents, destroys chlorophyll, curls and necrotic leaves (Figure 2E). The necrotics are white, sometimes grey and are usually limited by leaf nerves. The white spots appear on the damaged leaf surface impacting to qualitative and quantitative losses and they become unmarketable. Mirid bugs, *M. caliginosus* and robber flies, *Machimus annulipes* (Brulle) (Dip.: Asilidae) were mostly found to attack this species. Some dragonflies, *Anax imperator* Leach (Odo.: Aeshnidae), *Onychogomphus farcipatus* albotibialis (Schmidt) (Odo.: Gomphidae), *Crocothemis erythraea* (Brulle) (Odo.: Libellulidae) and snakefly *Raphidia raddai* Aspöck & Aspöck (Rap.: Raphidiidae) also probably controlled the leafhopper population.

Micantulina (Mulsantina) stigmatipennis (Mulsant & Rey)

The species is monophagous insect that mostly has been collected from *Verbascum lychnitis* (Scrophulariaceae) (Świerczewski 2014). In our study, however, the species lived on the underside of the base sheets of *S. officinalis* (Figure 2E). This was the first report of *M. stigmatipennis* attacking plants out of Scrophulariaceae. Spiders were the most important predator of the species followed by predatorious insect such as mirid bugs, *M. caliginosus*, robber flies, *M. annulipes* and rove beetle, *Creophilus maxillosus* (L.) (Col.: Staphylinidae). We found parasitized cicadellid specimens but the adult parasitoids have never emerged.

Thrips tabaci Lindeman

We faced a big problem with *T. tabaci* when cultivating time in greenhouses ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and 16 h L: 8 h D photoperiod). The insect feeding damage on the leaves appears as a superficial silver or bronze scarring on the epidermis and cause distortions during growth and reduction in photosynthetic capacity (Figure 2F). *S. ribesii*, *S. vitripennis*, *M. caliginosus*, and some larva of lady beetles were found attacking this insect.

Other insects

A number of other insects were recorded on the plant throughout the season, including several species of froghoppers: *Philaenus spumarius* (L.) and *P. signatus* Melichar (Hem.: Cercopidae), moths: *Spodoptera littoralis* (Boisduval) and *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lep.: Noctuidae), grasshoppers: *Locusta migratoria* L. (Orth.: Acrididae), *Gryllus campestris* L. (Orth.: Gryllidae), *Pyrgomorpha conica* (Oliver) (Orth.: Pyrgomorphidae) and *Tettigonia viridissima* L. (Orth.: Tettigonidae), true bug: *Acrosternum heegeri* Fieber (Hem.: Pentatomidae) and aphids: *Aphis craccivora* Koch and *Aphis fabae* Scopoli (Hem.: Aphididae). Those insects do not damage the plant economically and are not quarantine pests (CABI, 2005), and are therefore not of primary concern.

Natural enemies associated with insect pests of *Salvia officinalis* L.

All insect pests collected in the sage's field have a strong association with predators as natural enemies, but only taxa of Aphididae, Psudococcidae, Cicadellidae, and Noctuidae were found to be parasitized (Figure 3). The main predator was lady beetle species as a group of generalist predator and predominant entomophagy preyed on soft-bodied insects from Aphididae and Pseudococcidae. Other generalist predators were Neuroptera and Shyrpidae preyed on aphids while robertfly on leafhoppers. The biodiversity of Coccinellidae species observed in the survey areas was high of which *H. variegata* (Goeze) within five morphospecies were recorded (Zarkani et al. 2017a).

Furthermore, the incidence of insect parasitism in the sage field was found to be varying ranging from 1.61% to 80.29%. The highest parasitization occurred on aphid *A. passeriniana* (Del Guercio) that reached 80% and associated with parasitoid wasp, *Ephedrus persicae* Froggatt (Hym.: Braconidae). It might appear that the parasitoid population was higher than their hosts and it follows that the build-up of the population will be delayed until average temperatures increase and the host has become well established in spring. A low number of mummies were investigated in early summer with the generative development of the seed (seed-growing stage). In this case, environmental factors as well as food resources showed an impact on the insect density and also affected the rate of parasitization. Insect pest infestations were higher during the month prior to harvest and so was the incidence of parasitization. The real parasitization levels in the field, moreover, indicated the effectivity of natural pest controls in which the number of pests increases followed by the increase in the number of parasitization and so on.

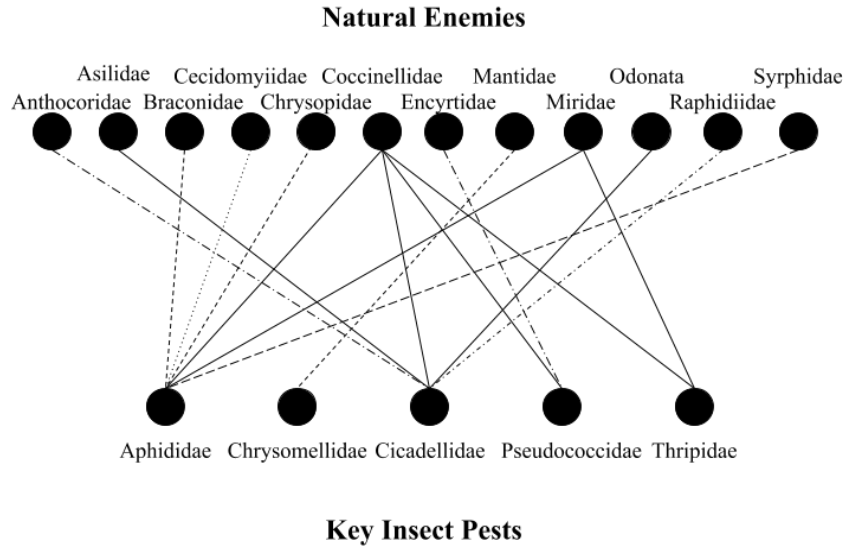


Figure 3. Graph network illustrates natural enemies associated with key insect pests of *Salvia officinalis* L.

The process of plant growth and development consequently causes canopy overlap by the time and it stimulates the movement and development of insect pests being high. The gradient of plant development made consequences to the complexity of plant vegetation. It would probably change the pattern of vegetation because the plant to be older, the canopy grew and enlarged, the shadow increased and the light intensity less absorbed. Then, it would impact the microclimate and change the feeding behaviour of predator and parasitoid as well (Mason 2017). Without population limiting factors such as biotic and abiotic, it probably resulted in an outbreak of insect pests. Also, the decline in the number of natural enemies impacts to increase pest population. Biological control of pests by natural enemies is absolutely important since it could be a major ecosystem service delivered to agriculture worldwide (Martin et al. 2013).

Acknowledgments

The authors are grateful to the Prof. Dr. Emine BAYRAM and Head of Field Crops Department and Head of the Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Ege University and Aegean Agricultural Research Institute, Menemen for site access, Prof. Dr. M. Bora KAYDAN, Biotechnology Research and Application Center, Çukurova University, Adana-Turkey, for critical reading of the manuscript. Thanks to the BAP coordinator, Ege University for preparing the project. This is a part of Ph.D research funded by *Lembaga Pengelola Dana Pendidikan* (LPDP) 2016, Ministry of Finance of Indonesia.

References

- Arslan N, Baydar H, Kızıl S, Karık Ü, Şekeroğlu N, Gümüüşçü A (2015). Tibbi aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Presented at the Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Ankara 483–507.
- Baldwin IT (2001). An ecologically motivated analysis of plant-herbivore interactions in native tobacco. *Plant Physiol.* 127 (4): 1449–1458.
- Bayram E, Sönmez Ç (2006). Adaçayı Yetiştiriciliği. EÜ Tarımsal Uygul. ve Araşt. Merk. Yayın Bül., İzmir.
- Bazina E (2015). Chemical variation in essential oils of *Salvia officinalis* L. ecotypes cultivated in Albania. *J. Life Sci.* 9: 95–102.
- Blackman RL, Eastop VF (2006). *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*, Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. Wiley, Chichester.
- Borror DJ, DeLong DM, Triplehorn CH (1981). *An Introduction to The Study of Insects*, 5th ed. Saunder College Publ., Ohio.
- CABI (2005). *Crop Protection Compendium* [CD-ROM]. CAB International., Wallingord.
- Celep F, Doğan M, Kahraman A (2010). Re-evaluated conservation status of *Salvia* (sage) in Turkey I: The Mediterranean and the Aegean geographic regions. *Turk. J. Bot.* 34: 201–214.
- Corsi G, Bottega S (1999). Glandular hairs of *Salvia officinalis*: new data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. *Ann. Bot.* 84: 657–664.
- Döring TF (2014). How aphids find their host plants, and how they don't: Aphid host finding. *Ann. Appl. Biol.* 165: 3–26. <https://doi.org/10.1111/aab.12142>

- Fu Z, Wang H, Hu X, Sun Z, Han C (2013). The pharmacological properties of *Salvia* essential oils. *J. Appl. Pharm. Sci.* 3 (7): 122–127.
- Giustina W della, Bonfils J, Le Quesne WJ (1989). Homoptères Cicadellidae, Faune de France. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Goulet H, Huber JT, Canada (Eds.) (1993). Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families, Publication. Centre for Land and Biological Resources Research, Ottawa, Ontario.
- Grieve M, Leyel CF (1992). A Modern Herbal: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folklore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs and Trees with All Their Modern Scientific Uses. Tiger Books International, London.
- Karabacak E, Uysal I, Doğan M (2009). Cultivated *Salvia* species in Turkey. *Biol. Divers. Conserv.* 2 (1): 71–77.
- Kaydan MB, Kozár F, Yaşar B (2001). Initial studies on Pseudococcidae fauna in Van Province of Turkey. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 36 (3/4): 377-382.
- Khan ZR, James DG, Midega CAO, Pickett JA (2008). Chemical ecology and conservation biological control. *Biol. Control* 45: 210–224.
- Kosztarab M, Kozár F (1988). Scale Insects of Central Europe. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lakušić BS, Ristić MS, Slavkovska VN, Stojanović DL, Lakušić DV (2013). Variations in essential oil yields and compositions of *Salvia officinalis* (Lamiaceae) at different developmental stages. *Bot. Serbica* 37 (2): 127–139.
- Martin EA, Reineking B, Seo B, Steffan-Dewenter I (2013). Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110 (14): 5534–5539.
- Martin JH (1983). The identification of common aphid pests of tropical agriculture. *Trop. Pest Manag.* 29: 395–411.
- Mason NA (2017). Effects of wind, ambient temperature and sun position on damselfly flight activity and perch orientation. *Anim. Behav.* 124: 175–181.
- Mohammad SM (2011). A Study on Sage (*Salvia officinalis*). *J. Appl. Sci. Res.* 7 (8): 1261–1262.
- Speight MCD, Sarthou J-P (2011). StN Keys for the Identification of Adult European Syrphidae (Diptera), Glasgow 2011. Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Syrph the Net publications, Dublin.
- Świerczewski D (2014). A food plant study of the Auchenorrhyncha of the Cześćochowa upland, southern Poland (Insecta, Hemiptera). *Cicadina* 9: 15–22.
- Tosun A, Khan S, Kim Y, Calín-Sánchez A, Hysenaj X, Carbonell-Barrachina A (2014). Essential oil composition and anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) in murin macrophages. *Trop. J. Pharm. Res.* 13 (6): 937–942.
- Zarkani A, Khan MK, Turanlı F, Zeynep Y (2017a). Elytral color polymorphism in *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) in sage plant fields and laboratory rearing condition, Izmir-Turkey. Abstr. Book XIII. Uluslararası Katılımlı Ekoloji ve Çevre Kongresi, Edirne-Turkey.
- Zarkani A, Turanlı F, Sönmez Ç, Bayram E, Özdemir I (2017b). Incidence and economic impact of the mint aphid, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera: Aphididae) on common sage. *Turk. J. Entomol.* 41 (4): 383–392.
- Zarkani A, Turanlı F (2018). Short communication: Morphological characterizations of *Aphis passeriniana* (Del Guercio) (Hemiptera: Aphididae) living on common sage in Turkey. *Biodiversitas.* 19 (4): 1319–1325.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Prediction of Protein Content of Winter Wheat by Canopy of Near Infrared Spectroscopy (NIRS), Using Partial Least Squares Regression (PLSR) and Artificial Neural Network (ANN) Models

Vali Rasooli SHARABIANI^{1*}, Araz Soltani NAZARLOO¹, Ebrahim TAGHINEZHAD²

¹Department of Biosystem Engineering, Fac. of Agriculture and Nat. Res., University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

²Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*e-mail: vrasooli@uma.ac.ir; Tel: 0098 914 451 9089

Abstract: In this study to predict amount of protein in wheat, near infrared spectroscopy technique (NIRS) was used that is a non-destructive and fast observing method. Partial Least Squares Regression (PLSR) and Artificial Neural Network (ANN) methods were used to choose the spectral bands and the best models, respectively. To compare the efficiency of models Root-mean-square error (RMSE) and R^2 were applied. The finest consequence by cascade forward back propagation (CFBP) was related to network structure of 8-8-1 with Levenberg-Marquardt (LM), and function of TANSIG-TANSIG-PURELIN (TANSIG-TANSIG-PURELIN ($RMSE=0.0289$ and $R^2=0.9881$ at 14 epochs). The consequences of estimation for ANN model ($R^2=0.9881$) was better than the PLSR model ($R^2=0.9783$). Therefore, according to the results, it can be said that NIRS has a high potential for predicting the amount of protein in wheat.

Keywords: ANN, NIRS, PLSR, Wheat protein content

Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (KEKKR) ve Yapay Sinir Ağı (YSA) Modelleri Kullanarak, Kanopi Kızılötesi Spektroskopisi (KS) ile Kış Buğdayında Protein İçeriğinin Tahmini

Öz: Bu çalışmada, buğdaydaki protein miktarını tahmin etmek için, tahribatsız ve hızlı bir gözlem yöntemi olan yakın kızılötesi spektroskopisi (KS) tekniği kullanılmıştır. Sırasıyla spektral bantları ve en iyi modelleri seçmek için Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (KEKKR) ve Yapay Sinir Ağı (YSA) yöntemleri kullanılmıştır. Modellerin verimliliğini karşılaştırmak için Kök-ortalama-kare hata (KOKH) ve R^2 uygulanmıştır. Cascade ileri geri yayılımının (CİGY) en iyi sonucu, Levenberg-Marquardt (LM) ile 8-8-1 ağ yapısı ve TANSIG-TANSIG-PURELIN (TANSIG-TANSIG-PURELIN ($RMSE = 0.0289$ ve R^2) 'nin işlevi ile ilgilidir. YSA modeli için tahmin sonuçları ($R^2 = 0.9881$), KEKKR modelinden ($R^2 = 0.9783$) daha iyi bulunmuştur. Bu nedenle, sonuçlara göre, buğdaydaki protein miktarının belirlenmesinde KS'nin tahmin etme potansiyeli yüksek olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: ANN, NIRS, PLSR, Buğday protein içeriği

Introduction

Protein content (PC) of winter wheat is essential for nutrition and food (Tang et al. 2004; Rasooli et al. 2013; Mabood et al. 2017). Precise and appropriate prediction of the winter wheat PC can aid agriculturists create correct choices about manure application, winter wheat diversity choice, and crop assortment (Diker et al. 2003; Wang et al. 2004; Rasooli et al. 2014). There are typical calculation techniques for protein content (Diker et al. 2003; Galasso et al. 2017). These techniques are usually hard and lengthy, and cannot be applied to quickly evaluate the quality features. NIRS protects the integrity of samples, reduces the common costs as a non-destructive method and is appropriate for experiments with high amount of samples (Bagchi et al. 2016; Magwaza et al. 2016; Galosso et al. 2017; Mabood et al. 2017). Therefore, it has been applied as a replacement for chemical methods and it is extensively used in food industries (Magwaza et al. 2016; Bagchi et al. 2016). Choosing modeling techniques performs a vital function and quantitative analysis. PLSR is a common technique that has been derivative from PCA (principle component analyzing) in the spectroscopy (Moreira et al. 2015), and it has considerable consequences to predict dependent variables from a huge number of independent variables (Shetty et al. 2011; Nouri et al. 2017).

Ye et al. (2018), applied PLSR to make a model based on the spectral data measured to predict the PC in wheat, and suggested a new method, global search method, to select PLSR components. The consequences represented that the combination of ISA-SPA realized the reduction of the number of variables from 100 to 14 and decrease of SEP value from 0.0716 to 0.0528 compared to full-dimensionality variables. In the study, PC and canopy spectra in rice were measured based on rice field experiment. Key spectral bands were selected by principal component analysis (PCA) method, and the predicted models were built by multiple linear regressions (MLR), ANN and PLSR. The results showed that there is a significant correlation between CPC content and key spectral bands. The results of prediction for the three models were in order of PLSR > ANN > MLR with correlation values of 0.96, 0.92 and 0.90, respectively, for the validation data (Zhang et al. 2012). Gatus et al. (2004) used NIRS to analyse the PC of dried and milled samples of wheat and to discriminate samples according to their stage of growth. Kahrman et al. (2016) developed and validated qualitative and quantitative models to discriminate different types of maize and estimate biochemical constituents. Quantitative models with full spectral data gave more robust prediction than the others. The best prediction result (RMSEC= 222.4 $\mu\text{g g}^{-1}$, R² for Cal= 0.739, SEP= 213.3 $\mu\text{g g}^{-1}$; RPD= 2.04 and r= 0.877) was obtained from the SVMR-FS model developed for chlorophyll content.

ANN is known as fine implement for dynamic modeling since it does not need factors of physical models (Amiri and Kaveh, 2014; Yousefi et al. 2014; Mohebbi et al. 2011). Zhang et al. (2012) studied three prediction methods calls PLS, MLR and ANN. Eventually they found out that the predictive power in PLS was highest. The outcomes of estimation for the models were respectively PLSR > ANN > MLR. Chen and Jing (2017) investigate the yield estimation technique with NIRS. To propose a suitable model, the generally applied ANN and PLSR yield estimation techniques were chosen and contrasted in this work. In another work, the anticipation of quality parameters in winter wheat under canopy NIRS with the use of PLSR Models and Artificial Neural Networks was investigated. The results showed that simultaneous use of NIR with ANN could be proper to estimate the qualitative properties of agricultural products (Mutlu et al. 2011; Akkol et al. 2017). In the other research by Mehmet ODABAS et al. (2015) Artificial Neural Network (ANN) model was developed based on the RGB (red, green, and blue) components of the color image captured with a digital camera for estimating the chlorophyll concentration. According to the obtained results, the neural network model is capable of estimating the St. John's wort leaf chlorophyll concentration with a reasonable accuracy. The coefficient of determination (R²) was 0.99 and mean square error (MSE) was obtained 0.005 from validation. To assess the procedures available in the current paper, the relevance between PC and spectral data in samples was investigated by PLS multivariable regression modeling and ANN. For this purpose, firstly, outlier samples were recognized and removed in terms of spectral data using the PCA technique. In addition, several pretreatment methods were applied such as SNV, D1, and D2 with Savitzky-Golay algorithm to remove unwanted variations in spectral data. For prediction of PC, nonlinear models are applied because of suppleness and nonlinear behavior of natural crops.

Materials and Methods

Field reference and spectral data was obtained from the farm lands of Ardabil province, Iran. A common type of winter wheat in Ardabil "Pishgam" was cultivated in two continuous years from 2015 to 2016. Dimensions of experimental field were 40 × 120 m². The land was separated into 8 blocks (four fertilizing level by two repetitions). Reflectance data were attained using a Spectroradiometer FieldSpec3 (FS3) (Analytical Spectral Devices, Inc. USA). Spectral reflection can be measured in domains between 350-2500 nm (Zhang et al. 2011; Zhang et al. 2017). In this study, all information of wavelengths after 1350 nm band were emitted because of noises due to water absorption phenomena. The specification of Spectroradiometer (FS3) was shown in the table 1. The samples for measuring of protein content of wheat grains were taken from 40 target points (5 points in each block) as the same area which reference data was randomly set in the field in each year. Then, the PC was determined by Kjeldahl method based on the standard of GB/T 5009.5-1985 (Rasooli et al. 2014).

Table 1. The specification of Spectroradiometer FieldSpec3 (FS3)

Spectral Range	350-2500 nm
Spectral Resolution	3 nm @ 700 nm 10 nm @ 1400/2100 nm
Sampling Interval	1.4 nm @ 350-1050 nm 2 nm @ 1000-2500 nm
Scanning Time	100 milliseconds
Noise Equivalent Radiance (NE Δ L)	UV/VNIR 1.1 x 10 ⁻⁹ W/cm ² /nm/sr @700 nm NIR 2.4 x 10 ⁻⁹ W/cm ² /nm/sr @ 1400 nm NIR 4.7 x 10 ⁻⁹ W/cm ² /nm/sr @ 2100 nm
Weight	12 lbs (5.2 kg)

Data analysis

Firstly, to establish a dataset from two years sampling, the average of common targets was calculated for samples of spectral data and PC. Then one matrix of dataset included 40 rows (averaged samples) and 1001 column (one column of PC and 1000 column of spectral data) were upload to Unscramble x10 software (CAMO Software, Oslo, Norway). And 4 outliers samples which having a harmful effect on modelling were determined and eliminated (Heise and Winzen, 2006). For this purpose, PCA was used to evaluate the variation in spectral data of all the samples (Zhang et al. 2013; Nicolai et al. 2007). After eliminating the outliers (4 samples, No. 7, No. 15, No. 24 and No. 39), all the 36 remnant samples were prepared in order to evaluation of their protein content. Then, to create the validation and calibration sets, samples were divided into two groups. Validation and calibration sets consist of the 30% and 70% of all samples, respectively. Then the anticipated models were constructed by PLSR model with Unscramble x10 software. The accuracy of regression model was calculated by RMSE and coefficient of determination (R^2).

Artificial neural networks modeling

In order to compare the result of prediction model using PLSR with the ANN the same dataset was imported in MATLAB R2017 software environment. The structure of ANN is presented in Figure 1. The variables of wavelengths were contemplated as the inputs, whereas one parameter of protein was applied as the outputs. The hidden layer's neurons are selected using the training, and testing data sets. Each dataset was comprised of two categories, including 30% test and 70% training.

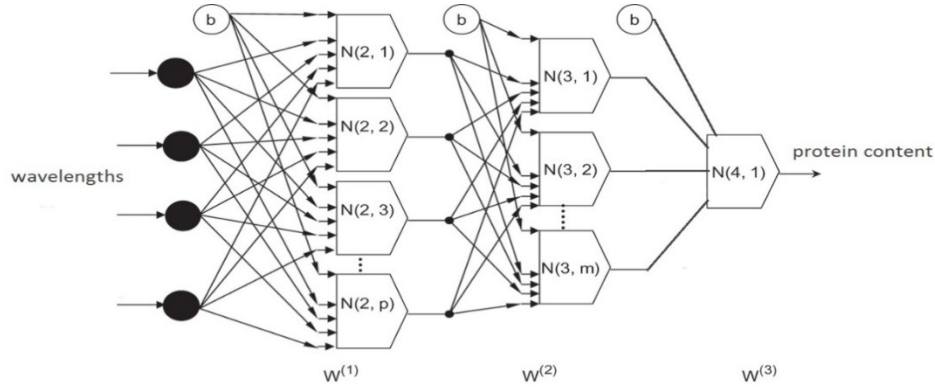


Figure 1. ANN structure.

In present study, there were two kinds of multilayer perceptron (MLP), called FFBP and CFBP that were applied to predict the protein content. Also BFGS Quasi-Newton and LM were applied to finalize ANN. The important diversity between CFBP and FFBP is in the relationship of between neurons (Amiri et al. 2012). To reach the enhanced network arrangement, transfer functions were engaged, which are defined in the next equations (Aghajani et al. 2012; Kaveh and Amiri, 2015):

$$\text{PURELIN} : Y_j = X_j \quad (1)$$

$$\text{TANSIG} : Y_j = \frac{2}{(1 + \exp(2X_j)) - 1} \quad (2)$$

$$\text{LOGSIG} : Y_j = \frac{1}{1 + \exp(-X_j)} \quad (3)$$

where:

Y_j is j^{th} neuron output

X_j is sum of weighed inputs for each neuron in j^{th} layer and computed according to Eq. (4):

$$X_j = \sum_{i=1}^m W_{ij} * Y_i + b_j \quad (4)$$

where:

m is the number of output layer neurons

W_{ij} is weight coefficient between i^{th} and j^{th} layers

Y_i is i^{th} neuron output

b_j is bias of j^{th} neuron for FFBP and CFBP networks

Results and Discussion

The averaged protein for 40 rows of winter wheat samples (No. 1 to No. 40) ranged between 7.9 to 11.5 % was of significant importance for this study; the amount of PC is demonstrated in Table 2.

Table 2. The PC for 40 rows of winter wheat samples.

Row number	Protein content/%	Row number	Protein content/%
1	8.7	21	7.9
2	10.1	22	8.3
3	11.2	23	11.5
4	10.6	24	11.0
5	10.5	25	10.8
6	11.2	26	11.3
7	11.5	27	8.2
8	9.95	28	12.4
9	9.3	29	8.6
10	10.2	30	12.3
11	10.7	31	8.5
12	11.3	32	10.1
13	10.2	33	11.4
14	10.8	34	10.6
15	10.0	35	11.0
16	9.1	36	10.5
17	10.7	37	11.3
18	11.6	38	11.4
19	13.3	39	11.7
20	9.95	40	9.8

Evaluation of PLSR Model

The canopy in winter wheat showed a diverse raw reflectance in the 510–690 nm and 730–1050 nm (Figure 2). The consequences presented in the current study that there were two clear band ranges amid 510–690 nm and 730–1050 nm (Figure 2). Alike consequences were reported in earlier papers (He et al. 2006; Li et al. 2006; Yi et al. 2007). Since unnecessary spectra influence accuracy of model, PCA technique was applied to decrease main input factors. Then, the anticipated model was constructed by partial least squares regression (PLSR) technique. For this purpose, various preprocessing methods include SNV, D1, D2, based on the Savitzky–Golay algorithm and their combinations were used. In order to investigate the impact of these divers’ methods on the precision of the developed models, a multivariate modeling for spectra was performed without any pre-processing. After development of PLS models, the evaluation of the models was done by a full cross-validation method (Haddad et al. 2013; Farzad AZADSHAHRAKI et al. 2018).

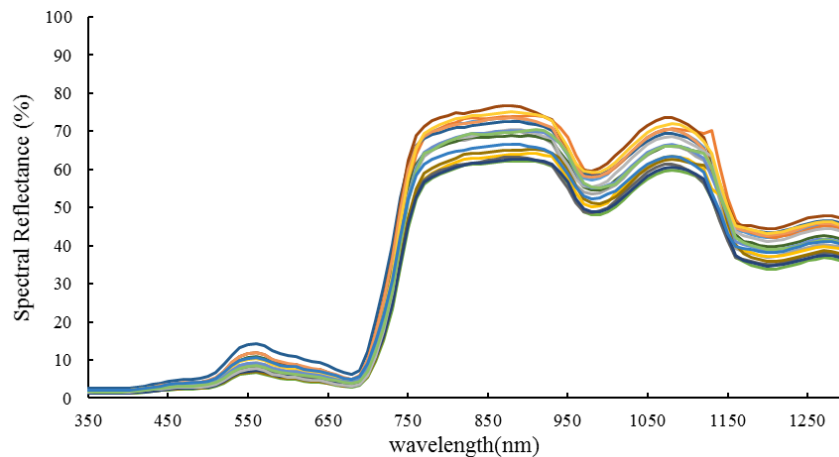


Figure 2. Spectral reflectance & wavelength.

In order to determine the best predictive model for protein content, regression coefficients and standard error predictions of models were calculated and compared. The values of R^2 and RMSE by removing the uncertain sample were obtained, then these values were calculated without removing the uncertain sample and finally, the values were compared with each other (Table 3). The amounts of R^2 and RMSE for No. 7, No. 15, No. 24 and No. 39 were 0.977, 0.975, 0.981, 0.983 and 0.2194, 0.2223, 0.2010, 0.1899, respectively. Other researchers also found similar results in their research (Ye et al. 2018; He et al. 2006; Li et al. 2006; Yi et al. 2007).

Table 3. The impacts of No. 7, 15, 24 and 39 samples on models

removed samples	R^2	RMSE
No deleting	0.974	0.2384
No. 7	0.977	0.2194
No. 15	0.975	0.2223
No. 24	0.981	0.2010
No. 39	0.983	0.1899
No. 24, No. 39	0.988	0.1590
No. 15, No. 39	0.984	0.1856
No. 15, No. 24	0.983	0.1905
No. 7, No. 39	0.986	0.1726
No. 7, No. 24	0.984	0.1845
No. 7, No. 15	0.978	0.2155
No. 7, No. 15, No. 39	0.986	0.1704
No. 7, No. 15, No. 24	0.985	0.1746
No. 7, No. 24, No. 39	0.990	0.1458
No. 15, No. 24, No. 39	0.989	0.1501
No. 7, No. 15, No. 24, No. 39	0.991	0.1374

The amount of R^2 and RMSE for PC are displayed in Table 4. The value of R^2 varied between 0.959–0.979 and the RMSE values were from 0.4333 to 0.1457. Study of the results showed that, simultaneously usage of the three preprocessing methods formed outstanding consequences.

Table 4. Anticipated results for PC

Pre-processing	R^2	RMSE	components
Raw	0.972	0.2670	7
D ₁	0.969	0.3185	5
D ₂	0.966	0.3488	5
SNV	0.959	0.4304	6
S-G	0.972	0.2676	7
D ₁ +SNV	0.978	0.1486	5
D ₂ +SNV	0.973	0.2637	4
S-G+SNV	0.959	0.4333	6
S-G+D ₁	0.969	0.3120	5
S-G+D ₂	0.970	0.2957	8
S-G+D ₁ +SNV	0.979	0.1457	5
S-G+D ₂ +SNV	0.975	0.2206	4

For this state RMSE value reduced importantly from 0.2670 to 0.1457 in contrast with the state without using preprocessing methods. In addition, the R^2 was 0.979 for this state. Figure 3 shows the investigational data of PC against the anticipated values of PC. Many researchers have achieved better results in predicting of crop characteristics using different preprocessing methods (Chen et al. 2017; Porfire et al. 2017). Millar, (2003) informed higher R^2 for PC from whole grain that was obtained here. Delwiche et al. (1998) informed R^2 values for estimating PC that were similar to those reported here. Wentzell (2003) contrasted the PCR and PLSR, and introduced the PLSR needs less hidden variables than PCR. Zhang et al. (2012) selected spectral bands by PCA technique, and made the anticipated models by ANN, PLSR, and MLR.

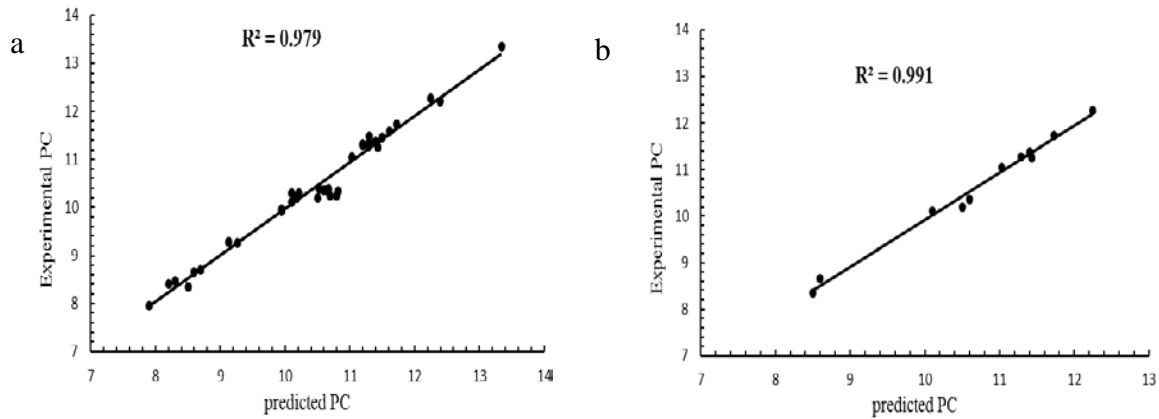


Figure 3. Predicted PC & experimental PC by PLSR. a) All data b) Validation.

Evaluation of ANN Model

The predicted PC with different methods has shown in Table 5. To train FFBP and CFBP networks, LM and BFGS were applied. Some structures were chosen the finest consequences. Consequences of models performance indices (R^2 and $RMSE$) are shown in Table 5.

Table 5. Best selected topologies

Network	Training algorithm	Threshold function	Number of layers and neurons	RMSE	R^2	Epoch
FFBP	LM	TAN-TAN-TAN	5-5-1	0.0385	0.979	10
		LOG-TAN-TAN	10-5-1	0.0298	0.988	9
	BFG	TAN-TAN-TAN	5-5-1	0.0374	0.981	10
		TAN-TAN-PUR	8-8-1	0.0342	0.984	10
CFBP	LM	TAN-TAN-TAN	10-10-1	0.0361	0.983	12
		TAN-TAN-PUR	8-8-1	0.0289	0.988	14
	BFG	TAN-TAN-TAN	5-5-1	0.0319	0.987	10
		TAN-LOG-PUR	15-10-1	0.0322	0.986	12

The finest consequence attained by FFBP in prediction of PC was related to 10-5-1 topology and LOG-TAN-TAN threshold function with LM algorithm in the initial strategy. This structure produced $RMSE=0.0298$ and $R^2=0.9879$ with 9 epochs. The finest consequence for the next strategy of FFBP with BFG algorithm was assigned to 8-8-1 topology and threshold functions of TAN-TAN-PUR. This structure created $RMSE=0.0342$ and $R^2=0.9838$ for PC. The finest consequence by CFBP was related to structure of 8-8-1 by LM, TAN-TAN-PUR and the initial strategy. The output of the arrangement was $RMSE=0.0289$ and $R^2=0.9881$ at 14 epochs. CFBP with the second strategy, BFG algorithm, topology of 5-5-1 and threshold functions of TAN-TAN-TAN introduced the output of $RMSE=0.0319$ and $R^2=0.9874$. Figure 4 displays the investigational data of PC versus the anticipated values PC. The qualitative models developed by Kahrman et al. (2016) had the potential to discriminate maize plants by their genotypic specialties (HOM, HPM or NORMAL). However it shows that spectral measurements can also be used for quantitative determination of protein content.

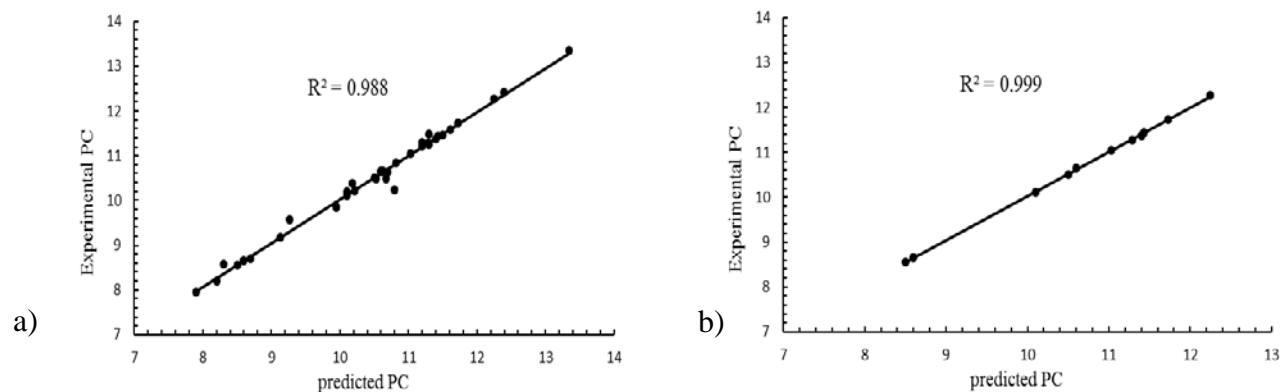


Figure 4. Predicted PC & experimental PC by ANN. a) All data b) Validation.

Conclusion

Prediction of PC in wheat has been an effective use of NIRS since it includes powerful absorbency bands in the near infrared area. Outcomes achieved in literatures to PC content in wheat were almost alike to those achieved in this work. The consequences presented an important correlation between PC and spectral data. The best consequences were obtained by PLSR. In this paper, numerous ANN models and PLSR models were established to predict protein of wheat. The consequences presented that the capability of advanced ANN models and PLSR models to calculate and estimate the protein content in winter wheat. The best result for PLSR model was obtained for state that, three preprocessing methods simultaneously used. For this state RMSE value reduced importantly from 0.2670 to 0.1457 in contrast with the state without using preprocessing methods. In addition, the R^2 was 0.9783 for this state. Also eliminating four variables gave us the best result. The finest consequences attained by FFBP in prediction of PC was related to 10-5-1 topology and LOG-TAN-TAN threshold function with LM algorithm in the initial strategy. This structure produced RMSE=0.0298 and $R^2=0.9879$ with 9 epochs. The finest consequence by CFBP was related to structure of 8-8-1 by LM, TAN-TAN-PUR and the initial strategy. This arrangement output was RMSE=0.0289 and $R^2=0.9881$ at 14 epochs. According to the results, it was found that using different models of artificial neural network provides better results in predicting the amount of winter wheat protein in comparison with partial least squares regression model.

References

- Aghajani N, Kashaninejad M, Dehghani AA, Garmakhany AD (2012). Comparison between artificial neural networks and mathematical models for moisture ratio estimation in two varieties of green malt. *Qual Assur Saf Crop Food*. 4:93–101.
- Amiri Chayjan R, Kaveh M (2014). Physical parameters and kinetic modeling of fix and fluid bed drying of terebinth seeds. *J Food Process Preserv*. 38:1307–20.
- Amiri Chayjan R, Salari K, Barikloo H (2012). Modelling moisture diffusivity of pomegranate seed cultivars under fixed, semi fluidized and fluidized bed using mathematical and neural network methods. *Acta Sci Polym Technol Aliment*. 11(2):137–49.
- Bagchi TB, Sharma S, Chattopadhyay K (2016). Development of NIRS models to predict protein and amylose content of brown rice and proximate compositions of rice bran, *Food Chem*. 191, 21–27.
- Chen J, Zhu S, Zhao G. 2017. Rapid determination of total protein and wet gluten in commercial wheat flour using siSVR-NIR, *Food Chem*. 221, 1939–1946.
- Chen P, Jing Q (2017). A comparison of two adaptive multivariate analysis methods (PLSR and ANN) for winter wheat yield forecasting using Landsat-8 OLI images, *Adv. Space Res*. 59, 987–995.
- Dandan Y, Laijun S, Borui Z, Qian Zh, Wenyi T, Wenkai Ch (2018). Non-destructive prediction of protein content in wheat using NIRS, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 189, 463–472.
- Delwiche SR, Graybosch RA, Peterson CJ (1998). Predicting protein composition, biochemical properties, and dough-handling properties of hard red winter wheat flour by near-infrared reflectance. *Cereal Chem*. 75:412-416.
- Demuth H, Beale M, Hagan M (2007). *Neural network toolbox 5*. Natick, MA, USA: The MathWorks.
- Diker K, Bausch WC (2003). Potential use of nitrogen reflectance index to estimate plant parameters and yield of maize. *Biosystems Engineering*, 85: 437–447.

- Farzad AZADSHAHRAKI, Bahareh JAMSHIDI, Vali RASOOLI SHARABIANI (2018). Non-destructive determination of vitamin C and lycopene contents of intact cv. Newton tomatoes using NIR spectroscopy. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. Volume 28, Issue 4, Pages 389 – 397.
- Feng W, Yao X, Zhu Y, Tian YC, Cao WX (2008). Monitoring leaf nitrogen status with hyperspectral reflectance in wheat. *European Journal of Agronomy*, 28: 394–404.
- Galasso HL, Callier MD, Bastianelli D, Blancheton JP, Aliaume C (2017). The potential of near infrared spectroscopy (NIRS) to measure the chemical composition of aquaculture solid waste, *Aquaculture* 476,134–140.
- Haddad K, Rahman A, Zaman MA, Shrestha S (2013). Applicability of Monte Carlo cross validation technique for model development and validation using generalized least squares regression, *J. Hydrol.* 482, 119–128.
- He Y, Li XL, Shao YN (2006). Discrimination of varieties of apple using near infrared spectra based on principal component analysis and artificial neural network model. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 26: 850–853.
- Heise HM, Winzen R (2006). Chemometrics in near-infrared spectroscopy. In: Siesler HW, Ozaki Y, Kawata S, Heise HM, editors. *Near-infrared spectroscopy: principles, instruments, applications*. Germany: Wiley-VCH; p. 125–162.
- Kahrman F., Demirel K., İnalpulat M., Egesel C.Ö., Genç L., (2016) Using Leaf Based Hyperspectral Models for Monitoring Biochemical Constituents and Plant Phenotyping in Maize. *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, vol.18, pp.1705-1718.
- Kaveh M, Amiri Chayjan R (2015). Mathematical and neural network modelling of terebinth fruit under fluidized bed drying. *Res Agr Eng.* 61(2):55–65.
- Li Y, Zhu Y, Tian Y, Yao X, Zhou C, Cao W (2006). Quantitative relationship between leaf nitrogen accumulation and canopy reflectance spectral. *Scientia Agricultura Sinica*, 32: 203–209.
- Liu Y, Sun X, Ouyang A (2010). Nondestructive measurement of soluble solid content of navel orange fruit by visible–NIR spectrometric technique with PLSR and PCABPNN, *LWT Food Sci. Technol.* 43, 602–660.
- Mabood F, Gilani SA, Albroumi M, Alameri S, Nabhani M, Jabeen F, Hussain J, Harrasi A, Boqué R, Farooq S, Hamaed AM, Naureen Z, Khan A, Hussain Z (2017). Detection and estimation of super premium 95 gasoline adulteration with premium 91 gasoline using new NIR spectroscopy combined with multivariate methods, *Fuel* 197, 388–396.
- Magwaza LS, Naidoo SIM, Laurie SM, Laing MD, Shimelis H (2016). Development of NIRS models for rapid quantification of protein content in sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) LAM.], *LWT, Food Science and Technology* 72, 63–70.
- Mehmet ODABAS, Sreekala BAJWA, Chiwan LEE, Erdem MARAŞ (2015). The Prediction of Saint John’s Wort Leaves’ Chlorophyll Concentration Index using Image Processing with Artificial Neural Network. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. Volume 25, Issue 3, Pages 285 – 292.
- Millar SJ (2003). The development of near-infrared (NIR) spectroscopy calibrations for the prediction of wheat and flour quality. The Home- Grown Cereals Authority Project Report No. 310. HGCA: London.
- Mohebbi M, Shahidi F, Fathi M, Ehtiati A, Noshad M (2011). Prediction of moisture content in pre- osmosed and ultrasounded dried banana using genetic algorithm and neural network. *Food Bioprod Process.* 89:362–66.
- Moreira SA, Sarraguça J, Saraiva DF, Carvalho R, Lopes JA (2015). Optimization of NIR spectroscopy based PLSR models for critical properties of vegetable oils used in biodiesel production, *Fuel* 150, 697–704.
- Nicolai BM, Beullens K, Bobelyn E, Peirs A, Saeys W, Theron KI, Lammertyn J (2007). Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biol Technol.* 46:99–118.
- Nouri M, Gomez C, Gorretta N, Roger JM (2017). Clay content mapping from airborne hyperspectral Vis-NIR data by transferring a laboratory regression model, *Geoderma* 298, 54–66.
- Porfire A, Filip C, Tomuta I (2017). High-throughput NIR-chemometric methods for chemical and pharmaceutical characterization of sustained release tablets, *J. Pharm. Biomed. Anal.* 138, 0731–7085.
- Rasooli Sharabian V, Noboru N, Kazunobu I (2013). Optimal Vegetation Indices for Winter Wheat Growth Status Based on Multi-Spectral Reflectance, *Environ. Control Biol.* 51 (3), 105112.
- Rasooli Sharabian V, Noboru N, Kazunobu I (2014). Significant wavelengths for prediction of winter wheat growth status and grain yield using multivariate analysis, *Engineering in Agriculture, Environment and Food* 7, 14-21
- Shetty N, Gislum R (2011). Quantification of fructan concentration in grasses using NIR spectroscopy and PLSR, *Field Crop Res* 120, 31–37.
- Sissons M, Osborne B, Sissons S (2006). Application of near infrared reflectance spectroscopy to a durum wheat breeding programme. *J. Near Infrared Spectrosc.* 14:17-25.
- Akkol Suna, Asli Akilli, İbrahim Cemal. (2017). Comparison of Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression for Prediction of Live Weight in Hair Goats. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)*, 27(1): 21-29.
- Tang YL, Huang JF, Wang RC (2004). Study on estimating the contents of crude protein and crude starch in rice panicle and paddy by hyperspectral. *Scientia Agricultura Sinica*, 37: 1282–1287.

- Thomas JR, Oerther GF (1972). Estimating nitrogen content of sweet pepper leaves by reflectance measurements. *Agronomy Journal*, 64: 11–13.
- Wang ZJ, Wang JH, Liu LY, Huang WJ, Zhao CJ, Wang CZ (2004). Prediction of grain protein content in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) using plant pigment ratio (PPR). *Field Crops Research*, 90: 311–321.
- Wentzell PD, Montoto LV (2003). Comparison of principal components regression and partial least squares regression through generic simulations of complex mixtures. *Chemometr. Intell. Lab.* 65, 257–279.
- Williams PC, El-Haramen PJ, Ortis-Ferira G, Srivastava JP (1988). Preliminary observations of the determination of wheat strength by near-infrared reflectance. *Cereal Chem.* 65:109-114.
- Yi QX, Huang JF, Wang FM, Wang XZ, Liu ZY (2007). Monitoring rice nitrogen status using hyperspectral reflectance and artificial neural network. *Environmental Science and Technology*, 41: 6770–6775.
- Yousefi G, Emam-Djomeh Z, Omid M, Askari GR (2014). Prediction of physicochemical properties of raspberry dried by microwave-assisted fluidized bed dryer using artificial neural network. *Drying Technol.* 32:4–12.
- Zhang H, Hu H, Zhang XB, Zhu LF, Zheng KF, Jin QY, Zeng FP (2011). Estimation of rice neck blasts severity using spectral reflectance based on BP-neural network. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33: 2461–2466.
- Zhang H, Li Z, Chen T, Qin B (2017). Quantitative determination of Auramine O by terahertz spectroscopy with 2DCOS-PLSR model, *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* 184, 335–341.
- Zhang M, Zhang S, Iqbal J (2013). Key wavelengths selection from near infrared spectra using Monte Carlo sampling–recursive partial least squares, *Chemom. Intell. Lab. Syst.* 128, 17–24.
- Zhang TQ, Song KL, Wang GX, Wang H, Hu FP (2012). Prediction of crude protein content in rice grain with canopy spectral reflectance, *Plant Soil Environ.* 58, (11): 514–520.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Osmaniye Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığı Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Bazı Bileşimsel ve Kimyasal Özellikleri

Okşan UÇKUN¹, İhsan KARABULUT², Gökhan DURMAZ^{2*}

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Adana Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Adana, Türkiye

²İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

*e-posta: gokhan.durmaz@inonu.edu.tr; Tel: +90 (422) 377 4781; Fax: +90 (422) 341 0046

Öz: Osmaniye koşullarında yetiştirilen yerli ve yabancı kökenli 12 farklı yerfıstığı çeşidinin yağ oranı ve bu yağların yağ asidi bileşimi, oksidatif stabilitesi, tokoferol bileşimi, antioksidan kapasitesi ve karotenoid miktarı belirlenmiştir. Çeşitlerin % 45.5-51.6 arasında değişen oranlarda yağ içerdiği ve en yüksek yağ oranına sahip çeşidin Halisbey olduğu belirlenmiştir. Çalışılan çeşitlerden Brantley ve Batem isimli çeşitlerin yüksek oleik asitli çeşitler olduğu ve oldukça yüksek oksidatif stabiliteye sahip oldukları saptanmıştır. Yerfıstığı yağlarının α ve γ -tokoferol bakımından zengin olduğu, diğer tokoferol vitamerlerinin ise düşük düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. FD-ABTS metoduyla yapılan antioksidan kapasite testinde, toplam tokoferol miktarına paralel sonuçlar elde edilmiş ve en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan çeşidin Georgia Green olduğu belirlenmiştir. Kullanılan yerfıstığı yağlarının karotenoid içeriğinin ise 1.66 ile 2.88 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Oksidatif stabilite, Tokoferol, Yağ, Yerfıstığı

Assessment of Some Compositional and Chemical Properties of Oils Obtained from Groundnut Varieties Grown in Osmaniye Conditions

Abstract: The fat content and fatty acid composition, oxidative stability, tocopherol composition, antioxidant capacity and carotenoid content of 12 different domestic and imported groundnut varieties grown in Osmaniye conditions were determined. Cultivars were found to contain oil ranging from 45.5% to 51.6% and Halisbey was found to be the richest in oil. Brantley and Batem cultivars were found to be high oleic acid varieties and have higher oxidative stability. It has been determined that the oil samples are rich in α and γ -tocopherols and other tocopherol isomers were at low concentrations. In the antioxidant capacity test using the FD-ABTS method, parallel results were obtained with the total tocopherol content and the highest antioxidant capacity was measured in Georgia Green variety. It has been determined that the carotenoid content of the groundnut oil varies between 1.66 and 2.88 mg/kg.

Keywords: Oxidative stability, Tocopherols, Oil, Groundnut

Giriş

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*), baklagiller familyasından tek yıllık bir bitkidir. Ülkemizde yerfıstığı çoğunlukla çerezlik olarak tüketilmekle birlikte, Dünya ölçeğinde çerezlik tüketiminin yanı sıra yemeklik yağ üretimi ve yerfıstığı ezmesi yapımında da büyük ölçüde kullanılmaktadır (Davis ve Dean 2016). Yerfıstığı, %45-50 civarında yağ içermekte olup bu yağın yaklaşık %80'i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Yol ve ark. 2017). Özellikle oleik asitçe zengin çeşitlerin yüksek oksidatif dayanımından dolayı, yerfıstığı yağı yemeklik yağ sanayiinde büyük önem arz etmektedir (Riveros ve ark. 2010).

Türkiye'nin yerfıstığı üretimi iklim ve toprak özellikleri dikkate alındığında olması gerekenden oldukça düşük düzeyde olup, mevcut üretim Çukurova Bölgesi ve özellikle Osmaniye ili civarında yoğunlaşmıştır (Şahin 2014). FAO 2016 verilerine göre, Dünya kabuklu yerfıstığı üretimi 43 milyon tonun üzerinde olup, en büyük üretici Çin'dir. Türkiye ise yine 2016 yılında yaklaşık 164 bin ton üretimle Dünya genelinde 28. sırada yer almaktadır (FAO, erişim tarihi; 2018). Yemeklik yağ üretimi konusunda kendi kendine yetemeyen bir ülke olarak Türkiye'nin yerfıstığı üretiminde daha iyi bir konuma gelmesi gerektiği açıktır.

Türkiye'de farklı kurumlarda çeşitli yağlı tohumların verimlerinin ve kalitelerinin artırılması, yabancı çeşitlerin ülkemiz koşullarına adaptasyonu üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda yurtdışı menşeli ve ıslah çalışmaları sonucu ülkemizde üretilmiş yerfıstığı çeşitlerinin deneme üretimleri yapılmaktadır. Bu çeşitlerden elde edilecek yağın bileşimsel özelliklerinin belirlenmesi, yağlık çeşitlerin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu

çalışmanın temel amacı, Osmaniye koşullarında yetiştirilen bazı önemli yerfıstığı çeşitlerinin yağlarının kalite özelliklerini belirlemektir. Bu amaçla, farklı yerfıstığı çeşitlerinin; yağ oranı, yağ asidi bileşimi, tokoferol ve karotenoid içeriğiyle birlikte antioksidan kapasite ve oksidatif stabilitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada 2016 yılı mahsulü yerfıstığı örnekleri Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarından temin edilmiştir. Kullanılan çeşitler; Batem, NC-V 11, Halisbey, Sultan, Georgia Green, Wilson, Arıoğlu-2003, Polen, Brantley, Batem 5025, Osmaniye 2005 ve Florispan'dır. Çalışmada kullanılan tüm kimyasal ve solventler analitik saflıktadır ve aksi metinde belirtilmemişse Sigma-Aldrich (St. Louis. MO. ABD) firmasından temin edilmiştir.

Yağ tayini

Yerfıstığı tohumlarında yağ tayini sokselet düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Yerfıstığı tohumları ev tipi kahve öğütücüsünde (Tefal, Türkiye) iyice öğütüldükten sonra sokselet kartuşlarına 10 g olacak şekilde tartılmış ve 200 ml petrol eteri:hegzan karışımı ile 6 saat süreyle ekstrakte edilmiştir. Çözücü, döner buharlaştırıcıda (Buchi, Almanya) uçurulduktan sonra kalıntı çözücü, azot gazı altında uçurulmuş ve yağ miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir.

Yağ ekstraksiyonu

Çalışmalarda örnek olarak kullanılacak yağlar ise mekanik presleme yoluyla elde edilmiştir. Bu amaçla ev tipi kahve öğütücüsünde iyice öğütülen yerfıstıkları temiz bir bez torbaya (10×30 cm) konulmuş ve hidrolik presin (Caselsan, Türkiye) krom haznesine yerleştirilerek mekanik baskıyla sızdırılan yağ toplama haznesinden alınmıştır. Katı partiküllerin çöktürülmesi için yağlar 1 gece oda sıcaklığında bekletildikten sonra 6000 rpm'de 45 dk santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda berrak yağ kısmı alınarak amber renkli cam şişelere konulmuş ve deneylerde kullanılınca kadar azot atmosferinde +4 °C'de bekletilmiştir.

Yağ asidi bileşimi

Yerfıstığı yağı örneklerinde yağ asidi bileşimi analizi GC-FID sistemi kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle yağ asitlerinin metil esterleri AOCS Ce 2-66'te (1990) tanımlandığı gibi oluşturulmuştur. Buna göre yaklaşık 40 mg yağ bir vialde tartılmış ve üzerine 3 ml 2 N KOH içeren metanol eklenmiş ve 75 °C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda alınan vialler buzlu su içinde soğutulmuş ve üzerlerine 2 ml hegzan eklenerek çalkalanmış ve 2000 rpm hızda 10 dk santrifüjlendikten sonra üstte kalan hegzan fazı alınmıştır. Hegzan fazındaki kalıntı suyu uzaklaştırmak için 1 g susuz sodyum sülfat eklenerek çalkalanmış ve 0.22 µm'lik şırınga filtreden süzülerek GC sistemine 1 µL enjekte edilmiştir.

Çalışmada Agilent 7890A GC sistemi ve fused kapilar kolon (DB-23. 60 m × 0.25 mm i.d. 0.25 µm film kalınlıklı; J&W Scientific, Folsom, CA) ve oto enjektör (Agilent 7683B) kullanılmıştır. Analiz 1:50 split modunda gerçekleştirilmiş ve piklerin alıkonma zamanları 37 FAME karışımı kullanılarak karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Her bir yağ asidinin % miktarı o yağ asidine ait pik alanının toplam pik alanına oranının hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Tokoferol analizi

Yerfıstığı yağlarında tokoferol vitamerlerinin (α , β , γ ve δ) analizi diyod array dedektör (DAD) HPLC (Shimadzu, Japonya) sistemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada amino (NH₂) bağlı kolon (250×4.6. 5 µm) 30 °C'de tutulmuş ve mobil faz olarak hegzan:izopropil alkol (96:4) 1 ml/dk akış hızıyla izokratik olarak yürütülmüştür. Örnekler mobil faz içerisinde 10 kat seyreltilmiş ve 0.45 µm'lik disk filtrelerden süzüldükten sonra cihaza 10 µL enjekte edilmiş, piklerin alıkonma süreleri ve UV spektrumları dış standartlarla karşılaştırılarak kalitatif ve kantitatif analiz 292 nm'de yapılmıştır (Yılmaz ve Durmaz 2015). Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Toplam karotenoid miktarı

Toplam karotenoid analizi spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Yağlar aseton:hegzan (30:70) karışımında çözülerek 10 kat seyreltilmiş ve cam küvetle çözücüye karşı 450 nm'de absorbans ölçülmüştür (Chuang ve Brunner 2006). Kalibrasyon grafiği β -karoten kullanılarak çizilmiş ve toplam karotenoid miktarı β -karoten cinsinden verilmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Oksidatif stabilite

Yerfıstığı yağ örneklerinin oksidatif stabilitesi Ransimat yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla Ransimat cihazının (Methrom 892; Herisau, İsviçre) cam tüplerine yaklaşık 4 gr yağ tartılmış ve 110 °C'de 10 L/saat hava akışı kullanılarak iletkenlikteki ani yükselişin gerçekleştiği indüksiyon periyodu belirlenmiştir. Sonuçlar iki analizin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasite

Toplam antioksidan aktivite tayini yağlarda FD-ABTS yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Durmaz 2012). Bu amaçla 7 mM ABTS çözeltisi 2.4 mM Potasyum persülfat çözeltisi içinde hazırlanmış ve 16 saat oda sıcaklığında bekletilerek ABTS radikal katyonu elde edilmiştir. Daha sonra bu çözelti dondurularak kurutularak FD-ABTS tozu elde edilmiştir. Bu toz 2:1 Metanol:kloroform karışımı içinde çözülmüş ve absorbansı çözücüsüne karşı 0.700 ± 0.020 olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra bu çözeltinin 2.9 ml'si 0.1 ml aynı solvent karışımı içinde uygun oranlarda seyreltilmiş yağ örnekleriyle karıştırılmıştır. 10 dk inkübasyon sonrası örneklerin absorbansı cam küvet kullanılarak 751 nm'de ölçülmüş, sonuçlar α -tokoferol cinsinden hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz

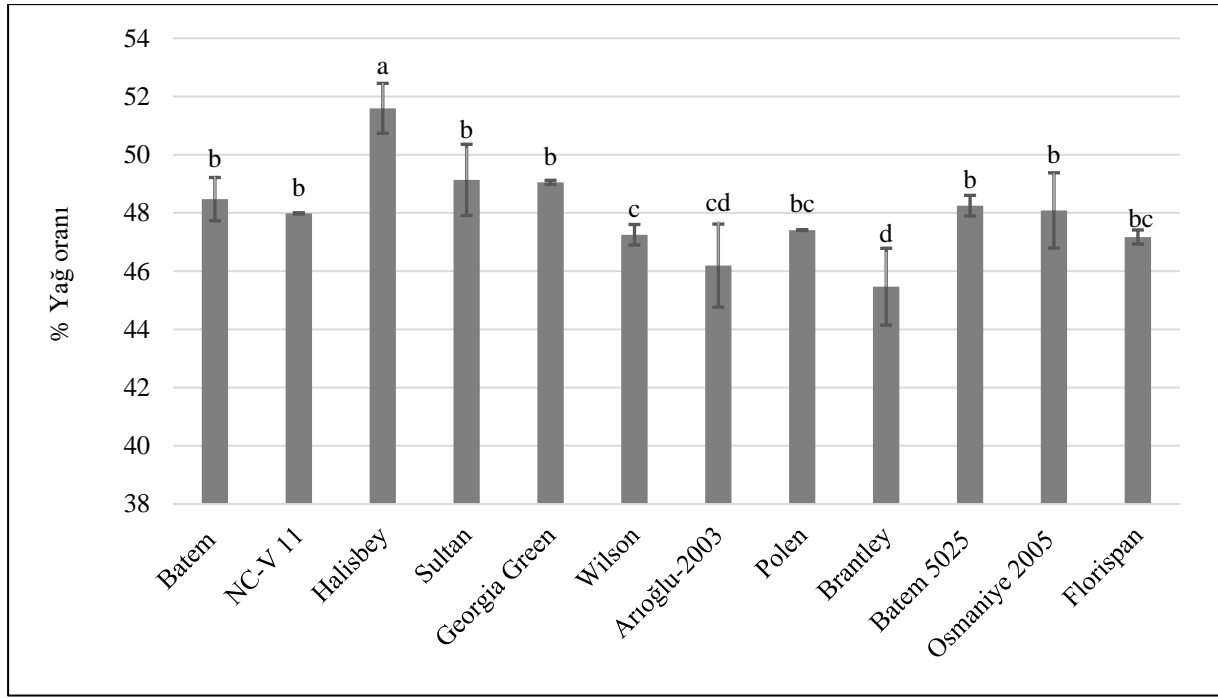
Tüm deneyler en az iki tekerrürlü olarak yapılmış olup ortalama ve standart sapmalarla birlikte verilmiştir. Ortalamaların birbirinden istatistiksel olarak farklı olup olmadığı SPPS 16.0 paket programı ve ANOVA testi (%95 güven aralığı) kullanılarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yağ miktarı

Elde edilen sonuçlar, yerfıstığı örneklerinin yaklaşık % 46.5-51.6 arasında değişen yağ oranlarına sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 1). En yüksek yağ oranı %50'den daha fazla yağ içeren tek çeşit olan Halisbey çeşidinde ölçülmüştür. Bunu, yaklaşık %49 yağ oranıyla Sultan ve Georgia Green çeşitleri takip etmektedir. Brantley çeşidi ise ortalama % 45.5 yağ içeriği ile en düşük yağ içeren çeşit olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan bazı çeşitler de dahil olmak üzere 12 yerfıstığı çeşidinin kullanıldığı başka bir çalışmada, Georgia Green çeşidinin %50 civarında yağ içeriğiyle en yüksek yağ içeren çeşit olduğu rapor edilmiştir. Halisbey çeşidinin ise %46 civarında yağ içerdiği yine aynı çalışmada bildirilmiştir (Kurt ve ark. 2016). Aynı çalışmada dekara yağ verimi de belirlenmiş ve Osmaniye 2005 çeşidinin dekara yağ verimi en yüksek çeşit olduğu belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, Çin'de yaygın olarak yetiştirilen 17 çeşidin bileşimsel özellikleri belirlenmiş ve yağ oranının %42-57 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Gong ve ark. 2018). Ekim sıklığının ve genotipin çeşitli kalite özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Bocaunba ve PI 260690 çeşitleri kullanılmış ve yağ oranının uygulanan tarımsal pratiğe ve çeşide bağlı olarak %41-47 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz 2014). Halihazırdaki bu çalışmanın sonuçları, yukarıda bahsi geçen çalışmalar da göz önüne alındığında, Türkiye koşullarında yetiştirilebilen yerfıstığı çeşitlerinin yağlık olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Yerfıstığı çeşitlerinin yağ oranları. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir (P<0.05)

Yağ asidi bileşimi

Çalışmada kullanılan yerfıstığı örneklerinin yağ asidi bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, oleik asit (C18:1) yerfıstığı yağlarının başlıca yağ asidi olarak belirlenmiştir. Ancak oleik asit bakımından oldukça geniş bir aralıkta değişen sonuçlar alınmıştır. Özellikle Batem ve Brantley çeşitleri %80’in üzerinde oleik asit içerdikleri için yüksek oleik asit içeren çeşitler üzere ayrı bir kategoride incelenebilir. Bu iki çeşit aynı zamanda diğer örneklerle kıyasla oldukça düşük oranda linoleik asit (C18:2) içerdikleri için ikincil yağ asitleri palmitik asit (C16:0) olarak belirlenmiştir. Bu iki çeşit dışındaki diğer örneklerin ise oleik asitten sonra en fazla içerdikleri yağ asidi linoleik asittir ve tüm çeşitler %20’den fazla linoleik asit içermektedirler. Bu yağ asitleri dışında tüm örneklerin %2.23-3.84 arasında değişen oranlarda stearik asit (C18:0), %1.21-1.74 arasında değişen oranlarda araşidik asit (C20:0), %1.00-1.31 arasında değişen oranlarda eikosenoik asit (C20:1) içerdikleri tespit edilmiştir. Behenik (C22:0) ve lignoserik asit (C24:0) ise kromatografik olarak ayrılmadıkları için toplam olarak verilmiştir ve miktarının ise %2.26-3.32 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü gen kaynaklarından temin edilen 260 yerfıstığı numunesinde yapılan analizlerde, oleik asit oranının %35.3-60.9 arasında, linoleik asit oranının ise %16.1-43.6 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Yol ve ark. 2017).

Oleik asit tekli doymamış bir yağ asididir ve gıdalarda oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Oleik asitçe zengin beslenme ile kalp ve damar hastalıklarının görülme sıklığının azaldığına dair bilimsel bulgular vardır. Bunun yanında, yüksek oleik/linoleik asit oranları, yağların oksidatif stabilitesinin artması ve proses sırasında *trans* yağ asidi oluşumunun da azalması anlamına gelmektedir (Mondal ve ark. 2018). Yerfıstığı yağı, oleik asit bakımından orta zengin bir yağdır ancak çeşitli ıslah çalışmalarıyla elde edilen yüksek oleik asitli çeşitler de bulunmaktadır. Oleik asit:linoleik asit oranı (O/L) 1 ile 2.5 arasında değişen çeşitler normal kabul edilirken bu oran yüksek oleik asitli çeşitlerde 7 ile 40 arasında değişmektedir (Puppala ve Tallury 2014). Bu tanıma göre çalışmamızda kullandığımız Batem ve Brantley çeşitleri sırasıyla 29.9 ve 24.3 O/L oranıyla yüksek oleik asitli yerfıstığı olarak kabul edilebileceği görülmüştür. Yerfıstığı yağlarının toplam doymuş ve doymamış yağ asidi miktarlarına bakıldığında, toplam doymamış yağ asidi miktarının en fazla Batem çeşidinde gözlemlendiği ve yağ asitlerinin yaklaşık %86’sının doymamış yağ asitleri olduğu belirlenmiştir. Florispan çeşidi ise %80 doymamış yağ asidi içeriğiyle bu anlamda en düşük değeri veren çeşit olmuştur.

Çizelge 1. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların yağ asidi bileşimleri.

Çeşit	Yağ asitleri (%)										O/L	TDyYA	TDmYA
	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C20:1	C22:0+C24:0						
Batem	5.76 (0.19)f	3.72 (0.03)b	82.70 (0.78)a	2.44 (0.45)j	1.69 (0.04)a	1.27 (0.05)a	2.39 (0.01)f	34.0	13.6	86.4			
NC-V-11	9.04 (0.01)d	3.52 (0.03)c	59.86 (0.37)c	22.51 (0.37)h	1.65 (0.02)b	1.10 (0.16)ab	2.75 (0.15)cd	2.7	17.0	83.5			
Halisbey	9.80 (0.06)c	3.05 (0.05)e	55.45 (0.42)d	26.49 (0.36)f	1.59 (0.04)b	1.11 (0.06)b	2.58 (0.12)d	2.1	17.0	83.0			
Sultan	9.68 (0.04)c	3.32 (0.05)d	54.00 (0.18)e	27.02 (0.14)e	1.74 (0.07)a	1.06 (0.06)b	3.32 (0.04)a	2.0	18.1	82.1			
Georgia Green	10.84 (0.06)b	2.23 (0.05)f	48.84 (0.21)g	32.46 (0.21)b	1.21 (0.08)d	1.31 (0.06)a	3.10 (0.13)b	1.5	17.4	82.6			
Wilson	9.03 (0.01)d	3.00 (0.01)e	62.10 (0.33)b	21.76 (0.51)h	1.33 (0.04)d	1.09 (0.07)b	2.26 (0.05)g	2.9	15.6	85.0			
Arioğlu-2003	10.15 (0.09)b	2.82 (0.02)ef	52.43 (0.18)f	30.04 (0.40)c	1.41 (0.06)cd	1.10 (0.11)ab	2.63 (0.07)d	1.7	17.0	83.6			
Polen	9.16 (0.04)d	3.25 (0.05)d	58.10 (0.19)c	24.22 (0.30)g	1.54 (0.05)b	1.06 (0.05)b	2.69 (0.09)d	2.4	16.6	83.4			
Brantley	5.94 (0.06)f	3.84 (0.05)a	81.62 (0.42)a	3.39 (0.06)i	1.71 (0.05)a	1.26 (0.06)a	2.51 (0.03)e	24.1	14.0	86.3			
Batem 5025	8.54 (0.05)e	3.53 (0.04)c	62.52 (0.20)b	20.22 (0.30)g	1.71 (0.03)a	1.13 (0.09)ab	2.82 (0.11)c	3.1	16.6	83.9			
Osmaniye 2005	9.70 (0.04)c	2.94 (0.05)e	53.98 (0.21)e	28.52 (0.51)d	1.60 (0.09)b	1.12 (0.04)b	2.76 (0.01)d	1.9	17.0	83.6			
Florispan	12.09 (0.15)a	2.88 (0.04)e	40.26 (0.28)h	39.82 (0.45)a	1.49 (0.04)c	1.00 (0.13)b	2.95 (0.02)c	1.0	19.4	81.1			

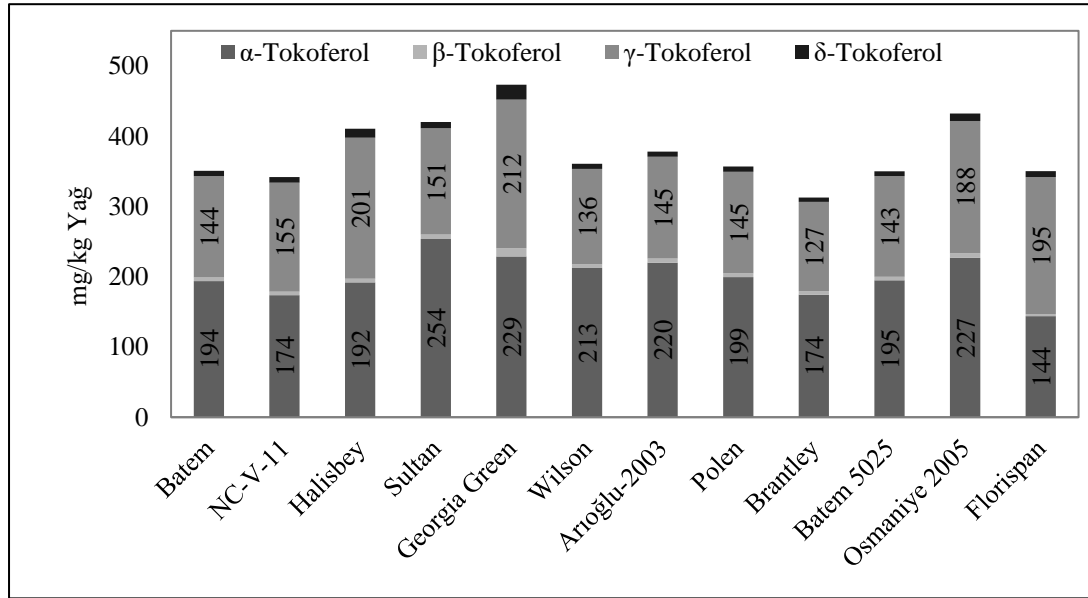
Parantez içinde gösterilen değerler standart sapmaları, harfler ise her bir sütundaki yağ asidi değerlerinin istatistiksel grubunu göstermektedir ($P<0.05$). O/L: Oleik asit/linoleik asit oranı, TDyYA: Toplam doymuş yağ asidi miktarı, TDmYA: Toplam doymamış yağ asidi miktarı.

Tokoferol miktarı

Yerfıstığı çeşitlerinden ekstrakte edilen yağlarda yapılan tokoferol analizlerinin sonuçları Şekil 2’de görülmektedir. Yerfıstığı yağlarında, çeşide bağlı olarak α veya γ -tokoferolün başlıca tokoferol vitameleri olduğu belirlenmiştir. Çalışılan örneklerden yalnızca Halisbey ve Florispan çeşitlerinde γ -tokoferol en yüksek düzeyde bulunan tokoferol vitameryken, diğer çeşitlerde α -tokoferolün en yüksek düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. β ve δ -tokoferolün ise önemsiz düzeylerde bulunduğu belirlenmiştir. Georgia green, Sultan ve Osmaniye 2005 çeşitlerinin toplam tokoferol miktarı bakımından diğer örneklere göre daha zengin bir içeriğe sahip olduğu görülmektedir. En düşük toplam tokoferol miktarı ise Brantley çeşidinde ölçülmüştür.

Tokoferoller bitkisel yağlarda bulunan en önemli antioksidan bileşenlerdir. Aynı zamanda E vitamini olarak da görev yapan tokoferoller hem yağların oksidatif stabilitesini olumlu yönde etkilemeleri hem de buldukları yağın biyolojik aktivitesini artırmaları bakımından önemlidir (Jiang 2014).

Farklı metotlarla kavrulan yerfıstıklarından elde edilen yağların tokoferol düzeyinin araştırıldığı bir çalışmada başlıca tokoferollerin %90-93’ünün α ve γ vitameleri olduğu, α -tokoferol’ün miktarının γ -tokoferole göre 1.28-1.55 kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Shi ve ark. 2018). Başka bir çalışmada ise kuru haşlamanın yerfıstığı yağının oksidatif stabilitesine etkisi araştırılmış ve γ -tokoferolün miktarı 250 mg/kg civarında α -tokoferolün ise 190 mg/kg civarında bulunduğu tespit edilmiştir (De Camargo ve ark. 2016). Bu çalışmada örnek olarak kullandığımız bazı çeşitlerin de arasında olduğu, Çukurova Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlalarından temin edilen örneklerin tokoferol içerikleri belirlenmiştir. Mevcut çalışmadan farklı olarak tokoferollerin yağ içerisindeki miktarı değil de tohumdaki oranının verildiği çalışmada Brantley çeşidinin en zengin tokoferol içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Bunu Wilson ve NC-7 çeşitlerinin izlediği ve çeşitlerin çoğunda γ -tokoferolün α -tokoferole oranla daha fazla olduğu, β ve δ -tokoferolün ise düşük miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, mevcut çalışmadan oldukça farklı olarak, Georgia Green isimli çeşidin toplam tokoferol miktarının çalışılan diğer çeşitlere kıyasla düşük olduğu ifade edilmiştir (Onat 2018). Bu farklılıklar, uygulanan zirai uygulamaların farklılığından ve çevresel etkilerden veya analitik uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Adı geçen bu çalışmada, ters faz HPLC yöntemiyle 4 tokoferol vitamini ayrımının yapıldığı ifade edilmiş olması dikkat çekmektedir. Ancak çalışmada uygulanan tokoferol analiz yöntemi sadece α -tokoferol için uygulanan bir yöntemdir ve bu koşullarda dört tokoferol izomerinin ayrımının yapılmasının mümkün olmayacağı iyi bilinmektedir (Fanali ve ark. 2017).

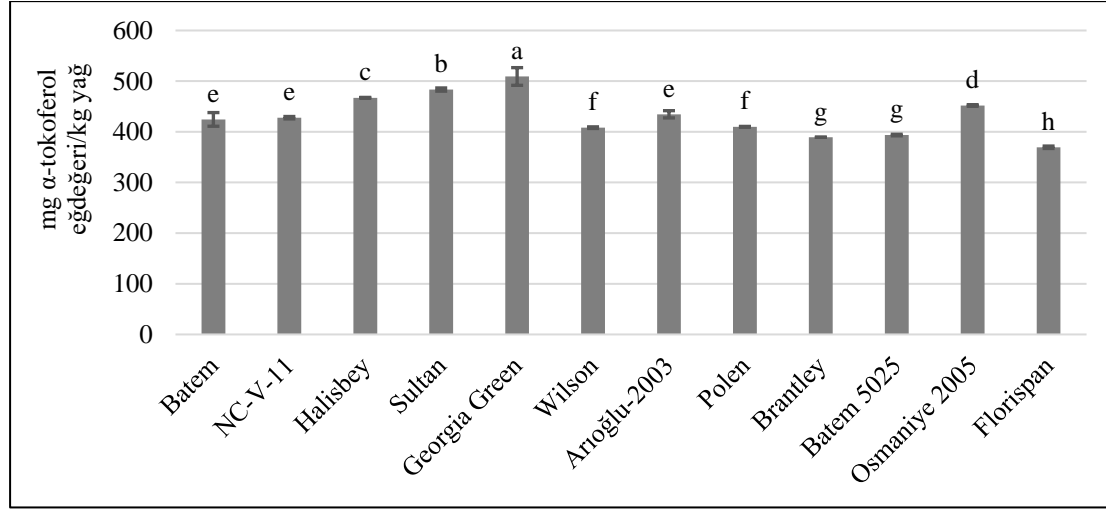


Şekil 2. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların tokoferol bileşimi.

Antioksidan kapasite

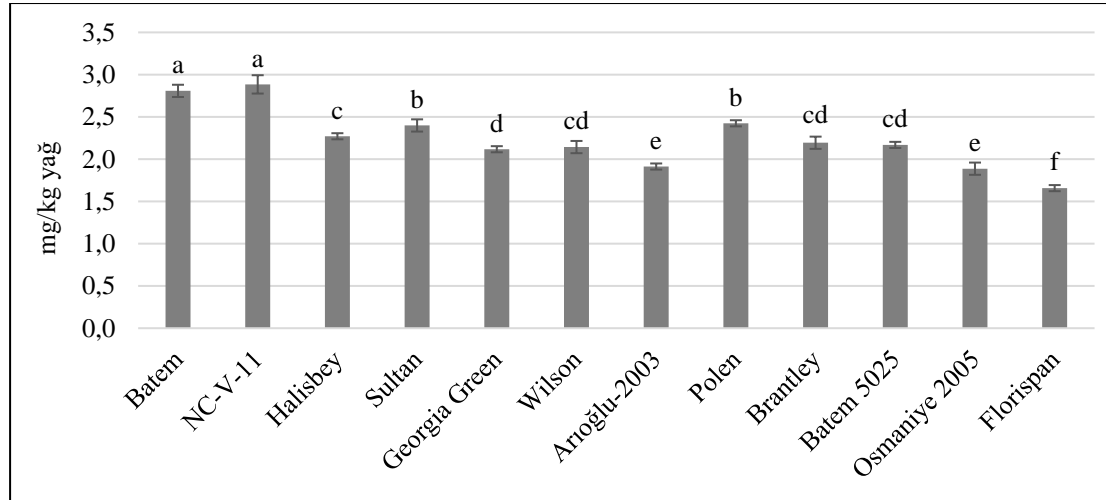
Bu çalışmada yerfıstığı yağı örneklerinin antioksidan kapasitesi FD-ABTS direkt ölçüm yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Direkt ölçümün, ekstraktlarda yapılan antioksidan kapasite ölçümlerine göre en önemli üstünlüğü, yağ örneği içindeki tüm antioksidan bileşenlerin elde edilen sonuca etki edebilmesidir. Oysaki ekstraksiyon yöntemlerinde çoğunlukla su-alkol karışımları yardımıyla sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılmakta ve çoğunlukla fenolik bileşikler gibi polar karakterli antioksidanlar alınmakta, tokoferoller ise büyük oranda ekstrakte edilemedikleri için

sonuca etki edememektedirler. Nitekim elde edilen sonuçlar incelendiğinde, toplam tokoferol miktarı ile Şekil 3’de verilen antioksidan kapasite sonuçları arasında yüksek sayılabilecek bir korelasyon olduğu görülmektedir ($R^2=0.8$).



Şekil 3. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların antioksidan kapasitesi. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P<0.05$).

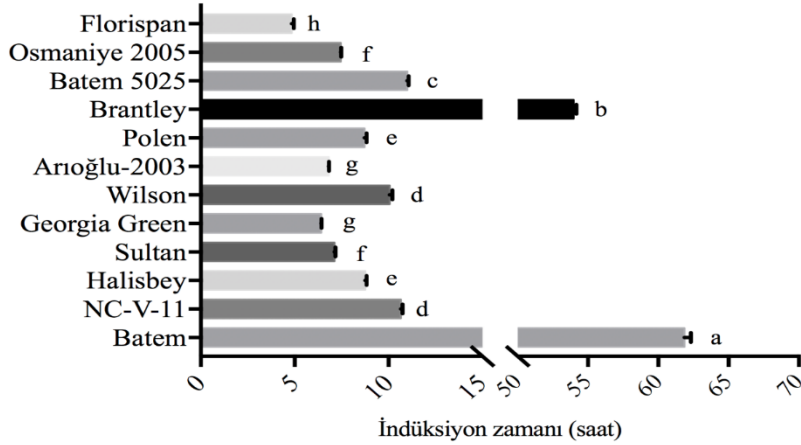
Örneklerin antioksidan kapasitesinin 369-509 mg α-tokoferol eşdeğeri/kg yağ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yerfıstığı yağlarının antioksidan kapasitesinin karşılaştırmalı olarak belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak yerfıstığı yağı, posası ve ezmesinin antioksidan kapasitesinin DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazine) serbest radikal yöntemiyle belirlendiği bir çalışmada, yerfıstığı ürünlerinin yüksek antioksidan kapasitesinin çoğunlukla tokoferollerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Nile ve Park 2013).



Şekil 4. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların toplam karotenoid içerikleri. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P<0.05$).

Toplam karotenoid miktarı

Karotenoidler gerek gıdalara karakteristik rengini vermeleri gerekse de antioksidan ve A vitamini aktivitelerinden dolayı önemli biyoaktif bileşenlerdir. Yağlara özgü sarımtırak renk çoğunlukla karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Şekil 4’de yerfıstığı yağı örneklerinin toplam karotenoid içeriği görülmektedir. NC-V-11 ve Batem çeşitlerinin en yüksek, Florispan çeşidinin ise en düşük karotenoid içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Örneklerin toplam karotenoid içeriği 1.66 ile 2.88 mg/kg yağ aralığında değiştiği görülmektedir. Yağlı tohumlardaki karotenoidlerin araştırıldığı bir çalışmada yerfıstığında β-karoten miktarının 0.12 mg/kg olduğu rapor edilmiş ve yerfıstığının karotenoidlerce fakir bir tohum olduğu vurgulanmıştır (Bhatnagar-Panwar ve ark. 2015).



Şekil 5. Farklı yerfıstığı çeşitlerinden elde edilen yağların oksidatif stabilite değerleri. Barlar üzerindeki harfler istatistiksel analiz sonucu oluşan farklı grupları temsil etmektedir ($P < 0.05$).

Oksidatif stabilite

Yağların raf ömrünü belirleyen en önemli unsur oksidatif stabilitedir (Bozkurt ve Baştürk, 2018). Ayrıca kızartmalık yağların yüksek oksidatif stabiliteye sahip olmaları beklenmektedir (Choe ve Min 2007). Bu çalışmada kullanılan yerfıstığı yağlarının Ransimat cihazıyla ölçülen indüksiyon periyotları Şekil 5’de görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi Brantley ve Batem çeşitleri diğer çeşitlerden çok daha uzun indüksiyon periyoduna yani daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yüksek stabilitenin muhtemel sebebi, bu çeşitlerin yüksek oleik ve düşük linoleik asit içeriğine sahip olmalarıdır. Normal oleik çeşitler arasında ise NC-V 11, Wilson ve Batem 5025 çeşitleri nispeten yüksek oksidatif stabilite ile öne çıkmaktadır. Yapılan literatür taramasında, yerfıstığı çeşitlerinin yağlarının oksidatif stabilitesinin karşılaştırmalı olarak belirlendiği bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak yüksek ve normal oleik asitli çeşitlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yüksek oleik asitli çeşidin aktif oksijen metodu (AOM) ile yapılan analizde indüksiyon periyodu 69 saat iken normal oleik asitli çeşidin ise 7.3 saat olduğu belirlenmiştir (O’Keefe ve ark. 1993). Daha önce de değinildiği gibi yüksek oleik asitli çeşitler, oksidatif bozulmalara karşı dayanımları bakımından geleneksel çeşitlere göre çok daha avantajlıdır ve bundan dolayı da endüstriyel uygulamalarda ve kızartmalık olarak kullanım bakımından tercih edilmektedir (Derbyshire 2014).

Sonuç

Türkiye’de çok daha geniş alanlarda tarımının yapılması mümkün olan yerfıstığı, günümüzde nispeten dar bir alanda yetiştirilmektedir. Yetiştirilen bu yerfıstıkları ise neredeyse tamamen çerezlik olarak kullanılmaktadır. Yağlık bitki yetiştiriciliği konusunda çok iyi bir konumda olmayan Türkiye’nin, ithalat yükünü azaltması için farklı yağlı tohumlara yönelmesi gerekmektedir ve yerfıstığı yağı bu anlamda büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, gerek yağ oranları ve gerekse de bu yağın kalite özellikleri bakımından Türkiye’de yetiştirilebilen yerli ve yabancı kökenli çeşitlerin yağlık olarak kullanılabilir potansiyelleri olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek oleik asitli çeşitlerin geleneksel olanlara kıyasla çok daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olmaları, bu çeşitlerin endüstriyel boyutta işlenmesi noktasında ciddi bir avantaja sahip olduklarını göstermektedir.

Teşekkür

Yazarlar olarak, bu çalışmaya örnek temini noktasında destek veren Tarım ve Orman Bakanlığı, Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AOCS (1990). Official method Ce 2-66. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists’ Society.
- Bhatnagar-Panwar M, Bhatnagar-Mathur P, Bhaaskarla VV, Dumbala SR, Sharma KK (2015). Rapid, accurate and routine HPLC method for large-scale screening of pro-vitamin A carotenoids in oilseeds. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 24:84–92.
- Bozkurt F, Baştürk A (2018). Farklı Depolama Sıcaklıklarının Kahvaltılık ve Mutfak Margarinlerinin Oksidatif Stabilite Üzerine Etkileri. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 28: 103-111. doi: 10.29133/yutbd.385607

- Choe E, Min DB (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science* 72: 77–86. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x
- Chuang M-H, Brunner G (2006). Concentration of minor components in crude palm oil. *The Journal of Supercritical Fluids*. 37:151–156. doi: 10.1016/j.supflu.2005.09.004
- Davis JP, Dean LL (2016). Peanut Composition, Flavor and Nutrition. *Peanuts*. 289–345. doi: 10.1016/B978-1-63067-038-2.00011-3
- De Camargo AC, Regitano-d'Arce MAB, de Alencar SM, Canniatti-Brazaca SG, de Souza Vieira TMF, Shahidi F (2016). Chemical Changes and Oxidative Stability of Peanuts as Affected by the Dry-Blanching. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 93: 1101–1109. doi: 10.1007/s11746-016-2838-1
- Derbyshire EJ (2014). A review of the nutritional composition, organoleptic characteristics and biological effects of the high oleic peanut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 65(7): 781-90. <http://dx.doi.org/10.3109/096374862014937799>. doi: 10.3109/09637486.2014.937799
- Durmaz G (2012). Freeze-dried ABTS+ method: A ready-to-use radical powder to assess antioxidant capacity of vegetable oils. *Food Chemistry*. 133: 1658–1663. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.064
- Fanali C, D'Orazio G, Fanali S, Gentili A (2017). Advanced analytical techniques for fat-soluble vitamin analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 87: 82–97. doi: 10.1016/J.TRAC.2016.12.001
- FAO (2018). *FAO statistics*.
- Gong A, Shi A, Liu H, Yu H-W, Liu L, Lin W-J, Wang Q (2018). Relationship of chemical properties of different peanut varieties to peanut butter storage stability. *Journal of Integrative Agriculture*. 7(5): 1003–1010. doi: 10.1016/S2095-3119(18)61919-7
- Jiang Q (2014). Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. *Free Radical Biology and Medicine*. 72: 76–90. doi: 10.1016/J.FREERADBIOMED.2014.03.035
- Kurt C, Bakal H, Güllüoğlu L, Onat B, Arıpğlu H (2016). Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Koşullarında Bazı Yerfıstığı Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(1): 112–119. <http://dergipark.gov.tr/sduzfd/issue/29586/317402>.
- Mondal S, Nazareth J, Bhad PG, Badigannavar AM (2018). Isolation of High Oleate Recombinants in Peanut by Near Infra-Red Spectroscopy and Confirmation With Allele Specific Polymerase Chain Reaction Marker. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 95: 113–121. doi: 10.1002/aocs.12012
- Nile SH, Park SW (2013). Fatty Acid Composition and Antioxidant Activity of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Products. *Food Science and Technology Research*. 19: 957–962. doi: 10.3136/fstr.19.957
- O'Keefe SF, Wiley VA, Knauff DA (1993). Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 70: 489–492. doi: 10.1007/BF02542581
- Onat B (2018). The determination of Tocopherol composition of some peanut cultivars grown in main crop growing conditions in Cukurova Region. *Acta Biologica Turcica*. 31: 62–68
- Puppala N, Tallury SP (2014). Registration of 'NuMex 01' High Oleic Valencia Peanut. *Journal of Plant Registrations* 8(2): 127. doi: 10.3198/jpr2013.11.0070crc
- Riveros CG, Mestrallet MG, Gayol MF, Quiroga PR, Nepote V, Grosso NR (2010). Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(15): 2694–2699. doi: 10.1002/jsfa.4142
- Shi X, Dean LO, Davis JP, Sandeep KP, Sanders TH (2018). The effects of different dry roast parameters on peanut quality using an industrial belt-type roaster simulator. *Food Chemistry*. 240: 974–979. doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2017.07.130
- Şahin G (2014). Groundnut (*Arachis Hypogaea* L.) Cultivation in Türkiye and Osmaniye Peanut as a Geographical Indication. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*. 13:619–644. doi: 10.21547/jss.256812
- Yılmaz HA (2014). The Effect of Different Plant Densities of Two Peanut Genotypes (*Arachis hypogaea* L.) on Yield, Yield Components, Oil and Protein Content. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 23: 299–308. <http://dergipark.gov.tr/tbtkgagriculture/issue/11666/138980>.
- Yılmaz MA, Durmaz G (2015). Mulberry Seed Oil: a Rich Source of δ -Tocopherol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 92(4): 553–559. doi: 10.1007/s11746-015-2627-2
- Yol E, Ustun R, Golukcu M, Uzun B (2017). Oil Content, Oil Yield and Fatty Acid Profile of Groundnut Germplasm in Mediterranean Climates. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 94(6): 787–804. doi: 10.1007/s11746-017-2981-3

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Tuzluluk Stresinin Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Su Kullanım Etkinliği, Verim Bileşenleri, Yaprak Klorofil ve Karotenoid İçeriği Üzerine Etkileri

Ahmet TURHAN^{1*}, Hayrettin KUŞÇU²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bursa, Türkiye

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

*e-posta:turhan@uludag.edu.tr; Tel: +90 (224) 2961556

Öz: Sulama suyu tuzluluğunun patlıcan bitkisinde verim, bazı verim bileşenleri, su kullanım etkinliği, yaprak klorofil ve karotenoid içeriği üzerine etkileri bir sera denemesi ile araştırılmıştır. Çalışmada, sulama suyu tuzluluğu için sekiz farklı elektriksel iletkenlik düzeyi (EC= 1.4, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4, 6.4, 7.4 ve 8.4 dS/m), kontrol konusu olarak çeşme suyu (EC=0.4 dS/m) kullanılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak tasarlanan araştırmada bitkiler silindirik lizimetlerde yetiştirilmiştir. Tuz stresine verimin tepkisi olarak, toprak tuzluluğu eşik değeri 1.49 dS/m olarak belirlenmiştir. Genelde, bitki su tüketimleri sulama suyu tuzluluğu ile azalırken, en yüksek su kullanım etkinliği düşük tuzluluk seviyelerinde (≤ 2.4 dS/m) saptanmıştır. Verim tepki etmeni 1.58 olarak bulunmuştur. Bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı ve yaprak oransal su potansiyeli değerleri 3.4dS/m'lik tuzluluk seviyesiyle birlikte azalma eğilimine girmiştir. Düşük tuzluluk seviyeleri (1.4 ve 2.4 dS/m) patlıcan bitkisinin yaprak klorofil ve karotenoid içeriğini arttırmıştır.

Anahtar kelimeler: Bitki su tüketimi, Sera, Tuz toleransı, Verim tepki etmeni

Effects of Salinity Stress on Water Use Efficiency, Yield Components, Leaf Chlorophyll and Carotenoid Content of Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Abstract: The effects of irrigation water salinity on some yield components, water use efficiency, leaf chlorophyll and carotenoid content of eggplant were investigated with a greenhouse experiment. Eight saline irrigation waters with electrical conductivities (EC= 1.4, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4, 6.4, 7.4 and 8.4 dS/m and tap water (EC=0.4 dS/m) as a control treatment were utilized. The experiment was set up as a completely randomized design with four replications per treatment and crops was grown in cylindrical lysimeters. As the yield response to salt stress, the value of threshold salinity was determined as 1.49 dS/m for soil salinity. Crop evapotranspiration generally decreased with irrigation water salinity, the highest water use efficiency was obtained from relatively low salinity levels (≤ 2.4 dS/m). The crop yield coefficient (Ky) was calculated as 1.58. Plant height, plant fresh and dry weights, leaf area and relative dS/m increased leaf chlorophyll and carotenoid content of eggplant.

Keywords: Crop evapotranspiration, Greenhouse, Salt tolerance, Yield response factor

Giriş

Tuzluluk, kurak ve yarı kurak bölgelerde birçok kültür bitkisinin büyüme ve gelişmesini etkileyen, dolayısı ile veriminin azalmasından sorumlu temel çevresel faktörlerden biridir (Paul ve Nair 2008). Dünya genelinde, sulanan arazilerin %20'sine karşılık gelen ve dünyadaki gıda ihtiyacının %40'ının sağlandığı 800 milyon hektardan daha fazla bir alanda tuzluluk sorunu bulunmaktadır (Zahir ve ark. 2009; Barra ve ark. 2017). Ayrıca, tuzdan etkilenen tarım alanlarının her yıl artış göstermesi bitkisel üretimde önemli kayıplara neden olmaktadır (Çulha ve Çakırlar 2012). En önemli tuz problemi, sulama yapılan kurak ve yarı kurak bölgelerde ve sera alanlarında ortaya çıkmaktadır. Kök bölgesindeki yüksek tuz konsantrasyonunun en önemli nedeni sulama suyunun içerdiği çözünmüş tuzlar ya da yüksek düzeyde tuz içeren taban suyudur (Yurtseven ve ark. 1999). Toprakta buharlaşma ile saf su uzaklaştığı ve sulama suyu ile toprağa ilave olan tuz yağmur suyu ile yıkanmadığı zaman toprakta tuz birikimi meydana gelmektedir. Bunun yanında, toprak drenajı da kötü ise taban suyu ve tuzun toplandığı toprak katmanı daha da yukarılara çıkmaktadır. Böyle tarım alanlarında tuz miktarı düşük sulama suyunun kullanılması dahi toprakta önemli miktarda tuz birikimi meydana getirmektedir (Biggar ve ark. 1984).

Tuz stresinin en büyük etkisi, birçok kültür bitkisinde büyüme ve gelişmeyi sınırlandırmasıdır (Parida ve Das 2005; Paul 2012). Bitki gelişimine olumsuz etki eden tuzluluk etmenleri, toprağın ozmotik potansiyeli, bitki beslenme dengesizliği, özel iyon etkisi ve söz konusu bu etmenlerin kombinasyonu ile ilişkilidir (Ashraf 1994; Marschner

1995). Toprak saturasyon eriyiğindeki tuz miktarının yüksek olması bitkinin su alımını azaltmakta, toprakta yeterli su olsa bile bitki bu suyu alamamaktadır. Bu azalma, toprak çözeltisinin yüksek ozmotik basıncının düşük su mevcudiyetine bağlı olarak fizyolojik kuraklığa yol açmasından kaynaklanmaktadır (Hasegawa ve ark. 2000; Viegas ve ark. 2001).

Türkiye'nin farklı ekolojik koşullarında, gerek açık tarım alanlarında gerekse seralarda yetiştiriciliği gittikçe artan patlıcan bitkisinin; Bresler ve ark. (1982) tarafından tuza duyarlı bir sebze olduğu belirtilmiştir. Akıncı ve ark. (2004), Yaşar (2003) ise patlıcanı tuza orta derecede duyarlı bir sebze olarak sınıflandırmışlardır. Benzer olarak, Ünlükara ve ark. (2010), patlıcanın tuza orta derecede duyarlı bir sebze olduğunu ve verimin düşmeye başladığı tuzluluk eşik değerinin ise 1.5 dS/m olduğunu bildirmişlerdir.

Kıran ve ark. (2015)'nin rapor ettiği gibi; ekonomik değeri yüksek bitkilerin genelinin tuzluluğa karşı duyarlı olması, tuz stresine toleransı yüksek çeşitlerin kullanımı yanında dayanımı artıracak kültürel uygulamaları da gerekli hale getirmektedir. Bitkilerin tuz stresine verdiği tepkiler; bitki büyüme dönemine, tuzun bitkiye etki ettiği süreye, tuzluk düzeyine, ayrıca toprak ve iklim özelliklerine göre de farklılık gösterebilmektedir. Diğer taraftan tuza tolerans bitkiden bitkiye değişiklik gösterebilmektedir. Bitki türleri arasında farklılıklar olmasının yanı sıra, aynı türün farklı genotipleri arasında da tuzluluğa dayanıklılık yönünden de farklılıklar olabilmektedir (Shalata ve ark. 1998). Tuz stresine karşı bitki toleranslarını arttırmaya yönelik tercih edilen yöntemlerin zaman alıcı ve pahalı olması, farklı çeşitlerin geliştirilmesi yönünde çalışmalara ağırlık kazandırmıştır. Bu bağlamda, yöresel sebze çeşitlerinin araştırılması ve sahip olabileceği tuzluluk gibi stres faktörlerine karşı dayanım potansiyellerinin ortaya konulması, gelecekteki ıslah çalışmaları için önemli bir kazanım olacaktır. Çeşitlerin dayanıklılık özelliklerinin bilinmesi, bu çeşitlerin tuzluluğa toleranslarının artırılması yönünde anaç olarak kullanılmalarını da sağlayacaktır. Bu nedenle, çalışmada, Bursa Bölgesinde yetiştirilen yöresel 'Kirmasti' patlıcan çeşidinin tuzluluk stresi karşısında göstermiş olduğu tolerans durumunun incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki materyali, bitkilerin yetiştirilmesi ve tuz uygulamaları

Deneme, Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulunda yer alan plastik örtülü bir serada, 2015 yılı Mayıs-Eylül aylarında yürütülmüştür. Deneme alanının coğrafi koordinatları 40°02' Kuzey, 28°24' Doğu olup deniz seviyesinden yüksekliği 22 m'dir. Denemelerde materyal olarak; Bursa ili, Mustafakemalpaşa ilçesinde yetiştirilen "Kirmasti" yöresel patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Patlıcan tohumları Mustafakemalpaşa ilçesindeki yetiştiricilerden temin edilmiştir.

Çalışma, "tesadüf blokları deneme deseninde" 4 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Yinelemelerin her birinde 4 adet lizimetre yer almış ve her lizimetrede 1 adet patlıcan bitkisi yetiştirilmiştir. Sulama suyu tuzluluk seviyesi olarak 0.4 (kontrol), 1.4, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4, 6.4, 7.4 ve 8.4 dS/m olmak üzere toplam 9 konu denenmiştir. Kontrol uygulaması için (0.4 dS/m) çeşme suyu kullanılmış olup, sodyum adsorpsiyon oranı 0.35'dir. Tuzlu sulama sularının hazırlanmasında NaCl tuzu kullanılmıştır.

Silindirik metal yapı (yükseklik 0.85 m, çap 0.58 m) lizimetrelerin içerisine, 200 kg hava kurusu kumlu-killi-tın bünyeye sahip toprak (%60 kum, %21 kil, %19 silt, %1.3 organik madde, %10.3 kireç, 35.6 ppm fosfor, 355.20 ppm potasyum, %0.09 toplam azot, pH= 7.4, EC= 0.26 dS/m, tarla kapasitesi %25, devamlı solma noktası %13 ve hacim ağırlığı 1.23 g/cm³) 2 mm göz açıklıklı elekten elendikten sonra doldurulmuştur. Drenaj suyunun toplanması için lizimetrelerin en alt kısmına bir vana yerleştirilmiş ve drenaj suyunun tahliyesini sağlamak için tabana 5 cm kum-çakıl karışımı konulmuştur. Dikimle birlikte analiz sonuçları dikkate alınarak 70 kg ha⁻¹ N (Üre), 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ (Diamonyum fosfat), 20 kg/ha K₂O (potasyum sülfat) uygulanmıştır. Ayrıca çiçeklenme döneminde 30 kg azot kg/ha N (Üre) verilmiştir.

Patlıcan tohumları, 1:1 oranında torf: vermükulit karışımı içeren viyollere Nisan başında ekilmiş, fideler 3-4 gerçek yapraklı aşamasına kadar standart Hoagland besin çözeltisi içeren sulama suyu ile sera ortamında yetiştirilmiştir. Yeknesak büyüklükte patlıcan fideleri lizimetrelere, 20 Mayıs'ta şaşırtılmıştır. Fide dikimini takip eden ilk 10 gün sulama uygulamalarında çeşme suyu kullanılmış, sonraki süreçte ise konulara göre sulamalar yapılmıştır (Ünlükara ve ark. 2010).

Sulama suyu hesabı, Cemek ve ark. (2005)'e göre belirlenmiştir (Eşitlik 1).

$$I = A \times E_{pan} \times k_p \times k_c$$

Eşitlikte:

I=Sulama suyu miktarı, A= lizimetrenin yüzey alanı (m²), E_{pan}= sulama aralıklarındaki kümülatif buharlaşma (mm), k_p= kap katsayısı, k_c= bitki katsayısıdır. Sulama suyu tuzluluğu denemesi olduğundan kap ve bitki katsayıları

1 olarak kabul edilmiştir. Sulama uygulamaları, kaptan buharlaşan kümülatif su miktarına göre 2-4 günde bir yapılmış ve her deneme konusuna aynı gün su verilmiştir.

Bitki su tüketimi ve su kullanım etkinliği

Bitki su tüketiminin belirlenmesinde su dengesi eşitliği kullanıştır (Mao ve ark. 2003).

$$ET = I - D \pm \Delta S$$

Eşitlikte; ET bitki su tüketimi (mm), I sulama suyu miktarı (mm), D drene olan su miktarı (mm) ve ΔS ise topraktaki nem değişimidir (mm). Drenaj suyu, lizimetrelerin en altına yerleştirilen vanalar aracılığı ile ölçülmüş, toprak nemindeki değişim ise gravimetrik örnekleme yöntemiyle saptanmıştır. Toprak nem ölçümleri, fide dikiminde ve hasatta olmak üzere 2 kez yapılmış ve fark alınarak toprak nem değişimi elde edilmiştir.

Su kullanım etkinliği (WUE , kg/m^3) taze patlıcan meyve veriminin bitki su tüketimine bölünmesiyle elde edilmiştir (Mao ve ark. 2003).

Verim tepki etmeni

Tuzlu koşullar altında patlıcan veriminin tahminlenmesine olanak sağlayan verim tepki etmeninin (K_y) modellenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Doorenboss ve Kassam 1986; Katerji ve ark. 1998; Ünlükara ve ark. 2010).

$$\frac{Y_m - Y_a}{Y_m} = K_y \frac{ET_m - ET_a}{ET_m}$$

Eşitlikte, Y_m ve ET_m tuzsuz ya da kontrol konusu için sırasıyla en yüksek verim ve en yüksek bitki su tüketimi, Y_a ve ET_a ise tuzlu koşullarda deneme konularından elde edilen verim ve bitki su tüketimi, K_y ise bitki verim katsayısıdır.

Toprak tuzluluğu eşik değeri

Deneme sonunda (30 Eylül 2015), lizimetrelerin her 15 cm'lik toprak katmanından, toprak burgusu ile alınan örnekler, laboratuarda hava kurusuna getirilip 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra bu örnekler doygunluk noktasına ulaşana kadar saf su eklenmiştir. Doygunluğa ulaşan toprak örnekleri 24 saat boyunca laboratuvar şartlarında gölgede bekletilmiş ve sonrasında ekstraktları çıkartılarak elektriksel iletkenlik değerleri 25°C sıcaklıkta bir EC-metre (TDScan-4 model, EutechInst. Singapore) ile ölçülmüştür (Ayyıldız 1990; Rhoades ve ark. 1999).

Toprak tuzluluğu eşik değeri, Maas ve Hoffman (1977)'in geliştirdiği $C_t = (Y_o - Y_m)/S$ eşitlikle hesaplanmıştır. Eşitlikte, C_t tuzluluk eşik değeri (dS/m), Y_o tuzsuz koşulda (0 dS/m) elde edilen verim (kg/m^2), Y_m kontrol konusundan (0.4 dS/m) belirlenen verim (kg/m^2) ve S ise regresyon eşitliğindeki doğrunun eğimidir.

Ölçüm ve analizler

Toplam verim; her uygulama konusuna ait bitkilerde ilk hasattan son hasat tarihine kadar olan süre içerisinde toplanan meyveler tartılmıştır. Bitki başına düşen ortalama verim kg olarak belirlenmiş ve 0.85×0.85 m (sıra üzeri ve sıra arası) dikim mesafeleri dikkate alınarak, verim kg/da olarak hesaplanmıştır.

Bitki yaş ve kuru ağırlık ölçümleri; kontrol ve tuz uygulamalarındaki tüm bitkiler deneme sonunda lizimetrelerden el ile sökülmüş ve temizlendikten sonra kök, gövde ve yaprak kısımlarına ayrılmıştır. Kök, gövde ve yaprak kısımları hassas terazide tartılmış ve bitki yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Aynı örnekler 65°C'de 48 saat etüvde kurutulmuş ve tartılarak kuru ağırlıkları bulunmuştur.

Bitki boyu ve yaprak alanı ölçümleri; hasattan önce, tüm uygulama gruplarındaki bitkilerin kök boğazından bitkinin büyüme ucuna kadar olan gövde yüksekliği bir cetvel yardımıyla, ortalama yaprak alanları ise Licor LI-3000A model yaprak alan ölçer ile saptanmıştır. Gövde boyu cm ve ortalama yaprak alanı cm^2 olarak ifade edilmiştir.

Yaprak oransal su potansiyeli; Sairam ve ark. (2002)'na göre saptanmıştır. Buna göre, saat 14.00-14.30 arasında toplanan olgun yapraklardan 1.5 cm çapında 4 adet disk çıkarılmış; disklerin taze ağırlıkları alınmış, 4 saat 100 ml saf suda bekletildikten sonra turgor ağırlıkları bulunmuştur. Yaprak örnekleri 65°C'de 48 saat etüvde tutulmuş, 48 saat sonunda örneklerin kuru ağırlığı alınmış ve oransal su kapsamı % olarak hesaplanmıştır.

Klorofil ve karotenoid konsantrasyonu; Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. Klorofil ve karotenoid analizleri için deneme sonunda her bitkinin sürgün ucundan itibaren geriye doğru ilk üç yaprak alınmış, örnekler aseton ile

homojenize edildikten sonra filtre edilmiştir. Elde edilen çözeltinin absorbans değerleri 652nm'de toplam klorofil ve 470 nm'de karotenoid değerleri spektrofotometrik olarak okunmuştur (CE 5502 UV spectrophotometer). Toplam klorofil ve karotenoid içeriği, taze ağırlık üzerinden Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'a göre mg/g cinsinden hesaplanmıştır.

Meyve verimi, su kullanım etkinliği, bazı bitki büyüme parametreleri, yaprak oransal su potansiyeli, yaprak toplam klorofil içeriği ve karotenoid içeriği varyans (ANOVA) analizi ile değerlendirilmiş ve F testine göre önemli çıkan parametrelere ilişkin gruplandırma $p < 0.05$ olasılık düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Verilerin analizlerinde IBM SPSS23 programı kullanılmıştır. Toprak tuzluluğu ile oransal verim arasındaki ilişki ile bitki su tüketimindeki oransal azalma ile verimdeki oransal azalma ilişkisi için regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tuzluluk stresinin patlıcan bitkisi üzerindeki etkilerine yönelik yürütülen bu çalışmada, deneme konularının her birine mevsimlik olarak 786 mm sulama suyu uygulanmıştır. Deneme sonundaki toprak tuzluluk değerleri 0.86 ile 9.10 dS/m arasında değişim göstermiş ve artan sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak artmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme konularından hasatta elde edilen ortalama toprak tuzluluğu, mevsimlik uygulanan sulama suyu miktarı, ortalama bitki su tüketimi, ortalama meyve verimi ve ortalama su kullanım etkinliği değerleri

Sulama suyu tuzluluk düzeyi (dS/m)	Toprak tuzluluğu (dS/m)	Uygulanan sulama suyu (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Meyve verimi (kg/da)	Su kullanım etkinliği (kg/m)
0.40	0.86 h	786	755	3308 a ¹	4.4 a
1.40	1.34 h	786	751	3285 a	4.4 a
2.40	2.20 g	786	752	3297 a	4.4 a
3.40	3.30 f	786	641	2352 b	3.7 b
4.40	4.85 e	786	644	2364 b	3.7 b
5.40	6.26 d	786	564	2058 c	3.7 b
6.40	6.86 c	786	487	1728 d	3.5 b
7.40	7.80 b	786	469	1214 e	2.6 c
8.40	9.10 a	786	398	779 f	2.0 d
ANOVA	**	-	-	**	**

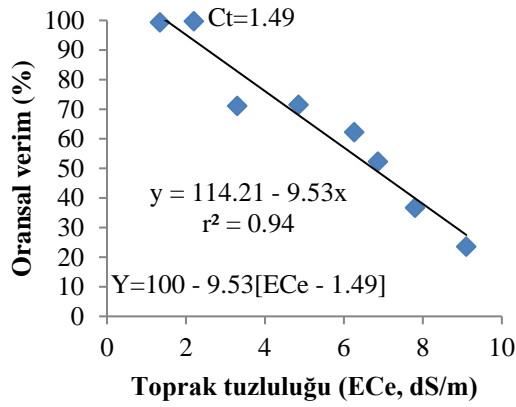
** F testine göre $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

¹ Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) farklılık göstermektedir.

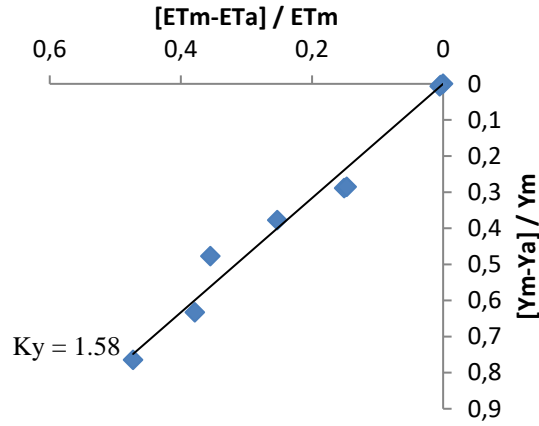
Tuzluluk sebze üretimini olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (Ghassemi ve ark. 1995). Yetiştirme ortamında tuzluluğun artması, patlıcan (Abdel-Azeem ve ark. 2012, Ünlükara ve ark. 2010), ıspanak, sarımsak, hıyar (Turhan ve ark. 2013, 2014, 2015) ve domates (Zhang ve ark. 2016) gibi pek çok sebze türünün büyümesini olumsuz etkilediği ve verimde kayıplar meydana getirdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada da; farklı tuz konsantrasyonları içeren sulama sularının patlıcan meyve verimine etkisi incelenmiş, en yüksek meyve verimleri düşük tuz konsantrasyonlarında (≤ 2.4 dS/m) bulunmuştur. Diğer bir deyişle, meyve verimi tuz konsantrasyonunun 2.4 dS/m'ye kadar artışından istatistiki olarak önemli miktarda etkilenmemiş buna karşın, 3.4 dS/m ve üzerindeki tuz konsantrasyonlarında verimde önemli kayıplar meydana gelmiştir. En yüksek meyve verim kontrol uygulamasında 3308 kg/da olarak ve en düşük meyve verimi ise 8.4 dS/m uygulamasından 779 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çalışmamızda yer alan deneme topraklarındaki tuzluluk düzeyleri ile oransal meyve verimleri arasında regresyon analizi yapılmış, tuzluluk eşik değeri ile tuzluluk-verim ilişkisi Şekil 1'de sunulmuştur. Buna göre, $C_t = 1.49$ dS/m patlıcan veriminin azalmaya başladığı toprak tuzluluğu eşik değeri olarak hesaplanmıştır. Bu bulgulara benzer sonuçlar Ünlükara ve ark. (2010) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar, patlıcanda tuzluluk eşik değerini 1.5 dS/m olarak belirlemişlerdir.

Diğer taraftan, bitki su tüketimi değerleri artan tuzluluk seviyeleri karşısında azalma göstermiş ve 398-755 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1). Bitki su tüketimindeki oransal azalma ile verimdeki oransal azalma arasındaki ilişkinin bir göstergesi olan verim tepki faktörü $K_y = 1.58$ olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Bu sonuca göre, bitki su tüketiminin %10 düzeyinde azalması verimde %15.8'lik bir azalmaya neden olmaktadır. Sulama suyu tuzluluk seviyesi, patlıcan bitkisinin su kullanım etkinliği üzerinde de istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) farklılıklara neden olmuştur. En yüksek su kullanım etkinliği 1.4 ve 2.4 dS/m'lik tuzluluk seviyelerinde elde edilirken; bu dozların üzerindeki seviyelerde su kullanım etkinliği düşüş göstermiş; en düşük su kullanım etkinliği 8.4 dS/m düzeyinde tespit edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. Toprak tuzluluğu eşik değeri.



Şekil 2. Verim tepki faktörü.

Bitki boyu bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bitki boyu, 0.4-2.4 dS/m düzeyleri arasında aynı istatistiksel grupta yer almış; sulama suyu tuz konsantrasyonlarının 3.4dS/m’ye çıkarılması ile bitki boyu kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Patlıcan bitkilerinde en yüksek bitki boyu, 106.6 cm ile 1.4 dS/m uygulamasında ölçülmüştür. Buna karşın en düşük bitki boyu (45.0 cm) ise 8.4 dS/m uygulamasında saptanmıştır. Bu denemede, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bitki boyunda azalma yönündeki bulgu, daha önce yürütülen çalışmalarla paralellik göstermektedir (Zhang ve ark. 2013; Ünlükara ve ark. 2010; Kıran ve ark. 2015; Machado ve Serralheiro 2017).

Çalışmamızda, düşük tuz konsantrasyonu içeren sulama suları ile sulanmış bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları (kök, gövde ve yaprak) arasında önemli bir farklılık saptanmazken, bitki yaş ağırlığı 2.4 dS/m ve bitki kuru ağırlığı ise 3.4 dS/m üzerindeki tuz konsantrasyonlarından önemli düzeyde ($p < 0.05$) azalma göstermiştir (Çizelge 2). Nitekim patlıcan bitkilerine uygulanan en yüksek tuz konsantrasyonu olan 8.4 dS/m uygulamasından en düşük yaş (1200.50 g) ve kuru (124.05 g) ağırlıklar elde edilmiştir. Kıran ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada ortaya koydukları sonuçlar, bu çalışmadan elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir. Araştırmacılar, bazı patlıcan anaçlarında tuz stresinin bitki büyümesini farklı düzeylerde etkilediğini ve genelde bitkilerin vejetatif organlarında, yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalara sebep olduğunu saptamışlardır. Yaşar (2003) patlıcan, Sevgör ve ark. (2011) kabak, Fidan ve Ekinci (2017) fasulye bitkilerinde yaptıkları araştırmalarda da tuz stresinin yaş ve kuru ağırlıklarda kayıplar meydana getirdiğini raporlamışlardır.

Çizelge 2. Farklı sulama suyu tuz konsantrasyonlarının meyve verimi, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, yaprak alanı, yaprak oransal su potansiyeli, yaprak toplam klorofil içeriği, yaprak karotenoid içeriği üzerine etkileri

Sulama suyu tuzluluk düzeyi (dS/m)	Bitki boyu (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Yaprak alanı (cm ²)	Yaprak oransal su potansiyeli (%)	Yaprak toplam klorofil içeriği (mg/g)	Yaprak karotenoid içeriği (mg/g)
0.40	105.70 a	1759.55 a	209.65 a	225.63 a	81.40 a	3.31 b	0.81 b ¹
1.40	106.60 a	1783.80 a	212.45 a	228.90 a	80.39 a	3.62 a	0.92 a
2.40	103.38 a	1758.41 a	206.39 a	224.56 a	75.07 ab	3.59 a	0.91 a
3.40	86.25 b	1524.98 b	205.27 a	201.79 b	68.85 bc	2.90 c	0.75 bc
4.40	67.08 c	1408.98 c	184.87 b	122.75 c	69.80 bc	2.76 c	0.74 cd
5.40	57.60 d	1424.92 bc	148.40 c	108.22 d	63.83 cd	2.31 d	0.71 cd
6.40	55.27 de	1323.50 c	151.28 c	77.57 e	60.85 de	2.07 e	0.69 d
7.40	47.25 ef	1209.44 d	144.55 c	66.88 ef	55.35 ef	1.82 f	0.73 cd
8.40	45.00 f	1200.50 d	124.05 d	59.85 f	52.50 f	1.73 f	0.55 e
ANOVA	**	**	**	**	**	**	**

** F testine göre $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

¹ Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) farklılık göstermektedir.

Tuz stresinin etkilediği önemli bitki büyüme parametrelerinden birisi de yaprak alanıdır (Munns ve Termaat 1986). Kıran ve ark. (2015) patlıcan anaçlarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, tuz stresi sonucunda yaprak alanında değişen oranlarda azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, yaprak alanı ile tuz stresi arasında önemli negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Artan tuz stresi (≥ 3.4 dS/m) yaprak alanını önemli miktarda azaltmış ve daha küçük yaprak alanının oluşmasına neden olmuştur. En yüksek yaprak alanı düşük tuz

konsantrasyonu içeren sulama suyu (≤ 2.4 dS/m) ile sulanmış patlıcan bitkilerinde tespit edilmiştir. Çalışmaya konu olan patlıcan çeşidine ait bitkilerin yaprak alanlarının 228.90 cm^2 ($EC=1.4$ dS/m ile 59.85 cm^2 ($EC= 8.4$ dS/m) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Ekmekçi ve ark. (2005) göre, yetiştirme ortamı tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmektedir. Bu durumda, ozmotik basıncın yükselmesi ile bitki köklerinin topraktaki mevcut suyu alması engellenmektedir (Ayyıldız 1990). Bitkilerin yeterli su alamaması sonucunda ilk ortaya çıkan belirti yaprak alanının azalmasıdır (Mohd ve ark. 2004). Araştırmamızda, patlıcan bitkilerine değişik tuz konsantrasyonu içeren sulama suları uygulanmış, bu uygulamalar ile bitkilerinin yaprak oransal su potansiyeli arasındaki ilişkiler incelenmiş ve bu ilişkilere ait sayısal sonuçlar Çizelge 2’de gösterilmiştir. En yüksek su potansiyeli kontrol, 1.4 ve 2.4 dS/m uygulamalarından elde edilmiştir. Tuzluluk düzeylerinin artması (≥ 3.4 dS/m) yaprak su potansiyelinin de önemli miktarda azalmasına neden olmuştur. Nitekim en yüksek su potansiyeli tuz ilave edilmemiş (kontrol) sulama suyu uygulamalarından alınmıştır (%81.40). Buna karşın, en düşük yaprak oransal su potansiyeli de (%52.5) yüksek tuz içeren sulama suyu (8.4 dS/m uygulanmış bitki yapraklarında gözlemlenmiştir.

Patlıcan yaprakları klorofil kapsamı tuz stresinden olumsuz yönde etkilenmektedir. Tuzlu sulama suyu ile yapılan sulamaların patlıcanda klorofil kayıplarına sebep olduğu Bsoul ve ark. (2016) tarafından bildirilmiştir. Yetiştirme ortamında artan tuzluluğun yapraklarda klorofil degregasyonu meydana getirdiği daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Malibari ve ark. 1993; Salama ve ark. 1994). Çalışmamıza konu olan Kirmasti patlıcan çeşidinde de önceki çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, değişik tuzluluk düzeylerindeki sulama suyu uygulamaları ile yaprak toplam klorofil ve karotenoid içerikleri arasında istatistiksel yönden önemli ($p<0.05$) ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 2). Düşük tuz stresi (≤ 2.4 dS/m) uygulamalarında yaprak klorofil ve karotenoid içeriklerinin yüksek olduğu, buna karşılık 3.4 dS m^{-1} tuz seviyesinden itibaren azalma meydana geldiği saptanmıştır. Söz konusu parametrelerdeki negatif etkiler artan tuz konsantrasyonları ile daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Yaprak klorofil ve karotenoid içeriklerinin en yüksek olduğu uygulama 1.4 dS/m iken en düşük içerikler 8.4 dS/m düzeyinde belirlenmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada, meyve verimi, su kullanım etkinliği, bazı verim ve kalite bileşenleri ile sulama suyu tuzluğu arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Verimin düşmeye başladığı toprak tuzluluğu eşik değeri $C_t= 1.49$ dS/m olarak bulunmuştur. Bu sonuç, ‘Kirmasti’ yerel patlıcan çeşidinin meyve verimi bakımından tuza duyarlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, istatistiksel olarak verimde önemli miktarda azalma 3.4 dS/m sulama suyu tuz konsantrasyonunda tespit edilmiştir. Genelde, 3.4 dS/m tuz konsantrasyonu büyüme parametrelerinin yanı sıra yaprak klorofil ve karotenoid içeriklerinde de sınır değeri olmuş ve söz konusu parametrelerde istatistiksel olarak önemli kayıplar 3.4 dS/m ve üzerinde artan konsantrasyonlarda ortaya çıkmıştır. Her ne kadar incelenen parametrelerdeki performansı bakımından tuza duyarlı bulunmuş olsa da, Kirmasti patlıcanı kuvvetli büyüyen ve dayanıklı, verimli, bölgeye iyi uyum sağlamış, ıslah çalışmalarında ve anaç olarak kullanılabilir potansiyele sahip değerli bir genetik kaynak olarak dikkati çekmektedir.

Kaynaklar

- Abdel-Azeem AM, Elwan MWM, Sung JK, Ok YS (2012). Alleviation of salt stress in eggplant (*Solanum melongena* L.) by plant-growth-promoting Rhizobacteria. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43:1303-1315.
- Akıncı IE, Akıncı S, Yılmaz K, Dikici H (2004). Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32: 193–200.
- Arnon DI (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.
- Ashraf M (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences. 13(1): 17-42.
- Ayyıldız M (1990). Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1196, Ankara.
- Barra PJ, Inostroza NG, Mora ML, Crowley DE, Milko AJ (2017). Bacterial consortia inoculation mitigates the water shortage and salt stress in an avocado (*Persea americana* Mill.) nursery. Applied Soil Ecology, 111: 39-47.
- Biggar JW, Rolston DE, Nielsen DR (1984). Transport by salt water. California Agriculture, 38(10): 10-12.
- Bresler E, McNeal BL, Carter DL (1982). Saline and sodic soils. Springer-Verlag: Berlin.
- Bsoul EY, Jaradat SP, Al-Kofahi P, Al-Hammouri AA and Alkhatib R (2016). Growth, water relation and physiological responses of three eggplant cultivars under different salinity levels. Jordan Journal of Biological Sciences, 9(2):123-130.

- Cemek B, Apan M, Demir Y, Kara T (2005). Sera koşullarında farklı sulama suyu miktarlarının hıyar bitkisinin büyüme, gelişme ve verimi üzerine etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3): 27-33.
- Çulha Ş ve Çakırlar H (2012). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *AKU J. Sci.*, 11: 11-34.
- Doorenbos J and Kassam AH (1986). Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3):118-125.
- Fidan E ve Ekincialp A (2017). Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin farklı seviyelerdeki tuz stresine gösterdikleri tepkilerin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4): 558-568.
- Ghassemi F, Jackman AJ, Nix AH (1995). Salinization of land and water resources. CAB International, Wallingford, England.
- Hasegawa, PM, Bressan, RA and Pardo JM (2000). The dawn of plant salt to tolerance genetics. *Trends in Plant Sci.*, 5: 317-319.
- Katerji N, vanHoorn JW, Hamdy A, Mastrorilli M, Karam F (1998). Salinity and drought, a comparison of their effects on the relationship between yield and evapotranspiration. *Agricultural Water Management*, 36: 45-54.
- Kıran S, Kuşvuran Ş, Özkay F, Özgün Ö, Sönmez K, Özbek H, Ellialtıoğlu ŞŞ (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1): 20-30.
- Lichtenthaler HK and Wellburn AR (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Transac.* 11: 591-592.
- Maas EV and Hoffman GJ (1977). Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage*, ASCE: 115-134.
- Machado RMA and Serralheiro RP (2017). Soil Salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*, 3(2): 1-13.
- Malibari AA, Zidan MA, Heikal MM, El-Shamary S (1993). Effect of salinity on germination and growth of alfalfa, sunflower and sorghum. *Pak J. Bot.*25:156-60.
- Mao X, Liu M, Wang X, Liu C, Hou Z, Shi J (2003). Effects of deficit irrigation on yield and water use of greenhouse grown cucumber in the north China plain. *Agri. Water Manage.*, 61, 219-228.
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press., pp. 657-680.
- Mohd R, Ismail M, Yusoff K and Mahmood M (2004). Growth, water relations, stomata conductance and proline concentration in water stressed banana (*Musa spp.*) plants. *Asian J. Plant Sci.*, 3:709-713.
- Munns R and Termaat A (1986). Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- Parida AK and Das AB (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349
- Paul D and Nair S (2008). Stress adaptations in a plant growth promoting Rhizobacterium (PGPR) within creasing salinity in the coastal agricultural. *Soils Journal of Basic Microbiology*, 48: 378-384.
- Paul D (2012). Osmotic stress adaptations in Rizobacteria. *J. Basic Microbiol.*, 52:1-10.
- Rhoades JD, Chanduvi F, Lesch S (1999). Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Publications No: 57, Rome.
- Sairam RK, Raok V and Srivastava GC (2002). Differential response of wheat genotypes to long terms salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*, 163: 1037-1046.
- Salama S, Trivedi S, Busheva M, Arafa AA, GarabandErdei L (1994). Effects of NaCl salinity on growth, cation accumulation, chloroplast structure and function in wheat cultivars differing in salt tolerance. *J. Plant Physiol.*144: 241-247.
- Sevengör S, Yasar F, Kusvuran S, Ellialtıoğlu S (2011). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (21): 4920-4924.
- Shalata A and Tal M (1998). The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiol. Plant.* 104: 169-174.
- Turhan A, Kuscu H, Ozmen N, Asık AA, Serbeci MS, Seniz V (2013). Alleviation of deleterious effects of salt stress by applications of supplementary potassium-calcium on spinach. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 63(2): 184-192.
- Turhan A, Kuscu H, Ozmen N, Demir AA (2014). Farklı tuzluluk düzeylerinin sarımsakta (*Allium sativum* L.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 280-287.
- Turhan A, Kuscu H, Demir AA (2015). Sulama suyu tuzluluğunun hıyarın verim, meyve özellikleri ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi. *JAFAG*, 32 (3): 29-38.
- Ünlükara A, Kurunç A, Kesmez GD, Yurtseven E, Suarez DL (2010). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. And Drain.*, 59: 203-214.
- Yaşar F (2003). Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi*, Van, 138s.

- Yurtseven E, Parlak M, Demir K, Öztürk A ve Kütük C (1999). Turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamaları: 1. Bazı verim parametrelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 5(3): 28-34.
- Viegas RA, Silveira JAG, Junior ARL (2001). Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. Braz. J. Environ. Agric. Eng. 5: 216–222.
- Zahir ZA, Ghani U, Naveed M, Nadeem SM, Asghar HN (2009). Comparative effectiveness of *Pseudomonas* and *Serratia* sp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt-stressed conditions. Arch. Microbiol., 191:415-424.
- Zhang G, Zhang L, Chen B, Zhou Z (2013). Photosynthesis, ion accumulation, antioxidants activities and yield responses of different cotton genotypes to mixed salt stress. African Journal of Agricultural Sciences, 8(47): 6002-6011.
- Zhang P, Senge M, Dai Y (2016). Effect of salinity stress on growth, yield, fruit quality and water use efficiency of tomato under hydroponics system. Reviews in Agricultural Science, 4: 46-55.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Farklı Sulama Suyu Seviyeleri ve Malç Materyallerinin Bağda Yabancı Ot Yoğunluğuna Etkisi

Nazife TEMEL^{1*}, Hilmi TORUN¹, Serpil TANGOLAR²

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bölümü, Adana, Türkiye
*e-posta: nazife.temel@tarimorman.gov.tr; Tel: +90 (322) 344 1784

Öz: Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bağında 2017-2018 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak 1103P anacı üzerine aşılı, kordon şeklinde terbiye edilmiş, sıra arası ve sıra üzeri 3.5x2.0 m mesafelerde dikilmiş, üç yaşlı Trakya İlkeren asma çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada üç farklı su seviyesi uygulamasının yapıldığı (sulananmayan (kontrol), %50 ve tam (%100 su seviyesi) bir parselde yabancı ot kontrolünü sağlamak amacıyla dört farklı malç materyali (siyah plastik örtü, kuru malç, buğday samanı ve bazaltik pomza) denenmiştir. Farklı örtü materyali ve sulama uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla, yabancı ot türleri, genel yabancı ot kaplama alanı, yabancı otların yaş ve kuru ağırlıkları incelenmiştir. Farklı sulama uygulamalarının yapıldığı tüm parsellerde, yabancı otların büyük çoğunluğunun tek yıllık olduğu belirlenmiştir. Yabancı ot kaplama alanı ile yabancı otların yaş ve kuru ağırlığı yönünden en düşük değerler tüm sulama uygulamalarında siyah plastik malç ve en yüksek değerler kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Yabancı otların yaş ve kuru ağırlığı yönünden sulamasız (470 g ve 215 g), %50 su (1670 g ve 625 g) ve tam su uygulamalarında siyah plastik malçtan sonraki en düşük değerler saman malçından (745 g ve 165 g) alınmıştır. Sonuç olarak bağda, sulamasız, %50 ve tam su uygulamalarında, sıra üzerindeki yabancı otların siyah plastik malç ve buğday samanı malçı ile kontrol edilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Asma, Bağ, Malç materyali, Sulama, Yabancı ot

The Effect of Different Mulch Materials and Irrigation Water Levels on Weed Populations in Vineyard

Abstract: This research was carried out 2017-2018 growing season in the Çukurova University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Research and Application Vineyard. Three-year-old Trakya İlkeren grape varieties which were planted row spacing and intrarow at 3.5x2.0 m distances on the cordon type order of 1103P rootstock. In the study, four different mulch materials (black plastic mulch, dry mulch, straw mulch and basaltic pumice) provide to control weed populations in plots of three different irrigation water levels were used (non-irrigation (control), 50% and full (100%) water levels). In order to determine the effect of different cover crop materials and irrigation applicants, weed species, general weed coverage, wet and dry weed biomass were examined. Almost all of the weeds are annual in all plots where different irrigation practices are applied, the lowest values in wet and dry weed biomass from black plastic mulch and the highest values from control were obtained. The lowest wet and dry weed biomass values were determined from black plastic mulch, then straw mulch in non-irrigation (470 g and 215 g), 50% (1670 g and 625 g) and in full water irrigation (745 g and 165 g, respectively). As a result, it was determined that it was possible to control weed populations on intrarows with black plastic mulch and straw mulch in non-irrigation, 50% and full water application vineyards.

Keywords: Vine, Grapevine, Mulch materials, Irrigation, Weeds

Giriş

Bağcılık, dünyanın bilinen en eski tarımsal etkinliklerinden biridir. Anavatanı hakkında değişik kuramların öne sürüldüğü asma, dünyanın kuzey yarım küresinde 20-52° ve güney yarım küresinde ise 20-40° enlem daireleri arasında yer almaktadır (Oraman 1959). Türkiye 36-42° enlemleri arasında bulunması sebebi ile bağcılık için optimum koşullara sahip ülkelerdendir. Türkiye’de bağ yetiştiriciliğinin tarih öncesi devirlere dayandığını ispatlayan çok sayıda veri olması yanında, yurdumuzun tüm coğrafik bölgelerinde farklı oranlarda da olsa bağ alanları mevcuttur. Ekim alanı ve üretim yönünden ilk sırayı alan Ege Bölgesi’nde çekirdeksiz yaş ve kuru üzüm, Akdeniz Bölgesinde ise daha çok erkenci çeşitler yetiştirilmektedir. Akdeniz bölgesi; ekim alanı (569 816 da) ve üretim (574 358 ton) yönünden

Ege bölgesinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK 2017). Bağ yetiştiriciliği, milli gelire ve ülke ekonomisine katkı sağlayan tarımsal uğraşlar içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır (Uluğ 1989).

Bağcılık organik tarımın uygulandığı alanlardan biridir ve üzüm meyvesinin yüksek şeker içeriğinden dolayı kalori değeri de yüksektir. Minerallerden demir, potasyum, kalsiyum ve sodyum yönünden oldukça zengindir ve bazı vitaminler (A, B1, B2, Niacin ve C vitaminleri) yönünden de önemli bir besin kaynağıdır. Üzüm sofralık, şaraplık ve kurutmalık olarak değerlendirilmekte, ayrıca sirke, pekmez yapımında, kurutularak çerez olarak ya da kek ve pastalarda da kullanılmaktadır.

Çevre kirliliği küresel iklim değişikliğine yol açan en önemli etkenlerden biridir ve iklim değişikliğinde mevsim geçişleri daha geç olmakta ve bitki örtüsü değişmektedir. Ayrıca su kaynakları hızla tükendiği için kuraklık ve çoraklık yaşanmakta, bu neden ile suyun çok etkin kullanılması hayati önem taşımaktadır. Yabancı otların asma için gereken toprak suyunu aldıkları ve bağlarda en az % 10 oranında verim kaybına yol açtığı ve geleneksel tarım yapan üreticinin organik yetiştiriciliğe geçişindeki en büyük engel olduğu belirlenmiştir (Cramer 1967; Peruzzi ve ark. 2004). Hızla çöleşmeye doğru giden dünyamızda asmanın yabancı otlarla rekabeti büyük kayıplara ve bununla birlikte önemli bir ihracat ürünü olan üzüm yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılara konukçuluk ederek verim kaybının giderilmesinde de ciddi sorunlara neden olmaktadır. Kullanılan kimyasalların çevreye ve ekolojik sistemdeki diğer canlı organizmalara verdiği zararların minimuma indirilmesi ve bağların herbisitlere karşı çok duyarlı olması alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bağda toprak işleme, genellikle sıra aralarının traktör ile sürülmesi şeklinde yapılmakta, fakat sürüm amacı yabancı otları yok etmek olduğunda bu sayı çok artmakta, bu durum topraktaki nem ve besin elementi kayıplarını ve beraberinde üretim maliyetini yükseltmekte, ayrıca üzüm hasatını zorlaştırmaktadır.

Örtücü bitki ve malç uygulamalarının ise toprak ekolojisini iyileştirdiği, toprağı koruduğu, büyük agro-ekolojik potansiyel sunduğu, ürün verimini artırdığı ve çevrenin korunmasını da sağladığı bildirilmiştir (Masiunas 1998; Bronick ve Lal 2005; Fageria ve ark. 2005; Yakar ve Uygur 2010; Ateş ve Uygur 2013; Şener ve Uygur 2015). McGourty (2004) bağda, 15 yıldan daha uzun bir süre örtücü bitkiler üzerinde çalışmış, organik ve sürdürülebilir bağcılıkta toprağın rüzgâr ve yağış erozyonundan korunduğunu, omcaların büyümesini düzenlediğini, toprağın katyon değişim kapasitesini yükselterek verimi artırdığını ve su tutma kapasitesini artırdığını, omcaların kök bölgelerinde biyolojik çeşitliliği artırdığını bildirmiştir. Ayrıca örtücü bitkilerin; genel predatör ve parazitoitler için habitat oluşturduğunu, kültürel işlemleri ve hasadı kolaylaştırdığını, ayrıca ortamdaki hava ve suyun kalitesini artırdığını bildirmiştir. Temel ve ark. (2011) organik turuncgil bahçesinde ise farklı örtücü bitkileri denemiş ve yabancı otları kontrol altında tutabilmek için örtücü bitkilerden yararlanılabileceğini ifade etmiştir.

Bu çalışma, sulama yapılmayan, evaporasyon ile kaybedilen suyun %50 ve %100'nün verildiği farklı seviyelerdeki su uygulamalarının Trakya İlkeren asma çeşidinde sıra üzerine uygulanan dört farklı (siyah plastik örtü, kuru malç, buğday samanı ve bazaltik pomza) malç uygulamasının, yabancı otları baskı altına alıp almadığının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Ayrıca, su seviyelerindeki değişim ile yabancı ot yoğunluğu arasında interaksiyon olup olmadığının saptanması amacı ile tasarlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünün Araştırma ve Uygulama Bağında 2018 yılında yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmanın bitkisel materyalini bağ alanında bulunan, 1103 P anacı üzerine aşılı çok erkenci ve sofralık Trakya İlkeren asma çeşidi asmaları oluşturmuştur. Deneme; iki faktörlü olarak planlanmıştır. Birinci faktör sulama seviyesi (sulamasız kontrol), % 50 ve % 100 sulama), ikinci faktör malç uygulaması (siyah plastik örtü, kuru malç (fiğın biçilip sıra üzerine bırakılması), buğday samanı malçı ve bazaltik pomza) olmuştur. Bazaltik Pomza; volkanik bir kayaç olup camsı görünümlü, boşluklu, süngerimsi, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı bir kayaçtır. Yoğunluğu 1-2 g/cm³ tür (Anaç 2016).

Yöntem

Sulama Şekli ve Sistemi

Çalışmada kullanılan bitkilerin sulamaya gün ortası yaprak su potansiyeli -1.0 MPa (-10 bar) altına düştüğünde başlanmış; sulama suyu miktarı ise A Sınıfı buharlaşma kabından (Epan) elde edilen yığışlımlı buharlaşma miktarına

göre belirlenmiştir. Bu tarihten itibaren su uygulanan parsellere birer hafta aralıklarla yığışlı Epan değerinin %50 ve %100'ü dikkate alınarak su verilmiştir. Kontrol parsellerine su uygulanmamıştır.

Deneme parsellerine uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla 6-13 gün aralıklarla hesaplanmıştır ve her sulamada haftalık yığışlı buharlaşma miktarı dikkate alınmıştır (Tangolar ve ark. 2015; Tangolar ve ark. 2018).

$$I = A * Epan * Kpc * P$$

I: Sulama suyu miktarı (L), *A*: Parsel alanı (m²), *Epan*: Açık su yüzeyinden olan buharlaşma miktarı (L), *Kpc*: Buharlaşma havuzunun konumuna ve bitkiye bağlı değişen bir katsayı (Burada 0.50 ve 1.0), *P*: Islatılan alan yüzdesi (0.50). Öğle saatinde ölçülen taş gölgesinin miktarı olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sistemde her asma sırası için bir lateral kullanılmıştır. Lateral olarak kullanılan 20 mm dış çaplı ve 4 atm işletme basınçlı PE borular gövdeye yakın pozisyonda toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. Lateraller üzerinde, içten geçik, basınç düzenleyicili ve 3 L/h debiye sahip 60 cm aralıklı, damlatıcılar kullanılmıştır. Damla sulama sistemi 1.5 kg cm-2 (150 kPa) işletme basıncında çalıştırılmıştır.

Çalışmada ilk sulama 18 Mayıs, ikincisi 25 Mayıs, üçüncüsü 31 Mayıs, dördüncüsü 13 Haziran'da olmak üzere dört kez sulama yapılmıştır.

Denemenin Malçlama Yöntemleri

Malç yapılmamış (Kontrol): Kontrol parsellerinde toprak herhangi bir materyalle örtülmeden açık bırakılmıştır.

Siyah plastik malç: Bu uygulamada sıra üzeri 80 cm genişliğinde, 0.50 mm kalınlığında polietilen malzemeden üretilen ultraviyole katkılı siyah renkli örtü materyali ile (20 Kasım 2017) kapatılmıştır.

Kuru malçlama: Bu uygulamada; asmaların sıra üzerleri 80 cm genişliğinde ve 6.0 m uzunluğunda, 6 kg/m² olacak şekilde biçilmiş (7 Mart 2018) yaş fiğ ile örtülmüştür.

Saman malçı: Bu uygulamada; sıra üzeri, 0.80x6.0 m ölçülerinde ve metrekareye 8 kg gelecek şekilde buğday samanı ile (29 Ocak 2018) örtülmüştür.

Bazaltik pomza malçı: Çalışmada kahverengimsi renkli bazaltik pomza kullanılmıştır. Bu uygulamada; sıra üzeri 80 cm genişlik ve 6 m uzunluğunda bazaltik pomza ile (29 Ocak 2018) örtülmüştür. Uygulamada 50 kg/m² hesabı ile bir parselde 240 kg bazaltik pomza taşı kullanılmıştır.

Deneme alanının sıra araları traktör ile sürülmüştür.

İncelenen Özellikler

Üzüm hasadından önce sırası ile aşağıdaki özellikler incelenmiştir.

Yabancı ot türleri: Sıra üzerlerinde bulunan yabancı otların türleri belirlenmiştir. Teşhis edilemeyen yabancı otlar gazete kağıtları içerisine konarak laboratuvara getirilmiş ve Flora of Turkey (Davis 1965-1988) kitabı yardımıyla teşhis edilmiştir.

Yabancı ot genel kaplama alanı (%): Kontrole göre yabancı otların % kaplama alanı belirlenmiştir. Genel kaplama alanı ölçüm yapılan toplam alanda % olarak kapladığı miktardır (Odum 1971). İstatistik analizde elde edilen değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır.

Yabancı otların yaş ağırlığı (g): Bu özellik için, yabancı otlar kesici bir el aleti yardımı ile biçilerek kese kâğıdına alınmıştır. Daha sonra Laboratuvara getirilen örnekler hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedilmiştir.

Yabancı otların kuru ağırlığı (g): Yaş ağırlığı saptanan yabancı otlar kuru ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla etüvde 105°C'de 24 saat boyunca kurutulmuş ve sonra hassas terazide tartılmıştır (Hitchcock 1931).

Deneme Deseni ve İstatistik Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin varyans analizi SAS temelli JMP istatistik paket programı kullanılarak 4 tekerrürlü (parsel genişliği 3 asma) "Bölünmüş Parseller Deneme Desenine" göre yapılmış ve farklı grupların saptanmasında LSD testinden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Deneme Alanında Belirlenen Yabancı Ot Türleri

Çukurova bölgesinde yetiştiriciliği yapılan ve yazlık kültür bitkilerinin birçoğunda sorun olan çok yıllık yabancı otlardan *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı) ve *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Kanyaş, Geliç)'nin deneme bağında da yoğun olarak bulunduğu saptanmıştır. Saptanan yabancı ot türleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sıra üzerinde bulunan yabancı ot türleri, familyaları ve yaşam süreleri

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familyası	Yaşam süresi
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	Bambul (Boya) otu	Euphorbiaceae	Tek Yıllık
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	Convolvulaceae	Çok Yıllık
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Tüylü pire otu	Asteraceae	Tek Yıllık
<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç	Apiaceae	İki Yıllık
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Hakiki şahtere	Papaveraceae	Tek Yıllık
<i>Geranium spp.</i>	Turna gagası türleri	Geraniaceae	Tek Yıllık
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Bozot	Boraginaceae	Tek Yıllık
<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabancı marul	Asteraceae	İki Yıllık
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semiz otu, Soğukluk	Portulacaceae	Tek Yıllık
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.	Yeşil kirpi darı	Poaceae	Tek Yıllık
<i>Solanum nigrum</i> L.	Köpek üzümü	Solanaceae	Tek Yıllık
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Adi eşek marulu	Asteraceae	Tek/iki Yıllık
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş, Geliç	Poaceae	Çok Yıllık
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir dikenli	Zygophyllaceae	Tek Yıllık

Farklı Miktarlarda Uygulanan Sulama Suyunun Yabancı Otların Kaplama Alanına Etkisi

Sulamasız, evaporasyon ile kaybedilen suyun yarısının (% 50 su) ve tamamının (% 100 su) etkisinin incelendiği denemede, farklı malç materyallerinin yabancı ot kaplama alanına etkisini belirlemek için her bir parselde tahmini gözlem alınmıştır (TAGEM 2008).

Yapılan istatistik analizine göre; yabancı ot kaplama alanı bakımından, farklı sulama ve malç uygulamaları arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Damla sulama yöntemi ile farklı seviyelerde verilen su uygulamalarının tümünde, örtü uygulanmayan ve sulanmayan kontrole göre; en düşük yabancı ot kaplama alanı değeri (% 0) siyah plastik örtüden alınmıştır. Bunu %50 su uygulaması altındaki saman malçı ve bazaltik pomza (sırasıyla % 60 ve % 72.5); % 100 su uygulamasında ise bazaltik pomza ve saman malçı (% 52.5 ve % 55) örtü materyalleri izlemiştir (Çizelge 2). Kültür bitkileri gelişirken, fotosentezde suyun substrat olarak birçok biyokimyasal faaliyette kullanılması veya katalizör olarak rol alması kültür bitkisinde sulama suyunun artmasına dolayısıyla paralel şekilde yabancı ot gelişimine ve yabancı ot kaplama alanında artışlara neden olmuştur (Koç 1991). Farklı sulama uygulamalarında kuru malç, yabancı otların baskılanmasında diğer örtü materyallerinden daha etkisiz kalmış, fakat sulamasız uygulamada saman malçına göre daha etkili olmuştur.

Kuru malçı oluşturan baklagil bitkisi olan fiğın C:N oranı (13:1) çok düşüktür. Bu nedenle sulama uygulamalarında fiğın kısa sürede parçalanarak, toprak yüzeyini örtme alanının daraldığı ve yabancı otların gelişmesine ortam sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şehirli 1988). Ancak Fredrikson ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada örtücü bitkilerin biçim artıklarının yığınlar şeklinde toplanmasının yabancı otların kaplama alanını azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Çok yıllık bir baklagil olan yoncanın örtücü bitki olarak ekilmesi durumunda, yüksek azot içeriğinden dolayı bağda kimyasal gübre ihtiyacını azalttığı ve çevreyi nitrat kirliliğinden koruduğu bildirilmiştir (Patrick-King ve Berry 2005).

Çizelge 2. Farklı su seviyesi ve örtü materyali uygulamalarında yabancı ot genel kaplama alanı (%) ile yaş ve kuru ağırlığına (g) ilişkin değerler

Su Uygulaması	Malç Uygulaması	Yabancı Ot Genel Kaplama Alanı (%)	Yabancı Ot Yaş Ağırlığı (g)	Yabancı Ot Kuru Ağırlığı(g)
Sulamasız	Siyah Plastik	0 f *	0 g	0 h
	Kuru Malç	15 e	595 fg	255 g
	Saman Malçı	17.5 e	470 fg	215 g
	Bazaltik Pomza	10 e	790 f	345 fg
	Kontrol	80 b	975 f	490 ef
	Ortalama	24.5 C	566 B	261 C
% 50 Su	Siyah Plastik	0 f	0 g	0 h
	Kuru Malç	77.5 bc	2685 bc	990 abc
	Saman Malçı	60 cd	1670 e	625 de
	Bazaltik Pomza	72.5 bcd	1905 de	805 cd
	Kontrol	100 a	3160 ab	1185 a
	Ortalama	62 A	1884 A	721 A
% 100 Su	Siyah Plastik	0 f	0 g	0 h
	Kuru Malç	72.5 bcd	2355 cd	950 bc
	Saman Malçı	55 d	745 f	165 gh
	Bazaltik Pomza	52.5 d	1940 de	550 e
	Kontrol	97.5 a	3470 a	1080 ab
	Ortalama	55.5 B	1702 A	549 B
Malç Uygulama Ortalamaları	Siyah Plastik	0 c	0 d	0 e
	Kuru Malç	55.00 b	1878 b	732 b
	Saman Malçı	44.17 b	962 c	335 d
	Bazaltik Pomza	45.00 b	1545 b	567 c
	Kontrol	92.50 a	2535 a	918 a
LSD Değerleri	Sulama	5.57	306	91
	Malç	7.19	395	117
	İnteraksiyon	12.46	685	202
Pr > F	Sulama	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
	Malç	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
	İnteraksiyon	0.0082	0.0018	0.0004

*: Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki farklılık bulunmaktadır.

Farklı Miktarlarda Uygulanan Sulama Suyunun Yabancı Otların Yaş ve Kuru Ağırlığına Etkisi

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre yabancı otların yaş ve kuru ağırlığı üzerine farklı sulama ve malç uygulamaları arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Sulama suyu seviyesi arttıkça yabancı otların yaş ve kuru ağırlıklarında da artışların olduğu, hiç su verilmeyen (sulamasız=kontrol) parsellerde bu artışın belirgin olmadığı gözlenmiştir. Sulamasız uygulamalarda siyah plastik örtü haricinde diğer üç malç materyalinin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Sulama yapılmayan parsellerde kontrol uygulaması göz ardı edildiğinde, örtü materyallerinin yabancı otları baskılama oranında iki grup oluşmuş, %50 su uygulamasında yaş ağırlık değerlerinde görülen değişkenlikte ise örtü materyallerinin yabancı otların baskılama oranında önemli olduğu bulunmuştur. Yüzey buharlaşma ile kaybedilen suyun tamamı (%100) verildiğinde de %50 su uygulamasına benzer veriler alınmıştır. Bu durum bitkilerin sadece metabolitik döngü için gereken suyu, aktif ya da pasif olarak alıp kullandığını ve fazladan verilen suyu almadığını göstermiştir. İncelenen tüm yabancı ot özelliklerine ait verilerde, tüm su faktörü uygulamalarında kullanılan kuru malç, saman malçı ve bazaltik pomzaya göre siyah plastik örtü ilk sırada yer almış ve yabancı otları tamamen baskıladığı saptanmıştır. Bu durumun, siyah plastik örtünün toprağın havalanmasına, atmosferik nem ile toprak neminin dengelenmesine engel olması ve toprak sıcaklığını arttırmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Eryüce 1994). Benzer çalışmalarda Şener ve Uygur (2015) organik patlıcan ve biber yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrol yöntemleri olan siyah plastik malç, saman malçı, el çapası, ve örtücü bitki uygulamalarını kullanmış ve en etkili uygulamanın siyah plastik malç olduğunu belirlemiş ancak toprak yapısını bozduğunu gözlemiştir. Ateş ve Uygur (2013) ise ekolojik tarım yöntemleriyle açıkta yapılan patlıcan ve biber yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrol mücadelesinde çapa uygulamasının yanı sıra farklı polietilen tiplerini ve saman malçı uygulamalarının yabancı otların kontrol edilmesinde etkili olabileceğini bildirmiştir. Güneş ışığı bitkilerin çimlenmesi için mutlak gerekli olmamakla birlikte bitki çıkışı, büyümesi ve gelişmesi için fotosentez ve bu olayın ürünleri olan asimilant üretimi için mutlaka gereklidir. Çalışmadan

elde edilen bulgular, siyah plastik örtünün, güneş ışığının toprak yüzeyine ulaşmasını büyük ölçüde engellediğini, hava geçirgenliği de azaltarak toprak sıcaklığını arttırdığını bildiren çalışma sonuçları ile uyum içerisindedir (Kitiş 2009). Preece ve Read (1993) şeffaf plastik olan malçların kısa dalga boylu güneş ışınlarının çoğunu toprak altına geçirebildiğini, siyah plastik malçların toprak sıcaklığını arttırdığını belirlemiştir.

Benzer bir çalışma Mage (1982), siyah plastik örtü uygulanan elma fidanı alanlarında, mekanik mücadele yapılan veya herbisit uygulanan ya da sürekli yabancı otlu bırakılan parsellere göre malç altında kalan toprağın sıcaklık ve nem oranının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada; lahanaya, marul, domates, fasulye, hıyar ve mazi bitkilerinde, siyah ve beyaz renkli malç tekstili (gözenekli), siyah renkli dokuma malç tekstili (gözenekli), siyah ve şeffaf polietilen, yeşil renkli ağır ve dayanıklı plastik malç, parçalanmış ağaç kabuğu ve yulaf samanı malç materyalinin denendiği çalışmada yulaf samanı ve şeffaf polietilen hariç malçsız kontrole göre diğer uygulamaların yabancı otları başarılı şekilde kontrol ettiği bildirilmiştir. Ayrıca toprak sıcaklığını en fazla polietilen malçın arttırdığı, malç tekstili ve organik malçın toprağın nem içeriğini en fazla muhafaza eden uygulamalar olduğu saptanmıştır. Böylelikle toprağın oksijen içeriğinin beyaz renkli malç tekstili uygulamasında en yüksek seviyede olduğu, marul ve lahanada dışında diğer kültür bitkilerinde tüm malç uygulamalarının meyve verimini kontrole göre arttırdığı gözlenmiştir (Ashworth ve Harrison 1983). Yakar ve Uygur (2010) seralarda ekolojik domates ve hıyar yetiştiriciliğinde, yabancı otlara karşı kağıt malç, malç tekstili, el çapası, siyah polietilen, örtücü bitki uygulamalarını denemiş, siyah polietilen ve malç tekstili uygulamalarının yabancı otlarla mücadelede etkin olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular yukarıda sıralanan araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak; küresel ısınmadan dolayı çölleşmenin hızla ilerlediği ve nüfusun hızla arttığı dünyamızda, sınırlı tarım alanlarının akılcı, ekonomik biçimde kullanılması, verim ve kaliteyi birlikte arttıracak uygulamaların eksiksiz, doğru zaman ve biçimde uygulanması gereklidir. Agronomi alanında geliştirilen yeni tekniklerin yanında, kültür bitkilerinde ciddi kayıplara neden olan zararlı, hastalık ve yabancı otların mücadelesinde hep daha ileri adımlar atılmıştır. Ancak, söz konusu zararların önlenmesi için, özellikle entansif tarım alanlarında kolay uygulanıp hızlı sonuç alınmasından dolayı çoğunlukla kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Tarımda kimyasal kullanımın insan ve çevre sağlığı yönünden çoğu kez geri dönüşümsüz sorunlara yol açtığı, pestisitlerin yoğun biçimde kullanımının toprak, su ve gıda maddelerinde özellikle üzümde maksimum kalıntı limitlerini aştığı bildirilmiştir (Yakar, 2018). Ayrıca hedef dışı organizmalara ve ekolojik dengeye zarar verdiği bilinmektedir. Bunlara ilâveten segetal florada değişikliğe yol açarak bazı yabancı ot türlerinde herbisitlere karşı direnç geliştiği için kimyasal mücadeleye alternatif yeni yöntemlerin uygulanması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bağda, özellikle sıra üzerinde sorun olan yabancı otlara karşı, organik ve inorganik malç veya örtü materyali uygulamaları çevre dostu yöntemler arasındadır.

Deneme sonucunda farklı sulama ve örtü materyali uygulamalarında, bağda sıra üzerinde toplam 14 yabancı ot türü belirlenmiştir. Sulama yapılmayan parsellerde, siyah plastik örtü haricinde diğer tüm örtü materyalleri kontrole göre yabancı otların kaplama alanını, yaş ve kuru ağırlıklarını benzer şekilde etkilemiştir. Toprakta kaybedilen suyun %50'si verildiğinde en fazla kontrol olmak üzere tüm parsellerde yabancı otların yaş ağırlıklarındaki artışlara rağmen (siyah plastik örtü hariç) buğday samanı malçında bu artış (1670 g) diğer uygulamalardan daha az olmuştur. Sulama suyu %100'e çıkarıldığında, kontrolde yabancı ot yaş ağırlığı yine en yüksek değere çıkmış, örtü uygulamalarında önceki uygulamaya benzer sonuçlar alınmıştır. Saman malçından ise en düşük değer (745 g) elde edilmiştir. Yabancı ot kuru ağırlık değerlerinin yaş ağırlık değerlerine paralel olduğu belirlenmiştir. Buna göre sulamasız ve her iki su uygulamasında da siyah plastik örtü ve saman malçının yabancı otların yüzey kaplama alanı ile yaş ve kuru ağırlığını diğer materyallerden daha çok engellediği saptanmıştır. Ancak siyah plastik örtünün toprağın havalanması ve ışık geçirgenliğine engel olmasının yanı sıra birçok hastalığa yol açabilme olasılığının da dikkate alınması gerekmektedir. Doğal dengenin sürdürülebilirliği yönünden, toprağın yabancı otsuz kalmamasının da sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

Bağda, özellikle sıra üzerinde sorun olan yabancı otların mücadelesinin zor olması organik yetiştiriciliği sınırlamakta ve üreticiler tarafından şikâyet konusu olmaktadır. Bölge üreticisinin yabancı otlarla mücadele sorununa alternatif çözümler sunmak için, bölge ekolojisi ve bağ yetiştiriciliğine uygun farklı örtücü bitki ve örtü materyallerinin ekonomik analizlerini de içeren daha kapsamlı araştırmaların en kısa zamanda yapılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Anaç D (2016). Topraksız Tarım ve Bitki Besleme Teknikleri, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., s. 188.
- Ashwort S, Harrison H (1983). Evaluation of Mulches for Use in The Home Garden. Hortscience. 18 (2): 180-182.
- Ateş S, Uygur FN (2013). Ekolojik yöntemlerle yetiştirilen patlıcan ve biberde yabancı ot mücadele yöntemlerinin ve etkinliklerinin araştırılması. Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2(1): 69-77.
- Bronick CJ, Lal R (2005). Soil structure and management: a review. Geoderma. 124, (1-2): 3-22.

- Cramer HH (1967). Plant protection and world crop production. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 1. Farben Fabriken Bayer A.G. Leverkusen. p. 524.
- Davis PH (1965-1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, Great Britain.
- Eryüce N (1994). Bitki Fizyolojisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Basımevi, No: 31, Bornova, İzmir, s. 109.
- Fageria NK, Baligar VC, Bailey BA (2005). Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36(19-20): 2733-2757.
- Fredrikson L, Skinkis AP, Peachey E (2011). Cover Crop and Floor Management Affect Weed Coverage and Density in an Establishing Oregon Vineyard. Horttechnology. 21(2): 208-216 .
- Hitchcock DI (1931). The Combination of a Standard Gelatin Preparation with Hydrochloric Acid and With Sodium Hydroxide. The Journal of General Physiology. 15(2): 125-138.
- Kitiş YE (2009). Çukurova Bölgesi Turunçgil Bahçelerinde Canlı ve Cansız Malç Uygulamalarının Entegre Yabancı Ot Kontrolü Açısından Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s. 335, Adana.
- Koç M (1991). Bitki Fizyolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 59, s. 88, Adana.
- Mage F (1982). Black Plastic Mulching Compared to Other Orchard Soil Management Methods. Scientia Horticulturae. 16(2): 131-136.
- Masiunas JB (1998). Production of Vegetables Using Cover Crop and Living Mulches-A Review. Journal of Vegetable Crop Production. 4(1): 11-31.
- McGourty G (2004). Cover cropping systems for organically farmed vineyards. Practical Winery&Vineyard, Wine Growing, p. 7.
- Odum EP (1971). Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, p. 574.
- Oraman MN (1959). Yeni Bağcılık. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 78, Ankara Üniversitesi Matbaası, Ankara.
- Patrick-King A, Berry AM (2005). Vineyard delta 15-N, nitrogen and water status in perennial clover and bunch grass cover crop systems of California's central valley. Agric. Ecosyst. Environ. 109: 262-272.
- Peruzzi A, Ginanni M, Raffaelli M, Borelli M (2004). Physical weed control in organic spinach production. In: Proceedings of the Sixth EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, March 8-10, Lillehammer, Norway, pp.15-25.
- Preece JE, Read PE (1993). The Biology of Horticulture in Introductory Textbook, p. 263-269.
- Şehirli S (1988). Yemelik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı: 314, A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Şener S, Uygur FN (2015). Organik Patlıcan ve Biber Yetiştiriciliğinde Alternatif Yabancı Ot Kontrol Yöntemlerinin Etkinliğinin Belirlenmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi. 2(2): 91-97.
- Tangolar S, Tangolar S, Topçu S (2015). Effects of different bud loads and irrigations applied at different leaf water potential levels on Kalecik Karası grape variety. Turk J Agric For. 39: 887-897.
- 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. YYÜ Tar. Bil. Derg. 28(1): 92-102.
- TAGEM (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları-Cilt 6, Yabancı Otlar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Temel N, Eymirli S, Avcı M (2011). Organik turunçgil yetiştiriciliğinde yabancı ot mücadelesinde örtücü bitkilerden yararlanma olanakları. Alatarım Dergisi. 10(2): 72-78.
- TÜİK (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.09.2018).
- Uluğ E (1989). Manisa ve civarındaki bağlarda görülen yabancı otlar, fenolojileri, yayılış alanları ve mücadele imkânları üzerine araştırmalar. Adana zirai mücadele araştırma enstitüsü yayınları, s. 124.
- Yakar Ş, Uygur FN (2010). Seralarda ekolojik domates ve hıyar yetiştiriciliğinde kimyasal olmayan yabancı ot mücadele yöntemlerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları. 22(1): 22-32.
- Yakar Y (2018). Çekirdeksiz Sofralık Üzümlerde Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi. YYÜ Tar. Bil. Derg. 28(4): 444-447.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Determination of Pollen Germination Rates and Pollen Quantities of Some Hybrid Walnut Genotypes

Akide ÖZCAN^{1*}, Mehmet SÜTYEMEZ²

¹Afsin Vocational School, University of Kahramanmaraş Sutcu Imam, Kahramanmaraş, Turkey

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Sutcu Imam, Kahramanmaraş, Turkey

*e-mail: ozcanakide46@gmail.com; +90 554 402 7569; +90 344 300 2252

Abstract: The aim of this research is to determine the rate of pollen germination and pollen production of 29 hybrid walnut genotypes. For this aim, the germination percentage of the pollens was examined by using the agar in the petri and hanging drop methods. Pollen production amount of the genotypes was determined with the hemacytometric method. The highest germination ratio of genotype 30 was obtained by the agar in the petri method in 1% agar+10% sucrose (54.65%). In 15% sucrose concentration in the hanging drop method, which is the best medium for all 29 hybrid walnut genotypes, pollen germination rate was 51.84% (genotype 9). The amount of pollen in a flower and an anther is very high in all genotypes. The consequence indicates that different treatments had a significant effect on the germination percentage. As a result of the findings obtained from this study, genotypes can be used as a pollinator.

Keywords: Germination, Hybrid walnut genotype, Pollen, Production

Bazı Melez Ceviz Genotiplerinin Çiçek Tozu Çimlenme Oranlarının ve Üretim Miktarlarının Belirlenmesi

Öz: Bu çalışma, 29 melez ceviz genotipinin çiçek tozu çimlenme ve üretim miktarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çiçek tozlarının çimlenme oranlarının belirlenmesinde petride agar ve asılı damla yöntemleri, çiçek tozu üretim miktarlarının belirlenmesinde ise hemositometrik yöntem kullanılmıştır. En yüksek çiçek tozu çimlenme değeri (%54.65) genotip 30'da petride agar yönteminde %1 agar+%10 sakkaroz konsantrasyonundan, asılı damlada ise %51.84 (genotip 9) ile %15 sakkaroz konsantrasyonunda tespit edilmiştir. Tüm genotiplerde çiçek tozu üretim miktarları genelde yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre tüm genotiplerin tozlayıcılık yeteneklerinin genelde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Melez ceviz genotipleri, Çiçek tozu, Üretim

Introduction

Juglans regia L. (Common walnut) is a monoecious and anemophilous plant with its flowers being able to be fertilized by its own pollen. Despite being able to be fertilized by its own pollen, the walnut bears dichogamous flowers that are either protandrous or protogynous, which may raise some complications for breeding researches to obtain sufficient pollen at the time female flowers receptivity (Luza and Polito 1985). Walnut pollen loses its viability rapidly under natural conditions, thus, extra care such as temperature, humidity, lightness or maturity, is required to prolong pollen viability if stored or kept artificially (Luza and Polito 1985).

Since it is one of the main criteria in the selection of pollinator varieties, it is very important to know the viability, germination and pollination abilities of pollen. There is usually a linear connection between the viability and germination abilities of pollen in many fruit species and fruit attitudes, apart from in certain special circumstance (Kobel 1944; Dokuzoğuz 1957; Ayfer 1959; Griggs et al. 1971; Bilgin and Mısırlı 2017; Bükücü et al. 2018).

Despite some exceptions, pollen germination ratio, viability, and its pollination ability have direct relationships with fruit set. *In vitro* pollen viability and germination tests are extensively used in determining pollination capability. One of the most important issues affecting yield in fruit cultivation is the performance of the selected cultivars in terms of fertilization biology. For this reason, it is necessary to know the pollination features of the selected cultivars and to pollinate each other and to realize the pollination of the selected cultivars (Luza and Polito 1985; Sulusoglu 2014).

It is very important for a cultivar to be described as a good pollinator in terms of the healthy development of pollen, viability and germination abilities, as well as the total amount of pollen produced in flowers and the levels of morphological homogeneity of pollen, are high (Stösser and Anvari 1981; Stösser 1984; Eti 1990).

The objective of the present paper is to provide detect pollen germination, pollen production and pollination ability of some new hybrid walnut genotypes *in vitro*.

Material and Methods

In this search conducted in 2017, 29 different walnut cultivars were used as material. Pollen germination tests conducted under *in vitro* conditions were compared with “agar in petri” and “hanging drop” methods at a constant temperature of 20°C (Stanley and Linskens 1985). 5%, 10%, and 15% sucrose concentrations were used in agar in petri method, while distilled water, 5%, 10%, 15%, and 20% sucrose concentrations were used as pollen germination medium in hanging drop method. Pollen germination tests were performed through 5 replications for each genotype and for each application. The experiment was carried out through eight replications in randomly chosen four fields on each microscope slide. The amount of pollen production of genotypes studied in the scope of the present research was determined using hemocytometer method (Eti 1990). On hemocytometer lam, there are two counting chambers, each divided into several squares and having a certain depth. For the purpose of counting, the anthers of 20 flowers that have not bloomed yet were determined in two replications and placed in a bottle. 2 ml of water was added to each bottle after the anther in the bottles which were left without their caps were dried. After this suspension was shaken well, a drop was applied to the counting chamber on hemocytometer lam, and special lamella was put on them to close. The volume between lam pit and lamella was determined. The amount of pollen in this volume was determined by counting in 4 random areas for each replication, and the amount of pollen in 10 flowers in the total volume of suspension was determined by proportion. From here, the amount of pollen in a flower and an anther can be determined. Thanks to this test, the percentage of normal-looking pollen can be determined from a morphological perspective, and the ratio of normal-developed pollen can be determined as well.

Data were analyzed using a SAS based package program. Variance analysis (One-way ANOVA) was used for statistical analysis and the Tukey (HSD) test was used to reveal the difference between groups ($p < 0.05$).

Results and Discussion

The results obtained from the germination test were obtained in Table 1. In the germination test conduct using agar in petri method, the highest germination percentage (38.82%) was obtained from pollen belonging to genotype 1, followed by genotype 30 (37.95%) and genotype 3 (37.69%) agar in petri, 1% agar+5% in sucrose concentration. The lowest germination percentage (25.84%) was obtained from the pollen of genotype 21 (Table 1). The study also demonstrated that germination rates obtained from 1% agar+10% sucrose concentration was generally higher compared to other sucrose concentrations. In this medium (1% agar+10% sucrose), the highest germination values were acquired from genotype 30 (54.65%), genotype 6 (54.60%), genotype 1 (52.39%) and genotype 29 (51.33%). In the same germination medium, the lowest germination percentage (34.01%) was found to be in the pollen genotype 24. In all three media, values belonging to other genotypes were included in the intermediate group (Table 1).

As a result of the “hanging drop” method, which is another germination test, it was found that germination rates were between 3.65% (genotype 25) and 11.76% (genotype 7) in distilled water medium, between 22.89% (genotype 26) and 33.92% (genotype 2) in 5% sucrose concentration, between 29.65% (genotype 5) and 44.23% (genotype 19) in 10% sucrose concentration, and between 32.98% (genotype 13) and 51.84% (genotype 9) in 15% sucrose concentrations. It was also observed that the difference was between 15.47% (genotype 23) and 28.75% (genotype 24) in 20% sucrose concentration (Table 2).

In a study conducted by Mert (2009), pollen obtained from Yalova 3, Kaplan 86, Şebin, Franquette, Hartley and Pedro walnut cultivars were used to determine the effects of different temperature and sucrose concentrations (10%, 15% or 20%). The pollen germination rates of these walnut cultivars increased significantly in proportion to temperature. The highest germination rates were obtained at a temperature of 27 ± 1 °C in both years (26.94-73.98%; 22.78-70.86%). All cultivars of pollen viability rates (>75%) were found to be high. In addition, the highest percentage of pollen germination was obtained from 15% and 20% sucrose concentrations in both years.

Özcan et al. (2017) the pollen germination ratio of 15 Temmuz, Diriliş, Bayrak and Maraş 12 walnut cultivars were determined using “agar in petri” and “hanging drop” methods. In this study, pollen germination rates were high for both tests. In general, maximum germination ratio was determined in 15% concentration in hanging drop method. In this medium, pollen germination rates were reported to vary between 5.18% and 50.14%.

Table 1. Germination ratio of pollen by agar in petri test in walnut genotypes

Genotypes	1% agar + 5% sucrose*	1% agar + 10% sucrose*	1% agar + 15% sucrose*
Genotype 1	38.82 a	52.39 abc	24.63 ijk
Genotype 2	27.12 i	46.23 e..i	28.46 d..j
Genotype 3	37.69 ab	48.67 c..f	25.23 h..k
Genotype 4	26.95 i	40.88 j..m	27.63 e..k
Genotype 5	37.11 abc	47.67 d..g	28.97 d..j
Genotype 6	36.14 a..d	54.60 a	26.02 g..k
Genotype 7	28.98 g..i	42.95 h..k	32.00 a..f
Genotype 8	27.97 hi	44.10 g..j	24.67 ijk
Genotype 9	34.63 b..e	42.06 i..l	29.85 c..i
Genotype 10	36.79 abc	42.17 i..l	32.45 a..f
Genotype 11	27.12 d..g	42.32 i..l	28.69 d..j
Genotype 12	33.19 c..f	47.62 d..g	32.74 a..e
Genotype 13	26.13 i	43.95 g..j	33.00 a..e
Genotype 14	28.95 g..i	39.20 klm	27.22 f..k
Genotype 15	37.25 abc	42.97 h..k	29.96 c..i
Genotype 16	29.92 f..i	48.89 ab	35.62 ab
Genotype 17	27.86 hi	45.37 f..i	28.36 d..j
Genotype 18	31.67 e..h	37.63 mn	26.83 f..k
Genotype 19	31.45 e..h	34.20 n	29.63 d..i
Genotype 20	33.95 b..f	47.52 d..g	33.65 a..d
Genotype 21	25.84 i	37.12 mn	22.15 k
Genotype 22	25.88 i	37.02 mn	23.87 jk
Genotype 23	32.27 d..g	46.96 e..h	32.09 a..g
Genotype 24	26.46 i	34.01 n	26.00 g..k
Genotype 25	31.29 e..h	50.33 b..e	35.32 abc
Genotype 26	26.36 i	38.74 lm	29.24 d..j
Genotype 28	32.62 d..g	36.91 mn	28.63 d..j
Genotype 29	33.54 c..f	51.33 a..d	35.69 b..h
Genotype 30	37.95 ab	54.65 a	36.45 a
HSD: 5%	3.5786	3.6846	4.7377

*: Statistical analysis was performed according to angle transformation. Data followed by the same letters are not significantly different (5%) by Tukey's HSD.

In this research, normal-developed pollen ratio and pollen production ratio of the walnut cultivars were determined. For this purpose, the number of staminate flowers per catkin (FC), the number of anthers per flower (AF), the number of pollen grains per flower (PF), the number of pollen grains per anther (PA) = PF/AF, the number of pollen grains per catkin (PC) = FC×PF, the percentage of well-developed pollen (DP).

Among the walnut genotypes, genotype 2 had also the highest number of male flowers in a catkin (FC) (160.12 grain), while genotype 9 had the lowest number (98.67 grain).

Similar results were obtained from the walnut genotypes in terms of average number of anther in a flower (AF). In this respect, it was found out that the highest value was 23.54 grain and genotype 15 and 19, and the lowest value (15.63 grain) was in genotype 22. The mean anther numbers of other genotypes vary between these values (Table 3). The on the average number of pollen in a flower of (PF) genotypes ranged from 96 300 grain (genotype 3) to 147 372 grain (genotype 29).

In terms of average number of pollen (PA) in anther, which is found through the mean number of pollen in a male flower divided by the mean number of anther in male flowers, the highest number among genotypes was 8 973.5 grain and 8 692.6 grain with genotype 22 and genotype 25, respectively, while the lowest number was 5 022.7 grain with genotype 19.

Table 2. Germination ratio of pollen by hanging drop test in walnut genotypes

Genotypes	Distilled water	5% Sucrose	10% Sucrose	15% Sucrose	20% Sucrose
Genotype 1	10.17 a..d	33.76 ab	37.69 f..i	50.23 a	16.78 lmn
Genotype 2	9.75 a..e	33.92 a	43.21 ab	49.28 abc	22.69 fgh
Genotype 3	9.96 a..e	29.85 f	35.98 g..k	47.63 bcd	18.62 klm
Genotype 4	9.52 a..e	29.64 f	34.22 ijk	38.33 ij	23.87 d..h
Genotype 5	8.95 a..f	27.88 gh	29.65 l	35.20 kl	26.25 a..d
Genotype 6	8.12 a..g	33.01 abc	37.52 f..i	46.00 d	19.90 ijk
Genotype 7	11.76 a	32.41 cd	33.64 jk	37.62 ijk	24.16 d..h
Genotype 8	7.21 d..h	26.74 ij	32.62 kl	37.85 ij	22.97 fgh
Genotype 9	7.79 b..g	29.45 f	38.75 d..h	51.84 a	25.62 b..e
Genotype 10	11.63 ab	32.65 bc	39.63 b..g	50.78 a	19.54 ijk
Genotype 11	10.58 a..d	29.52 f	34.23 ijk	42.52 fg	19.26 jk
Genotype 12	9.36 a..f	24.86 k	33.67 jk	47.36 cd	24.63 c..g
Genotype 13	10.12 a..e	31.97 cde	42.65 abc	32.98 l	24.62 c..g
Genotype 14	8.99 a..f	32.98 abc	42.87 a	39.63 hi	28.12 ab
Genotype 15	5.59 fgh	28.03 gh	39.96 f..j	36.52 jk	22.00 ghi
Genotype 16	6.89 d..h	27.95 gh	33.63 jk	40.96 gh	24.88 c..f
Genotype 17	9.21 a..f	31.12 e	37.62 f..i	38.52 hij	26.98 abc
Genotype 18	7.21 d..h	26.70 ij	37.46 f..i	46.32 d	21.69 hij
Genotype 19	6.27 e..h	33.74 ab	44.23 a	47.26 cd	23.45 e..h
Genotype 20	9.74 a..e	28.95 fg	33.62 jk	36.97 jk	27.21 abc
Genotype 21	11.25 abc	31.21 e	42.86 abc	42.26 fg	26.95 abc
Genotype 22	8.54 a..g	33.65 ab	38.24 e..h	46.37 d	16.48 mn
Genotype 23	8.97 a..f	32.64 bc	40.25 b..f	49.89 ab	15.47 n
Genotype 24	7.15 c..g	31.28 de	39.56 c..g	37.52 ijk	28.75 a
Genotype 25	3.65 h	25.67 jk	42.27 a..d	43.67 ef	18.96 kl
Genotype 26	8.19 a..g	22.89 l	36.20 h..k	49.33 abc	22.77 fgh
Genotype 28	4.88 g..h	32.47 cd	44.21 a	50.71 a	24.12 d..h
Genotype 29	10.63 a..d	29.78 f	41.75 a..e	49.87 ab	26.94 abc
Genotype 30	9.36 a..f	27.65 hi	33.62 jk	45.23 de	22.68 fgh
HSD: 5%	3.2600	1.0430	3.1570	2.2170	2.2813

*: Statistical analysis was performed according to angle transformation. Data followed by the same letters are not significantly different (5%) by Tukey's HSD.

The total number of pollen in one catkin (PC) is obtained through the average number of flowers in one catkin divided by the average number of pollen in one catkin. In this category, the highest and lowest values among genotypes (18 788 801 and 11 011 247) were determined to belong to walnut genotypes 2 and 11, respectively. On the other hand, the values of other genotypes have formed intermediate groups.

The highest values of pollen in walnut genotypes (DP) were 98.78% with genotype 17. The lowest value for this category (94.65%) was obtained from genotype 6 (Table 3).

In order to define a cultivar used in fruit cultivation as a good pollinator, it must possess healthy development of pollen, viability and germination abilities as well as the total amount of pollen produced in flowers and the normal levels of pollen because all of the pollinated pollen cannot reach seed drafts by developing (Oberle and Goertzen 1952; Anvari 1977; Hansen 1981; Stösser and Anvari 1981; Seilheimer and Stösser 1982; Stösser 1984; Eti 1990).

Our study indicated that the values we found in terms of the number of male flowers in a catkin were similar to the values reported by Sütyemez (1998; 2007). Şen (2011) reported that the total number of catkin in a walnut tree was 5.000, while the number of male flowers in a catkin varied between 10 to 100 grains. In our study, the number of male flowers in a catkin was determined as 155 grain, and it was higher than the values reported by Şen (2011).

Table 3. Pollen production constituent in walnut genotypes

Genotypes	FC*	AF*	PF*	PA*	PC*	DP* (%) **
Genotype 1	108.54 k	16.21 mn	111 369 k	6 870.3 de	12.087 991 jk	95.72 e..h
Genotype 2	160.12 a	15.75 o	117 342 ij	7 450.2 cd	18.788 801 a	96.25d..g
Genotype 3	119.65 fg	15.89 no	96 300 l	6 060.4 hij	11.522 295 kl	97.85 abc
Genotype 4	113.23 i	18.62 h	140 321 b	7 536.0 cd	15.888 546 e	94.91 gh
Genotype 5	110.27 j	18.74 h	122 952 fg	6 560.9 fg	13.557 917 i	98.22 ab
Genotype 6	99.89 n	16.21 mn	118 324 ij	7 299.4 cde	11.819 384 jk	94.65 h
Genotype 7	126.64 d	16.63 kl	142 269 b	8 554.9 ab	18.016 946 ab	95.14 fgh
Genotype 8	110.52 j	21.20 d	139 647 b	6 587.1 fg	15.433 786 ef	98.67 a
Genotype 9	98.67 n	19.64 fg	117 254 ij	5 970.1 ijk	11.569 452 kl	98.41 a
Genotype 10	103.16 m	16.99 jk	115 321 j	6 787.5 fg	11.896 514 gk	95.63 e..h
Genotype 11	99.57 n	18.67 h	110 588 k	5 923.2 jk	11.011 247 l	96.72 cde
Genotype 12	110.62 j	20.33 e	112 321 k	5 524.8 klm	12.424 949 j	98.22 ab
Genotype 13	107.24 k	16.49 lm	126 238 e	7 655.4 cd	13.537 763 i	97.69 abc
Genotype 14	113.65 hi	21.36 d	121 325 gh	5 680.0 jkl	13.788 586 hi	95.24 fgh
Genotype 15	99.54 n	23.54 a	119 698 hi	5 084.8 mn	11.914 738 jk	97.83 abc
Genotype 16	129.67 c	17.21 j	142 637 b	8 288.0 b	18.495 739 a	96.54 c..f
Genotype 17	129.50 c	19.32 g	130 227 d	6 740.5 fg	16.864 396 cd	98.78 a
Genotype 18	114.69 h	19.78 f	126 214 e	6 380.8 ghi	14.475 483 gh	97.65 a..d
Genotype 19	124.52 e	23.54 a	118 235 ij	5 022.7 n	14.722 622 fg	97.58 a..d
Genotype 20	112.51 i	19.32 g	110 250 k	5 706.5 jkl	12.404 227 j	97.42 a..d
Genotype 21	126.78 d	21.80 c	142 366 b	6 530.5 fg	18.049 161 ab	96.87 b..e
Genotype 22	110.10 j	15.63 o	140 257 b	8 973.5 a	15.442 295 ef	98.58 a
Genotype 23	123.62 e	16.20 mn	125 241 ef	7 730.9 c	15.482 292 ef	97.56 a..d
Genotype 24	124.57 e	17.64 i	133 652 c	7 576.6 cd	16.649 029 d	95.18 fgh
Genotype 25	136.21 b	15.67 o	136 214 c	8 692.6 ab	18.553 708 a	96.78 cde
Genotype 26	113.20 i	22.55 b	122 625 fg	5 437.9 lmn	13.881 150 hi	98.52 a
Genotype 28	130.21 c	19.57 fg	134 752 b	6 885.6 ef	17.546 057 bc	95.23 fgh
Genotype 29	119.32 g	22.78 b	147 372 a	6 469.3 fgh	17.584 427 bc	96.47 c..f
Genotype 30	120.63 f	19.67 fg	127 620 de	6 488.0 fgh	15.394 800 ef	98.22 ab
HSD: 5%	1.2179	0.3645	2.7552	4.2061	7.4273	1.2062

FC*: Number of staminate flowers per catkin.

AF*: Number of anthers per flower.

PF*: Number of pollen grains per flower.

PA*: Number of pollen grains per anther (PF/AF).

PC*: Number of pollen grains per catkin (FC×PF).

DP*: Percentage of well-developed pollen.

HSD test, data followed by the same letters are not significantly different (5%).

** : Statistical analysis was performed according to angle transformation.

Acknowledge

This article was produced from the first author's Ph.D. Thesis. The materials to this study were obtained within the TUBITAK projects numbered 104 O 318 and 112 O 067.

References

- Anvari SF (1977). Untersuchungen über das pollenschlauchwachstum und die entwicklung der samenanlagen in beziehung zum fruchtansatz bei sauerkirschen (*Prunus cerasus* L.) Dissertation Univ. Hohenheim. 105 s.
- Ayfer M (1959). Antepfıstıgının döllenme biyolojisi üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 148, Ankara.
- Bilgin NA, Mısırlı A (2017). Bazı kayısı çeşitlerinin çiçek tozu ve döllenme performanslarının belirlenmesi. YYÜ Tar. Bil. Derg, 27(2), 220-227.
- Bükücü BŞ, Özcan A, Sütyemez M (2018). Bazı alıç genotiplerinde çiçek tozu kalite özelliklerinin belirlenmesi. Alatarım 17 (1), 27-32.
- Dokuzoğuz M (1957). Meyve ağaçlarında irsi bünye ile ilgili kısırlıklar, sebepleri ve pratik meyvecilik bakımından önemi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Fas.1, Ankara.
- Eti S (1990). Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5: 49- 58. 124.

- Griggs WH, Forde HI, Iwakiri BT, Asay RN (1971). Effect of sub-freezing temperature on the viability of walnut pollen. Hort. Sci. 6: 235-237.
- Hansen P (1981). Pollination and fruit set in Sour Cherry "Stevnsbaer" Særtryk of Tidsskrift for Planteavl. 85: 411-419.
- Kobel F (1944). Meyveciliğin fizyolojik ve biyolojik esasları (çeviren Sebahattin Özbek) Ankara 269s.
- Luza JG, Polito VS (1985). *In vitro* germination and storage of English walnut pollen. Sci. Hort., 27: 303-316.
- Mert C (2009). Temperature responses of pollen germination in Walnut (*Juglans regia* L.). J. Biol. Environ. Sci., 3(8), 37-43.
- Oberle GD, Goertzen KL (1952). A Method for evaluating pollen production of fruit varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 59:263-265.
- Özcan A, Bükücü BŞ, Sütyemez M (2017). Determination of pollen quality and production in new walnut cultivars. Asian Journal of Agricultural Research. ISSN 1819-1894 DOI: 10.3923.
- Seilheimer M, Stösser R (1982). Zur beurteilung der pollenqualität beim Apfel mit Hilfe von *in vitro* Tests. Mitt. Klosterneuburg., 32: 33-42, 129.
- Sütyemez M (1998). Kahramanmaraş bölgesinde ceviz seleksiyonu ve seçilmiş bazı tiplerin döllenme biyolojileri üzerine araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 401, Adana.
- Sulusoglu M (2014). Long term storage of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) and sweet cherry (*Prunus avium* L.) pollens. Int. J. Biosci., 5: 328-338.
- Sutyemez M (2007). Determination of pollen production and quality of some local and foreign walnut genotypes in Turkey. Turk J Agric For 31:109-114.
- Stanley RG, Linskens HF (1985). Pollen biologie, biochemie gewinnung und verwendung. Urs Freund Verlag Greifenberg - Ammersee: 344 p.
- Stösser R, Anvari SF (1981). Das wachstum der pollenschlauche im fructknotengewebe von kirschen. Gartenbauwiss., 46:15-48.
- Stösser R (1984). Untersuchungen über die Befruchtungs biologie und pollen produktion inner halb der Gruppe *Prunus domestica* Erwerbsobstbau, 26:110-5.
- Şen SM (2011). Ceviz yetiştiriciliği, besin değeri, folkloru, ÜÇM Yayıncılık, Ankara, 220.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Çiftçilerin Planlı Üretim Yapma Eğilimlerini Artıran Yaklaşımların Belirlenmesi: İzmir İli Örneği

Kenan ÇİFTÇİ^{1*}, Bülent MİRAN², Zafer KANBEROĞLU³

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Van, Türkiye

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü (Emekli), İzmir, Türkiye

³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, Van, Türkiye

*e-posta: kenanciftci@yyu.edu.tr; Tel: +90 (432) 225 1056 / 22652; Fax: +90 (432) 2251104

Öz: Bu araştırmanın ana amacı, çiftçilerin üretim planlaması altında faaliyet göstermelerini sağlayacak politikaların geliştirilmesinde karar vericilerin neler yapması gerektiğine ilişkin ipuçlarını aramaktır. Bu çerçevede, farklı politikaları temsil eden yaklaşımlar belli senaryolar altında çiftçilere sunularak kabul edilme düzeyleri analiz edilmiş ve üretim planlarını uygulamak isteyen çiftçi sayısının en yüksek olduğu politika bileşenleri belirlenmiştir. Araştırmanın ana materyalini İzmir İli Menemen, Torbalı ve Tire ilçelerinde faaliyet gösteren çiftçilerle yüzyüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın örnek hacmi oransal örnek hacmi formülüne göre %90 güven aralığı ve % 7.5 hata payı için 120 olarak hesaplanmıştır. Çiftçilerin kendilerine önerilen senaryo halindeki politikaların hangi bileşenlerden oluşması durumunda üretim planlamasına dayalı üretim yapma eğiliminin en yüksek olacağını belirlemede BeCA (Best Combination of Alternatives-seçeneklerin en iyi bileşimi) yönteminden yararlanılmıştır. BeCA, 0-1 programlama yardımıyla optimum tercih bileşim(ler)ini vermektedir. BeCA ile çiftçilerin üretim planlamasını uygulama ihtimali en yüksek üç farklı yaklaşım geliştirilmiştir. Elde edilen en iyi bileşimlerin tanımlayıcı istatistikleri sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre; çiftçilerin tarımsal üretimdeki temel amaçlarının en yüksek gelirli üretim yapmak olduğu, bu amaca göre tahsis edeceği arazi büyüklüğünü belirlerken elindeki sermaye ve kredi miktarını dikkate aldığı, planlama için Tarım Bakanlığı ziraat mühendisinden destek almak istediği, yetiştirmek istediği ürüne karar verirken daha yüksek gelir sağlayan ürünler olmasına dikkat ettiği yaklaşım, en çok tercih edilen yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Çiftçi, İzmir, Seçeneklerin en iyi bileşimi, Üretim planı

Approaches to Increase the Farmers' Tendency of Farmers for Application of Production Plans: Evidences from Izmir

Abstract: This study aims at finding out the clues regarding what decision makers should do on developing policies that will provide the farmers to engage in via production plans. Under this framework, the farmer attitudes toward the approaches in scenarios representing various policies were analyzed and policy components that makes farmers' tendency maximum the application of production plans were elicited. Data of the study was obtained from a face to face survey carried out in Izmir province, Menemen, Torbalı and Tire. Sample size was calculated as 120 via proportional sampling with 90% confidence interval and 7.5% error margin. BeCA (Best Combination of Alternatives), a mathematical programming model with integer results, was applied to determine which components should be involved in the policies that makes the farmers' tendency for application of production plans. BeCA presents optimum combination of farmer preferences. This study developed 3 different approaches each covering most applicable policy components and presents descriptive statistics of them. The most applicable approach obtained from BeCA was the model pointing out a policy assuming that the objective function of the production plan is a production with the highest income, the constraints are land size and amount of capital and size and support is from the Ministry of Agriculture engineers.

Keywords: Farmer, Izmir, Best combination of alternatives, Production plan

Giriş

Tarımsal işletmecilik; üretim planlaması, organizasyon, yürütme, kontrol ve değerlendirme süreciyle tarım işletmelerinin belli hedeflere ulaşabilmesini sağlamaya çalışır. İşletmecilikte temel amaç en yüksek kâra ulaşmak olduğundan; planlama, karar alma sürecinin en önemli aşamasını oluşturmaktadır. Planlama, sınırlı kaynakların, belirli bir amaç doğrultusunda, hangi yönde ve nasıl kullanılacağını, beklenen sonuçlarla birlikte göstermektir (Rehber 1993). Planlama yardımıyla hangi ürünlerin nasıl ve ne miktarlarda üretileceğine doğru karar verilmesi işletmenin

başarısını da etkileyecektir (Işın 2001). Planlama verimliliği artırdığı gibi, kısıtlı olan üretim faktörlerinin ekonomik kullanımına da olanak sağlar. Tarımsal üretim, gerçekten de karmaşık ve çok iyi bir organizasyon içinde yürütülmesi gereken bir süreçtir. Bu yönüyle, planlama, işletmecilik problemlerinin çözümünde kullanılabilir eşsiz bir anahtardır. Diğer bir ifadeyle tarım, planlama için çok iyi bir uygulama alanıdır (Miran 2017). Tarımsal üretimin çeşitliliği ve üretim sürecinin çok faktörlü koşulların etkisi altında olması, üretim planlaması yoluyla farklı alternatifler arasından seçimi zorunlu kılmaktadır. Planlama yaparak tarımsal üretim sürecini teşkil eden belli başlı unsurların ekonomik, teknik ve ekolojik koşullara uygun olacak şekilde optimizasyonu sağlanabilir (Şahin ve Miran 2010).

Çiftçiler üretim kararlarını belirsizlik koşullarında verir. Türkiye'de çiftçiler, ürün seçimi ve bileşimiyle ilgili kararlarını geçmiş deneyimlerine ve sezgilerine göre vermektedir. Üretim planlaması; arazi tipleri, verim düzeyleri, ürün fiyatları, hava koşulları, tarımsal girdilerin mevcudiyeti, gıda talebi, sermaye mevcudiyeti ve üretim maliyeti gibi birçok faktörle ilgilidir. Bu faktörlerden bazıları ölçülebilir ve sayısallaştırılabilir, ancak bunların bir kısmının gerçeğe yakın bir şekilde öngörülmesi zordur. Bu nedenle planlamada başarılı sonuçlara ulaşmak için uzmanlardan yardım alınması gerekir. Üretim planlamasında uzmanlar basit veya ileri planlama tekniklerini kullanarak çiftlik kaynakları ve çiftçilerin tercihlerini dikkate alan en iyi üretim planlarını geliştirebilir. Ancak önce çiftçilerin üretim planlamasına ihtiyaç duyması ve ardından kendilerine yapılan planlama önerilerini kabul edip uygulamaya geçirmesi beklenir. Gelişmekte olan ülkelerde, bu durum çok çeşitli ekonomik ve sosyal faktörlerin yanı sıra çiftliklerin fiziksel ve teknik yönlerinden, risklere karşı tutumlarına ve dışarıdan gelen tavsiyelere karşı muhafazakâr bir tutum sergileyebilmesinden etkilenmektedir (Işın ve Miran 2005). Bu nedenle, çiftçiler için tarımsal üretim planları hazırlanırken çiftçi koşullarının ve çiftçilerin planlamadan beklentilerinin de dikkate alınması planlama çalışmalarında başarıya ulaşılabilmesi için oldukça önemlidir. Bu çalışma, hangi koşullar söz konusu olduğunda çiftçilerin üretim planlamasına dayalı faaliyet gösterme eğiliminin artacağını irdelemektedir. Bu çerçevede, çiftçi hedefleri ve beklentileri açısından birbirine benzer gruplar için üretim planlaması uygulama yaklaşımları analiz edilmektedir. Türkiye'de tarımsal üretim planlaması konusunda çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, uzmanların çiftçi koşullarını ve tercihlerini dikkate alarak hazırladığı planlarla ilgili çiftçilerin görüşlerini ve uygulama isteklerini ele alan sınırlı sayıda araştırma mevcuttur (Kenanoğlu 1996; Işın 2001; Işın ve Miran 2005; Günden ve Miran 2008; Şahin ve Miran 2010). Diğer yandan literatürde, çiftçi koşullarını dikkate alarak; uzmanlar tarafından hazırlanan optimum plan senaryolarını benimseme eğilimlerini irdeleyen ve benimsenme olasılığı en yüksek modellerin ortaya konulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın bu yönüyle literatüre önemli bir katkı yapması beklenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini, İzmir'in Menemen, Torbalı ve Tire ilçelerindeki seçilmiş köylerde faaliyet gösteren 120 tarım işletmesine ait 2014 yılı üretim dönemine ait veriler oluşturmaktadır. Veriler, amaca uygun olarak düzenlenmiş anket formundan yararlanarak üreticilerle karşılıklı görüşme yoluyla elde edilmiştir.

Araştırma yöresi, İzmir ili tarım teşkilatı çalışanları ve mevcut istatistikler dikkate alınarak belirlenmiştir. İzmir'in tarımsal yapısı ve çiftçi kayıt sistemi (ÇKS)'ne kayıtlı üretici sayılarına göre üretim desenini en iyi yansıtabileceği ve yeterli ürün çeşitliliğine sahip olduğu düşünülen üç ilçe (Menemen, Tire ve Torbalı) ve bunlara bağlı sekiz köy/belde gayeli olarak seçilmiştir (Çizelge1).

Böylece araştırmanın ana kitlesini üç ilçedeki ÇKS'ye kayıtlı toplam üretici sayısı oluşturmuştur (9858 çiftçi) (Anonim 2014).

Çalışmada görüşülecek çiftçi sayısı, %90 güven aralığı ve %7.5 hata payına göre aşağıdaki oransal örnek hacmi formülüyle 120 olarak hesaplanmıştır (Newbold 1995; Miran 2018).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{p_x}^2 + p(1-p)}$$

n: örnek hacmi

N: Araştırma yöresindeki toplam üretici sayısı

$\sigma_{p_x}^2$: Varyans

En büyük örnek hacmine ulaşmak için p=0.50 ve q=0.50 alınmıştır.

Gönüllülük esası dikkate alınarak, ulaşılabilen ve bilgi vermeyi kabul eden çiftçilerle görüşülmüştür.

Çizelge 1. Araştırma kapsamındaki ilçe ve köylere göre görüşülen çiftçi sayısı

İlçeler	Köyler	Anket sayısı
Menemen (24)	Seyrek	16
	Kesik	8
	Ahmetli	14
Torbalı (34)	Atalan	14
	Pancar	6
	Derebaşı	26
Tire (62)	Peşrefli	18
	Işıklı	18
Toplam		120

Yöntem

Çiftçilere ve işletmelerine ait çeşitli özellikler, frekans, yüzde, standart sapma, oranlar gibi basit tanımlayıcı istatistiklerle sunulmuştur. Çiftçilerin kendilerine sunulan çeşitli senaryolar halindeki planlama önerilerini uygulamaya geçirmeleri için hangi koşulların söz konusu olması gerektiğini belirlemek için BeCA yönteminden yararlanılmıştır. 0-1 tamsayı programlamadan yararlanılarak kurulan BeCA modelinden, çiftçilerin önerilen üretim planlaması sonuçlarını uygulama isteğini en fazla kılan ilk 3 politika yaklaşımı elde edilmiştir. BeCA modelinin genel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{i=1}^n y_i \\
 & \sum_{i=1}^n a_{ij}x_j + \sum_{i=1}^n b_{ik}z_k \geq (\max a_{ij} + \max b_{ik})y_i \\
 & \sum_{j=1}^m x_j = 1 \\
 & \sum_{k=1}^t z_k = 1 \\
 & x_j: 0 - 1, z_k: 0 - 1
 \end{aligned}$$

y_i : i 'nci çiftçi (0-1), x ve z : Özellikler ve seçenekler; n : Çiftçi sayısı, m : Özellik sayısı, t :Seçenek sayısı, a : Özelliğin likert değeri, b : seçeneğin likert değeridir. $\max a_{ij} + \max b_{ik}$, her çiftçi için özelliklerin en büyükleri ile seçeneklerin en büyüklerinin toplamıdır (Çiftçi 2016; Veziroğlu et al. 2018).

0-1 programlama, yaygın bir matematiksel optimizasyon yöntemi olan doğrusal programlamanın uzantısıdır. Doğrusal programlama karar değişkenlerinin optimum değerlerini sürekli olarak verirken, 0-1 tam sayılı programlama ya 0 ya da 1 olarak vermektedir. Böylece herhangi bir karar değişkeni optimum çözüme ya girmekte ya da girmemektedir (Miran 2017).

Bulgular ve Tartışma

Çiftçilere İlişkin Genel Bilgiler

Araştırma yöresinde çiftçilerin ortalama yaşı yaklaşık 49, eğitim durumu 7 yıl, tarımsal deneyimi 28 yıl, ortalama hane halkı büyüklüğü 4 kişi olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çiftçilere ilişkin bazı demografik özellikler

	Ortalama	Std. Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş	48.59	12.42	22.00	85.00
Eğitim durumu(yıl)	6.53	2.78	5.00	16.00
Deneyim(yıl)	27.60	14.24	6.00	70.00
Ailedeki birey sayısı	4.12	1.57	1.00	12.00
Ailede tarımda çalışan birey sayısı	2.11	1.21	1.00	6.00

İşletmelerle İlgili Genel Bilgiler

Araştırma yöresindeki işletmelerin arazi büyüklük durumu incelendiğinde; sulanan araziler yaklaşık 121 dekar, sulanmayan arazi 3.14 dekar ve toplam işletme arazisi 124.09 dekar olarak bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. İşletmelerde arazi büyüklüğü

	Ortalama	Std. Sapma	En Küçük	En Büyük
Sulanan arazi(daa)	120.95	176.72	0.00	1500.00
Sulanmayan arazi(daa)	3.14	7.83	0.00	40.00
İşletme arazisi(daa)	124.09	175.57	2.00	1500.00

Araştırma yöresindeki çiftçilerin işletme arazilerinin ortalama 66.74 dekarı mülk arazi, 51.73 dekarı kira ile tutulan, 5.63 dekarı da ortakçılıkla işlenen arazilerden oluşmaktadır. Ayrıca, işletme arazileri ortalama 6.23 parselidir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İşletmelerde arazi mülkiyet durumu ve parsel sayısı

Mülkiyet	Ortalama	Std. Sapma	En Küçük	En Büyük
Mülk arazi(daa)	66.74	147.32	0.00	1500.00
Kira arazisi(daa)	51.73	93.03	0.00	575.00
Ortakçılık(daa)	5.63	21.10	0.00	150.00
İşletme arazisi(daa)	124.09	175.57	2.00	1500.00
Toplam parsel sayısı	6.23	5.16	1.00	33.00

Üretim Planlaması Olası Politika Bileşenleri

Üretim planlarının hangi koşullarda daha çok sayıda çiftçi tarafından benimsenip uygulamaya geçirileceğini belirlemek üzere, olası politika bileşenlerini temsil eden 4 farklı özellik ve bu özelliklerin düzeyleri (seçenekleri) belirlenmiştir. Dört özellik, çiftçilerin üretim planlamasını uygulamayı kabul etme çerçevesini belirleyen ana unsurlardır. Özelliklere ait seviyeler ise bu özelliklerin kendi içindeki birbirinin yerine geçebilecek seçeneklerdir. Özellikler ve seviyeleri aşağıdaki gibidir:

- Özellik: Tarımsal üretimin amacı
 - En yüksek gelirli veya
 - En az masraflı üretim
- Özellik: Üretimi sınırlayan en önemli kısıtlayıcı
 - Sahip olunan + kira arazi
 - Mevcut sermaye + kredi olanağı
 - Aile işgücü
 - Geçici işgücü
 - Traktör ve ekipman varlığı
 - Pazarlanabilecek üretim miktarı
- Özellik: Hangi ürünlere yer verileceği
 - Yüksek gelirli ürünler
 - Düşük girdi isteyen ürünler
 - Çevredeki çiftçilerin tercih ettiği ürünler
 - Kolay pazarlanabilen ürünler
 - Daha önce ürettiği ürünler
- Özellik: Planlama desteğini kimin sağlayacağı
 - Tarım bakanlığı
 - Üniversite
 - Kooperatif
 - Girdi bayileri
 - Özel firmalar

Çiftçiler özelliklerin seviyelerine ait tercihlerini likert ölçeği ile ifade etmiştir. Bu tercihler dikkate alınarak 0-1 programlama ile, tercih toplamlarını en yüksek kılacak şekilde en fazla sayıda çiftçiyi bir araya getiren 3 farklı optimum çözüm alınmıştır. 0-1 tamsayı optimum çözümlerin her biri, çiftçilerin vermiş oldukları likert puanlara göre özelliklerin hangi seviyeleri dikkate alınırsa çiftçilerin her özellikten maksimum faydayı elde etmelerini sağladığı belirlenmiş ve bunlar yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Elde edilen her yaklaşım, hangi özelliğin hangi seviyelerinin (seçeneklerinin) uygulanması gerektiği sonucunu vermektedir. İlk optimum çözüme giren çiftçiler, üretim

planlamasını uygulamaya geçirme açısından kendilerine önerilen özelliklerin seviyelerinden en fazla tatmin olan homojen çiftçi grubudur (1. Yaklaşım). 1. yaklaşımdan en fazla fayda sağlayan çiftçiler çıkarıldıktan sonra geriye kalan çiftçiler için yeniden optimum çözüm alınmış ve 2. homojen grup oluşturulmuştur (2. Yaklaşım). Son olarak 2. homojen gruptaki çiftçiler çıkarıldıktan sonra 3. homojen gruba ulaşılmıştır (3. Yaklaşım).

0-1 programlama ile elde edilen 1. yaklaşıma 6 çiftçi, 2. yaklaşıma 6 çiftçi ve 3. yaklaşıma 4 çiftçi girmiştir. Bu üç yaklaşımı sırasıyla inceleyecek olursak:

1. yaklaşımda çiftçiler üretim planlaması desteğini, en yüksek geliri sağlayan, çiftçinin elindeki sermayeyi ve kredi olanağını dikkate alan, yüksek gelirli ürünlerden oluşan bir optimum ürün desenini tarım bakanlığı uzmanlarının yardımıyla aldığı takdirde, planlama önerilerini uygulamaya geçirecektir.
2. yaklaşımda çiftçiler üretim planlaması desteğini, en az masrafla üretim yapacak şekilde, çiftçinin elindeki sermayeyi ve kredi olanağını dikkate alan, yüksek gelirli ürünlerden oluşan bir optimum ürün desenini tarım bakanlığı uzmanlarının yardımıyla aldığı takdirde, planlama önerilerini uygulamaya geçirecektir.
3. yaklaşımda ise çiftçiler üretim planlaması desteğini, en yüksek geliri sağlayan, çiftçinin sahip olduğu ve kiralayabileceği araziye dikkate alan, yüksek gelirli ürünlerden oluşan bir optimum ürün desenini tarım bakanlığı uzmanlarının yardımıyla aldığı takdirde, planlama önerilerini uygulamaya geçirecektir.

Belirlenen özellikler ve seviyeleri dikkate alınarak geliştirilen yaklaşımlarda çiftçilerin genel olarak; tarımsal üretimdeki temel amaçlarının en yüksek gelirli üretim yapmak olduğu, planlama için Tarım Bakanlığında destek almak istediği, yetiştirmek istediği ürüne karar verirken daha yüksek gelir sağlayan ürünler olmasına dikkat edilmesini beklemektedir (Çizelge 5).

Yukarıda bahsedilen bileşenler ve seçenekleri dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda çiftçilerin; tarımsal üretimdeki temel amaçlarının en yüksek gelirli üretim yapmak olduğu, bu amaca göre tahsis edeceği arazi büyüklüğünü belirlerken elindeki sermaye ve kredi miktarını dikkate aldığı, planlama için Tarım Bakanlığı ziraat mühendislerinden destek almak istediği, yetiştirmek istediği ürüne karar verirken daha yüksek gelir sağlayan ürünler olmasına dikkat ettiği model (en iyi model), en çok tercih edilen model olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 5). Toplam 120 çiftçiden 6'sı 1. yaklaşım, 6'sı 2. yaklaşım ve 4'ü ise 3. yaklaşım uygulandığında üretim planlaması çalışmalarını en yüksek başarıya ulaşacaktır. Çiftçilerin yaklaşık %13'ünün üç farklı yaklaşımla üretim planlaması yapmaya eğilimli olması, araştırma yöresindeki çiftçilerin planlamayı uygulamaya geçirme beklentilerinin oldukça farklı olduğu, planlamanın anlamı ve yararları konusunda bilgi eksikliği olduğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 5. Çiftçilerin planlamada tercih ihtimali en yüksek üç yaklaşım

Kriterler	Yaklaşım		
	1	2	3
Çiftçinin tarımsal üretimdeki ana amacı	En yüksek gelirli üretim yapmak	En az masraflı üretim yapmak	En yüksek gelirli üretim yapmak
Çiftçinin tarımsal üretim amacına göre, tahsis edeceği arazi büyüklüğünü belirlerken dikkate aldığı unsurlar	Elinizdeki sermaye ve kredi miktarı	Elinizdeki sermaye ve kredi miktarı	Sahip olduğunuz ve kiralayabileceğiniz arazi büyüklüğü
Planlama için destek almak istediği uzman	Tarım Bakanlığı ziraat mühendisi	Tarım Bakanlığı ziraat mühendisi	Tarım Bakanlığı ziraat mühendisi
Yetiştireceği ürüne karar verme kriterleri	Daha yüksek gelir sağlayan ürünler	Daha yüksek gelir sağlayan ürünler	Daha yüksek gelir sağlayan ürünler
Tercih eden çiftçi sayısı	6	6	4
Toplam içindeki yüzdesi (%)	5	5	3

Çiftçilerin kabul etme olasılıkları en fazla olan yaklaşımlara göre çiftçi özellikleri Çizelge 6'da sunulmuştur. Buna göre 1. yaklaşımdaki çiftçilerin ortalama yaşı yaklaşık 49, eğitimleri 5 yıl, tarımsal deneyimleri 26 yıl, aile büyüklüğü yaklaşık 5 kişi, ailede tarımda çalışan kişi sayısı ise 2 olarak bulunmuştur. 2. Yaklaşımı benimseyen çiftçilerin ortalama yaşı 44, eğitimleri 6.5 yıl, tarımsal deneyimleri yaklaşık 21 yıl, aile büyüklüğü yaklaşık 4 kişi, ailede tarımda çalışan kişi sayısı ise 1.5 olarak bulunmuştur. 3. yaklaşımdaki çiftçilerin ortalama yaşı 51, eğitimleri yaklaşık 6 yıl, tarımsal deneyimleri 28.5 yıl, aile büyüklüğü 3.5 kişi, ailede tarımda çalışan kişi sayısı ise yaklaşık 2'dir.

Çizelge 6. En iyi yaklaşımları tercih eden çiftçi profilleri (ortalama)

	Yaklaşımlar			
	Yaklaşım 1	Yaklaşım 2	Yaklaşım 3	Diğer
Yaş (yıl)	48.83	44.00	51.25	48.74
Eğitim (yıl)	5.17	6.50	5.75	6.63
Deneyim (yıl)	26.33	21.17	28.50	28.01
Ailedeki Birey Sayısı	4.83	3.67	3.50	4.13
Ailede Tarımda Çalışan Kişi Sayısı	2.17	1.50	1.75	2.15
Toplam Arazi (daa)	149.00	124.17	98.50	123.63

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma ile daha fazla sayıda çiftçinin üretim planlamasına dayalı faaliyet göstermesini sağlayacak olası politika önerileri geliştirilmiştir. Bu çerçevede farklı politikaları temsil eden yaklaşımlara çiftçilerin vermiş olduğu likert puanları dikkate alınarak, üretim planlaması önerilerini kabul edecek çiftçi sayısının en fazla olduğu politika bileşenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çiftçilerin üretim planlaması politika bileşenlerini benimseme durumu dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda; tarımsal üretimdeki temel amaçlarının en yüksek gelirli üretim yapmak olduğu, bu amaca göre tahsis edeceği arazi büyüklüğünü belirlerken elindeki sermaye ve kredi miktarını dikkate aldığı, planlama için Tarım Bakanlığı ziraat mühendisinden destek almak istediği, yetiştirmek istediği ürüne karar verirken daha yüksek gelir sağlayan ürünler olmasına dikkat ettiği yaklaşım, kabul edilme olasılığı en yüksek olan yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Buna göre; çiftçiler için hazırlanacak tarımsal planlama önerilerinin Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde bulunan ziraat mühendisleri tarafından uygulanması ve takip edilmesi beklenmektedir. Bu bağlamda, lisans eğitimlerinde tarımsal işletmecilik ve planlama dersleri almış olmaları ve bu konudaki alt yapılarının diğer bölümlerden mezun ziraat mühendislerine göre daha iyi olma durumu dikkate alındığında Tarım Ekonomisi Bölümü mezunu ziraat mühendislerinin bakanlık bünyesinde çiftlik muhasebe veri ağı (ÇMVA) gibi projelerde istihdam edilebilmesi düşünülebilir. Ayrıca, ziraat mühendislerinin üniversitelerdeki tarımsal planlama uzmanlarından alacakları ilave eğitimler ve üretim dönemi içerisinde çiftçilerle daha sıkı irtibat halinde olmalarıyla uygulanacak politikaların çok daha başarılı olabileceği öngörülmektedir.

Çiftçilerin kendilerine tavsiye edilen bir uygulamayı doğrudan benimsemek yerine, sürece dahil olup başarılı sonuçlarını bizzat gördükleri uygulamaları daha kolay benimsedikleri bilinmektedir. Gerçekten de bu durum, tarla günü uygulamalarında yaygın olarak görülmektedir. Bu bağlamda BeCA'nın sunduğu yaklaşımların ilkinde yer alan çiftçilerin önder çiftçi olarak değerlendirilmesi ve çiftçi merkezli üretim planlamasına ilişkin pilot uygulama yapılabilir. Böylece alınacak başarılı sonuçlar, üretim planlamasının daha fazla çiftçi tarafından benimsenmesini sağlayabilecektir.

Teşekkür

Bu makale, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP birimi tarafından 2013-FBE-D057 no ile desteklenmiş olan doktora tezinden türetilmiştir. Ayrıca, bu çalışmanın farklı bir versiyonu ICAFOF 2017 adlı, Kapadokya'da yapılan konferansta özet bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Anonim (2014). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kayıtları, İzmir.
- Çiftçi K (2016). Çiftçi Hedeflerine Uygun Optimum Plan Önerileri ve Uygulanabilirliklerinin Analizi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Günden C, Miran B (2008). Bölge bazında uygulamaya elverişli esnek üretim planlarının bulanık doğrusal programlama yöntemiyle elde edilmesi üzerine bir araştırma, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.45(2):113-124, İzmir.
- Işın Ş (2001). Ege Bölgesinde Seçilmiş bir Yöre'deki Karma Tarım İşletmelerinde Üretim Dallarının Seçim Esasları Üzerine Bir Araştırma, Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları, Yayın no: 215, Ankara.
- Işın Ş, Miran B (2005). Farmers' Attitudes Toward Crop Planning in Turkey, Journal of Applied Sciences 5 (8): 1489-1495.
- Kenanoğlu Z (1996). Torbalı İlçesinin Seçilmiş Bir Köyünde Tarımsal İşletme Planlarının Benimsenmesi ve Yayımı Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Rehber E (1993). Tarımsal İşletmecilik ve Planlama, Uludağ Üniversitesi güçlendirme Vakfı Yayın No: 84, Bursa.
- Miran B (2018). Genel İstatistik, Lambert Academic Publishing, Almanya.
- Miran B (2017). İşletmeciler İçin Sayısal Karar Verme Yöntemleri, Lambert Academic Publishing, Almanya.
- Newbold P (1995). Statistics for Business and Economics, Prentice -Hall International Editions, New Jersey, USA, p.101.
- Şahin A, Miran B (2010). Risk Koşullarında Tarım İşletmelerinin Planlanması: Oyun Teorisi Yaklaşımı, Hayvansal Üretim 51(1):31-39, İzmir.
- Veziroğlu P, Çiftçi K, Miran B, Şahin A N (2018). Cooperative Management (Sustainable Agriculture and Food Security), Chapter: What Does the Young Generation Want to Eat and Do for Being Healthy from the Perspective of Today and the Future? Springer International Publishing.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Farklı Rakımlarda Yetiştirilen Bazı Kayısı Çeşitleri ile Zerdali Meyvelerinde Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi

Tuncay KAN^{*1}, Fırat Ege KARAAT²

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

²Adıyaman Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adıyaman, Türkiye

*sorumlu yazar e-posta: kantunca@gmail.com

Öz: Fitokimyasallar insan sağlığını destekleyen en önemli mikro besleyicilerinden olup; kanser ve kalp hastalıkları gibi tahrip edici hastalıklar üzerine, etki mekanizmasının olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, Malatya’da deniz seviyesinden 1040 m ve 1490 m yükseklikte yetiştirilen Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Çataloğlu kayısı çeşitleri ve Zerdali meyve örneklerinde farklı antioksidan fitokimyasalların miktarları UV- DAD dedektörü ile yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda ilgili meyve örneklerinde gallik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, kafeik asit, klorojenik asit, kateşin, epikateşin, epigallokateşin, rutin, prosiyanidin B1, prosiyanidin B2, prosiyanidin B3 ve 3-B-Q-D içerikleri incelenmiştir. İncelenen tüm özelliklerde çeşitler ve zerdali örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). Sonuçlar incelendiğinde, 1490 m rakımdan alınan meyve örneklerindeki fenolik bileşik miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek gallik asit ve klorojenik asit içeriği 1490 m rakımda yetiştirilen Çataloğlu çeşidinde (sırasıyla 305.25 ve 20916.65 $\mu\text{g}/100$ g) elde edilirken, en yüksek kateşin ve epikateşin içerikleri yine 1490 m rakımda yetiştirilen Kabaası çeşidinde (6372.80 ve 788.90 $\mu\text{g}/100$ g) tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çeşit, Fenolik bileşikler, HPLC, Kayısı, Rakım

Investigation of Phenolic Compounds in Fruits of Some Apricot Cultivars and Genotype Grown at Different Altitudes

Abstract: Phytochemicals are among the most important micronutrients that support human health, and known as having a mechanism of action on destructive diseases such as cancer and heart disease. In this study, the amounts of different antioxidant phytochemicals in fruit samples of Hacıhaliloğlu, Kabaası and Çataloğlu apricot varieties and wild apricot genotype grown in Malatya at an altitude of 1040 m and 1490 m above sea level were determined using UV-DAD detector and high pressure liquid chromatography (HPLC). In this context, gallic acid, *P*-coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, catechin, epicatechin, epigallocatechin, routine, procyanidin B1, procyanidin B2, procyanidin B3 and 3-B-Q-D contents were investigated. Statistically significant differences were found between all cultivars and wild apricot samples ($P < 0.05$). When the results were examined, it was observed that the values in the samples taken from the altitude 1490 m were higher. The highest gallic acid and chlorogenic acid contents were obtained in Çataloğlu cultivar (305.25 and 20916.65 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) which was grown at 1490 m, while the highest catechin and epicatechin contents were determined in Kabaası cultivar (6372.80 and 788.90 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) grown at 1490 m.

Keywords: Cultivar, Phenolic compounds, HPLC, Apricot, Altitude

Giriş

Rosaceae familyasının *Prunus* cinsi içerisinde yer alan kayısının (*Prunus armeniaca* L.) anavatanı Orta Asya ile Batı Çin’i içine alan çok geniş bir coğrafik alanı kapsamaktadır (Bailey and Hough 1979; Gülcan ve ark. 2001).

Geniş tür ve çeşit zenginliğine sahip olan kayısı günümüzde dünyanın hemen hemen her bölgesinde yetiştirilmekte olup, yıllık 3.5 milyonu aşan üretimi ile dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyve türleri arasında yer almaktadır (FAO 2018). Bu üretim içerisinde ülkemiz toplam dünya yaş kayısı üretiminin yaklaşık % 20’sini, kuru kayısı üretiminin ise yaklaşık %60’ını karşılamakta ve lider konumunda yer almaktadır (FAO 2018; INC 2018). Ülkemizde de toplam üretimin yarısından fazlasını tek başına karşılayan Malatya ili ön plana çıkmaktadır. Malatya’da 2017 yılında yaş kayısı üretimi 672.670 ton olarak gerçekleşmiştir (TUİK 2018).

Malatya ili sınırlarında mevcut olan toplam 7 milyonun üzerindeki meyve veren kayısı ağacı ilin her bölgesine yayılmış durumda olup, rakım, toprak yapısı, iklim özellikleri gibi birçok özellik bakımından değişken koşullara sahip bölgelerde yetiştirilmektedir (TUİK 2018). Ancak kayısının meyve türleri içerisinde farklı ekolojik koşullara adaptasyon açısından en hassas türlerden biri olduğu, çeşitlerin ekolojik faktörlere göre farklı özellikler gösterdikleri bildirilmektedir (Asma 2000). Bu faktörler arasında en yüksek oranda değişiklik gösteren ve en yüksek oranda etkiye sahip olanlardan birisi de rakımdır. Önceki çalışmalarda rakımın meyve kalite özellikleri ve fenolik bileşik kompozisyonu üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Abacı ve Asma 2010; Guerrero-Chavez 2015).

Fitokimyasallar bitkisel gıdalarda bulunan, özellikle antioksidan etkileri ile kanser, kardiyovasküler hastalıklar, hormonal bozukluklar gibi sağlık sorunlarının meydana gelme risklerini azaltabilen bileşikler olarak tanımlanmaktadır (Liu 2003). Önceki çalışmalar meyve ve sebzelerin fitokimyasal içeriği bakımından zengin olduklarını ortaya koymuş, meyve sebzelerce zengin bir beslenme programının belirtilen sağlık sorunlarının azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiş, bu özellikleriyle meyve ve sebzeler aynı zamanda fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmiştir (Nizamlıoğlu ve Nas 2010). Fitokimyasallar; fenolik bileşikler, fito-östrojenler, fitosteroller ve karotenoidler olarak sınıflandırılmakta olup, antioksidatif etkilerinin en önemli bölümünü fenolik bileşikler oluşturmaktadır (Gökçen ve ark. 2017). Kayısı meyveleri de zengin fitokimyasal içeriği ile fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmekte ve tüketiminin sağlıklı yaşamı destekleyeceği kabul edilmektedir (Kan 2016).

Diğer meyve kalite özellikleri gibi meyve örneklerinde fitokimyasal içeriğin çeşitlere ve yetiştirme koşullarına göre önemli farklılıklar gösterdiği bilinmektedir (Kalkan ve Keskin 2018; Okatan ve ark. 2017). Bu nedenle insan sağlığı açısından önem taşıyan fitokimyasal içerikleri açısından mevcut çeşitlerin ve selekte edilen yeni genotiplerin karakterize edilmesi ve yetiştirme koşullarının etkilerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla daha önce bir takım çalışmalar yürütülmüştür. Kan ve Bostan (2010) Malatya ilinde bazı kayısı çeşitlerinin fenolik madde içeriklerini incelemişlerdir. Kan et al. (2014) sulanarak ve sulanmadan yetiştirilen bazı kayısı çeşitlerine ve zerdaliye ait meyve örneklerinde fenolik bileşik ve vitamin içeriklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada da Malatya ilinde farklı rakımlarda yetiştiriciliği yapılan kayısı çeşitleri ile zerdali meyvelerinin fenolik içerikleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada bitkisel materyal olarak Malatya ili Hekimhan ilçesinde deniz seviyesinden 1040 metre ve 1490 metre yüksekliklerde yer alan iki farklı bahçede yetiştirilen Çataloğlu, Hacıhaliloğlu ve Kabaası kayısı çeşitlerine ve zerdali genotipine ait ağaçlar kullanılmıştır. Çalışma 2015 yılında yürütülmüş olup, söz konusu kayısı bahçelerinde çalışma yılında yetiştiricilik uygulamalarından sulama, gübreleme ve hastalık-zararlı mücadelesi işlemleri gerektiği gibi yapılmıştır. Analize tabi tutulan meyve örnekleri yeme olumu aşamasında örneklenen ağaçları temsil edecek şekilde alınmış ve hızlıca laboratuara getirilerek parçalanmış ve sıvı azotta dondurularak -80°C'de muhafaza edilmiştir (Anonim 2018).

Çalışma kapsamında örneklenen meyve numunelerinde benzoik asitlerden gallik asit; hidroksisinnamik asitlerden p-kumarik asit, ferulik asit, kafeik asit, klorojenik asit; flavanollerden kateşin, epikateşin, epigallokateşin; flavonollerden (flavon-3-oller) rutin; kondanse tanenlerden (proantosiyanidinler) prosiyanidin B1, prosiyanidin B2, prosiyanidin B3; ve 3-B-Q-D içerikleri incelenmiştir. Çalışmaya konu olan fenolik bileşik içerikleri UV- DAD dedektörü ile yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar 100 g kuru meyve ağırlığındaki µg fenolik bileşik miktarı (µg/100 g) olarak ifade edilmiştir.

İncelenen numunelerde polifenol ekstraksiyonu için Bengoechea ve ark. (2007) tarafından tarif edilen yöntem kullanılmıştır. Buna göre her bir meyve örneği (50 g), %2 tBHQ ihtiva eden 50 ml metanol / HCl (100:1, v/v) ile karıştırılarak inert atmosferde (N) 14 saat boyunca karanlıkta 35°C'de tutulmuştur. Ekstre daha sonra 5000 rpm devirde 15 dakika santrifüjlenmiş, elde edilen süpernatant kuruyana kadar indirgenmiş basınç altında (35-40 °C) buharlaştırılmıştır. Elde edilen çökelti 25 ml su / etanol (80:20, v/v) içerisinde çözündürülmüş ve dört kez 25 ml etil asetat ile ekstrakte edilmiştir. Meydana gelen organik fraksiyonlar birleştirilmiş, kuru sodyum sülfat ile 30-45 dakika kurutulmuş, Whatman No. 40 filtre kağıdı (Whatman International Ltd., Kent, İngiltere) ile süzülerek vakum altında (35-40 °C) kuruyana kadar buharlaştırılmıştır. Kalıntı, 1 ml metanol/su (50:50, v/v) içerisinde çözündürülmüş, 0.45 µm'lik filtre (Nylon Membranes, Supelco Inc., Bellefonte, PA, ABD) ile süzülüş, HPLC cihazına enjekte (20 µl) edilmeden önce numuneler üç tekerrür olarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemlerinde DionexASE 200 (Dionex Corp., Sunnyvale, CA, ABD) hızlandırılmış ekstraksiyon cihazı kullanılmıştır.

Fenolik bileşiklerin analizleri Agilent Seri 1100 yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile gerçekleştirilmiştir. Dedektör olarak UV-DAD dedektörü, kolon olarak ise ters fazlı ACE 5 C-18-A11608 (250×4.6 mm, 4 µm) kolonu kullanılmıştır. Çözgenlerin ve kullanılan gradyan elüsyon koşullarının içeriği Dragovic-Uzelac et

al. (2005) tarafından belirtilmiştir. Gradyan elüsyonu için Çözgen A (%3 Asetik asit, %97 su) ve Çözgen B (%3 Asetik asit, %25 Asetonitril, %72 su) solüsyonları kullanılmıştır. Bu gradyan profili Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. HPLC gradyan profili ve çalışma koşulları

Analiz süresi (dakika)	Çözgen A	Çözgen B	Akış hızı (ml/dk)	Sıcaklık (°C)	Dalga boyu (nm)
1	100	0	1	30	280,290,355,310,329
40	30	70	1	30	280,290,355,310,329
40-45	20	80	1	30	280,290,355,310,329
45-55	15	85	1.2	30	280,290,355,310,329
55-57	10	90	1.2	30	280,290,355,310,329
57-75	10	90	1.2	30	280,290,355,310,329

Çalışma koşullarından kolon sıcaklığı, 30°C, enjeksiyon hacmi, 20 µL, UV-VIS foto diyot dizisi okuma dalga boyu 280 nm olarak belirlenmiştir. Okumalar 210 ile 360 nm arasında değişen spektrumda UV-VIS foto diyot dizisi detektörü ile gerçekleştirilmiştir. Stok standart solüsyonları 1:1 oranında metanol/su ile hazırlanmış ve karanlıkta 4°C’de muhafaza edilmiştir. Kayısı örneklerinde farklı fenolik bileşikler için farklı aralıklardaki kalibrasyon eğrileri kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiş ve uygulamalar arasındaki (üç tekerrür) arasındaki anlamlı farklar ($P<0.05$) “SPSS 16.0 for Windows” paket programı kullanılarak Duncan’ın çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonuçları incelendiğinde incelenen tüm fenolik bileşik sonuçları yüksek rakımdan (1490 m) örneklenen meyve numunelerinde düşük rakımdan (1040 m) örneklenen meyve numunelerine göre ortalama 2 kat daha yüksek bulunmuştur. İncelenen tüm meyve numunelerinde bileşik içeriklerinde çeşitler arasındaki farklar istatistiksel anlamda ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2 ve Çizelge 3’de belirtilmiştir.

Gallik asit içeriğinde 1040 m rakımda en yüksek değeri Çataloğlu (180.75 µg/100 g) verirken, 1490 m rakımda Hacıhaliloğlu, Çataloğlu çeşitleri ve Zerdali genotipi (sırasıyla 305.25, 288.95 ve 269.60 µg/100 g) vermiştir. *p*-kumarik asit ve ferulik asit içeriklerinde Kabaası çeşidi her iki rakımda da en yüksek değeri veren çeşit olmuş, bu değerler sırasıyla 1040 m rakımda 34.05 ve 2136.40 µg/100 g, 1490 m rakımda ise 54.75 ve 4914.10 µg/100 g olarak belirlenmiştir. Kafeik asit içeriğinde en yüksek değerler Zerdali genotipinden elde edilirken, bu değerler 1040 m ve 1490 m rakımdan örneklenen meyve numunelerinde sırasıyla 648.95 ve 1463.20 µg/100 g olarak ölçülmüştür. Klorojenik asit içeriğinde Hacıhaliloğlu çeşidi her iki rakımda da en yüksek değerleri veren çeşit olmuş, bu değerler 1040 m ve 1490 m rakımları için 10777.60 ve 20916.65 µg/100 g olarak ölçülmüştür. Katesin içeriğinde en yüksek değerleri Kabaası çeşidi vermiş, elde edilen değerler 2879.15 ve 6372.80 µg/100 g olmuştur. Çataloğlu çeşidi epikatesin içeriğinde her iki rakımda da en yüksek değeri veren çeşit olmuş, bu çeşide ait epikatesin miktarları 1040 m rakımdan örneklenen meyvelerde 516.10 µg/100 g olarak, 1490 m rakımdan örneklenen meyvelerde ise 1037.45 µg/100 g olarak ölçülmüştür. Zerdali genotipi en yüksek epigallokatesin değerlerini vermiş, 1040 m ve 1490 m rakımdan örneklenen meyve numunelerinde bu içerik sırasıyla 225.85 ve 553.45 µg/100 g olarak ölçülmüştür. Rutin içeriği bakımından en yüksek değerler her iki rakımda da Çataloğlu çeşidinden elde edilmiş, bu değerler 1040 m ve 1490 m rakımlar için sırasıyla 5661.45 ve 11366.45 µg/100 g olarak tespit edilmiştir. 1040 m rakımda prosiyanidin B1 ve B2 içerikleri bakımından en yüksek değerleri Kabaası çeşidi (117.60 ve 10397.00 µg/100 g), Prosiyanidin B3 içeriğinde ise Kabaası çeşidi (1030.45 µg/100 g) ile birlikte Hacıhaliloğlu çeşidinden (1087.15 µg/100 g) elde edilmiştir. 1490 m rakımda prosiyanidin B1 ve B3 içerikleri bakımından Kabaası çeşidi (sırasıyla 374.60 ve 2561.00 µg/100 g) en yüksek değeri veren çeşit olurken, prosiyanidin B2 için en yüksek değer Hacıhaliloğlu çeşidinden (22489.50 µg/100 g) elde edilmiştir. 3-B-Q-D içeriği için ise Çataloğlu çeşidi hem 1040 m rakımda (317.40 µg/100 g) hem de 1490 m rakımda (635.80 µg/100 g) en yüksek değeri veren çeşit olmuştur.

Kan ve ark. (2014) Malatya’nın Hekimhan ilçesinde sulu ve susuz koşullarda yetiştirilen Çataloğlu, Hacıhaliloğlu, Kabaası kayısı çeşitleri ve Zerdali genotipine ait ağaçlardan örneklenen meyve numunelerinde fenolik bileşik içeriklerini incelemişlerdir. Başka bir çalışmada Kan ve Bostan (2010) Malatya Merkez ilçede 1025 m rakımda yetiştirilen Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Hasanbey çeşitlerine ait ağaçlardan örnekledikleri meyve numunelerinde fenolik bileşik içeriklerini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile genel anlamda uyumlu bulunmuş, bulgulardaki farklılıkların özellikle iklim faktörleri, yetiştirme koşulları, ağaç yaşı faktörlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. 1040 m rakımda yetiştirilen bahçeden örneklenen meyve numunelerinin fenolik bileşik içerikleri

Fenolik Asit	Çataloğlu	Hacıhaliloğlu	Kabaası	Zerdali
Gallik Asit	180.75±0.56 a*	134.40±0.30 b	41.00±0.16 c	133.25±0.46 b
P-Kumarik Asit	8.50±0.40 bc	10.850±0.35 b	34.05±0.16 a	6.40±0.30 c
Ferulik Asit	424.45±0.85 b	431.00±0.77 b	2136.40±0.12 a	437.00±0.87 b
Kafeik Asit	267.45±0.41 c	226.45±0.48 c	572.20±0.25 b	648.95±0.26 a
Klorojenik Asit	4056.50±0.58 b	10777.60±0.98 a	855.90±0.38 d	1932.25±0.76 c
Kateşin	2543.30±0.28 b	2446.10±0.24 c	2879.15±0.17 a	2144.20±0.20 d
Epikateşin	516.10±0.82 a	55.20±0.28 c	412.95±0.12 b	75.20±0.16 c
Epigallokateşin	75.70±0.11 b	33.80±0.18 c	77.80±0.70 b	225.85±0.10 a
Rutin	5661.45±0.37 a	2106.91±0.36 d	3155.40±0.10 b	2854.25±0.13 c
Prosiyanidin B1	58.25±0.14 c	91.65±0.31 b	117.60±0.62 a	90.30±0.31 b
Prosiyanidin B2	2656.65±0.21d	9513.85±0.28 b	10397.00±0.20 a	5286.50±0.10 c
Prosiyanidin B3	854.70±0.12 c	1087.15±0.16 a	1030.45±0.18 a	936.80±0.19 b
3-B-Q-D	317.40±0.80 a	43.20±0.14 c	33.10±0.80 c	133.50±0.88 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen değerler arasındaki farklılıklar P< 0.05 önem seviyesinde farklıdır.

Çizelge 3. 1490 m rakımda yetiştirilen bahçeden örneklenen meyve numunelerinin fenolik bileşik içerikleri

Fenolik Asit	Çataloğlu	Hacıhaliloğlu	Kabaası	Zerdali
Gallik Asit	288.95±0.10 a*	305.25±0.49 a	99.85±0.13 b	269.60±0.26 a
P-Kumarik Asit	12.65±0.25 d	27.75±0.85 b	54.75±0.19 a	18.30±0.20 c
Ferulik Asit	872.75±0.36 d	1158.50±0.36 b	4914.10±0.16 a	1061.80±0.25 c
Kafeik Asit	638.20±0.82 c	637.60±0.12 c	1158.25±0.34 b	1463.20±0.21 a
Klorojenik Asit	8297.40±0.93 b	20916.65±0.62 a	1758.75±0.24 d	4137.80±0.62 c
Kateşin	5665.65±0.28 c	5244.90±0.36 d	6372.80±0.24 a	5839.20±0.22 b
Epikateşin	1037.45±0.11a	138.15±0.20d	788.90±0.75 b	186.80±0.52 c
Epigallokateşin	211.05±0.38 b	107.75±0.29 c	211.95±0.47 b	553.45±0.87 a
Rutin	11366.45±0.35a	4565.55±0.33d	8100.20±0.65 b	6449.75±0.71 c
Prosiyanidin B1	134.65±0.76 c	187.30±0.11 b	374.60±0.17 a	217.95±0.13 b
Prosiyanidin B2	3536.75±0.29 d	22489.50±0.15 a	21072.50±0.33 b	9153.95±0.42 c
Prosiyanidin B3	1666.15±0.64 d	2146.50±0.40 c	2561.00±0.50 a	2341.00±0.16 b
3-B-Q-D	635.80±0.11 a	103.30±0.34 c	106.35±0.35 c	284.80±0.12 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen değerler arasındaki farklılıklar P< 0.05 önem seviyesinde farklıdır.

Yang ve ark. (2013) frenküzümü üzerinde yürüttükleri bir çalışmada elde ettikleri sonuçların yüksek sıcaklık ile majör fenolik bileşikler ile negatif ilişkili olduğunu gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları ayrıca hava oransal neminin hidroksisinnamik asitler ile negatif ilişkisi olduğunu göstermiştir. Frenküzümünde yapılmış bir başka çalışmada Zheng ve ark. (2012) rakım ile birlikte toplam hidroksisinnamik asitlerin artış gösterdiğini, toplam flavonol içeriğinin ise düştüğünü bildirmişlerdir. Murathan (2017) yalancı iğdede yürüttüğü bir çalışmada rakım ile birlikte toplam flavanoid madde içeriğinin arttığını, rakımın toplam fenolik bileşikler üzerine etkisinin önemsiz bulunduğunu bildirmiştir. Mphahlele ve ark. (2014) tarafından narda yapılan bir çalışmanın sonucunda epikateşin ve rutinin düşük rakımda yetiştirilen bitkilerden örneklenen meyve numunelerinde daha yüksek bulunmuş, kateşin ve gallik asit içeriğinin rakım ile bağlantılı bulunmamıştır. Faniadis ve ark. (2010) kirazda yürüttükleri bir çalışmada rakım ile antioksidan bileşiklerin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Mousa ve ark. (1996) Mastoides zeytin çeşidinde yürüttükleri bir çalışmada rakım yükseldikçe meyve örneklerinde fenolik bileşik içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Öte yandan Arslan ve Özcan (2011) tarafından Sarıulak zeytin çeşidinde yürüttükleri bir çalışmanın sonuçları bunu desteklememiş, çalışma kapsamında örnekleme yapılan en yüksek rakımdaki üretim alanı en yüksek değerleri vermemiştir. Bu da farklı çeşitlerin rakım artışına karşı farklı özellikler gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Rakım yükseldikçe hava sıcaklığı ve oksijen miktarı azalmaktadır. Sıcaklığın düşmesi ile bitki solunum aktivitesi (solunum hızı) azalmakta, buna bağlı olarak solunumun azalması sonucu bitki bünyesindeki oksijen konsantrasyonu azalmaktadır. Bunun yanında havadaki oksijen miktarının azalması ile buna bağlı olarak bitki bünyesindeki oksijen miktarı azaltılmaktadır. Bu nedenlerle yüksek rakımlarda yetiştirilen bitkilerde oksijen miktarına bağlı olarak oksidatif reaksiyonlar ve bitki bünyesindeki oksidatif strese dayalı parçalanmalar azalmaktadır (Yamankaradeniz 1983). Rakım arttıkça ışıklandırma artmaktadır. Önceki çalışmalarda ışıklandırma ile bazı fenolik bileşik içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Bu artışın flavonoidlerin UV ışınımını absorbe etmesiyle, bitki dokularının UV hasarından korunması için flavonol üretiminin uyarılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kalt 2005). Ancak Awad ve ark. (2000) elmada yaptıkları bir çalışmada kateşin ve klorojenik asit içeriklerinin ışıklandırmadan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Rakım arttıkça vejetasyon periyodu uzamaktadır. Bu da yüksek rakımlarda yetiştiriciliğe konu olan bitkilerin daha uzun bir fenolojik olgunlaşma süreci geçirmelerine ve böylece bitki bünyesinde biriken fenolik

bileşiklerin miktarının artmasına neden olmaktadır (Murathan 2017). Yapılan bu çalışmada da fenolik bileşiklerin rakım ile birlikte artmasının rakım arttıkça düşen hava oksijen miktarı ve sıcaklık ile ve rakım arttıkça artan vejetasyon süresi ve ışıklenme süresinin artmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Fonksiyonel gıdalar grubunda kabul edilen meyveler içerisinde önemli bir yer tutan kayısının zengin fitokimyasal içeriği önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur. Yine önceki çalışmalarda yetiştirme koşullarının ve bu koşullardan rakımın farklı meyve türlerinde meyve kalitesi ve bilhassa fenolik bileşik içeriği üzerine etkilerinin olduğu, rakım ile birlikte birçok kalite özelliğinin, fiziko-kimyasal özelliklerin ve fenolik bileşik içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Bunun yanında rakım ile birlikte miktarı azalan fenolik bileşikler de kaydedilmiştir. Bu çalışmada da rakımın farklı kayısı çeşitlerinde bazı spesifik fenolik bileşik miktarlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular rakım ile birlikte çalışma kapsamında incelenen tüm spesifik fenolik bileşiklerin arttığını, incelenen çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur.

Kaynaklar

- Abacı ZT, Asma BM (2010). Bazı kayısı çeşitlerinin farklı ekolojik alanlardaki biyolojik özelliklerinin analizi. Res. J. Biol. Sci. (1): 165-168.
- Anonim (2018). Ilıman İklim Meyve Türlerinde Hasat Kriterleri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü <http://arastirma.tarim.gov.tr/marem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik%20Bilgileri/Il%C4%B1man%20C4%B0klim%20Meyvelerinde%20Hasat%20Kriterleri.pdf> Erişim Tarihi: 27.10.2018.
- Arslan D, Özcan MM (2011). Phenolic profile and antioxidant activity of olive fruits of the Turkish variety “Sarıulak” from different locations. Grasas Aceites. 62(4): 453-461.
- Asma BM (2000). Kayısı Yetiştiriciliği, Evin Matbaası, Malatya.
- Awad MA, de Jager A, van Westing L (2000). Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit. Characterisation of variation. Sci. Hortic. 83: 249-63.
- Bailey CH, Hough LF (1979). Apricots, In: Advances in Fruit Breeding, Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA.
- Bengoechea ML, Sancho AIB, Bartolomé IE, Gómez-Cordovés G (2007). Phenolic composition of industrially manufactured purées and concentrates from peach and apple fruits. J. Agric. Food Chem. 45: 4071-4075.
- Dragovic-Uzelac V, Pospisil J, Levaj B, Delonga K (2005). The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. Food Chem. 91: 373-383.
- Faniadis D, Drogoudi PD, Vasilakakis M (2010). Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Sci. Hortic. 125(3): 301-304.
- FAO 2018. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 28.10.2018).
- Gökçen İS, Kenkin N, Kunter B, Cantürk S, Karadoğan B (2017). Üzüm fitokimyasalları ve Türkiye’de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerindeki araştırmalar. Turk. J. For. Sci. 1(1): 93-111.
- Guerrero-Chavez G, Scampicchio M, Andreotti C (2015). Influence of the site altitude on strawberry phenolic composition and quality. Sci. Hortic. 192: 21-28.
- Gülcan R, Mısırlı A, Eryüce N, Sağlam H, Demir T (2001). Kayısı Yetiştiriciliği, TÜBİTAK, TARP Yayınları.
- INC 2018. 2016-2017 Statistical Yearbook, International Nuts and Dried Fruits Council, <https://www.nutfruit.org/what-we-do/industry/statistics> (Erişim Tarihi: 28.10.2018).
- Kalkan NN, Keskin N (2018). The effects of trunk height and training systems on the some physicochemical properties of ‘Karaerik’ berries. YYU J. Agr. Sci. 28(special issue): 257-267.
- Kalt W (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. J. Food Sci. 70(1): R11-R19.
- Kan T 2016. Investigation of vitamin content in apricot cultivars and wild apricot grown at different altitudes. Middle-East J. Sci. Res. 2(2): 110-118.
- Kan T, Bostan SZ (2010). Malatya’da yetiştirilen kayısıların (*Prunus armeniaca* L.) bazı fenolik madde içeriklerinin incelenmesi. Bahçe. Sayı: 39.
- Kan T, Gundogdu M, Ercisli S, Muradoglu F, Celik F, Gecer MK, Kodad O, Zia-Ul-Haq M (2014). Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions. Biol. Res. 47(1): 46.
- Liu RH (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. Am. J. Clin. Nutr. 78(Suppl): 17-20.
- Mousa MY, Gerosopoulos D, Metzidakis I, Kiritsakis A (1996). Effect of altitude on fruit and quality characteristics of “Mastoides” olives. J. Sci. Food Agric. 71: 345-350.

- Mphahlele RR., Stander MA, Fawole OA, Opara UL (2014). Effect of fruit maturity and growing location on the postharvest contents of flavonoids, phenolic acids, vitamin C and antioxidant activity of pomegranate juice (cv. Wonderful). *Sci. Hortic.* 179: 36-45.
- Murathan ZT (2017). Farklı rakımlarda yetişen *Hippophae rhamnoides* L. meyvelerinin antioksidan kapasiteleri ve bazı biyoaktif özelliklerinin incelenmesi. *Erzincan Uni. J. Sci. Technol.* 10(2): 266-277.
- Nizamlioğlu NM, Nas S (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknol. Elek. Der.* 5(1): 20-35.
- Okatan V, Gündoğdu M, Güçlü SF, Çelikay Özaydın A, Çolak AM, Korkmaz N, Polat M, Çelik F, Aşkın MA (2017). Phenolic Profiles of Currant (*Ribes* spp.) Cultivars. *YYU J. Agr. Sci.* 27(2): 192-196.
- TÜİK (2018). Merkezi Dağıtım Sistemi, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim Tarihi: 28.10.2018.
- Yamankaradeniz R (1982). Erzurum Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunun Bileşimi ve Değerlendirme Olanakları Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Yang B, Zheng J, Laaksonen O, Tahvonen R, Kallio H (2013). Effects of latitude and weather conditions on phenolic compounds in currant (*Ribes* spp.) cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 61(14): 3517-3532.
- Zheng J, Yang B, Ruusunen V, Laaksonen O, Tahvonen R, Hellsten J, Kallio H (2012). Compositional differences of phenolic compounds between black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars and their response to latitude and weather conditions. *J. Agric. Food Chem.* 60(26): 6581-659.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Konik Hüzmeli Poliasetal (POM) Pülverizatör Memelerinde Damla Kinematığı

Bahadır SAYINCI^{1*}, Ruçhan ÇÖMLEK², Mustafa ÇOMAKLI²

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, 25240 Erzurum, Türkiye

*sorumlu yazar e-posta: bsayinci@mersin.edu.tr; Tel.: +90 324 361 00 01; Fax: +90 324 361 00 08

Öz: Bu çalışmanın amacı, konik hüzmeli meme plakalarında orifis çapı, girdap plaketi ve püskürtme basıncı değişkenlerinin damla kinematığını tanımlayan pülverizasyon karakteristiklerine olan etkisini belirlemektir. Denemelerde poliasetal malzemeden üretilmiş 1.0 mm, 1.2 mm, 1.6 mm, 2.0 mm ve 2.4 mm orifis çaplı meme plakaları ile mavi (2-slot), kahverengi (3-slot), sarı (2-slot) ve paslanmaz çelik (2-slot) girdap plakeleri kullanılmıştır. Tüm uygulamalar 2-12 bar püskürtme basıncı aralığında yapılmıştır. Meme plakası ve girdap plaketi kombinasyonlarda damla hızı 3.63-22.13 m/s aralığında değişmiş ve püskürtme basıncı arttıkça damla hızının da arttığı belirlenmiştir. Püskürtme basıncındaki artış damlanın kinetik enerjisini değiştirmemiştir. Ancak meme orifis çapı arttıkça damlanın sahip olduğu kinetik enerji azalmıştır. Püskürtme basıncı arttıkça damlanın terminal hızı azalırken, orifis çapındaki artış terminal hızın artmasını sağlamıştır. Püskürtme basıncı 2 bar olduğunda damlanın orifisten itibaren havada serbest kaldığı mesafe artmıştır. Meme orifis gruplarında püskürtme basıncı 2 bar olduğunda ortalama sürüklenme %8.5-%13.5 aralığında değişirken, 12 bar basınçta artarak ortalama %15.3-%19.9 aralığında değişmiştir. Konik hüzmeli memelerde damla kinematığını tanımlayan değişkenler arasında korelasyon analizi yapılmış ve istatistiksel açıdan önemli bulunan değişkenler arasındaki ilişkiler eşitliklerle gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Damla hızı, Damla kinetik enerjisi, Püskürtme, Sürüklenme potansiyeli, Terminal hız

Droplet Kinematic in Hollow Cone Polyacetal (POM) Sprayer Nozzles

Abstract: This study is aimed to determine the effect of orifice diameter, swirl plate and spray pressure variables on the spray characteristics which define the droplet kinematics of hollow cone nozzle plates. In the trials, the nozzle plates with 1.0 mm, 1.2 mm, 1.6 mm, 2.0 mm and 2.4 mm orifice diameter made of polyacetal material and blue (2-slot), brown (3-slot), yellow (2-slot) and stainless steel (2-slot) swirl plates were used. All applications were made in the spray pressure range of 2-12 bar. In the combinations with the nozzle plate and the swirl plate, the droplet velocity varied in the range of 3.63-22.13 m/s and the droplet velocity increased as the spray pressure increased. The increase in spray pressure had no any effect on variation of the kinetic energy of the drop. However, as the diameter of the nozzle orifice increased, the kinetic energy of the droplet decreased. As the spray pressure increased, the terminal velocity of the droplet decreased. But, increasing the orifice diameter of nozzle plates resulted in an increase in terminal velocity of drop. When the spray pressure is 2 bar, the distance from which the droplet is released in the air from the orifice has increased. The average drift in the nozzle orifice groups ranged from 8.5% to 13.5% when the pressure was 2 bar, while the average increase in the pressure of 12 bar ranged from 15.3% to 19.9%. Correlation analysis was performed between the variables that define the droplet kinematic in hollow cone nozzles and the relations between the statistically significant variables were shown with equations.

Keywords: Droplet velocity, Droplet kinetic energy, Spraying, Drift potential, Terminal velocity

Giriş

Pülverizasyonda damlanın oluşumu üzerinde yerçekimi ve hava direnci olmak üzere iki önemli etki bulunmaktadır. Bu etkiler damlanın havadaki hareketini ve hızını önemli ölçüde azaltmaktadır. Damlanın ilk hızı hava direnciyle birlikte azalarak parçalanmasına neden olurken yerçekimi etkisiyle düşmeye başlamaktadır. Pülverizasyon sırasında basınç, kinetik veya pnömatik etki ile orifisi terk eden sıvı şeridi, kazandığı enerjiyle parçalanmakta ve sonuçta damla oluşumu gerçekleşmektedir. Bu esnada oluşan damlaların hızı 10 m/s'ye ulaşabilmektedir (Almekinders ve ark. 1993). Sıvının yüzey gerilimi, viskozitesi ve atalet direncine bağlı fiziksel özellikleri damla oluşumu ve damla boyutunda etkili olduğundan sıvı şeridinin kazandığı enerjinin büyüklüğü hidrolik memelerde işletme basıncına, döner diskli memelerde disk hızına ve pnömatik memelerde hava hacmine bağlı olmaktadır (Srivastava ve ark. 1993).

Pülverizatörlerde yaygın olarak kullanılan meme tiplerinden biri konik hüzmeli olup, içi boş hüzmeli desen oluşturmakta ve bir girdap plaketiyle birlikte kullanılmaktadır. Bu tip pülverizatör memeleri ince yapılı damlalar oluşturduğundan damlaların kaplama oranı yüksektir. Yaygın olarak insektisit ve fungusit uygulamalarında tercih edilen bu tip pülverizatör memeleri yüzeysel uygulamalardan daha çok şeritsel uygulamalarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Yapısal olarak disk şeklinde meme plakası ve girdap plaketiyle oluşan bu tip memelerde sıvı meme plakasına girmeden önce bir girdap plaketi veya yivli bir gövdeden geçerek dönü hareketi kazanmakta ve orifisten çıkan ince sıvı şeridi, aksel ve teğetsel hız bileşenlerinin etkisiyle içi boş konik hüzmeli şekline almaktadır (Dursun ve ark. 2000). Günümüzde yerli üretimde Cr-Ni alaşımlı paslanmaz çelikten ve poliasetal (POM) malzemeden üretilen memelerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Konik hüzmeli memelerde optimum püskürtme basıncı aralığı Arag[®] (2004) tarafından 3-6 bar olarak bildirilmiştir. Seramikten üretilen memeler çoğunlukla bahçe uygulamalarında kullanılan pülverizatörlerde tercih edilmekte ve optimum püskürtme basıncının 0.7-20.0 bar aralığında (Albuz[®] 2009; Teejet[®] 2014) değiştiği belirtilmektedir.

Konik hüzmeli memelerin ucuz ve kolay tedarik edilmeleri, ince yapılı damlalar üretmesi, yüzey kaplama oranının yüksek olması, montajı için özel bir donanımı gerektirmemesi ve şeritsel uygulama tekniğine elverişli olması kullanıcıların tercih unsurlarını oluşturmaktadır. Gerek yüzeysel gerekse şeritsel uygulamalarda geniş kullanım alanına sahip olan konik hüzmeli memelerin işletme özelliklerinin bilinmesi pülverizatörün kalibrasyonu açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı konik hüzmeli memelerde orifis çapı, girdap plaketi ve püskürtme basıncının damla hızına, damla kinetik enerjisine, damlanın terminal hızına, damlanın havada serbest kalma mesafesine ve sürüklenme potansiyeline olan etkilerini ortaya koymak ve damla kinematiğiyle ilgili başvuru kaynağı niteliğinde veri seti oluşturmaktır.

Materyal ve Yöntem

Denemelerde poliasetal (POM) malzemeden üretilmiş beş farklı orifis çapında (Ø1.0 mm, Ø1.2 mm, Ø1.6 mm, Ø2.0 mm ve Ø2.4 mm) konik hüzmeli meme plakaları kullanılmıştır. Her bir meme plakasında renk, slot sayısı veya malzeme özellikleri farklı 4 çeşit girdap plaketi (mavi, 2-slot, POM; kahverengi, 3-slot, POM; sarı, 2-slot, POM; paslanmaz çelik, 2-slot) kullanılmıştır. Pülverizatör memeleri için süzgeçler, akış karakteristiğini değiştirdiğinden (Sayıncı ve Kara 2015; Sayıncı 2014; Sayıncı 2015; Sayıncı 2016) hacimsel debi ölçümleri süzgeç kullanılmadan yapılmıştır.

Konik hüzmeli memelerde püskürtme uygulamaları için 200 litre depo (polietilen, PE) kapasiteli konvansiyonel bir pülverizatör (TP 200 Piton, Taral[®], İstanbul, TR) kullanılmıştır (Şekil 1a). Denemeler için yerden yüksekliği 160 cm olan bir bum kolu imal edilmiş ve basınç hattına 50 cm aralıklarla 5 adet meme gövdesi monte edilmiştir. Pülverizatör işletme basıncı ile meme püskürtme basıncı arasında farklılık olabileceğinden (Sayıncı ve Kara 2015) akışkanın basıncı memeye yakın bir noktaya monte edilen dijital bir manometreden (Ref D2, %0.1, 0-400 bar, SİKA GmbH & Co. KG) kontrol edilmiştir. İşletme basıncı kademesiz ayarlanabilir tip basınç regülatörü (maksimum 40 bar, 90 L/dk, RG-7 Model) kullanılarak ayarlanmıştır. İşletme basıncı 0-25 bar göstergeli gliserin dolgululu bir manometreden (Pakkens[®] Model, TR) kontrol edilmiştir. Pülverizatörün pompası piston-membranlı tip (TAR30, 2 pistonlu, %67 verim, Taral[®], TR) olup 40 kg/cm²'lik anma basıncında 40 L/dk anma debisine ulaşmaktadır. Deneme süresince pülverizatör pompası, anma gücü 2.2 kW (1405 d/dk) olan bir elektrik motoruyla (AGM 100L 4a type, Gamak, TR) çalıştırılmıştır. Motor devri bir kayış-kasnak tertibatıyla 1/2.8 oranında düşürülmüştür (Şekil 1b). Pompa milinin devri optik bir takometreye (Testo 465, KGaA) 500 d/dk olarak ölçülmüştür.



(a)



(b)

Şekil 1. (a) Pülverizatör ve (b) Elektrik motoru ve kayış-kasnak mekanizması.

Hacimsel debi ölçümleri 3.0 bar (300 kPa) püskürtme basıncında yapılmış olup ölçümler dijital göstergeli sensörlü tip bir debi ölçer (Sprayer Calibrator, SpotOn®, Model: SC-1, IL, ölçüm hassasiyeti: $\pm\%2.5$; ölçüm aralığı: 0.08-3.79 L/dk) kullanılarak belirlenmiştir. Meme plakası ve girdap plaketi kombinasyonlarına ait ortalama debi değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Aynı kombinasyonlar için damla çapı ve akış katsayısı ortalamaları Sayıncı ve Çomaklı (2017) tarafından yürütülen araştırmadan alınmıştır. Konik hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristiğini ortaya koymak için farklı tablo değerlerini içeren literatür kaynakları incelenmiş ve aynı çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 1. Konik hüzmeli memelerde hacimsel debi, damla çapı, akış katsayısı ve pülverizasyon karakteristiği (Sayıncı ve Çomaklı 2017)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketleri	Hacimsel debi (q) (L/dk@3bar)	Damla çapı ($D_{V0.50}$) ($\mu\text{m}@3\text{bar}$)	Akış katsayısı (C_D)	*Pülverizasyon karakteristiği (@3bar)			
					Kruger ve ark. (2013) Arag® (2017)	Hypro® (2014)	Spandl (2010) Hipkins ve Grisso (2014)	Wolf (2017)
1.0	Mavi (2-slot)	0.41	123.3	0.346	VF	F	VF	VF
	K.rengi (3-slot)	0.48	130.3	0.415	VF	F	VF	VF
	Sarı (2-slot)	0.50	131.9	0.424	VF	F	VF	VF
	P. çelik (2-slot)	0.53	135.1	0.459	VF	F	VF	VF
1.2	Mavi (2-slot)	0.50	132.1	0.294	VF	F	VF	VF
	K.rengi (3-slot)	0.61	141.0	0.362	F	F	VF	VF
	Sarı (2-slot)	0.62	142.2	0.371	F	F	VF	VF
	P. çelik (2-slot)	0.71	148.4	0.421	F	F	F	VF
1.6	Mavi (2-slot)	0.67	145.4	0.221	F	F	F	VF
	K.rengi (3-slot)	0.87	158.8	0.289	F	F	F	F
	Sarı (2-slot)	0.91	161.2	0.302	F	F	F	F
	P. çelik (2-slot)	0.95	164.1	0.329	F	F	F	F
2.0	Mavi (2-slot)	0.83	156.3	0.177	F	F	F	F
	K.rengi (3-slot)	1.13	173.5	0.244	F	F	F	F
	Sarı (2-slot)	1.17	175.4	0.250	F	F	F	F
	P. çelik (2-slot)	1.25	179.3	0.274	M	F	F	F
2.4	Mavi (2-slot)	0.95	163.7	0.142	F	F	F	F
	K.rengi (3-slot)	1.42	186.8	0.214	M	F	F	F
	Sarı (2-slot)	1.47	188.8	0.219	M	F	F	F
	P. çelik (2-slot)	1.53	191.5	0.229	M	F	F	F

*: VF (very fine): çok ince yapılı; F (fine): ince yapılı; M (medium): orta yapılı (Pülverizasyon yapısı, farklı literatürlerde belirtilen referans aralıkları kullanılarak belirlenmiştir).

Damla Kinematiki

Maksimum damla hızı (V_{max})

Damlanın orifis çıkışında kazandığı ilk hız değeri olup maksimum hız olarak anılmaktadır. Damlanın maksimum hızı Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Al Heidary ve ark. 2014).

$$V_{mak} = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P}{\rho_L}} \quad (1)$$

V_{max} : maksimum damla hızı (m/s)

C_D : akış katsayısı

ΔP : basınç (Pa)

ρ_L : akışkanın yoğunluğu (999.1 kg/m³, 15 °C akışkan sıcaklığı)

Damlanın kinetik enerjisi (E_k)

Damlanın orifis çıkışında kazandığı kinetik enerji, damla çapına ve maksimum damla hızına bağlı olarak Eşitlik (2)’den yararlanılarak hesaplanmıştır (Al Heidary ve ark. 2014).

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \left(\rho_d \cdot \frac{\pi}{6} \cdot D_{V0.50}^3 \right) \cdot V_{mak}^2 \cdot 10^6 \quad (2)$$

E_k : damlanın kinetik enerjisi (μj)

ρ_d : damlanın yoğunluğu (999.1 kg/m³, 15 °C akışkan sıcaklığı)
 $D_{v0.50}$: damlanın hacimsel medyan çapı (m)

Damlanın terminal hızı (V_t)

Damlaya etki eden yerçekimi kuvveti ile havanın kaldırma kuvvetinin birbirini dengeledikleri anda durağan hava koşullarında damlanın ivmesiz olarak ulaştığı hız terminal hız olarak adlandırılmaktadır. Damlanın terminal hızı Eşitlik (3) kullanılarak belirlenmiştir (Al Heidary ve ark. 2014).

$$V_t = \frac{\rho_d \cdot g \cdot D_{v0.50}^2}{18 \cdot \eta_a} \quad (3)$$

V_t : damlanın terminal hızı (m/s)
 g : yerçekimi ivmesi (9.81 m/s²)
 η_a : havanın dinamik viskozitesi (1.825×10⁻⁵ kg/m·s, 20 °C hava sıcaklığı)

Damlanın durma mesafesi (D_s)

Durgun havada damlanın serbest kaldığı mesafe, durma mesafesi olarak tanımlanmıştır. Nuyttens ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada Bache ve Johnstone (1992) tarafından bildirildiğine göre damlanın durma mesafesi Eşitlik (4) kullanılarak belirlenmiştir.

$$D_s = \frac{V_{mak} \cdot D_{v0.50}^2 \cdot \rho_d}{18 \cdot v_a \cdot \rho_a} \quad (4)$$

D_s : damlanın durma mesafesi (m)
 v_a : havanın kinematik viskozitesi (1.516×10⁻⁵ m²/s, 20 °C hava sıcaklığı)
 ρ_a : havanın yoğunluğu (1.204 kg/m³, 20 °C hava sıcaklığı)

Damlanın sürüklenme potansiyeli (S)

Damlanın sürüklenme potansiyeli damla çapına bağlı olarak Al Heidary ve ark. (2014) tarafından Eşitlik (5) kullanılarak tahminlenmiştir.

$$S = 31.505 \cdot e^{(-0.006 \cdot D_{v0.50})} \quad (5)$$

S : sürüklenme potansiyeli (%)

İstatistik analiz

Maksimum damla hızı, damlanın kinetik enerjisi, damlanın terminal hızı, orifisi terk eden damlanın havada durma mesafesi ve sürüklenme potansiyeli konik hüzmeli memelerin damla kinematiği değişkenlerini oluşturmuştur. Meme plakası orifis çapı, girdap plaketi tipi ve püskürtme basıncının damla kinematiği değişkenlerine etkisi varyans analiziyle (ANOVA) test edilmiştir. Önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklar %95 önem düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir. Ayrıca bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında korelasyon analizi yapılmış ve önemli bulunan değişkenler arasındaki ilişki eğri tahminleme metoduyla açıklanmıştır. İstatistik analizler SPSS 20.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular

Damlanın maksimum hızı, kinetik enerjisi ve terminal hızı

Orifis çapı 1.0 mm, 1.2 mm ve 1.6 mm olan meme plakalarında en yüksek damla hızı, kinetik enerji ve terminal hız paslanmaz çelik girdapta, en düşük mavi girdap plaketine bulunmuştur (Çizelge 2, 3 ve 4). Orifis çapı 2.0 mm olduğunda düşük basınçlarda (2 bar ve 4 bar) girdap plakentinin etkisi azalmaya başlamış ve düşük debi veren mavi girdapta damla hızı, kinetik enerji ve terminal hız ortalaması anlamlı seviyede düşük bulunmuştur. En büyük orifis çaplı (2.4 mm) memede kahverengi, sarı ve paslanmaz çelik girdap plaketerinin damla hızını, kinetik enerjisi ve terminal hızı etkilemediği ve mavi girdaptan daha yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Orifis çıkışında maksimum damla hızı (V_{max} , m/s) (ort±SS)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketleri	Püskürtme basıncı				
		2 bar	4 bar	6 bar	8 bar	12 bar
Ø1.0	Mavi (2-slot)	7.09±0.12 c	9.94±0.18 c	11.93±0.18 c	13.76±0.18 c	16.39±0.18 c
	K.rengi (3-slot)	8.32±0.46 b	11.81±0.76 b	14.40±0.92 b	16.65±1.07 b	20.17±1.08 b
	Sarı (2-slot)	8.66±0.35 b	12.19±0.61 ab	14.61±0.63 ab	16.82±0.77 b	20.39±1.07 b
	P. çelik (2-slot)	9.30±0.23 a	13.12±0.46 a	15.71±0.54 a	18.47±0.58 a	22.13±0.63 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	42.57(0.000)**	29.94 (0.000)	32.58 (0.000)	36.54 (0.000)	42.50 (0.000)
Ø1.2	Mavi (2-slot)	6.13±0.08 c	8.38±0.07 c	10.11±0.17 c	11.59±0.08 c	14.04±0.07 c
	K.rengi (3-slot)	7.40±0.45 b	10.29±0.55 b	12.59±0.64 b	14.30±0.91 b	17.46±1.02 b
	Sarı (2-slot)	7.58±0.17 b	10.44±0.41 b	12.92±0.49 b	14.75±0.43 b	17.93±0.50 b
	P. çelik (2-slot)	8.67±0.35 a	11.83±0.70 a	14.63±0.77 a	16.63±0.79 a	20.29±1.08 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	60.45 (0.000)	41.49 (0.000)	54.64 (0.000)	52.32 (0.000)	53.78 (0.000)
Ø1.6	Mavi (2-slot)	4.58±0.15 c	6.37±0.19 c	7.58±0.27 c	8.69±0.36 c	10.49±0.49 c
	K.rengi (3-slot)	5.92±0.31 b	8.28±0.39 b	9.95±0.45 b	11.53±0.56 b	13.79±0.77 b
	Sarı (2-slot)	6.22±0.29 ab	8.61±0.43 ab	10.35±0.54 b	12.14±0.65 ab	14.41±0.70 b
	P. çelik (2-slot)	6.57±0.24 a	9.09±0.40 a	11.28±0.48 a	12.97±0.59 a	16.90±1.58 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	58.69 (0.000)	53.46 (0.000)	62.11 (0.000)	56.37 (0.000)	36.76 (0.000)
Ø2.0	Mavi (2-slot)	3.63±0.12 b	5.07±0.25 b	6.07±0.21 c	6.99±0.27 c	8.54±0.38 c
	K.rengi (3-slot)	4.94±0.19 a	6.91±0.26 a	8.46±0.30 b	9.76±0.38 b	11.83±0.48 b
	Sarı (2-slot)	5.13±0.35 a	7.15±0.48 a	8.56±0.47 b	9.97±0.75 b	12.11±1.04 b
	P. çelik (2-slot)	5.40±0.37 a	7.68±0.67 a	9.49±0.66 a	11.13±0.89 a	13.68±0.89 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	40.23 (0.000)	31.76 (0.000)	53.89 (0.000)	39.20 (0.000)	41.66 (0.000)
Ø2.4	Mavi (2-slot)	2.88±0.08 b	4.04±0.12 b	4.89±0.15 b	5.65±0.22 b	6.85±0.21 b
	K.rengi (3-slot)	4.25±0.32 a	6.00±0.47 a	7.48±0.61 a	8.68±0.67 a	10.44±0.77 a
	Sarı (2-slot)	4.37±0.32 a	6.21±0.43 a	7.71±0.59 a	8.81±0.53 a	10.54±0.42 a
	P. çelik (2-slot)	4.59±0.52 a	6.67±0.50 a	7.81±0.35 a	8.98±0.59 a	11.29±0.49 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	25.16 (0.000)	39.72 (0.000)	45.19 (0.000)	44.87 (0.000)	75.30 (0.000)

*: Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her bir nozul orifis çapı ve püskürtme basıncı grubu için aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar %95 düzeyinde farklıdır. **: $p < 0.01$ çok önemli.

Çizelge 3. Damlanın orifis çıkışında kazandığı kinetik enerji (E_k , µj) (ort±SS)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketleri	Püskürtme basıncı				
		2 bar	4 bar	6 bar	8 bar	12 bar
Ø1.0	Mavi (2-slot, C23)	0.037±0.002 c	0.036±0.002 c	0.034±0.002 c	0.034±0.001 c	0.031±0.001 c
	K.rengi (3-slot)	0.061±0.010 b	0.061±0.012 b	0.060±0.012 b	0.061±0.011 b	0.059±0.009 b
	Sarı (2-slot)	0.068±0.008 b	0.067±0.010 b	0.063±0.008 b	0.062±0.009 b	0.061±0.010 b
	P. çelik (2-slot)	0.084±0.006 a	0.084±0.009 a	0.078±0.008 a	0.082±0.008 a	0.077±0.006 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	37.22 (0.000)**	24.74 (0.000)	24.52 (0.000)	30.62 (0.000)	32.86 (0.000)
Ø1.2	Mavi (2-slot, C23)	0.035±0.002 c	0.032±0.001 c	0.030±0.001 c	0.030±0.001 c	0.028±0.000 c
	K.rengi (3-slot)	0.062±0.011 b	0.058±0.009 b	0.058±0.009 b	0.056±0.011 b	0.055±0.009 b
	Sarı (2-slot)	0.066±0.005 b	0.061±0.007 b	0.063±0.007 b	0.060±0.005 b	0.059±0.005 b
	P. çelik (2-slot)	0.097±0.010 a	0.087±0.013 a	0.091±0.014 a	0.086±0.011 a	0.087±0.015 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	52.93 (0.000)	33.20 (0.000)	39.25 (0.000)	41.43 (0.000)	32.82 (0.000)
Ø1.6	Mavi (2-slot, C23)	0.026±0.002 c	0.025±0.002 c	0.022±0.002 c	0.022±0.003 c	0.021±0.003 c
	K.rengi (3-slot)	0.056±0.009 b	0.054±0.008 b	0.051±0.007 b	0.051±0.007 b	0.048±0.008 b
	Sarı (2-slot)	0.064±0.009 ab	0.061±0.009 ab	0.057±0.009 b	0.060±0.010 ab	0.055±0.008 b
	P. çelik (2-slot)	0.076±0.008 a	0.071±0.009 a	0.074±0.010 a	0.073±0.010 a	0.089±0.023 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	42.66 (0.000)	34.39 (0.000)	42.38 (0.000)	38.10 (0.000)	24.22 (0.000)
Ø2.0	Mavi (2-slot, C23)	0.020±0.002 b	0.019±0.003 b	0.018±0.002 c	0.018±0.002 c	0.018±0.002 c
	K.rengi (3-slot)	0.050±0.005 a	0.049±0.006 a	0.049±0.005 b	0.049±0.006 b	0.047±0.006 b
	Sarı (2-slot)	0.057±0.011 a	0.055±0.011 a	0.051±0.008 b	0.052±0.012 b	0.051±0.012 b
	P. çelik (2-slot)	0.066±0.014 a	0.067±0.018 a	0.069±0.016 a	0.072±0.017 a	0.074±0.014 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	21.74 (0.000)	16.91 (0.000)	25.41 (0.000)	21.34 (0.000)	28.06 (0.000)
Ø2.4	Mavi (2-slot, C23)	0.014±0.001 b	0.014±0.001 b	0.014±0.001 b	0.014±0.002 b	0.013±0.001 b
	K.rengi (3-slot)	0.047±0.011 a	0.047±0.011 a	0.049±0.012 a	0.050±0.011 a	0.047±0.010 a
	Sarı (2-slot)	0.051±0.012 a	0.052±0.012 a	0.054±0.013 a	0.052±0.010 a	0.048±0.006 a
	P. çelik (2-slot)	0.060±0.020 a	0.064±0.015 a	0.055±0.008 a	0.055±0.011 a	0.059±0.008 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	12.53 (0.000)	19.03 (0.000)	21.52 (0.000)	21.50 (0.000)	41.64 (0.000)

*: Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her bir nozul orifis çapı ve püskürtme basıncı grubu için aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar %95 düzeyinde farklıdır. **: $p < 0.01$ çok önemli.

Çizelge 4. Damlanın terminal hızı (V_t , m/s) (ort±SS)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketteri	Püskürtme basıncı				
		2 bar	4 bar	6 bar	8 bar	12 bar
Ø1.0	Mavi (2-slot, C23)	0.60±0.01 c	0.38±0.01 c	0.28±0.00 c	0.23±0.00 c	0.18±0.00 c
	K.rengi (3-slot)	0.67±0.03 b	0.42±0.02 b	0.32±0.01 b	0.27±0.01 b	0.20±0.01 b
	Sarı (2-slot)	0.69±0.02 b	0.43±0.01 b	0.32±0.01 b	0.27±0.01 b	0.20±0.01 b
	P. çelik (2-slot)	0.72±0.01 a	0.45±0.01 a	0.34±0.01 a	0.28±0.01 a	0.21±0.00 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	44.42 (0.000)**	30.67 (0.000)	33.75 (0.000)	38.28 (0.000)	44.40 (0.000)
Ø1.2	Mavi (2-slot, C23)	0.70±0.01 c	0.43±0.00 c	0.32±0.00 c	0.27±0.00 c	0.20±0.00 c
	K.rengi (3-slot)	0.79±0.03 b	0.49±0.02 b	0.37±0.01 b	0.31±0.01 b	0.23±0.01 b
	Sarı (2-slot)	0.80±0.01 b	0.50±0.01 b	0.38±0.01 b	0.31±0.01 b	0.24±0.00 b
	P. çelik (2-slot)	0.88±0.02 a	0.54±0.02 a	0.41±0.02 a	0.34±0.01 a	0.26±0.01 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	62.85 (0.000)	44.09 (0.000)	58.79 (0.000)	55.77 (0.000)	55.31 (0.000)
Ø1.6	Mavi (2-slot, C23)	0.84±0.02 c	0.52±0.01 c	0.39±0.01 c	0.32±0.01 c	0.24±0.01 c
	K.rengi (3-slot)	1.00±0.04 b	0.62±0.02 b	0.47±0.01 b	0.39±0.01 b	0.29±0.01 b
	Sarı (2-slot)	1.03±0.03 ab	0.64±0.02 ab	0.48±0.02 b	0.40±0.01 ab	0.30±0.01 b
	P. çelik (2-slot)	1.07±0.03 a	0.66±0.02 a	0.51±0.02 a	0.42±0.01 a	0.33±0.02 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	62.14 (0.000)	58.20 (0.000)	64.73 (0.000)	60.32 (0.000)	39.80 (0.000)
Ø2.0	Mavi (2-slot, C23)	0.97±0.02 b	0.61±0.02 b	0.45±0.01 c	0.37±0.01 c	0.29±0.01 c
	K.rengi (3-slot)	1.19±0.03 a	0.74±0.02 a	0.57±0.01 b	0.47±0.01 b	0.36±0.01 b
	Sarı (2-slot)	1.22±0.06 a	0.76±0.03 a	0.57±0.02 b	0.47±0.02 b	0.36±0.02 b
	P. çelik (2-slot)	1.26±0.06 a	0.80±0.05 a	0.61±0.03 a	0.51±0.03 a	0.39±0.02 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	44.72 (0.000)	35.41 (0.000)	60.31 (0.000)	43.45 (0.000)	44.60 (0.000)
Ø2.4	Mavi (2-slot, C23)	1.06±0.02 b	0.66±0.01 b	0.50±0.01 b	0.41±0.01 b	0.31±0.01 b
	K.rengi (3-slot)	1.37±0.07 a	0.86±0.05 a	0.67±0.04 a	0.55±0.03 a	0.42±0.02 a
	Sarı (2-slot)	1.40±0.07 a	0.88±0.04 a	0.68±0.04 a	0.56±0.02 a	0.42±0.01 a
	P. çelik (2-slot)	1.44±0.11 a	0.93±0.05 a	0.69±0.02 a	0.56±0.03 a	0.44±0.01 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	28.49 (0.000)	45.45 (0.000)	50.67 (0.000)	50.68 (0.000)	84.85 (0.000)

*: Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her bir nozul orifis çapı ve püskürtme basıncı grubu için aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar %95 düzeyinde farklıdır. **: $p < 0.01$ çok önemli.

Damlanın durma mesafesi ve sürüklenme potansiyeli

Orifis çapı 1.0 mm, 1.2 mm ve 1.6 mm olan meme plakalarında damlanın ortalama durma mesafesi en yüksek paslanmaz çelik girdapta, en düşük mavi girdap plaketine bulunmuştur (Çizelge 5). Sürüklenme potansiyeli açısından aynı meme plakalarında en düşük sürüklenme paslanmaz çelik girdapta, en yüksek mavi girdap plaketine elde edilmiştir (Çizelge 6). Orifis çapı 2.0 mm olduğunda düşük basınçta (2 bar ve 4 bar) girdap plakentinin etkisi azalmış ve düşük debi veren mavi girdapta damla durma mesafesi önemli seviyede düşük, sürüklenme ise yüksek bulunmuştur. En büyük orifis çaplı (2.4 mm) memede kahverengi, sarı ve paslanmaz çelik girdap plaketterinin damlanın durağan havada durma mesafesini ve sürüklenme potansiyelini etkilemediği belirlenmiştir.

Konik hüzmeli memelerde damla kinematığını tanımlayan değişkenler arasındaki korelasyon analizi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre basınçtaki (P) değişim, damlanın orifis çıkışında kazandığı kinetik enerjiyi (E_k) etkilememiştir. Akış katsayısı (C_D), maksimum damla hızı (V_{max}) ve damlanın serbest kalma uzaklığı (D_s) değişkenleri damlanın kinetik enerjisini (E_k) pozitif yönde etkilerken, orifis çapındaki değişim kinetik enerjiyi negatif yönde etkilemiştir. Püskürtme basıncı (P) arttığında damla çapı ($D_{v0.50}$), damlanın terminal hızı (V_t) ve damlanın serbest kalma uzaklığı (D_s) azalmıştır. Meme debisi (q) damlanın orifis çıkış hızında (V_{max}) etkili olmamıştır. Orifis çapı ($\varnothing d$), damla çapı ($D_{v0.50}$), damlanın terminal hızı (V_t) ve damlanın havada serbest kaldığı mesafe arttıkça (D_s) damlanın sürüklenme potansiyeli (S) azalmıştır.

Çizelge 5. Damlanın havada durma mesafesi (D_s , m) (ort±SS)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketteri	Püskürtme basıncı				
		2 bar	4 bar	6 bar	8 bar	12 bar
Ø1.0	Mavi (2-slot, C23)	0.43±0.01 c	0.38±0.01 c	0.34±0.01 c	0.33±0.01 c	0.29±0.01 c
	K.rengi (3-slot)	0.56±0.05 b	0.51±0.05 b	0.47±0.05 b	0.45±0.05 b	0.41±0.04 b
	Sarı (2-slot)	0.60±0.04 b	0.53±0.05 ab	0.48±0.03 b	0.46±0.04 b	0.42±0.04 b
	P. çelik (2-slot)	0.68±0.03 a	0.60±0.04 a	0.54±0.03 a	0.53±0.03 a	0.48±0.02 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	40.93 (0.000)**	27.53 (0.000)	30.30 (0.000)	33.95 (0.000)	38.23 (0.000)
Ø1.2	Mavi (2-slot, C23)	0.43±0.01 c	0.36±0.01 c	0.33±0.01 c	0.31±0.00 c	0.29±0.00 c
	K.rengi (3-slot)	0.59±0.06 b	0.51±0.05 b	0.48±0.04 b	0.44±0.05 b	0.41±0.04 b
	Sarı (2-slot)	0.62±0.02 b	0.52±0.03 b	0.50±0.03 b	0.47±0.02 b	0.43±0.02 b
	P. çelik (2-slot)	0.77±0.05 a	0.65±0.06 a	0.61±0.05 a	0.57±0.05 a	0.53±0.05 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	55.82 (0.000)	36.66 (0.000)	47.68 (0.000)	46.90 (0.000)	47.47 (0.000)
Ø1.6	Mavi (2-slot, C23)	0.39±0.02 c	0.34±0.02 c	0.30±0.02 c	0.28±0.02 c	0.26±0.02 c
	K.rengi (3-slot)	0.60±0.05 b	0.52±0.04 b	0.47±0.04 b	0.45±0.04 b	0.41±0.04 b
	Sarı (2-slot)	0.65±0.05 ab	0.56±0.05 ab	0.51±0.04 b	0.50±0.05 b	0.44±0.04 b
	P. çelik (2-slot)	0.71±0.04 a	0.61±0.04 a	0.58±0.04 a	0.55±0.04 a	0.58±0.09 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	52.12 (0.000)	46.91 (0.000)	54.92 (0.000)	48.96 (0.000)	30.87 (0.000)
Ø2.0	Mavi (2-slot, C23)	0.36±0.02 b	0.31±0.03 b	0.28±0.02 c	0.27±0.02 c	0.25±0.02 c
	K.rengi (3-slot)	0.60±0.04 a	0.52±0.03 a	0.49±0.03 b	0.46±0.03 b	0.43±0.03 b
	Sarı (2-slot)	0.64±0.07 a	0.55±0.06 a	0.50±0.05 b	0.48±0.06 b	0.44±0.06 b
	P. çelik (2-slot)	0.69±0.08 a	0.62±0.09 a	0.59±0.07 a	0.58±0.08 a	0.54±0.06 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	32.49 (0.000)	25.31 (0.000)	42.40 (0.000)	31.10 (0.000)	36.41 (0.000)
Ø2.4	Mavi (2-slot, C23)	0.31±0.01 b	0.27±0.01 b	0.25±0.01 b	0.24±0.02 b	0.22±0.01 b
	K.rengi (3-slot)	0.59±0.07 a	0.53±0.07 a	0.51±0.07 a	0.49±0.06 a	0.44±0.05 a
	Sarı (2-slot)	0.62±0.08 a	0.56±0.07 a	0.53±0.07 a	0.50±0.05 a	0.45±0.03 a
	P. çelik (2-slot)	0.67±0.13 a	0.63±0.08 a	0.54±0.04 a	0.52±0.06 a	0.50±0.04 a
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	19.69 (0.000)	31.00 (0.000)	35.10 (0.000)	35.09 (0.000)	61.94 (0.000)

*: Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her bir nozul orifis çapı ve püskürtme basıncı grubu için aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar %95 düzeyinde farklıdır. **: $p < 0.01$ çok önemli.

Çizelge 6. Sürüklenme potansiyeli (S , %) (ort±SS)

Orifis çapı (mm)	Girdap plaketteri	Püskürtme basıncı				
		2 bar	4 bar	6 bar	8 bar	12 bar
Ø1.0	Mavi (2-slot, C23)	13.5±0.1 a	16.1±0.1 a	17.6±0.1 a	18.5±0.1 a	19.9±0.0 a
	K.rengi (3-slot)	12.9±0.2 b	15.5±0.2 b	16.9±0.2 b	17.9±0.2 b	19.3±0.2 b
	Sarı (2-slot)	12.7±0.2 b	15.3±0.2 bc	16.9±0.2 bc	17.9±0.1 b	19.3±0.2 b
	P. çelik (2-slot)	12.4±0.1 c	15.1±0.1 c	16.6±0.1 c	17.6±0.1 c	19.0±0.1 c
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	42.94 (0.000)**	33.72 (0.000)	35.37 (0.000)	38.67 (0.000)	43.70 (0.000)
Ø1.2	Mavi (2-slot, C23)	12.6±0.1 a	15.4±0.0 a	16.9±0.1 a	17.9±0.0 a	19.3±0.0 a
	K.rengi (3-slot)	11.9±0.3 b	14.6±0.2 b	16.1±0.2 b	17.2±0.2 b	18.6±0.2 b
	Sarı (2-slot)	11.8±0.1 b	14.6±0.1 b	16.0±0.1 b	17.1±0.1 b	18.5±0.1 b
	P. çelik (2-slot)	11.3±0.2 c	14.1±0.2 c	15.6±0.2 c	16.7±0.2 c	18.1±0.2 c
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	58.84 (0.000)	46.09 (0.000)	58.82 (0.000)	52.69 (0.000)	57.67 (0.000)
Ø1.6	Mavi (2-slot, C23)	11.5±0.1 a	14.3±0.1 a	15.9±0.1 a	16.9±0.1 a	18.4±0.2 a
	K.rengi (3-slot)	10.6±0.2 b	13.3±0.2 b	14.9±0.2 b	15.9±0.2 b	17.5±0.2 b
	Sarı (2-slot)	10.4±0.2 bc	13.1±0.2 bc	14.7±0.2 bc	15.7±0.2 bc	17.3±0.2 b
	P. çelik (2-slot)	10.2±0.1 c	12.9±0.2 c	14.4±0.2 c	15.5±0.2 c	16.7±0.3 c
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	64.06 (0.000)	64.70 (0.000)	65.13 (0.000)	71.10 (0.000)	45.20 (0.000)
Ø2.0	Mavi (2-slot, C23)	10.7±0.1 a	13.4±0.2 a	15.1±0.2 a	16.1±0.2 a	17.5±0.2 a
	K.rengi (3-slot)	9.5±0.2 b	12.2±0.2 b	13.8±0.1 b	14.9±0.2 b	16.4±0.2 b
	Sarı (2-slot)	9.4±0.3 b	12.1±0.2 b	13.8±0.2 b	14.8±0.3 b	16.3±0.3 b
	P. çelik (2-slot)	9.2±0.2 b	11.9±0.3 b	13.4±0.3 c	14.4±0.3 c	15.9±0.3 c
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	52.16 (0.000)	44.53 (0.000)	62.66 (0.000)	52.25 (0.000)	46.91 (0.000)
Ø2.4	Mavi (2-slot, C23)	10.2±0.1 a	12.9±0.1 a	14.5±0.1 a	15.6±0.1 a	17.0±0.1 a
	K.rengi (3-slot)	8.8±0.3 b	11.4±0.3 b	12.9±0.3 b	14.0±0.3 b	15.5±0.3 b
	Sarı (2-slot)	8.6±0.3 b	11.3±0.3 b	12.8±0.3 b	13.9±0.2 b	15.5±0.1 b
	P. çelik (2-slot)	8.5±0.4 b	11.0±0.3 b	12.7±0.2 b	13.8±0.3 b	15.3±0.2 b
	<i>F</i> değeri (<i>p</i> , sigma)	36.69 (0.000)	53.71 (0.000)	70.88 (0.000)	63.86 (0.000)	96.51 (0.000)

*: Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her bir nozul orifis çapı ve püskürtme basıncı grubu için aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar %95 düzeyinde farklıdır. **: $p < 0.01$ çok önemli.

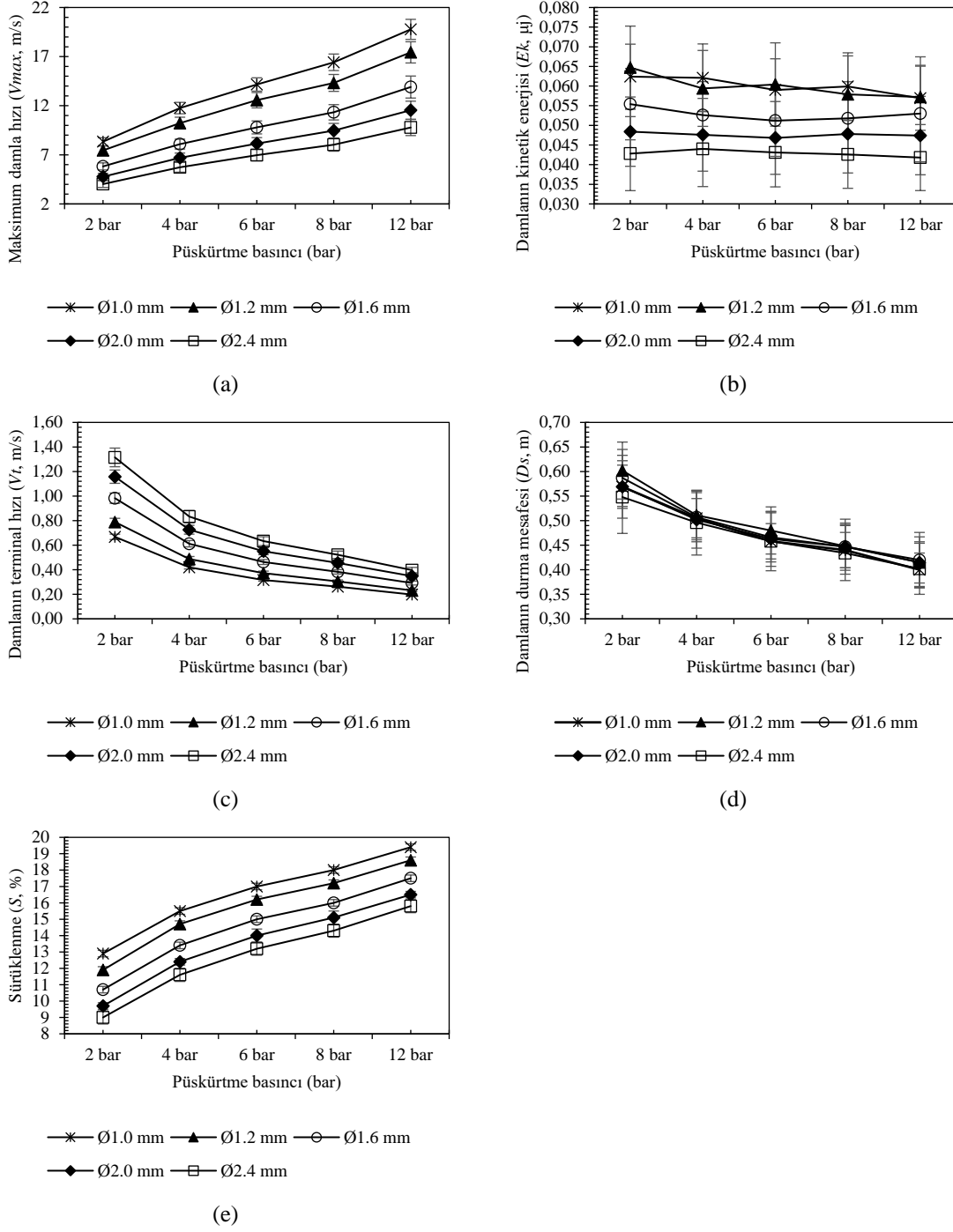
Çizelge 7. Damla kinematikiğini tanımlayan değişkenler ve korelasyon analizi

	\varnothing_d	P	q	C_D	V_{max}	$D_{V0.50}$	V_t	D_s	E_k	S
\varnothing_d	1.000	0.000	0.717	-0.864	-0.614	0.483	0.462	-0.034	-0.312	-0.494
		1.000	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.445 ^{ns}	0.000**	0.000**
P	0.000	1.000	0.551	-0.031	0.667	-0.785	-0.749	-0.418	-0.051	0.804
			0.000**	0.495 ^{ns}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.252 ^{ns}	0.000**
q	0.717	0.551	1.000	-0.491	0.012	-0.060	-0.082	0.027	0.045	0.039
	0.000**	0.000**		0.000**	0.788 ^{ns}	0.180 ^{ns}	0.066 ^{ns}	0.551 ^{ns}	0.312 ^{ns}	0.390 ^{ns}
C_D	-0.864	-0.031	-0.491	1.000	0.688	-0.306	-0.292	0.448	0.715	0.314
	0.000**	0.495 ^{ns}	0.000**		0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
V_{max}	-0.614	0.667	0.012	0.688	1.000	-0.774	-0.732	0.008	0.471	0.798
	0.000**	0.000**	0.788 ^{ns}	0.000**		0.000**	0.000**	0.860 ^{ns}	0.000**	0.000**
$D_{V0.50}$	0.483	-0.785	-0.060	-0.306	-0.774	1.000	0.990**	0.544**	0.081	-0.993**
	0.000**	0.000**	0.180 ^{ns}	0.000**	0.000**		0.000**	0.000**	0.071 ^{ns}	0.000**
V_t	0.462	-0.749	-0.082	-0.292	-0.732	0.990	1.000	0.534	0.076	-0.968
	0.000**	0.000**	0.066 ^{ns}	0.000**	0.000**	0.000**		0.000**	0.088 ^{ns}	0.000**
D_s	-0.034	-0.418	0.027	0.448	0.008	0.544	0.534	1.000	0.866	-0.545
	0.445 ^{ns}	0.000**	0.551 ^{ns}	0.000**	0.860 ^{ns}	0.000**	0.000**		0.000**	0.000**
E_k	-0.312	-0.051	0.045	0.715	0.471	0.081	0.076	0.866	1.000	-0.084
	0.000**	0.252 ^{ns}	0.312 ^{ns}	0.000**	0.000**	0.071 ^{ns}	0.088 ^{ns}	0.000**		0.060 ^{ns}
S	-0.494	0.804	0.039	0.314	0.798	-0.993	-0.968	-0.545	-0.084	1.000
	0.000**	0.000**	0.390 ^{ns}	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.060 ^{ns}	

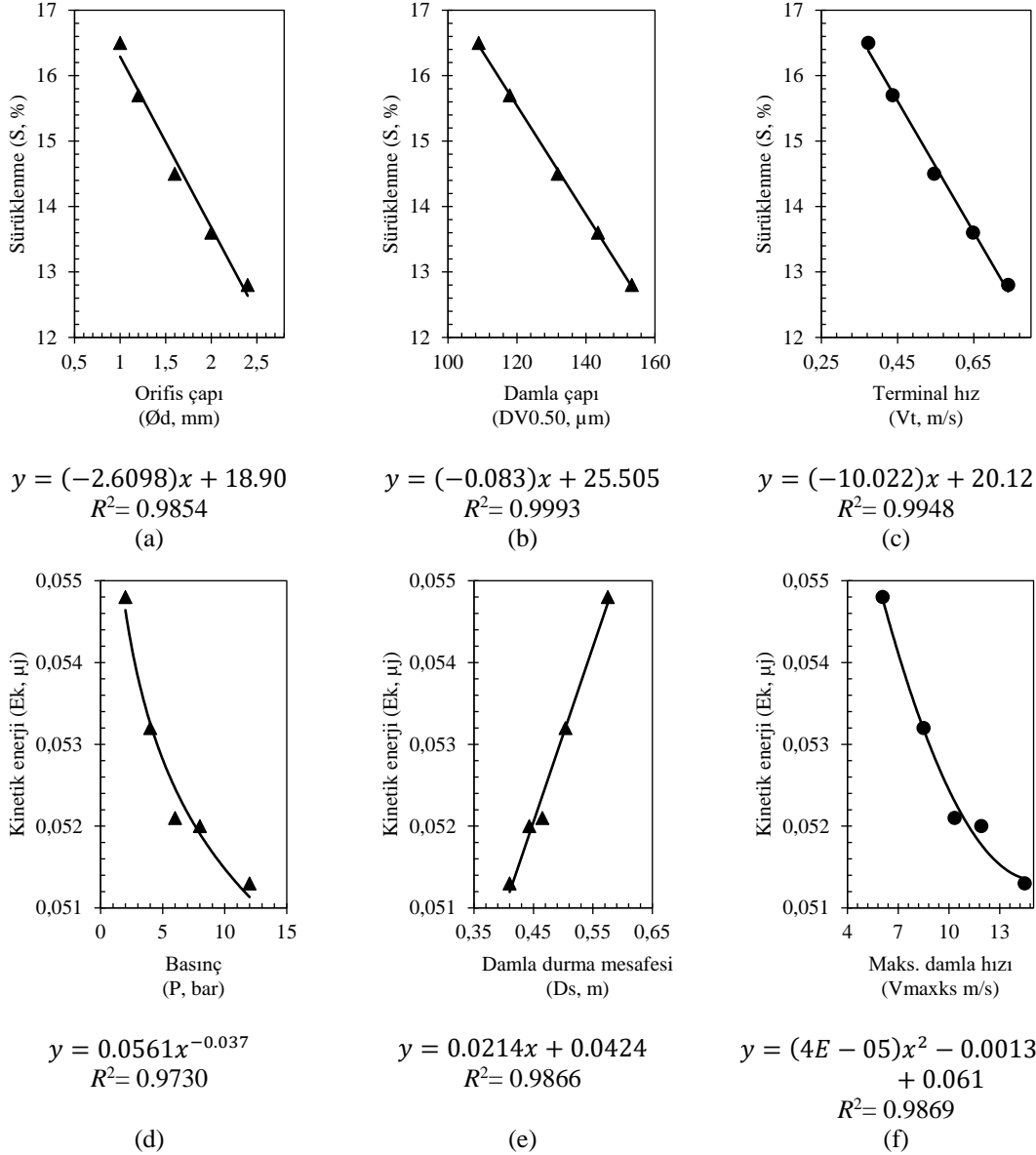
\varnothing_d : orifis çapı; P : püskürtme basıncı; q : nozul debisi; C_D : akış katsayısı; V_{max} : maksimum damla hızı; $D_{V0.50}$: damla çapı; V_t : damlanın terminal hızı; D_s : durağan koşullarda damlanın serbest havada durma uzaklığı; E_k : damlanın kinetik enerjisi; S : damlanın sürüklenme potansiyeli; **: $p < 0.01$ çok önemli; ^{ns}: önemsiz.

Şekil 2'ye göre püskürtme basıncı arttıkça damlanın orifis çıkışındaki hızı artarken, terminal hızı ve durma mesafesi azalmıştır. Orifis çapı azaldıkça daha yüksek damla hızı elde edilmiş, ancak terminal hızı düşmüştür. Basıncı arttıkça damlanın kazandığı kinetik enerji hafif azalma eğilimi göstermiş olup en yüksek enerji küçük orifisli memelerde bulunmuştur. Ancak sürüklenme potansiyeli açısından küçük orifisli memelerde sürüklenmenin arttığı belirlenmiştir.

Şekil 3a, 3b ve 3c'ye göre damla sürüklenme potansiyelinin meme orifis çapı, damla çapı ve terminal hız değişkenleriyle negatif yönde lineer olarak değiştirdiği görülmektedir. Püskürtme basıncındaki artış damlanın kinetik enerjisini oldukça sınırlı bir değer aralığında olsa bile anlamlı şekilde azalttığı saptanmıştır (Şekil 3d). Damlanın kinetik enerjisi arttığında havada serbest kalma mesafesinin de arttığı belirlenmiştir (Şekil 3e). Damlanın sahip olduğu kinetik enerjinin değişiminde orifis çıkışındaki damla hızının negatif yönde etkili olduğu görülmüştür (Şekil 3f).



Şekil 2. Damla kinematığı (a) Orifis çıkışında maksimum damla hızı (V_{max} , m/s) (b) Damlanın kinetik enerjisi (E_k , μ j) (c) Damlanın terminal hızı (V_t , m/s) (d) Damlanın durma mesafesi (D_s , m) (e) Sürüklenme potansiyeli (S , %).



Şekil 3. Damla kinematığını oluşturan değişkenler arasındaki ilişki.

Tartışma ve Sonuç

Damla çapı ve orifis çıkışındaki damla hızı arttıkça damlanın sahip olduğu kinetik enerji artmaktadır. Farklı bir meme tipiyle karşılaştırma yapıldığında Serim ve Özdemir (2012), standart yelpaze hüzmeli memede (ST) orifis ölçüsüne (01, 015, 02, 03 ve 04) bağlı olarak 3 bar sabit basınçta hacimsel medyan çapının ($D_{v0.50}$) 154.0-186.2 μm aralığında değiştiğini saptamıştır. Aynı şekilde Nuyttens ve ark. (2007) tarafından yapılan damla çapı ölçümlerinde 3 bar basınçta standart yelpaze hüzmeli bir memede (APE 11002) 208.3 μm , geniş spektrumlu standart tip bir memede (AXI 11002) 207.0 μm olarak ölçülmüştür. Ayrıca Sayıncı (2016) damlanın sahip kinetik enerjisinin yelpaze hüzmeli memelerde 0.5-1.2 μJ aralığında değiştiğini saptamıştır. Literatür bulgularıyla karşılaştırıldığında konik hüzmeli memelerle üretilen damla çaplarının ve sahip olduğu kinetik enerjisinin standart yelpaze hüzmeli memelerden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Damlanın terminal hızı üretilen damlaların çapına bağlı olarak pozitif yönde değişmektedir. Terminal hız, damlanın havada dengeye ulaştığı bir hız değeri olup bu aşamada ivmesiz olarak hareketine devam etmektedir. Terminal hızın düşük olması damlanın kazandığı ivmenin hızlı bir şekilde azaldığını ve rüzgar vb. etkiler nedeniyle damlanın yörüngede kalma direncinin düşük olduğunu göstermektedir. Standart yelpaze hüzmeli bir memede terminal hızın 1.2-1.4 m/s aralığında değiştiği belirlenmiştir (Sayıncı 2016). Konik hüzmeli meme plakalarında belirtilen terminal hız aralığına 2 bar basınçta 2.0 mm ve 2.4 mm orifis çaplı memelerle ulaşılmıştır.

Orifisi terk eden damlanın havada serbest kalma mesafesinin artması sürüklenmeye karşı oluşturduğu direncin

büyüklüğü açısından önem taşımaktadır. Bu mesafe damlanın orifis çıkış hızının büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği gibi damla çapının karesiyle önemli derecede artmaktadır. Sayınacı (2016), standart yelpaze hüzmeli memelerde damlanın durma mesafesinin en düşük 1.9 m ve düşük sürüklenme potansiyelli yelpaze hüzmeli memelerde 5.3 m olarak belirlemiştir. Bu çalışmada kullanılan konik hüzmeli memelerde bu mesafe en yüksek 0.77 m olarak belirlenmiştir. Damla durma mesafesi uygulama esnasında püskürtme yüksekliği açısından dikkate alınması gereken önemli bir pülverizasyon karakteristiğidir. Konik hüzmeli memelerde püskürtme açısının dar olması, püskürtme uygulamalarının daha yüksek mesafeden yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Damla taşınma mesafesi açısından değerlendirildiğinde püskürtme yüksekliği arttırıldığında beraberinde sürüklenme potansiyelinin de artacağı düşünülmektedir.

Pülverizasyonda sürüklenme potansiyelinin yüksek olması damlanın hedef alınan bölgeye taşınmaması anlamına gelmektedir. Bu durum pestisitlerin hedef dışındaki organizmalara bulaşmasına neden olmakta ve insan sağlığını ve ekolojik dengeyi tehdit etmektedir (Gazioğlu Şensoy ve ark. 2017). Sürüklenmede etkili en önemli parametre damla çapı olup yüksek püskürtme basıncında çap küçülerek sürüklenmenin artmasına yol açmaktadır. Pülverizatör memelerinde sürüklenme üzerine yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır. Bode ve ark. (1983) tarafından yürütülen çalışmada 8002 nominal ölçülü standart bir memede 255 kPa basınçta sürüklenmenin %19 olduğu saptanmıştır. Krishnan ve ark. (1998) XR8004 orifis ölçülü memeye rüzgar yönüne zıt doğrultuda yapılan püskürtmede sürüklenme potansiyelinin 310.5 kPa basınçta %11.6 düzeyinde oluştuğunu belirlemişlerdir. Almekinders ve ark. (1993) elektrostatik yüklemeli ve hava akımlı uygulamalarda hava hızının 11 m/s olması durumunda hedef alanda etken maddenin tutunma miktarı ve damla penetrasyonunun arttığını, rüzgar hızının 4.7 m/s olması durumunda elektrostatik olarak yüklenmiş 92 µm çaplı damlalarda sürüklenmenin azaldığını bildirmişlerdir. Piché ve ark. (2000) tarafından yardımcı hava akımı olmadan yapılan uygulamalarda sürüklenme potansiyelinin %5.5, yardımcı hava akımıyla %0.6 olduğu belirtilmiştir. Sidahmed ve ark. (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada rüzgarlı şartlarda büyük orifisli memelerde (8003) sürüklenme potansiyelinin (%15), küçük (8001) olanlara (%50) göre daha düşük olduğu saptanmıştır.

Sayınacı (2016), standart yelpaze hüzmeli memede damlanın orifis çıkış hızı ve kinetik enerjisi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir. Ayrıca kinetik enerji ve damlanın serbest kalma uzaklığı arasındaki ilişki, farklı meme tipleri için üssel fonksiyonlarla ifade edilmiştir. Damlanın terminal hızı arttıkça sürüklenme potansiyelinin de azaldığı belirlenmiştir. Standart yelpaze hüzmeli memede önemli bulunan korelasyonların dışında damlanın orifis çıkış hızı ile damla çapı arasında manidar bir ilişkinin olmadığı saptanmıştır. Ancak yürütülen bu çalışmada konik hüzmeli meme plakalarında damla çıkış hızı ve damla çapı arasındaki korelasyon yelpaze hüzmeli memelerin aksine istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Bu çalışmada konik hüzmeli memelerde püskürtmeyi tanımlayan diğer değişkenler arasındaki ilişki literatür bulgularıyla doğrulanmıştır.

Kaynaklar

- Al Heidary M, Douzals JP, Sinfort C, Vallet A (2014). Influence of nozzle type, nozzle arrangement and side wind speed on spray drift as measured in a wind tunnel. *AgEng* 2014, Jul 2014, Zurich, Switzerland.
- Albuz® (2009). Disc&Core Ceramic Hollow-Cone Nozzle Catalogue. <http://albuz-spray.com> (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2009).
- Almekinders H, Ozkan HE, Reichard DL, Carpenter TG, Brazee RD (1993). Deposition efficiency of air-assisted, charged sprays in a wind tunnel. *T. ASAE* 36 (2): 321-325.
- Arag® (2004). Nozzle Holder, Caps and Nozzle Tips Catalogue. www.aragnet.it. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2004)
- Arag® (2017). Nozzle Holder, Caps and Nozzle Tips Catalogue (Revision). www.aragnet.com. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2017)
- Bache DH, Johnstone DR (1992). Microclimate and spray dispersion. West Sussex, UK: Ellis Harwood.
- Bode LE, Butler BJ, Pearson SL, Bouse LF (1983). Characteristics of the micromax rotary atomizer. *T. ASAE* 24 (4): 999-1004.
- Dursun E, Karahan Y, Çilingir İ (2000). Türkiye’de üretilen konik hüzmeli bazı meme plakalarında delik çapı ve düzgünlüğünün belirlenmesi. *Tarım Bil. Derg.* 6 (3): 135-140.
- Hipkins P, Grisso RB (2014). Droplet Chart / Selection Guide. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University, Publication, 442-031.
- Hypro® (2014). Hypro Nozzle Catalogue. <http://www.hypro-eu.com>. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2014)
- Krishnan P, Williams TH, Kemble LJ (1988). Technical Note: Spray pattern displacement measurement technique for agricultural nozzles using spray table. *T. ASAE* 31 (2): 386-389.
- Kruger GR, Klein RN, Ogg CL (2013). Spray Drift of Pesticides. Nebreska Extension. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1773/build/g1773.htm>.
- Nuyttens D, Baetens K, Schampheleire M De, Sonck B (2007). Effect of nozzle type, size, and pressure on spray droplet characteristics. *Biosyst. Eng.* 97 (3): 333-345.
- Piché M, Panneton, B, Thériault, R 2000. Field evaluation of air-assisted boom spraying on broccoli and potato. *T. ASAE* 43 (4): 793-799.

- Sayınacı B, Çomaklı M (2017). Poliasetal (POM) Meme Plakalarında Püskürtme Açısına Etki Eden Faktörler ve Pülverizasyon Karakteristikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, s.78.
- Sayınacı B, Kara M (2015). The effects of strainer types on flow characteristics of anti-drift (AD) and multi-range (LU) flat-fan nozzles. *Tarım Bil. Derg. (J. Agr. Sci.)* 21 (4): 558-571.
- Sayınacı B (2014). Effect of filter types and sizes on flow characteristics of standard flat-fan nozzles. *Tarım Mak. Bil. Derg.* 10 (2): 129-138.
- Sayınacı B (2015). Effect of strainer type, spray pressure, and orifice size on the discharge coefficient of standard flat-fan nozzles. *Turkish J. Agr. Forestry* 39: 692-704.
- Sayınacı B (2016). The influence of strainer types on the flow and droplet velocity characteristics of ceramic flat-fan nozzles. *Turkish J. Agr. Forestry* 40: 25-37.
- Serim AT, Özdemir YG (2012). Herbisit uygulamalarında kullanılan pülverizatör memelerinin damla büyüklük dağılımlarının belirlenmesi. *Tar. Bil. Arş. Derg.* 5 (2): 172-175.
- Sidahmed MM, Awadalla HH, Haidar MA (2004). Symmetrical multi-foil shields for reducing spray drift. *Biosyst. Eng.* 88 (3): 305-312.
- Spandl (2010). Comparing Drift Reduction Technology. Winfield Solutions, Shoreview, Minnesota.
<https://www.extension.umn.edu/agriculture/ag-professionals/cpm/2010>.
- Srivastava AK, Goering CE, Rohrbach RG (1993). Engineering Principles of Agricultural Machines. In: P.D. Hansen (Ed.), Chemical Application. Chapter 7, ASAE, Niles Road, St. Joseph, Michigan 49085, pp.265-324.
- Gazioglu Şensoy Rİ, Ersayar L, Doğan A (2017). Van ilinde satılmakta olan yaş ve kuru üzümler ile salamura asma yapraklarında pestisit kalıntı miktarlarının belirlenmesi. *YYÜ Tar. Bil. Derg. (YYU J. Agr. Sci.)* 27 (3): 436-446.
- Teejet® (2014). Catalogue 51A-M, Disc-Core Type Cone Spray Tips. www.teejet.com.
- Wolf (2017). Educating Applicators About Droplet Size. Wolf Consulting & Research LLC, <https://tpsalliance.org/pdf/topics/Wolf-2-TPSA-2012.pdf> (Erişim tarihi: 15 Kasım, 2017).

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Yumurtlamanın Son Dönemindeki Yumurtacı Tavukların Rasyonlarına Bor (Ortoborik Asit) İlavesinin Performans ve Bazı Serum Parametreleri Üzerine Etkileri

Hacer KAYA^{1*}, Muhlis MACİT²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz MYO, Veterinerlik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Erzurum, Türkiye

*e-posta: hacerkaya@gumushane.edu.tr Tel:+90(505)7331824 Fax:+90(456)2331009

Öz: Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde Bor (B) ilavesinin performans ve bazı önemli kan serum parametreleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yürütülen çalışmada, 62 haftalık, 288 adet Lohman yumurtacı ticari hibrit 12 hafta boyunca 0, 50, 75 ve 150 mg/kg seviyelerde B içeren 4 farklı rasyonla yemlenmişlerdir. Araştırma 18 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 4 adet tavuk kullanılmıştır. Araştırma boyunca 16 saat aydınlatma programı uygulanmış, yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. İlave B, canlı ağırlık değişimi ve ortalama yumurta ağırlığını etkilemezken, günlük yem tüketimini azaltıp, yumurta verimini artırarak yemden yararlanma oranını önemli derecede ($P<0.01$) iyileştirmiştir. Serum glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total ve direkt bilirubin değerleri B ilavesinden etkilenmemiştir. Rasyona B ilavesinin serum alkalın fosfataz (ALP), aspartat amino transaminaz (AST) ve gamma glutamil transaminaz (GGT) enzim aktivitelerine etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$), alanin amino transaminaz (ALT) enzim aktivitesine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yumurtlamanın son döneminde bulunan yumurtacı tavukların performans özelliklerini iyileştirmek amacıyla rasyonlarına 50 mg/kg B ilavesinin yeterli ve önerilebilir olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bor, Performans, Serum Parametreleri, Yumurtacı tavuk

The Effects of Boron (Orthoboric Acid) Supplementation Into Diets of Hens During Late Laying Period on Performance and Some Serum Parameters

Abstract: This study was carried out to determine the effects of boron (orthoboric acid) addition to the diets of hens in the late laying period on performance and some serum parameters. Two hundred eighty-eight Lohman commercial laying hens which are 62 weeks old were fed with 0, 50, 75, and 150 mg/kg of B for 12 weeks. The research was carried out in 18 replicates, and four laying hens were used for each replicate. During the research, 16-hour lighting was applied and feed and water were given as *ad-libitum*. Supplementation of different level of B did not alter the live weight change and average egg weight from performance characteristics, but egg production increased and also feed efficiency and daily feed intake reduced ($P<0.01$). Serum glucose, cholesterol, triglycerides, creatinine, total and direct bilirubin values were not affected by additional B. While addition of B into the diets of laying hens did not affect the outcomes of serum alkaline phosphatase (ALP), aspartate amino transaminase (AST) and gamma glutamyl transaminase (GGT) enzyme activities ($P>0.05$), but alanin amino transaminase (ALT) was affected by Boron ($P<0.05$). It is concluded that in order to have a positive effect on performance of laying hens in the late laying period, 50 mg/kg B supplementation is adequate and may be suggested.

Keywords: Boron, Performance, Serum parameters, Laying hen

Giriş

Kanatlı hayvanlarda arzu edilen düzeyde verim elde etmek için mineral ihtiyaçlarının tam olarak belirlenmesi ve rasyonla karşılanması gerekmektedir. Kanatlı hayvanlarda çeşitli iz mineral yetersizliğine bağlı sorunlar ve alınması gereken önlemler konusundaki çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır (Yazgan ve ark. 2007). İnsan ve hayvan metabolizmasında 1980'li yıllardan sonra besleyici bir mikro element olabileceği yönünde çalışmalar mevcut olan Bor'un (B) bilhassa makro elementler, trigliserid, glukoz, amino asitler, proteinler ve östrojenli bileşiklerin metabolizmasını etkileyen iz element olduğu belirtilmektedir (Kurtoğlu ve ark. 2001; Devirian ve Volpe 2003; Eren ve ark. 2006; Naghii ve Mofid 2008; Yıldız ve ark. 2008).

Rossi ve ark. (1993), damızlık broyler rasyonlarına B ilavesinin yumurta verimine etkisinin olmadığını; Grossu ve ark. (2005) yumurtacı tavuklarda 25 ppm ilave B'nin yumurta verimini; Wilson ve Ruszler (1996, 1998), 400 mg/kg

B seviyesinin yumurta verimi, canlı ağırlık artışı ve yem tüketimini düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Kurtoğlu ve ark. (2001), rasyona B ilavesinin etlik piliç canlı ağırlık, yemden, yararlanma ve serum glukoz düzeylerini etkilemediğini, ancak yem tüketiminde artış, alkalın fosfataz (ALP) aktivitesinde azalma olduğunu; yumurtacı tavuklarda (Kurtoğlu ve ark., 2002) ise canlı ağırlık, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma üzerine etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir. Fassani ve ark. (2004), etlik piliç rasyonlarına B ilavesinin yem tüketimini düşürerek yemden yararlanma oranını iyileştirdiğini ve canlı ağırlık artışı için 60 mg/kg ilave B'nin yeterli olduğunu tespit etmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin, etlik piliç serum total kolesterolü artırıp, serum proteinini etkilemediği (Kurtoğlu ve ark., 2005); Japon bildircinlerinde performans, serum trigliserid ve serum total kolesterol düzeylerini azalttığına (Eren ve ark., 2006) dair bildirişlerine karşın Mızrak ve Ceylan (2009) yumurtacı tavuklarda performans, serum total kolesterol ve trigliserid seviyelerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yumurtacı tavuklarda rasyona B ilavesinin, canlı ağırlık ve serum glukoz düzeyini etkilemediği, serum trigliserid, total kolesterol düzeylerini ve yem tüketimini azalttığı ve yemden yararlanma katsayısını iyileştirerek yumurta verimini artırdığı (Olgun 2011) bildirilmiştir. Mızrak ve ark. (2010), yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin tavuklarda canlı ağırlığı artırdığını ancak diğer performans parametrelerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Yumurtacı tavuklarda rasyona B ilavesinin, yemden yararlanma katsayısı ve yumurta verimini etkilemediği, yem tüketimini ise artırdığını (Yeşilbağ ve Eren, 2008), deneme sonu canlı ağırlığı, yumurta verimi ve yemden yararlanma katsayısını etkilemediği, ortalama yumurta ağırlığı ve yem tüketimini ise azalttığı (Olgun ve ark., 2009) bildirilmiştir. Rasyona B ilavesinin, domuzlarda serum total kolesterol, trigliserid, ALP aktivitesini (Armstrong ve Spears, 2001), yumurtacı tavuklarda ise yemden yararlanma oranını ve serum ALP aktivitesini etkilemediğini (Eren ve ark., 2004), ancak 400 mg/kg B'nin yem tüketimi, canlı ağırlık ve yumurta verimini azalttığı belirlenmiştir. Eren ve Uyanık (2007), yumurtacı tavuklarda serum GGT aktivitesi, glukoz ve total kolesterol düzeylerinin B ilavesi ile azaldığını; serum AST aktivitesinin 100 mg/kg ve üzeri, serum trigliserid düzeyinin ise 5 mg/kg üzeri B ilavesi ile azaldığını tespit etmişlerdir. Bozkurt ve ark. (2009), etlik piliçlerde rasyonlarına B ilavesinin serum ALT aktivitesini etkilemediğini belirlemişlerdir. Aynı şekilde, Şimşek (2011), etlik piliçlerin B içeren rasyonlarla beslenmesinin serum glukoz, kreatinin, kolesterol, trigliserid, direkt bilirubin, total bilirubin ve GGT, AST, ALT, ALP enzim aktivitelerinin etkilenmediğini belirlemiştir.

Dünya B rezervlerinin önemli bir kısmı ülkemiz sınırları içinde bulunmaktadır. Ülkemiz hayvancılığı içinde yumurta tavuğu yetiştiriciliği önemli bir yer almakta ve halkımızın yumurta ihtiyacını karşılama bakımından ekonomik bir rol almaktadır. Bu nedenle, söz konusu çalışma ile yumurtlama döneminin son haftalarında olan yumurtacı tavuk yemlerine farklı seviyelerde B ilavesinin tavuklarda performans özellikleri ile bazı serum parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın hayvan materyalini, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Tavukçuluk Şubesi'nde yetiştirilen ve yumurtlamanın üçüncü döneminde bulunan 62 haftalık yaşta Lohman beyaz yumurtacı tavuk; yem materyalini ise özel bir yem fabrikasından temin edilen, bileşimi ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 1'de verilen son dönem yumurtacı tavuk yemi oluşturmuştur.

Çizelge 1. Bazal yemin bileşimi ve besin madde kompozisyonu (%)

Yem Ham Mad.	Bileşim	Kimyasal Kompozisyon	%
Mısır	29.90	Kuru Madde	88.00
Buğday	40.00	Ham Protein	16.00
Ayçiçeği Tohumu	4.00	Ham Selüloz	7.00
Küspesi			
Soya Küspesi	15.00	Ham Kül	13.00
Yağ	1.00	HCL'de Çözünmeyen kül	1.00
Tuz	0.30	NaCl	0.35
DCP 18	1.00	Lisin	0.65
Kalsiyum Karbonat	8.00	Metiyonin	0.32
Premiks*	0.20	Sistin	0.30
		Kalsiyum	3.50
		Fosfor	0.60
		Sodyum	0.16
		ME, kcal/kg yem	2650

*Her 2 kg'da: 12.000.000 IU Vitamin A, 2.400.000 IU Vitamin D₃, 30.000 mg Vitamin E, 4.000 mg Vitamin K₃, 3.000 mg Vitamin B₁, 7.000 mg Vitamin B₂, 25.000 mg Niasin, 10.000 mg Cal-D-Pantotenat, 5.000 mg Vitamin B₆, 15 mg Vitamin B₁₂, 45 mg D-Biotin, 1.000 mg Folik Asit, 125.000 mg Kolin Klorit, 2.000 mg Kantaksanthin, 5.000 mg Apo-karotenolik asit Ester, 50.000 mg Vitamin C, 80.000 mg Manganez, 60.000 mg Demir, 60.000 mg Çinko, 5.000 mg Bakır, 2.00 mg Kobalt, 1.000 mg İyot, 150 mg Selenyum bulunmaktadır.

Yemlerin kimyasal analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende analiz yöntemine göre belirlenmiş (AOAC 1990) ve Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Bazal yem ile bor katılan rasyonların laboratuvar analiz sonuçları

Gruplar	B0	B50	B75	B150
Kuru Madde (%)	88.9	89.2	89.0	88.8
Ham Protein (%)	16.2	16.4	16.0	17.1
Ham Yağ (%)	3.0	3.1	3.0	2.9
Ham Kül (%)	11.4	12.0	11.7	12.4
ADF (%)	7.6	7.5	7.6	7.9
NDF (%)	24.4	21.4	20.2	26.9
ME* (kcal/kg)	2650	2641	2636	2640

*Hesaplanarak bulunmuştur (TSE, 1991).

ETİ Maden İşletmeleri'nden temin edilen Bor'un kimyasal kompozisyonu Çizelge 3'de sunulmuştur. Belirlenen oranlarda (0, 50 75 ve 150 mg/kg) Bor (düşük sülfatlı borik asit B₂O₃) bazal rasyonun kg'ına homojen bir şekilde karıştırılarak deneme gruplarının yemleri hazırlanmıştır. B'nin rasyona homojen bir şekilde karışımını sağlamak için, önce her bir deneme grubuna ait bir miktar yem ile o grubun rasyonuna katılacak B miktarı, mikserde iyice karıştırılarak bir ön karma oluşturulmuş, daha sonra bu ön karma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yem Ünitesi'nde azar azar rasyona ilave edilmiştir.

Çizelge 3. Borik asitin (teknik kristal) kimyasal kompozisyonu

Saflık %	100
B ₂ O ₃ %	56.30
SO ₄ ppm	110
Fe ppm	4.69
Cl ppm	5.92

Deneme grupları sırasıyla 1. grup bazal yem (B0) B içermeyen kontrol gurubu, 2. grup bazal yeme 50 mg/kg B (B50), 3. grup bazal yeme 75 mg/kg B (B75) ve 4. grup 150 mg/kg B (B150) ilave edilerek rasyonlar hazırlanmıştır. Hayvanlar, alıştırmaya periyodu (1 hafta) hariç, toplam 12 hafta süreyle bu rasyonlar ile beslenmişlerdir. Hayvanlara yem ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir. Deneme süresi boyunca 16 saatlik günlük aydınlatma programı flüoresan lamba ile sağlanmıştır. Çalışma tam şansa bağlı deneme planına göre her 4 hayvan için 0.27 m²'lik alan sağlayabilen üç katlı batarya tipi kafeslerde gerçekleştirilmiştir.

Bazal yem ve muamele grubu rasyonlarının Bor seviyelerinin belirlenmesinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'nda bulunan Atomik Emüsyon Spektrofotometre (AX-ICP, Varian Vista) cihazı kullanılmıştır (Mertens 2005). Bazal yem ile farklı miktarlarda B katılan rasyonların B içerikleri B0, B50, B75 ve B150 grupları için sırasıyla 2.9±0.5, 52.8±2.6, 77.4±4.7 ve 150.2±9.1 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Deneme başında ve deneme sonunda hayvanların canlı ağırlıkları belirlenerek deneme süresince canlı ağırlık değişimi tespit edilmiştir. Yumurta ağırlığını belirlemek için her 15 günde bir, her bir alt gruba ait yumurtalar 0.1 mg'a hassas terazi ile tartılmıştır. Grupların yumurta verimleri, her gruptaki alt grupların yumurtaları her gün aynı saatte sayım yapılarak kaydedilmiş ve 15. güne kadar üretilen toplam yumurtanın, toplam hayvan sayısına bölünüp, 100 ile çarpılarak yumurta verimi yüzde olarak ifade edilmiştir. Grupların yem tüketimleri ayrı ayrı her alt grupta olmak üzere 15 günde bir yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Çalışmada 15. gün sabah yemleme yapılmadan önce hayvanların önlerindeki yemler toplanarak, artan yemler verilen yemden çıkarılıp, 15 günlük toplam yem tüketimi hesaplanmıştır. Her alt grupta 15 gün boyunca tüketilen toplam yem miktarının gün ve hayvan sayısına bölünmesiyle günlük yem tüketimleri belirlenmiştir. Yemden yararlanma her gruba ait alt grupların 15 günlük yem tüketimleri ve yumurta ağırlıkları tespit edilerek, tüketilen yemin üretilen yumurta miktarına (kg) bölünmesiyle yemden yararlanma [toplam tüketilen yem miktarı (kg)/toplam üretilen yumurta miktarı (kg)] oranları hesaplanmıştır.

Deneme periyodunun sonunda yem verilmeden önce her gruptan rastgele 10 hayvan seçilerek, kanat venasından (vena cutanea ulnaris) içinde Lityum-heparin bulunan 3 ml'lik cam tüplere yaklaşık 2 ml kan alınmıştır. Kan örnekleri Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya ABD Laboratuvarı'nda +4°C'de 5 dakika süre ile 3000 x G'de santrifüj edilerek serum kısmı ayrılmış ve analizler gerçekleştirilinceye kadar -82°C'de saklanmıştır. Serum klinik kimya parametreleri (glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total bilirubin, direkt bilirubin düzeyleri, ALP, AST, ALT ve GGT aktiviteleri) DDS firmasına ait ticari kitler kullanılarak, kit protokolü doğrultusunda spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir (Thomas 1998; Burtis ve Ashwood 1999).

İstatistik analiz

Deneme süresince elde edilen verilerin analizinde SPSS 10.01 (SAS 1996) paket programından yararlanılmıştır. Gruplar arası farklılıkların önemlilik kontrolü için Duncan (1995) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada; yumurtlamanın üçüncü döneminde (62-82 haftalık yaş grubunda) bulunan Lohman yumurtacı ticari hibrit tavukların rasyona 0, 50, 75 ve 150 mg/kg düzeylerinde B ilavesinin, performans (canlı ağırlık değişimi (g), ortalama yumurta ağırlığı (g), yumurta verimi (%), günlük yem tüketimi (g) ve yemden yararlanma oranı) (Çizelge 4), serum klinik kimya analizleri (glukoz (mg/dl), kolesterol (mg/dl), trigliserid (mg/dl), kreatinin(mg/dl), total ve direkt bilirubin(mg/dl) (Çizelge 5), alkalın fosfat (ALP) U/L, aspartat amino transferaz (AST) U/L, alanin amino transferaz (ALT) U/L ve gamma glutamil transaminaz (GGT) U/L aktiviteleri (Çizelge 6) üzerine etkileri saptanmıştır. Deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlıklardan yararlanarak belirlenen canlı ağırlık değişim değerleri BO, B50, B75 ve B150 grupları için sırasıyla 84.03±94.41, 44.03±62.80, 46.06±100.70 ve 49.94±83.80 g olarak belirlenmiş ve gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir (P>0.05). Elde edilen sonuçlar çok sayıda araştırmacının (Rossi ve ark. 1993; Kurtoğlu ve ark. 2001, 2002; Olgun ve ark. 2009; Mızrak ve Ceylan 2009; Mızrak ve ark. 2010) sonuçları ile paralellik gösterirken, rasyona B ilavesinin canlı ağırlık üzerine etkisinin 400 mg/kg B seviyesinde (Wilson ve Ruszler 1996; Wilson ve Ruszler 1998; Eren ve ark. 2004) ve deneme materyali olan hayvanların tür ve yaş (Eren ve ark. 2006) farklılığından kaynaklı olarak olumsuz olduğunu bildiren araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermemektedir.

Çizelge 4. Rasyona farklı miktarlarda katılan bor'un yumurtacı tavuklarda performans kriterlerine etkisi

Gruplar	Haftalar							Grup Ort.	Hafta P
	OYA (g)	64. hafta	66. hafta	68. hafta	70. hafta	72. hafta	74. hafta		
B0	66.5±3.5	65.0±3.1	63.9±2.3	63.3±2.8	63.9±3.0	63.2±4.1	64.3±3.3		
B50	65.5±2.7	64.6±2.7	63.4±2.9	63.9±3.8	63.1±2.5	63.4±2.6	64.0±2.9		
B75	65.4±2.0	65.7±3.4	63.8±2.9	64.3±2.8	64.1±2.6	63.7±2.9	64.5±2.9		
B150	66.0±3.9	65.5±2.9	64.6±3.0	64.3±3.8	63.3±2.9	64.4±2.7	64.7±3.3		
Hafta Ort	65.9±3.1 ^A	65.2±3.0 ^A	64.0±2.8 ^B	64.0±3.3 ^B	63.6±2.5 ^B	63.7±3.1 ^B	64.4±3.1	0.000	
+SE									
Grup P	0.676	0.679	0.621	0.778	0.670	0.645	0.361		
YV (%)									
B0	82.9±11.3	79.2±14.7	85.3±15.1	87.0±12.6	81.5±13.1	83.5±12.7	83.2±13.2 ^b		
B50	85.8±8.2	84.0±8.3	88.1±8.6	92.1±6.1	88.7±6.9	90.7±7.6	88.3±8.0 ^a		
B75	84.8±9.6	82.8±8.6	91.0±8.3	88.6±8.9	88.8±8.5	86.9±10.2	87.2±9.2 ^a		
B150	82.2±10.3	82.9±6.5	89.4±8.9	87.5±8.3	87.5±10.5	88.3±8.3	86.3±9.1 ^a		
Hafta Ort	83.9±9.8 ^{BC}	82.2±10.0 ^C	88.4±10.6 ^A	88.8±9.3 ^A	86.63±10.3 ^{AB}	87.4±10.0 ^A	86.2±10.2	0.000	
+SE									
Grup P	0.673	0.500	0.433	0.348	0.980	0.180	0.002		
GYT (g/gün/t)									
B0	128.6±13.8	120.6±12.3	120.0±9.9	111.3±9.55	112.1±9.4 ^{ab}	114.6±10.5	117.9±12.3 ^a		
B50	125.9±7.3	116.6±8.7	115.0±8.3	110.0±7.7	107.2±7.4 ^c	114.0±7.5	114.8±9.7 ^b		
B75	125.4±9.0	116.3±7.4	113.7±7.8	110.0±6.24	106.0±9.2 ^c	110.5±6.1	113.6±9.6 ^b		
B150	127.3±8.7	117.2±9.8	114.2±7.9	111.4±8.1	113.4±9.6 ^a	113.4±11.1	116.1±10.5 ^b		
Hafta Ort	126.8±9.9 ^A	117.7±9.7 ^B	115.7±8.7 ^{BC}	110.7±7.8 ^{DE}	109.7±9.3 ^E	113.1±9.0 ^{CD}	115.6±10.7	0.000	
+SE									
Grup P	0.767	0.521	0.105	0.921	0.035	0.525	0.005		
YYK (YT/YV)									
B0	2.36±0.28	2.44±0.62	2.28±0.43 ^a	2.05±0.28	2.20±0.36 ^a	2.22±0.37 ^a	2.26±0.42 ^a		
B50	2.26±0.25	2.17±0.25	2.08±0.22 ^b	1.88±0.16	1.93±0.17 ^c	1.99±0.20 ^b	2.05±0.25 ^b		
B75	2.29±0.28	2.16±0.24	1.97±0.19 ^b	1.95±0.20	1.88±0.25 ^c	2.02±0.21 ^b	2.04±0.26 ^b		
B150	2.40±0.40	2.17±0.21	2.00±0.26 ^b	1.99±0.24	2.09±0.40 ^{ab}	2.01±0.25 ^b	2.11±0.33 ^b		
Hafta Ort	2.33±0.31 ^A	2.23±0.38 ^A	2.08±0.31 ^B	1.96±0.22 ^C	2.03±0.33 ^{BC}	2.06±0.28 ^{BC}	2.11±0.33	0.000	
+SE									
Grup P	0.533	0.076	0.012	0.126	0.008	0.037	0.000		

A,B,C,D,E: Aynı satırdaki, a,b,c; Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. OYA: Ortalama yumurta ağırlığı, YV: yumurta verimi, GYT: günlük yem tüketimi, YYK: yemden yararlanma katsayısı, YT: yem tüketimi.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin, ortalama yumurta ağırlığı üzerine etkileri bütün haftalarda gruplar arasındaki farklılıklara önemsiz olurken, yumurta ağırlıklarının hafta ortalamaları önemli bulunmuştur (P<0.01). 64 ve 66. haftalarda ortalama yumurta ağırlığı değerleri 68, 70, 72 ve 74. haftalardan önemli derecede yüksek olmuştur (P<0.01). Söz konusu farklılığa yumurtlama döneminin ilerlemesiyle hayvanların yaşlarının artmasının neden olduğu düşünülmektedir. Rasyona B ilavesinin yumurta ağırlığı üzerine etkisini inceleyen çok sayıda araştırmacının (Eren ve ark. 2004; Mızrak ve Ceylan 2009; Mızrak ve ark. 2010; Olgun 2011) bulguları ile mevcut deneme sonuçları arasında

uyum tespit edilirken Olgun ve ark. (2009)'nın Beyaz Leghorn ırkı yumurtacı tavuk rasyonlarına B (Borax Pentahydrate) ilave ederek yürüttükleri çalışma sonuçları ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Rasyona B ilavesinin yumurtacı tavuklarda ortalama yumurta ağırlığına olumsuz etkilerinin görüldüğü çalışmada kullanılan B kaynağı ve deneme materyali olan hayvanların genotipindeki farklılıkların etkili olduğu düşünülmektedir.

Rasyona B ilavesinin yumurta verim seviyesi grup ortalamaları arası farklılıklar üzerine etkilerinin önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada rasyona ilave edilen B, yumurta veriminin artmasını sağlamıştır. Farklı düzeylerde B içeren rasyonlarla beslenen gruplarda yumurta verimi, bazal yemle beslenen kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Hafta içi grup ortalamaları arası farklılıklar önemsiz ($P>0.05$), haftalara göre grup ortalamaları arasındaki farklılıkların (64-74 haftalar) ise önemli olduğu gözlenmiştir ($P<0.01$). Bu bulgular, Kurtoğlu ve ark. (2002), Grossu ve ark. (2005), Mızrak ve Ceylan (2009), Olgun ve ark.(2009) ve Mızrak ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmalarda, rasyona ilave edilen farklı seviye ve formdaki B'nin yumurta verimine etkisinin önemli olmadığını ($P>0.05$); Wilson ve Ruszler (1996; 1998) ile Eren ve ark. (2004) 400 mg/kg B'nin, Olgun (2011) ise 240 mg/kg B'nin yumurta verimini azalttığını ($P<0.05$) bildiren çalışmaların aksine Olgun (2011), 60 ve 120 mg/kg seviyelerinde B ilavesinin yumurta verimine etkisinin ($P<0.05$) olumlu olduğunu bildiren bulgu ile paralellik göstermiştir. Yumurtacı tavuklarda rasyona B ilavesinin % yumurta verimini değiştirmediğinin görüldüğü çalışmalarda mevcut çalışma arasındaki tezdin kaynağı olarak hayvanların genotip, yumurtlama dönemi ve çalışma şartlarındaki farklılıkların; olumsuz etkilediğinin görüldüğü çalışmalarda gözlenen tezdin kaynağı olarak da rasyona ilave edilen B seviyesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca mevcut çalışma ve Olgun (2011)'un çalışması arasında gözlenen paralellikte de yine rasyona ilave edilen B seviyelerinin yakınlığı dikkati çekmektedir.

Bu çalışmada, rasyona katılan B'nin günlük yem tüketimi ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre B ilave edilen rasyonlarla beslenen grupların günlük yem tüketimi, kontrol grubunun günlük yem tüketiminden daha düşük ($P<0.01$) olmuştur. Kanatlı rasyonlarında B ilavesinin günlük yem tüketimine etkisinin incelendiği çalışma sonuçları (Wilson ve Ruszler 1996; Wilson ve Ruszler 1998; Fassani ve ark. 2004; Eren ve ark. 2004; Karabulut ve Eren 2006; Eren ve ark. 2006; Olgun ve ark. 2009 ve Olgun 2011) ile mevcut araştırma bulguları arasında bir uyum saptanır iken; bu bildirişlerin aksine B ilavesinin günlük yem tüketimini etkilemediğini (Wilson ve Ruszler, 1997; Kurtoğlu ve ark., 2002; Mızrak ve Ceylan, 2009; Mızrak ve ark., 2010) veya azalttığını (Kurtoğlu ve ark., 2001) belirten bildirişler ile uyumsuzluk saptanmıştır. Mevcut araştırma bulguları, rasyona ilave edilen B'nin günlük yem tüketimini azaltıp yumurta verimini artırarak yemden yararlanma katsayısını iyileştirdiğini ($P<0.01$), yani kontrol grubuna göre daha az yemle daha fazla yumurta üretildiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, Fassani ve ark. (2004) ve Olgun (2011) tarafından rasyona ilave edilen B'nin yemden yararlanma katsayısını olumlu etkilediğini ($P<0.01$) bildirdikleri çalışmalar ile desteklenmektedir. Diğer taraftan Rossi ve ark. (1993), Kurtoğlu ve ark. (2001), Kurtoğlu ve ark. (2002), Eren ve ark. (2004), Olgun ve ark. (2009), Mızrak ve ark. (2010) ve Mızrak ve Ceylan (2009) farklı seviye ve formda B ilavesinin yemden yararlanma katsayısını etkilemediğini ($P>0.05$) belirlemişlerdir. Ancak, Karabulut ve Eren (2006), Eren ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda rasyona ilave edilen B'nin yemden yararlanma katsayısını olumsuz etkilediğini ($P<0.05$) bildirdikleri sonuçlar ile uyumsuzdur. Kanatlı hayvanlarda rasyona B ilavesinin günlük yem tüketimi ve yemden yararlanma katsayısını değiştirmediğini, artırdığını ya da azalttığını bildiren literatür çalışmaları bulunmaktadır. Mevcut çalışma ile literatür bildirişleri arasındaki farklılıklarda araştırma şartları, kullanılan B'nin kaynağı ve rasyondaki seviyesi, deneme materyali olan hayvanların tür ve genotipleri arasındaki farklılıklar etkili olabileceği gibi her çalışmanın kendine özgü şartlarının ve sonuçlarının var olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Çizelge 5. Rasyona ilave edilen bor seviyelerinin yumurtacı tavuklarda serum biyokimya parametrelerine (mg/dl) etkisi

Grup	Glukoz	Kolesterol	Trigliserid	Kreatinin	TB	DB
B0	197.6±7.7	177.60±20.7	1712.4±146.1	0.46±0.2	0.55±0.1	0.179±0.1
B50	196.7±9.5	186.20±41.6	1782.5±150.6	0.49±0.3	0.54±0.1	0.204±0.1
B75	204.8±17.4	197.30±27.7	1697.6±224.3	0.61±0.4	0.52±0.1	0.176±0.1
B150	202.4±21.6	182.40±24.0	1621.8±228.4	0.51±0.4	0.52±0.1	0.177±0.1
Ort	200.4±14.9	185.88±29.4	1703.6±192.7	0.52±0.3	0.53±0.1	0.184±0.1
P	0.586	0.500	0.329	0.781	0.907	0.902

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. TB: total bilirubin, DB: Direkt bilirubin.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin biyokimya kan değerlerinde glukoz, kolesterol, trigliserid, kreatinin, total bilirubin ve direkt bilirubin düzeylerine etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Elde edilen bulgular Kurtoğlu ve ark. (2001), Şimşek (2011) ve Olgun (2011), kanatlı rasyonlarına farklı seviyelerde B ilavesinin serum glukozunu etkilemediğini ($P>0.05$) bildiren sonuçlar ile paralellik gösterir iken, Eren ve Uyanık (2007) B ilavesinin serum glukoz düzeyini düşürdüğünü ($P<0.01$) bildirdikleri sonuçlar ile benzerlik göstermemektedir.

Armstrong ve Spears (2001), Mızrak ve Ceylan (2009), Olgun (2011) ve Şimşek (2011), rasyona katılan B'nin mevcut çalışma ile benzer şekilde serum total kolesterol düzeyine etkisinin olmadığını ($P>0.05$) tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Armstrong ve ark. (2000), Kurtoğlu ve ark. (2005) rasyona ilave edilen B'nin serum total kolesterol düzeyini artırdığını ($P<0.05$); Eren ve Uyanık (2007) ile Olgun (2011) ise serum total kolesterol düzeyinin ilave B ile azaldığını ($P<0.05$) ifade ettikleri sonuçlar ile uyum halinde olmadıkları görülmektedir. Bu araştırma bulgularında olduğu gibi Armstrong ve Spears (2001), Mızrak ve Ceylan (2009) ve Olgun (2011) ve Şimşek (2011), B'nin serum trigliserid düzeyini etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir. Rasyona ilave edilen B'nin serum trigliserid düzeyini Eren ve ark. (2006) ile Eren ve Uyanık (2007) artırdığını bildirirken Armstrong ve ark. (2000) ise azalttığını tespit etmişlerdir. Şimşek (2011), etlik piliçlerde rasyona ilave edilen farklı seviyelerdeki B'nin serum kreatinin, direkt bilirubin ve total bilirubin düzeylerine etkilerinin önemli olmadığını ($P>0.05$) bildirmiştir. Rasyona B ilavesinin serum kreatinin, direkt total bilirubin düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonucu ile mevcut araştırma bulgularının uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 6. Rasyona ilave edilen bor seviyelerinin yumurtacı tavuklarda serum enzim aktivitelere (U/L) etkisi

Grup	ALP	AST	ALT	GGT
B0	79.70±27.7	70.60±18.1	12.00±11.2 ^b	25.30±4.9
B50	79.70±27.7	62.80±9.4	16.90±10.0 ^{ab}	26.10±6.7
B75	75.60±16.5	58.60±13.2	26.30±14.8 ^a	24.00±7.9
B150	72.10±23.5	65.90±14.2	11.00±8.9 ^b	26.40±5.5
Ort	76.78±23.6	64.48±14.2	16.55±12.6	25.45±6.2
P	0.876	0.292	0.020	0.834

a,b,c: Aynı sütundaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. ALP: Alkalın Fosfataz, AST: Aspartat amino transaminaz, ALT: Alanin amino transaminaz, GGT: Gamma glutamil transaminaz.

Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum biyokimya verilerinden serum alkalın fosfataz (ALP), aspartat amino transaminaz (AST) ve gamma glutamil transaminaz (GGT) enzim aktivitelere etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Rasyona B ilavesinin serum enzim aktivitelere etkisinin araştırıldığı bildirişlerle söz konusu araştırma bulguları kısmen uyumluluk göstermektedir. Söz konusu araştırma bulgularında olduğu gibi Armstrong ve ark. (2000), Eren ve ark. (2004) ve Karabulut ve Eren (2006) serum ALP; Şimşek (2011) ise serum ALP, AST ve GGT aktivitesini B'nin etkilemediğini ($P>0.05$) bildirmişlerdir. Ancak, mevcut araştırma bulgularının aksine rasyona B ilavesinin Kurtoğlu ve ark. (2001) serum ALP aktivitesini azalttığını ($P<0.05$); Bozkurt ve ark. (2009) ise ALP aktivitesini artırdığını ($P<0.05$) tespit ettikleri çalışma bulguları ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına B ilavesinin serum alanin amino transaminaz (ALT) enzim aktivitesine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En düşük serum ALT aktivitesi 11.00 U/L ile B150 grubunda, en yüksek serum ALT aktivitesi ise 26.30 U/L ile B75 grubunda belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). B75 grubunun karaciğer için spesifik olduğu kabul edilen serum ALT aktivitesi diğer grupların serum ALT aktivitesinden önemli derecede yüksek olmakla birlikte serumda olabilecek normal sınırları içinde (Soyak, 2006) bulunduğu gözlenmiştir.

Serum AST, ALT ve ALP enzimlerinin kandaki aktiviteleri metabolik bozukluklarda, karaciğer ve kas hasarlarının göstergesi olarak önemlilik arz etmektedir (Mert, 1997; Dolar, 2002; Guyton ve Hall, 2013). Söz konusu araştırma bulgularının aksine Bozkurt ve ark. (2009) ve Şimşek (2011) ise serum ALT aktivitesine rasyona katılan B'nin etkisinin olmadığını ($P>0.05$) bildirmişlerdir. Rasyona B ilavesinin serum ALT aktivitesine etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile mevcut araştırma bulgularının uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Rasyona katılan B'nin yumurtacı tavuklarda serum biyokimya ve serum enzim parametreleri üzerine olan etkilerinin şimdiye kadar yürütülen diğer çalışmalarla mevcut çalışma arasındaki farklılıklardan rasyona katılan B'nin kaynağı ve seviyesi, araştırma şartları, deneme materyali olan hayvanların tür, genotip ve yumurtlama dönemleri arasındaki farklılıkların sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmada, rasyona 150 mg/kg'a kadar B ilavesinin, karaciğer (ALT-AST-Albumin), hepato-biliyer sistem (ALT-AST-GGT), böbrek (kreatinin) ve kemik (ALP) üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, yumurtlamanın son döneminde bulunan tavukların rasyonuna performans özelliklerini iyileştirmek amacıyla 50 mg/kg B ilavesinin yeterli ve önerilebilir olacağı kanaatine varılmıştır. Ancak, B'nin kullanımıyla ilgili genel bir kanaate ulaşmak için yumurtlamanın bütün dönemlerini içine alacak şekilde daha kapsamlı fazla sayıda araştırma yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

2009/213 proje numarasıyla Atatürk Üniversitesi BAP komisyonu tarafından desteklenen ve Prof. Dr. Muhlis MACİT danışmanlığında Ziraat Yüksek Müh. Hacer KAYA tarafından hazırlanan Doktora Tezinden özetlenmiş olan bu

çalışma, 9-12 Mayıs 2018 tarihleri arasında Yüzüncü Yıl Üniversitesi tarafından düzenlenen Uluslararası Tarım Bilimleri Kongresi'inde sözlü olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- AOAC (1990). Official methods of analysis. Vol.1. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Armstrong, TA, Spears JW, Crenshaw TD, Nielsen FH (2000). Boron supplementation of a semipurified diet for weanling pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alters plasma lipid metabolites. *J. Nutr.*, 130 (10), 2575-2581.
- Armstrong TA, Spears JW (2001). Effect of dietary boron on growth performance, calcium and phosphorus metabolism, and bone mechanical properties in growing barrows. *J. Anim. Sci.*, 79, 3120-3127.
- Bozkurt M, Küçükylmaz K, Çatlı AU, Çınar M, Çabuk M, Mızrak C, Bintaşı E (2009). Farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor içeren broiler yemlerine bor ilavesinin bazı kan, kemik ve dışkı parametreleri üzerine etkileri. 6.Ulusal Zootekni Bilim Kong. 24 – 26 Haziran 2009, s: 62-68, Erzurum.
- Burtis CA, Ashwood ER (1999). Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B Saunders Company.
- Devirian TA, Volpe SL (2003). The physiological effects of dietary boron. *Crit. Rev.Food Sci.Nutr.*, 43 (2), 219-231.
- Dolar ME, (2002). Klinik Karaciğer Hastalıkları, 1.Baskı, 4, 133-146, Nobel ve Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.
- Duncan DB (1995). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Eren M, Uyanık F, Kucukersan S (2004). The influence of dietary boron supplementation on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. *Res. Vet. Sci.*, 76, 203-210.
- Eren M, Kocaoğlu GB, Uyanık F, Karabulut N (2006). The effect of dietary boron supplementation on performance, carcass composition and serum lipids in japanese quails. *JAVA*, 5 (12), 1105-1108.
- Eren M, Uyanık F (2007). Influence of dietary boron supplementation on some metabolites and egg-yolk cholesterol in laying hens. *Acta Vet. Hung.*, 55 (1), 29-39.
- Fassani EJ, Bertechini AG, Brito JAG, Kato RK, Fialho ET, Geraldo A (2004). Boron supplementation in broiler diets. *Brazilian J. Poult. Sci.*, ISSN 1516-635X Oct-Dec 2004 /v.6/n.4/ 213-217.
- Grossu DV, Criste RD, Score R, Duca R, Ciurascu C (2005). Effect of the supplemental PROLINBOR, boron and linolenic acid-enriched protein concentrate, added to layer diets on egg quality. European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. 23-26 May 2005, 113-118, Doorwerth, The Netherlands.
- Guyton AC, Hall JE, (2013). Tıbbi Fizyoloji, Nobel Tıp Kitabevi, 12. Baskı, 937-942, İstanbul.
- Karabulut N, Eren M (2006). Besi bıldırcını yemlerine bor ilavesinin serum kalsiyum, inorganik fosfor ve magnezyum düzeyleri ile alkali fosfataz aktivitesine etkisi. *Sağlık Bil. Derg.*, 15(1), 8-12.
- Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B (2001). Effect of boron supplementation into adequate and inadequate vitamin D3-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res. Vet. Sci.*, 71, 183-187.
- Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B, Şeker E, Balevi T, Çetingül IS (2002). Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Revue Med. Vet.*, 153(12), 823-828.
- Kurtoğlu F, Kurtoğlu V, Çelik İ, Keçeci T, Nizamlıoğlu M (2005). Effect of dietary boron supplementation on some biochemical parameters, peripheral blood lymphocytes, splenic plasma cells and bone characteristics of broiler chicks given diets with adequate or inadequate cholecalciferol (vitamin D3) content. *Br. Poult. Sci.*, 46 (1), 87- 96.
- Mert N, (1997). Veteriner Klinik Biyokimya, 230-240, Ceylan Matbaacılık, İstanbul.
- Mertens D (2005). AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis, 18th edit. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC- International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mızrak C, Ceylan M (2009). Damızlık yumurtacı tavuk yemlerine farklı seviye ve formda bor ilavesinin performans, kemik gelişimi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi 6.Ulusal Zootekni Bilim Kong. 60-69, 24–26 Haziran, Erzurum.
- Mızrak C, Yenice E, Can M, Yıldırım U, Atik Z (2010). Effect of dietary boron on performance, egg production, egg quality and some bone parameters in layer hens. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 40(3), 257-264.
- Naghii MR, Mofid M (2008). Elevation of biosynthesis of endogenous 17- β oestradiol by boron supplementation: One possible role of dietary boron consumption in humans. *J.Nutr. Environ. Med.*, 17(2): 127-135
- Olgun O, Cufadar Y, Yıldız AÖ (2009). Effect of boron supplementation fed with low calcium to diet on performance and egg quality in molted laying hens. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8 (4), 650-654.
- Olgun O (2011). Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı seviyelerde ilave edilen bor ve bakırın performans, yumurta kabuk kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve kemiğin biyomekanik özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Konya.
- Rossi AF, Miles RD, Bootwalla SM, Wilson HR, Eldred AR (1993). The effect of feeding two sources of boron on broiler breeder performance. *Poult. Sci.*, 72:1931-1934.
- SAS 1996. SAS Institute Inc., NC, USA.

- Soyak G, (2006). Lenfoid Löykozlu Etçi Anaç Tavuklarda Karaciğer Enzim (Alanin Amino Transferaz, Aspartat Amino Transferaz, Alkali Fosfataz) Düzeyleri. Doktora Tezi Ankara Üniv., Sağlık Bil. Enst., Ankara
- Şimşek M, (2011). Etlik piliç rasyonlarına bor (ortoborik asit) ilavesinin performans değerleri ile tibia mineral konsantrasyonu ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil.Enst., Erzurum.
- Thomas L (1998). Clinical Laboratory Diagnostics. 1st ed. Frankfurt:TH-Books Verlagsgesellschaft.
- TSE (1991). "Hayvan Yemleri Metabolik Enerji Tayini," TSE No:9610. *Türk Stant. Enst*; Ankara.
- Wilson JH, Ruzler PL (1996). Effects of dietary boron supplementation on laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 37 (4), 723-729.
- Wilson JH Ruzler, PL (1997). Effect of boron on growing pullets. *Biol. Trace Elem. Res.*, 56 (3), 287-94.
- Wilson JH, Ruzler PL (1998). Long term effect of boron on layer bone strength and production parameters. *Br. J. Poult. Sci.*, 39, 11-15.
- Yazgan O, Cufadar Y, Olgun O (2007). Hayvan besleme biyokimyası. Basılmamış Ders Notu. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Konya.
- Yeşilbağ, D, Eren M (2008). Effects of dietary boric acid supplementation on performance, eggshell quality and some serum parameters in aged laying hens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 32 (2), 113-117.
- Yıldız G, Özçelik F, Köksal H, Bağder S, Abacıoğlu Ö (2008). Organik bor üretilebilirliği ve broyler rasyonlarında bor ile humatin kullanımı. 2. Ulusal Bor Çalıştayı Bildirileri, 597-604, 17-18 Nisan, Ankara.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Effects of Plantain (*Plantago lanceolata*) Containing Diets of Quails on Growth Performance, Carcass Characteristic, Some Blood Parameters and Mast Cell Numbers

Cüneyt TEMÜR^{1*}, Sema USLU²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Van

²Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Sivas

*e-posta: cuneyttmur@yyu.edu.tr; Tel: 90 (542) 647 7973

Abstract: Plantain (*Plantago lanceolata*) is used for medicinal purposes as a preventive, therapeutic and metabolic regulator due to its bioactive compounds. With the purpose of determine the effect of this plant on quail, 240 of these 1 day old quail chicks were divided into 4 groups, control, added plantain into rations as 1%, 3% and 5%. Body weight gain, feed intake carcass characteristics, internal organ measurements, blood parameters and mast cells were determined. At the end of the study, the hot carcass yield, cold carcass weight and yield were high in the 1%, gizzard weight in 5% plantain added group ($p<0.05$). The total amount of blood protein was the highest in 3% added group ($p<0.05$). Blood glucose levels were high in all treatment groups compared to the control group ($p<0.05$). The amount of T-testosterone was higher than the others in the control and 3% plantain groups ($p<0.05$). The total number of mast cells increased in the 5% plantain group ($p<0.05$). it was understood that the addition of plantain to quail rations could have a positive effect, but bioactive components and secondary metabolites of plantain and its extracts need identification and isolation by in vitro and in vivo studies for determining effects on metabolism.

Keywords: Fattening, Plantain (*Plantago lanceolata*), Quail

Sinir Otu (*Plantago lanceolata*) İçerikli Rasyonların Bildircinların Büyüme Performansı, Karkas Özellikleri, Bazı kan Parametreleri ve Mast Hücre Sayıları Üzerine Etkileri

Öz: Sinir otu (*Plantago lanceolata*) yapısında bulundurduğu biyoaktif bileşikler nedeniyle hastalık önleyici, tedavi edici ve metabolizma düzenleyici olarak tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bitkinin bildircinlar üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, 240 adet 1 günlük bildircin civcivleri biri kontrol 3'ü muamele grubu olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. Muamele gruplarının rasyonlarına %1, %3 ve %5 oranlarında sinir otu eklenmiştir. Canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri, karkas özellikleri, iç organ ölçümleri, kan parametreleri ve mast hücre sayıları tespit edilmiştir. Araştırma sonunda rasyonlarına %1 sinir otu eklenen grupta sıcak karkas oranı, soğuk karkas ağırlığı ve oranı yüksek çıkmıştır ($p<0.05$). Rasyondaki sinir otu oranı arttıkça taşlık ağırlığı da artmıştır ($p<0.05$). %3 eklenen grupta kan toplam protein miktarı en yüksek olmuştur ($p<0.05$). Kontrol grubuna göre muamele gruplarının tümünde kan glukoz değerleri yüksek olmuştur ($p<0.05$). T-testesteron miktarı kontrol ve %3 sinir otu eklenen gruplarda diğerlerinden yüksek olmuştur ($p<0.05$). %5 sinir otu grubunda toplam mast hücresi sayısı artmıştır ($p<0.05$). Literatür bilgileriyle de birlikte değerlendirildiğinde bildircin rasyonlarına sinir otu katılmasının pozitif etkilerinin olabileceği anlaşılmıştır. Sinir otu bitkisinin ve ekstraktlarının in vitro ve in vivo çalışmalarla içeriğindeki biyoaktif bileşiklerin ve sekonder metabolitlerin tanımı ve izolasyonlarının yapılarak metabolizmadaki etkinliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Besi, Sinir otu (*Plantago lanceolata*), Bildircin

Introduction

Commercial poultry production has specialized in recent years and become a fast enterprise. Nowadays, this industry has paid more attention to attracting the public's consideration for the environment and food safety. Demand of livestock products throughout the world is increasing by population. The use of synthetic antibiotic growth enhancers in animal nutrition has been a frequent practice for more than 40 years, but since 2006 the use of antibiotic growth promoters in the European Union (EU) has been prohibited. The aim of using antibiotics in poultry feeds is to protect animals against diseases and to increase the utilization of feed. However, over time, microorganisms that cause disease are at risk of developing resistance to these antibiotics. Therefore, researches on feed additives that can be used instead of synthetic antibiotics are increasing. More resources have been devoted to research to determine the effects of natural and safe aromatic plants and their extracts on poultry with various bioactive compounds and secondary metabolites.

Research in this area has shown that the use of aromatic plants in poultry significantly improves live weight gain, feed efficiency, egg weight and production. This also applies to Japanese quails (Şahin 2012; Chacrabati et al. 2013).

In the feeding of quail, many different materials have been tested. Some of them are *Yucca* (*Yucca schidigera*) extract (Erdoğan et al. 2001), nigella seed (*Nigella sativa*) and nigella seed oil (Tufan et al. 2015), silkworm pupa extract and residue (Anggraenia et al. 2011), *Morinda citrifolia* fibre extract (Retnani et al. 2014), Sage (*Salviya triloba*), laurel (*laurus nobilis*) oil (Bülbul et al. 2015), weed extract (Çiftçi et al. 2016).

Plantain (*Plantago lanceolata*) as known narrow-leaved plantain, ribwort plantain, narrowleaf plantain is a species of plants that are widely distributed in pastures and green areas in the temperate world. It has been used for various medicinal purposes for centuries such as related to the skin, wound healing, inflammation, disorders of respiratory and digestive organs, reproductive system, blood circulation and cancer because of contained a number of exceptional properties. Previous studies have shown that the plantago genus contains five chemical classes of biologically active compounds, namely flavonoids, monoterpenoids, triterpenoids, iridoid glycosides and phenolic compounds (Stewart 1996; Chiang et al. 2003; Moore et al. 2006). Bioactive substances identified in the study of Beara et al. (2012) on the phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of *Plantago lanceolata* L are Phenolic acids (p-Hydroxybenzoic acid, 2,5-Dihydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid, Vanillic acid, Gallic acid, Syringic acid, Cinnamic acid, p-Coumaric acid, Caffeic acid, Ferulic acid, Sinapic acid and Chlorogenic acid), Flavonoids (Apigenin, Apigenin-7-O-glucoside, Apiin, Vitexin, Amentoflavone, Kaempferol-3-O-glucoside and Chrysoeriol, Luteolin, Luteolin-7-O-glucoside, Quercetin, Quercitrin, Quercetin-3-O-glucoside, Hyperoside, Rutin and Naringenin) and Coumarins (Aesculetin and Scopoletin).

In the Gonda et al.'s study (2013) focused on iridoid glycosides (aucubin and catalpol) and caffeoyl phenylethanoid glycoside (akteositis) as the major bioactive metabolites of *Plantago lanceolata* L.

This trial was established to evaluate the effect of Plantain (*Plantago lanceolata*), added to ratio, on live weight gain, feed consuming, feed conversion efficiency, biochemical parameters of serum and number of mast cells in some organs of the digestive system in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*), since the quails are one of the types of birds that holds the fastest production cycle compared to other birds.

Materials and Methods

Dried plant material collected flowering period in Bitlis were purchased from the shop selling herbal medicines. After extracting stem parts, it was milled to exceed through a 2 mm sieve.

In the study total of 240 one-day age Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) were used. The chicks were randomly distributed into 4 groups including 60 birds each. Thus research was carried out with three experimental and one control groups with two replicate containing 30 chicks in each.

Broiler starter diet was used in the feeding of animals. Plantain was stirred as 0% (Control), 1% (P%1), 3% (P%3) and 5% (P%5) in to diet for each group. The composition of the diets and *Plantago lanceolata* used in the experiment were determined (AOAC 1990; Van Soest et al. 1991; AOCS 2004) and given in Table 1.

Table 1. Composition of the diets and plantain, %

Diets	DM	CP	EE	NDF	ADF	Ash
Cont	95.14	16.78	7.09	6.76	3.29	7.09
P%1	95.65	16.78	6.74	8.51	7.63	6.74
P%3	95.25	16.48	6.95	13.17	10.21	6.95
P%5	95.64	16.00	6.78	19.44	12.89	6.78
Plantain	95.02	6.92	2.68	45.40	34.74	2.68

DM: Dry matter, CP: Crude protein, EE: Ether extract, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, Cont: Control group not added to plantain, P%1: Group containing 1% plantain, P%3: Group containing 3% plantain, P%5: Group containing 5% plantain.

The animals in each cage were subjugated to group feeding and watering as ad libitum with experimental diets during 6 weeks. The Live weight gains were determined by weighing at the beginning and each week of trial. Feed intake was calculated daily.

At the end of the experiment, 8 male and 8 female quails were sacrificed from each group and blood of the quails was taken off. Serum total cholesterol, triglyceride, glucose and testosterone analyzes were performed in the AMS (Autolab otoanalyzer device with Audit Diagnostics kits).

The hot carcass and cold carcass yield of 16 animals slaughtered from each group were determined. Heart, anterior stomach, liver, abdominal fat weights, small intestine, duodenum, large intestine lengths were measured as internal organs.

For identification of the mast cells, 6 male quails were slaughtered on from each group randomly. The appropriate size pieces of digestive tract organs, pre-stomach, duodenum, jejunum, and ileum intestinal sections were taken after slaughter immediately. The samples taken were fixed according to Becker and Chung's (1985) method. After dehydration and transparency processes by routine histological techniques samples were blocked at paraplast. Serial sections with a thickness of 6 μ m were obtained from the blocked tissues. These sections were painted with toluidine blue for 5-8 min. (Enerback 1966; Uslu and Yörük 2008). Then, these preparations were examined under light microscope (Leica DM500, Wetzlar, Germany); Mast cell distribution counts were made in the sections of *Lamina propria*, *Tunica submucosa* and *Tunica muskularis* + *Tunica serosa* (Böck 1989).

Statistical analysis

Analysis of variance was performed for compare means of factor using SAS statistical programs (proc GLM procedure). In order to determine the data that are significantly different from each other, Duncan multiple range test method was applied.

Necessary permissions were obtained from the Local Ethics Committee of Yüzüncü Yıl University (Date: 25.12.2015, Number 2015/14).

Results

Table 2. Body weight weekly, g

weeks	0	1	2	3	4	5	6
Cont	14.22±0.31	29.49±0.70	66.40±10.79	92.95±5.56	122.19±1.90	151.95±1.97	178.53±2.77
P%1	14.40±0.25	37.50±6.09	55.26±1.04	89.37±1.19	122.11±1.98	157.18±2.18	179.81±2.89
P%3	14.37±0.28	29.80±0.66	64.95±8.59	87.41±2.08	121.08±2.13	154.73±2.16	173.15±3.83
P%5	14.04±0.24	28.94±0.60	54.91±1.17	86.70±1.74	120.01±2.05	152.78±2.21	173.66±2.79
P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

a, b, c: The values of the different letters in the same column is significant, (p < 0.05).

P: Statistical significance, NS: No significant, *: P < 0.05.

Table 3. Feed intake, Body weight gain (BWG) (g/bird) and feed conversion ratio (FCR)

	Cont.	P%1	P%3	P%5	P	
Feed intake	544.25±34.65	530.15±33.57	530.36±34.45	530.08±33.97	NS	
	Weeks					
BWG	1	15.26±1.20	26.09±7.23	15.36±0.42	14.90±0.56	NS
	2	26.40±0.39	26.24±1.28	26.09±1.22	25.77±0.47	NS
	3	37.06±3.41	34.10±3.67	31.05±0.08	31.79±0.33	NS
	4	29.24±5.87	32.76±0.83	33.44±4.93	33.31±1.02	NS
	5	29.76±5.44	35.07±0.20	33.76±1.33	32.77±2.39	NS
	6	26.57±2.48	26.57±2.48	29.99±1.02	20.79±2.97	NS
	\bar{X}	164.30±3.83	173.88±17.08	161.69±1.86	159.54±5.02	NS
FCR	1	2.69±0.12	1.97±0.64	2.58±0.14	2.83±0.16	NS
	2	3.28±0.15	3.33±0.22	3.17±0.01	3.22±0.01	NS
	3	3.62±0.18	3.96±0.62	4.37±0.23	3.97±0.12	NS
	4	5.32±1.58	4.39±0.16	4.37±0.86	4.34±0.01	NS
	5	6.16±1.25	5.05±0.04	5.15±0.25	5.40±0.35	NS
	6	6.73±0.41	4.42±0.36	7.73±0.69	8.19±0.41	NS
	\bar{X}	4.64±0.28	4.42±0.36	4.59±0.07	4.65±0.05	NS

a, b, c: The values of the different letters in the same line significant, (p < 0.05).

P: Statistical significance, NS: No significant, *: P < 0.05.

Table 4. Effects of dietary treatments on carcass, organs, blood and mast Cell values

	Control	P%1	P%3	P%5	P
Carcass					
Slaughter weight,g	180.22±5.59	185.37±5.53	189.54±5.74	184.48±5.59	NS
Hot carcass,g	122.86±2.62	130.52±3.28	126.30±2.96	122.11±3.05	NS
Hot dressing, %	68.56±1.34ab	70.62±0.88a	66.96±1.12b	66.48±1.07b	*
Cold carcass,g	122.56±2.55ab	130.76±3.42a	126.04±3.02ab	121.88±3.05b	*
Cold dressing, %	68.41±1.13ab	70.73±0.95a	66.81±1.13b	66.35±1.06b	*
Organs					
Heart,g	1.64±0.04ab	1.75±0.07ab	1.56±0.06bc	1.44±0.06c	*
Heart, %	0.92±0.02ab	0.95±0.04a	0.83±0.04bc	0.79±0.03c	*
Liver,g	4.46±0.30	4.74±0.37	5.08±0.38	4.86±0.39	NS
Liver, %	2.46±0.12	2.52±0.14	2.65±1.14	2.59±0.16	NS
Gizzard,g	2.77±0.10b	2.85±0.10b	3.18±0.14a	3.28±0.11a	*
Gizzard, %	1.56±0.07b	1.54±0.05b	1.68±0.06ab	1.79±0.05a	*
Duodenum, cm	11.92±0.39	12.55±0.25	12.28±0.36	11.95±0.39	NS
Small intestine, cm	47.44±1.31	46.594±1.00	49.17±1.78	45.84±1.51	NS
Large intestine, cm	4.69±0.22	4.90±0.24	4.79±0.33	4.39±0.20	NS
Abdominal fat,g	1.79±0.19	1.75±0.07	2.29±0.34	1.72±0.35	NS
Abdominal fat, %	0.98±0.09	0.95±0.04	1.18±0.16	0.89±0.16	NS
Testis,g	5.11±0.37	4.26±0.47	4.04±0.32	4.37±0.51	NS
Blood					
Triglyceride, mg/dl	439.65±147.53	602.01±156.02	617.29±132.04	532.28±122.02	NS
Total protein, mg/dl	1.26±0.04b	1.37±0.55ab	1.59±0.14a	1.29±0.09ab	*
Cholesterol, mg/dl	185.69±8.33	194.80±16.16	193.53±14.10	176.00±12.46	NS
Glucose, mg/dl	287.56±12.69b	314.80±11.16ab	334.73±7.70a	322.37±13.55a	*
T- testosterone, mg/dl	5.99±1.31a	2.96±2.31b	5.72±1.17a	3.39±1.02ab	*
Mast Cell					
İleum	39.91±4.11	39.56±4.26	40.15±4.33	43.52±4.51	NS
Jejunum	39.93±3.98	37.70±4.53	38.94±4.21	40.35±3.89	NS
duodenum	44.30±4.95	44.21±4.89	44.17±5.34	47.84±5.43	NS
pre-stomach	62.60±4.14	62.71±4.17	62.06±4.13	66.51±4.52	NS
Total	46.68±2.38ab	46.04±2.48b	46.33±2.47ab	49.55±2.56a	*

a, b, c: The values of the different letters in the same line is significant, ($p < 0.05$).

P: Statistical significance, NS: No significant, *: $P < 0.05$.

When the weekly body weight was examined, the differences between the groups were not statistically significant (table 2). Even though there was no statistical difference in the weekly BWG and in total, there was an increase in BW of more than 5.1% in the P%1 group compared to the control group and no difference was found in feed conversion rate (FCR) and feed intake values (table 3).

In Table 4, whilst there was no difference between slaughter weight and hot carcass weights, there was a significant increase in hot dressing percentage, cold carcass and cold dressing percentage in the P%1 group ($p < 0.05$). Heart weight percentages were significantly higher in the P%1 group than the control group but were lower in the P%3 and P%5 groups compared to the control group ($p < 0.05$). Gizzard weight was significantly higher in control and P%1 groups than others ($p < 0.05$). As the amount of the plantain increased, the weight of the gizzard increased. There was no difference among duodenum, small intestine, large intestine lengths and abdominal fat and testis weights. When blood values were examined, triglyceride and cholesterol differences between groups were insignificant, while the highest value of total protein was found in P%3 groups ($p < 0.05$). Blood glucose values were higher in all treatment groups compared to the control group and the highest in the P%3 and P%5 groups. ($p < 0.05$). T-testosterone values were the highest in control and P%3 group ($p < 0.05$). When the mast cells in the tissues of different organs were examined, the total number of mast cells in P%5 group was significantly higher ($p < 0.05$).

Discussion

In this study, differences among the groups for feed intake, body weight weekly, body weight gain and feed conversion ratio values were insignificant but the addition of 0.5% plantain in the diet had positive effect on growth, feed intake, feed conversion ratio, performance index and carcass characteristics of broilers (Chacrabati et al., 2013). In another experiment by the effects of *Plantago major* water extract obtained from 5, 10, 15g dried and grilled plant for per kg

diet were demonstrated that addition of *Plantago major* extract at differing levels into broiler diet did not affected animal performance and carcass parameters (Bingöl et al., 2010). Obtaining different results in this way may result from the use of different species, different dosing and extracting methods in the studies. The hot carcass and cold carcass yield, heart weight and yield increased significantly in P%1 group ($p < 0.05$). Heart weight ratio decreased compared to control as plantain increases in ration ($p < 0.05$). In fact, similar results were obtained when 0.5% plantain was added to broiler rations (Chakrabarti et al., 2013). In our study, there was no difference in feed consumption, weekly live weight gain and feed conversion rates in the control and treatment groups, but increased in hot carcass, cold carcass, heart weight in P1% group. In addition, gizzard weight and ratio, blood glucose values were in P%3 and P%5 in group, blood total protein was in P%3 group, T-testosterone values were in control and 3%, total mast cells were significantly higher in P%5 group ($p < 0.05$). Roberts et al. (2009) applied the testosterone implant to the quails and reported that the high testosterone reduced the body mass. In our study, P% 1 group which has the lowest serum testosterone level has the highest cold carcass weight and confirms this situation. All these findings suggest that the plantain increases anabolism by affecting the digestion, absorption, energy, protein, hormone and immune metabolism. Various studies have been conducted in which such anabolic effects have been determined. When these studies are examined, it is understood that plantain plants may have very positive effects on poultry, which are mostly compatible with the results of this study. In this way, different results are reported to be effective in factors such as triterpenoids, saponins, glycosides, alkaloids, phenolic compounds and metabolites, the amount or dose used type of animal, maintenance conditions, health status and intestinal microflora (Jin et al. 1996; Retnani et al. 2014). In addition, these substances have an antibacterial effect and regulate intestinal flora, enhances the release of endogenous digestive enzymes, thus enhancing the digestive quality effects (Lee 2003; Skomorucha and Sosnowka-Czajka 2013). In studies, iridoid glycosides and derivatives with significant biological activity in the plantain were identified. These are antimicrobial, laxative, tissue enhancer, non-steroidal anti-inflammatory, liver activity regulating, antioxidant and uric acid excretion regulators (Stewart et al. 1996). Based on these characteristics, different animal species were found to be resistant to diseases by participation in rations and patents were obtained (USA patent). In vivo and in vitro studies have also been shown to have immune system regulatory properties (Chiang et al. 2003; Ghule and Yeole 2012).

Dorhoi et al. (2006) reported that ethanol extracts from plantain (*Plantago major*) has a beneficial effect on cell-mediated immunity in layers. Marchesan et al. (1998) investigated the anti-inflammatory effect of liquid Extracts of *Plantago lanceolata* L. to inhibit membrane irritation on the chick chorioallantoic membrane and concluded that these extracts showed a potent activity in the inhibition of membrane irritation. Additionally, Kojima and Takahashi (1999) were demonstrated and patented that ternary combination of plantain (*Plantago asiatica* L.), Cucurbita Seed (*Cucurbita moschata* Duch.) and Lonicera (*Lonicera japonica* THUNB.) plants were caused to increasing of resistance against to diseases in animals like swine, milking cows, beef cattle, broilers, layers, quails, and the like and cultured fish, such as yellowtail (*Seriola quinquerata*), Hamachi, eels, sea breams.

In a study of broilers, 3-day-old chicks were infected with *Eimeria tenella* and determined the effect of *Plantago asiatica* extract. As a result of the study, it was determined that the extract had an excellent antioxidant effect against *Eimeria* parasite and could be used and improved instead of anticoccidial drugs (Hong et al. 2016).

Plantago major seed added to the broiler rations by P% 1 increased live weight and carcass weight, decreased serum cholesterol and triglyceride levels, decreased heterophile / lymphocyte ratio and improved immune system and ileal microflora (Mehrparvar et al. 2016). In this study, a significant increase in the total number of mast cells in P%5 of the group is an indicator of strengthening the immune system. In addition, mast cells are involved in many physiological and physio-pathological events. It is reported that histamine and heparin secreted from these cells play a role in maintaining the integrity of the bones, in wound healing and in the regulation of blood flow (Huntley, 1992; Eren et al. 1999).

In consequence of this study, it was understood that the addition of plantain to quail rations could have a positive effect. When the literature and results are evaluated together, in vitro and in vivo studies should be done for determination, identification and isolation of bioactive substances and secondary metabolites of plantain (*Plantago lanceolata*) and its extracts for the most appropriate dose for rations. To clarify the effects on the immune system, it would be appropriate to work with more animals. Thereby, the main active compounds and their mechanisms of action should be determined and studies on the usability in animal nutrition should be carried out.

References

- Anggraenia N, Farajallahb A & DA (2016). Astutic blood profile of quails (coturnix coturnix japonica) fed ration containing silkworm pupae (bombyx mori) powder extract. Media Peternakan. 39 (1): 1-8.
 AOAC (1991). Official methods of analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chem., Washington DC.
 AOCS (2004). Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Official Procedure Am 5-04,

- Beara IN, Lesjak MM, Orcic DZ, Simin NĐ, Cetojevic-Simin DD, Bozin BN, Mimica-Dukic NM (2012). Comparative analysis of phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of two closely-related Plantain species: *Plantago altissima* L. and *Plantago lanceolata* L. *LWT - Food Science and Technology* 47: 64-70.
- Becker AB, Chung KF (1985). Mast cells heterogeneity in dog skin. *The Anatomical Record*. (213): 477-480.
- Bingöl NT, Karlı MA, Aldemir R, Yılmaz O, Türel İ (2010). Effects of plantago major extract on performance and carcass characteristics in broiler diet. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*. 21 (1): 49 – 53.
- Böck P (1989). *Romeis Mikroskopische Technik*, 17. Aufl. Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore.
- Bülbül T, Özdemir V, Bulbul A (2015). Use of sage (*Salvia triloba* L.) and laurel (*Laurus nobilis* L.) oils in quail diets. *Eurasian J Vet Sci*. 31 (2): 95-101.
- Chacrabati R, Chowdhury R, Yesmin S, Sano H, Al-Mamun M (2013). Comparison of broiler performance using Plantain (*Plantago lanceolata* L.), Bio-Sel-E and commercial diet. *Bang. J. Anim. Sci*. 42 (2): 123-130.
- Chiang L-C, Ng LT, Chang W, Chang M-Y, Lin C-C (2003). Immunomodulatory activities of flavanoids, monoterpenoids, iridoid glycosides and phenolic compounds of plantago species. *Planta Med*. (69): 600-604.
- Çiftçi M, Dalkılıç B, Gulcihan UŞ, Azman MA, Erişir Z, Özçelik M, Yılmaz Ö, İflazoglu Mutlu S, Terlemez F, Bahşi M (2016). Effects of dietary soapwort extract supplementation on laying performance, blood biochemical parameters, fatty acid profile of breast meat and antioxidative potential of liver and heart tissues in cold stressed laying japanese quail. *Kafkas Üniv. Vet. Fak.Derg*. 22 (3): 347-354.
- Dorhoi A, Dobrean V, Zahan M. and Virag P (2006). Modulatory effects of several herbal extracts on avian peripheral blood cell immune responses. *Phytother. Res*. (20), 352–358.
- Enerback L (1966). Mast cells in rat gastrointestinal mucosa: 1. Effects of fixation. *Acta Pathologica et Microbiologica Scandinavica*. (66): 289-302.
- Erdoğan Z, Erdoğan S, Kaya Ş (2001). The effect of yucca extract on fattening performance, some biochemical and haematological parameters of quails. *Ankara Üniv Vet rak Derg*. (48): 231-236.
- Eren U, Astı RN, Kurtdede N, Sandıkcı M, Sur E (1999). The histological and histochemical properties of the mast cells and the mast cell heterogeneity in the cow uterus. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. (23): 193-201.
- Ghule BV, Yeole PG (2012). In vitro and in vivo immunomodulatory activities of iridoids fraction from *Barleria prionitis* Linn. *Journal of Ethnopharmacology*. (141): 424-431.
- Gonda S, Kiss A, Emri T, Batta G, Vasas G (2013). Filamentous fungi from *Plantago lanceolata* L. leaves: Contribution to the pattern and stability of bioactive metabolites. *Phytochemistry* 86: 127–136,
- Hong S, Oh GW, Kang WG, Kim O (2016). Anticoccidial effects of the *Plantago asiatica* extract on experimental *Eimeria tanella* infection. *LabAnim Res*. 32 (1): 65-69.
- Huntley JF (1992). Mast cells and basophils: A review of their heterogeneity and function. *Journal of Comparative Pathology*. (107): 349-372.
- Kojima Y, Takahashi T (1999). United States Patent. Patent Number: 5,882,672. Date of Patent: Mar. 16.
- Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R, Beynen AC (2003). Effect of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Br. Poultry Sci*. (44): 450–457.
- Marchesan M, Paper DH, Hose S and Franz G (1998). Investigation of the antiinflammatory activity of liquid extracts of *plantago lanceolata* l. *Phytotherapy Research*. (12): 33-34.
- Moore G, Sanford P and Wiley T (2006). *Perennial pastures for Western Australia*, Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690, Perth.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaludin S (1996). Influence of dried bacillus subtilis and lactobacilli cultures on intestinal microflora and performance in broilers. *Asian Australas J Anim Sc*. (9): 397-404.
- Mehrparvar M, Mazhari M, Esmailipour O, Sami M (2016). Effect of *Lipia citridora* leaves powder on growth performance, carcass traits, blood metabolites and meat quality of broilers. *IJVM*. 10 (4): 307-317.
- Retnani Y, Wardiny Dan TM and Tiryati (2014). *Morinda citrifolia* L. leaf extract as antibacterial *Salmonella Typhimurium* to increase productivity of Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 17 (4): 560-564.
- Roberts M, Buchanan KL, Evans MR, Marin RH, 4 and Satterlee DG (2009). The effects of testosterone on immune function in quail selected for divergent plasma corticosterone response. *The Journal of Experimental Biology* 212: 3125-3131
- SAS. SAS/STAT software (2014). *Hangen and Enhanced version 9.4*, SAS, Inst.Inc., Cary, N.C.
- Skomorucha I, Sosnowka-Czajka E (2013). Effect of water supplementation with herbal extracts on broiler chicken welfare. *Ann. Anim. Sci*. 13 (4): 849-857.
- Stewart AV (1996). Plantain (*Plantago lanceolata*) – a potential pasture species. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. (58): 77-86.
- Şahin T, Kaya, Ö, Sarı, M (2012). Effects of ground echinacea (*Echinacea purpurea*) supplementation quail diets on growth performance and carcass traits. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg*. 18 (1): 15-19.

- Tufan T, Arslan C, Sarı M, Kaplan, O (2015). Effect of black cumin (*nigella sativa* L.) Seeds or black cumin oil addition to japanese quail diets on growth performance, carcass traits and some blood parameters. *Kafkas Univ Vet. Fak. Derg.* 21 (4): 593-599.
- Uslu S., Yörük M (2013). Morfological and histometric studies on mast cell distribution and heterogeneity, present in the lower respiratory tract and in the lung of local duck (*Anas platyrhynchos*) and goose (*anser anser*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* (19): 475-48.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991). Method for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* (74): 3583-3597.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Aras Nehri'ndeki Midyelerin (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi

Harun ARSLAN*, Özden FAKIOĞLU, Fatih KORKMAZ, Şeyda TACER TANAS

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240 Erzurum, Türkiye
*e-posta: harunarslan25@atauni.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Erzurum ili Pasinler-Horasan ilçeleri arasından geçen Aras Nehri'nden örnekleme yapılan tatlı su midyelerinin (*Unio crassus*) mevsimsel yağ asidi kompozisyonunun değişimi incelenmiştir. İki ilçe arasındaki 3 farklı istasyondan yılın tüm aylarında çamurdan çıkarıp eleme yöntemi ile örnekleme yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre doymuş yağ asitlerinden miristik (14:0), palmitik (16:0), stearik (18:0) ve araşidik (20:0) asitin seviyeleri ilkbahar ve yaz döneminde azalmakta buna karşın sonbahar ve kış döneminde artmaktadır. Doymamış yağ asitlerinden oleik (18:1n-9), linoleik (18:2n-6) ve araşidonik asit (20:4n-6) mevsimlere bağlı olarak birbirlerine paralel değişim gösterirken linolenik asit (18:3n-3) diğer doymamış yağ asitlerinin düşüşüne ve artışının aksine artış ve azalış göstermiştir. EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) oranlarında ise doymuş yağ asitlerinde olduğu gibi sonbahar-kış döneminde artış, ilkbahar-yaz aylarında ise azalış olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda tatlısu midyelerinin toplam ortalama yağ oranları %1.5 dolaylarında olduğu tespit edilmiştir. Yağ içeriklerinin ise; Araşidonik Asit, EPA ve DHA açısından zengin olduğu belirlenmiş ve insan sağlığı için esansiyel olan bu yağ asitleri yönünden değerli olduğu tespit edildiği için ekonomiye kazandırılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Tatlı Su Midyesi, *Unio crassus*, Yağ asidi

Determination of Seasonal Variation of Fatty Acid Composition of Water Mussels (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) from Aras River, Turkey

Abstract: In this study, seasonal variations in fatty acid composition of fresh water mussels (*Unio crassus*) located in Pasinler-Horasan district of the Aras River/Erzurum were investigated. Mussels were collected from 3 different stations monthly. The levels of saturated fatty acids, such as myristic acid (14:0), palmitic acid (16:0), stearic acid (18:0) and arachidic acid (20:0) were lower in spring and summer, than in autumn and winter. Oleic acid (18:1-9), linoleic acid (18:2n-6) and arachidonic acid (20:4n-6) exhibited similar trend except linolenic acid (18:3n-3). While the highest level of EPA (Eikosapentaenoic acid 20:5n-3) and DHA (dokosaheksaenoic acid 22:6n-3) was found in the autumn-winter period, their lowest levels were determined in the spring-summer. The total average fat content of freshwater mussels was about 1.5 %. The overall results suggest that Arachidonic Acid, EPA and DHA, which are essential for human health, these are pre-dominant fatty acids in fresh water mussels. As it is found to be valuable in terms of fatty acids, studies should be carried out to bring them into the economy.

Keywords: Freshwater mussels, *Unio crassus*, Fatty acids

Giriş

Sağlıklı beslenme kavramı gün geçtikçe popülerlik kazanmakta ve ülkeler bu hususta çeşitli politikalar geliştirmektedirler. Alternatif türlere yönelim ise bu politikaların başında gelmektedir. Kentleşmeyle birlikte çevre kirliliği ortaya çıkmış, endüstriyel atıklarla beraber kirlilik hızla artmıştır. Yirminci yüzyılın sonlarında, nüfus artışındaki yoğunluk artan çevre kirliliği ve beraberinde ekosistemin bozulması giderek çok daha ciddi duruma dönüşmüştür. Tüm bunlarla beraber ekosistemin büyük bir bölümünü oluşturan su ortamı ve burada yaşamını sürdüren sucul ürünlerin besin olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Nüfus artışıyla birlikte artan gıda ihtiyacını karşılamak üzere gıda endüstrisindeki gelişmeler tüketiciye çeşitlilik sunarken daha güvenli, kaliteli ve sağlıklı gıda üretiminin zorunluluğunu da doğurmaktadır. FAO verilerine göre birçok bilim adamı 2050 yılında gıda talebinin gıda arzını geçeceği öngörüsünde bulunmuşlardır (Koç 2012). Su ürünleri proteince zengin değerli bir gıda maddesi (Baygar ve ark. 2002) olup özellikle son yıllarda tüketicinin daha kaliteli et, kolay sindirim, arzu edilen diyetetik özellik gibi beklentilerine cevap vermesi açısından balık ve balıkçılık ürünlerine olan ilginin giderek artmasına sebep olmuştur (Embarek 1994). Su ürünleri sektöründe yoğun üretime bağlı

biyotik ve abiyotik ajanların sucul ortamda giderek yoğunlaşması ile meydana gelen kirlilik sonucunda zararlı kimyasal maddeler su canlılarının bünyesine yerleşmekte ve insan sağlığı için risk oluşturabilmektedirler.

Türünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olması nedeni ile *Unio crassus* kırmızı listededir ve tatlısular için önemli indikatör türler arasındadır. Bu türün koruma altına alınması ve üretilmesi bu canlının yaşadığı bölgenin ekolojik hayatı açısından önem arz etmektedir. Deniz midyelerine göre daha az kirliliğe maruz olmaları nedeni ile tüketim için tercih sebebi olabilir. Amacımız; bu türün biyolojisi ve fizyolojisi hakkında fikir sahibi olmak için yağ asidi profilinin de araştırılmasıdır. Ayrıca hızlı üreyen ve büyüyen bu türün üretimi için gerekli şartların araştırılmasıdır. Bu bağlamda Aras Nehri'nden toplanan ve kırmızı listede yer alan midyeler (*Unio crassus*) belirlenen üç istasyondan aylık periyotlar halinde toplanarak yıllık yağ asidi profili incelenmiştir.

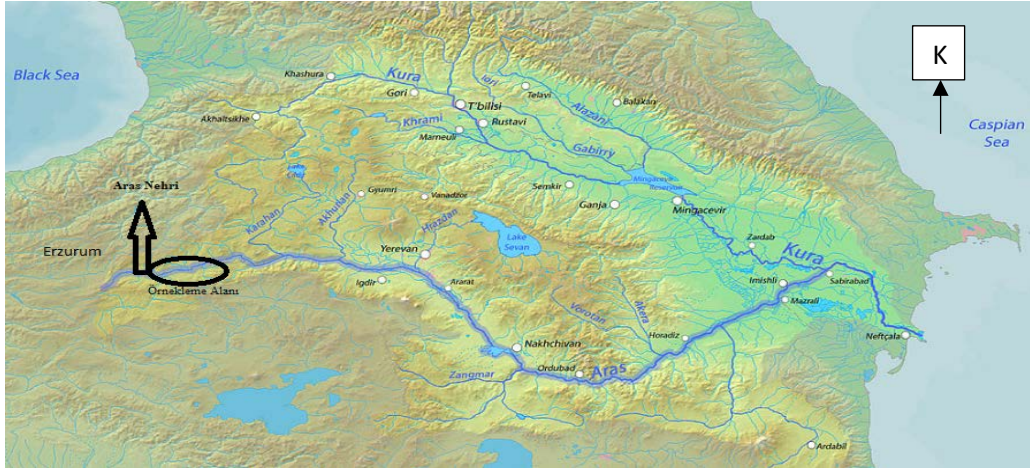
Günümüzde artan nüfus ve sanayileşmenin etkisiyle çok sayıda kimyasal maddenin kullanılmak üzere piyasaya sürüldüğü bilinmektedir. Bu kimyasalların hem çevre hem de insan sağlığını tehlikeye soktuğu aşikârdır. Bilinçsizce kullanılan bu kimyasallar, kullanım alanlarının dışına çıkarak ulaştıkları tüm canlı yapıları etkilemektedir. Bu kimyasal maddeler, etki alanları ve sonuçları ile toksikoloji biliminin temelini oluşturur. Bu maddeler arasında yaygın olarak kullanılan pestisitler çevre kirliliği ve sağlık açısından önem taşımaktadır. Uzun süre çevrede biriken herbisitler, mutajen, teratojen ve daha önemlisi kanserojen etki oluşturabilirler. Kullanım alanlarının çok geniş olması sebebiyle herbisitlerin çevreye ve canlılara zararlı etkileri gün geçtikçe artmaktadır. Pestisitlerin toksik etkisi doğrudan belirli bir organizmayı etkilemediği için pestisitler diğer toksik materyallerden ayrı bir sınıfta tutulur (Siemering ve ark. 2005). Midyeler de diğer su canlıları gibi, akuatik çevrenin koşullarını ve değişimini belirlemede biyoindikatör olarak kullanılabilirler. Bu nedenle, ekosistemdeki değişimlere bağlı olarak sucul canlıların çeşitli seviyelerde bu değişimlere gösterdiği tepkilerin derecelerinin ve şeklinin bilinmesi gerekmektedir.

Biyoindikatör özelliklerinin yanı sıra midyeler içerdikleri makro ve mikro besin elementleri bakımından son yıllarda artan beslenme bilincinin ihtiyaç duyduğu bileşenleri karşılayabilecek yapıdadır. İhtiva ettiği çoklu doymamış yağ asitleri bakımından başta koroner hastalıklar (Dyerberg ve ark. 1975) olmak üzere mental gelişimde dahil olmak üzere birçok sağlık sorununun giderilmesinde ihtiyaç duyulan n-3 yağ asitlerini ihtiva etmektedir (Dyerberg ve ark. 1979). Midyelerin bu özelliklere sahip olması sonucu bu çalışmada bölgemizdeki midyelerin lipid içeriği ve yağ asidi kompozisyonunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu araştırma Aras Nehri'nden toplanan tatlısu midyelerinin yağ asidi profilinin araştırıldığı ilk çalışmadır.

Materyal ve Yöntem

Doğu Anadolu Bölgesinde Erzurum ili sınırları içinde, Bingöl Dağından doğan Aras Nehri'nin kaynağı Erzurum şehir merkezine yaklaşık 40 km mesafededir. Türkiye toprakları içindeki uzunluğu 435 km olan Aras nehri, Türkiye topraklarından çıktıktan sonra da sınır boyunca akar ve sonrasında Hazar Denizi'ne dökülür. İlk kaynağından denize döküldüğü noktaya kadar uzunluğu ise 920 km'dir.

Erzurum ili sınırları içerisinde bulunan ve Pasinler-Horasan ilçeleri arasından geçen (40.013163, 42.000133 - 40.022273, 42.115932 Kuzey/Doğu) (Şekil 1) Aras Nehri'nin 3 farklı bölgesinden metal çerçeveli kepçeler ve kürekler kullanılarak örneklemeler yapılmıştır. Kasık çizmeleri yardımı ile suya girilip dip çamurdan kütleler alınıp sonrasında süzülerek midyeler toplanmıştır. Midyelerin genel olarak nehrin güneye bakan ve kumlu-çamurlu bölgelerinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Aras Nehri'nden örnekleme yapılan alanın haritası.

Aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucu farklı boy ve ağırlıkta yaklaşık 100 midye toplanmıştır. Midyeler kendi bölgesinden alınan çamur ve su örneği ile birlikte laboratuvara getirilmiş ve +4°C’de muhafaza edilmiştir. Midye örnekleri, analizler için uzun süreli muhafaza amacıyla -20 °C’de saklanmıştır.

Araştırdığımız tatlısu midyesinin taksonomisi şöyledir

Kingdom: Animalia

Subkingdom: Eumetazoa

Phylum: Mollusca

Class: Bivalvia

Subclass: Eulamellibranchia

Superorder: Palaeoheterodonta

Order: Unionoida

Superfamily: Unionoidea

Family: Unionidae

Genus: Unio

Species: *Unio crassus*, Philipsson, 1788.

Toplanan midye örneklerinden toplam yağ ekstrakte edilmesi işlemi Folch metoduna göre yapılmıştır (Folch ve ark. 1957). Toplam yağ oranı belirlendikten sonra, Metcalfe ve Schmitc’e göre metil esterleri (FAME) hazırlanıp viallere aktarılmıştır (Metcalfe ve Schmitc 1961). Hazırlanan vialler gaz kromatografisinden (GC; Marka: Agilent, Model:6890) geçirilerek yağ asitleri analiz edilmiştir. Numunelerin yağ ekstraksiyon işlemi Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

Toplam yağ ekstraksiyonu amacıyla ~1.5 g ağırlığındaki numuneler 70 mL’lik cam tüplere aktarılmış ve üzerlerine 20 mL %0.01 (w/v) butylated hydroxytoluen içeren kloroform/methanol (2:1 v/v) karışımından eklenerek parçalanmıştır. Ardından vakum pompası vasıtasıyla filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Numunelerin %2’si kadar MgCl₂·6H₂O eklenmiştir. Numune bulunan cam tüpler 1 dakika boyunca tüp içerisindeki havanın uzaklaştırılması amacıyla nitrojen gazı ile doldurularak kapakları kapatılmıştır. Daha sonra 1 dakika boyunca vortekslenildikten sonra tekrar nitrojen gazı ile doldurulmuş ve sonrasında oda sıcaklığında ve ışık almayan ortamda bir gün süreyle faz oluşumu için saklanmıştır. Sürenin sonunda oluşan alt faz pastör pipeti ile alınarak temiz ve kuru cam tüpe aktarılmıştır. İçlerine bir miktar kloroform eklenen tüpler azot evaporatör sistemine yerleştirilerek ısıtmaya ve azot gazına tabi tutulmuştur. Kloroform ve çözücülerin bir miktar uçurulmasından sonra kalan numuneler daraları alınıp kaydedilen 10 mL’lik cam deney tüplerine aktarılıp evaporasyona devam edilmiştir. Çözücülerin tamamen uçmasının ardından belirli aralıklarla tüpler tartılarak kaydedilmiştir. Ağırlıklar sabitleninceye kadar tartımlar devam ettirilerek tüplerdeki yağ miktarları gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Numunelerden saf olarak elde edilmiş olan yağlara 2 M NaOH çözeltisinden 1.5 mL eklenip azot altında kapakları sıkıca kapatılmıştır. Tüplerin içlerine nitrojen gazı doldurulduktan sonra kapakları sıkıca kapatılıp, 80 °C ısıtılmış olan etüvde 1 saat süre ile tutularak içerisindeki yağların sabunlaşması sağlanmıştır. 1 saatlik sürenin sonunda oda sıcaklığında soğutulan örnekler %14’lük BF₃ (Borotrifluoride methanol)’den 2 mL eklenip tekrar nitrojen gazı doldurulup 80 °C’de yarım saat daha bekletilmiştir. Sonra örnekler tekrar oda sıcaklığına alınarak soğumaya bırakılmış ve 1/1 mL hekzan-saf su eklenerek vorteklenmiştir. Son olarak bir kere daha tüplere hekzan eklenerek üstte oluşan faz pastör pipetiyle alınarak içerisinde sodyum sülfat (Na₂SO₄) bulunan yeni cam deney tüplerine aktarılmıştır. Toplanan hekzan tabakası 2 mL’lik GC viallerine aktarılıp nitrojen gazı ile doldurularak kapakları kapatılmıştır (Metcalfe ve Schmitz 1961). Hazırlanan vialler yağ asitlerinin tespit edilmesi için gaz kromatografi (GC) cihazına yerleştirilmiştir. Hazırlanan numuneler 100’lü otomatik örnek tablasına yerleştirilerek gaz kromatografisinde (GC/MS) yürütülmüştür. Supelco Component FAME Mix standartının yürütüldüğü sistemde pikler çıkış zamanlarına göre yağ asitleri ile eşleştirilerek kalibre edilmiş ve kromatogramlarda % alan olarak gösterilen değerler sonuç olarak alınmıştır.

İstatistik Analiz

Elde edilen veriler, $\bar{x} \pm \text{stdsp}$ şeklinde verilmiştir (n:3). Aylar arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önem testi için ‘One Way Anova’ ve ‘Duncan’ testi uygulanmıştır. Önem derecesi p<0.05 olarak kullanılmıştır. Analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

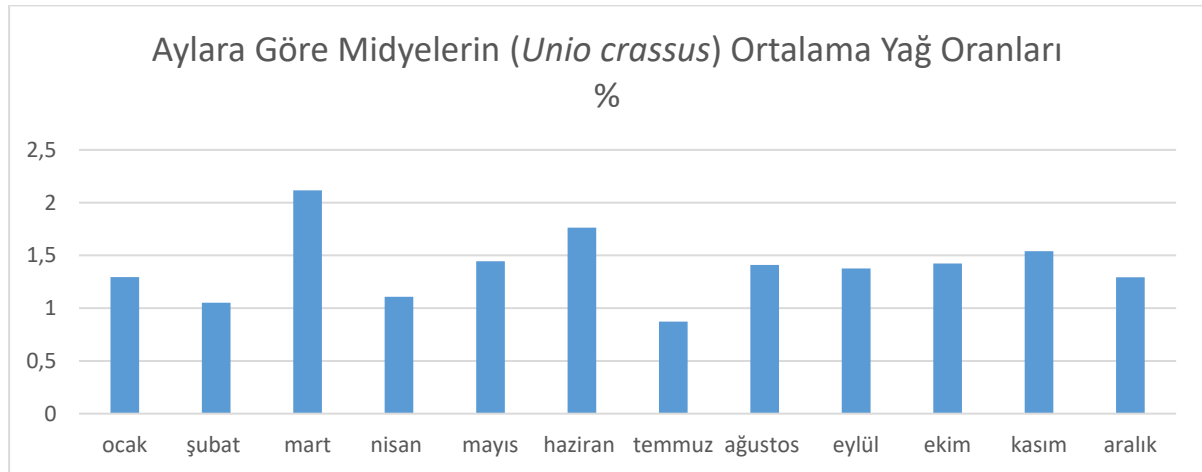
Kırmızı listede yer alan midye türü olan *Unio crassus* ülkemiz sularında doğal olarak yaşamakta ve varlığını sürdürmektedir. Ortalama yağ oranları %1.5 civarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Yağ içerikleri ise; Araşidonik Asit, EPA ve DHA açısından zengin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). İnsanlar için günlük alınması gereken $\sum n3$ miktarı düşünülürse mevsimlere bağlı olarak değişmekle beraber 80 gram midye eti tüketilmesi yeterli olacaktır (Tufan ve ark. 2011). Ülkemiz akarsularında kendiliğinden var olan yerel halk tarafından tüketilmeyen bu tür için gerekli girişimler yapılarak hem ekonomiye kazandırılması hem de yetiştiriciliğinin yapılarak endüstride kullanılması

olasıdır. Midyelerin yağ içerikleri aylara göre değişmekte olduğu görülüp, bunun suyun taşıdığı besin madde içeriği ve yağış rejimi ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca keskin değişimin olduğu yaz aylarında ise gonad gelişimi ve yumurtlamanın meydana geldiği literatür taramalarından anlaşılmaktadır.

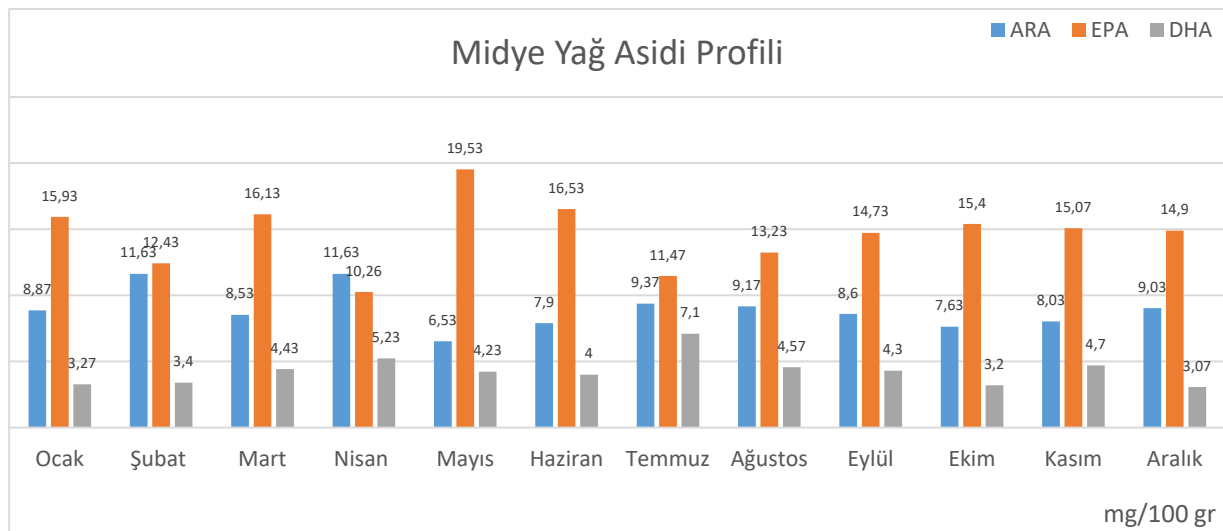
Midye, çeşitli ülkelerde avcılığı ve yetiştiriciliği yaygın olarak yürütülen su ürünleri faaliyetlerindedir. Ülkemizde ise kabuklu ve yumuşakçalara ait su canlılarının tüketim alışkanlığı fazla değildir. Bununla birlikte azda olsa deniz midyesi olarak Ege Bölgesi başta olmak üzere, Marmara, Karadeniz ve Batı Akdeniz Bölgesi'nde tüketim olduğu görülmektedir. Tatlı su midyesi tüketimi ise azda olsa yapılmaktadır (Şereflişan 2003).

Koral ve Süleyman (2017), yaptıkları araştırmada Karadeniz'deki kara midyenin yağ asidi kompozisyonunu araştırmış ve midyenin oldukça değerli bir besin kaynağı olduğunu ve yağ asidi profilinin dikkate değer niteliklere sahip olduklarını bildirmişlerdir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Unionidae familyasına ait 4 farklı tatlısu midyesinin yağ asidi profilinin araştırıldığı çalışma da bizim sonuçlarımız ile mevsimsel bazda artış ve azalış şeklinde benzerlik göstermektedir (Ekin ve ark. 2011).

Sucul canlıların özellikle Uzakdoğu ülkelerinde sevilerek tüketildiği ve her türünün avcılığı ve yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Dünya'da artan besin madde ihtiyacını karşılamak için yapılan çalışmalarda kara tarımının yanı sıra su ürünleri yetiştiriciliği azımsanmayacak düzeydedir. Ülkemizde ise biyolojik çeşitliliğin bu denli fazla olması araştırmaların çeşitlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Kırmızı listede yer alan ve nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan tatlı su midyesi ülkemizde yetişmekte ve araştırmalar yapılmaktadır. Çizelge 1 de görüldüğü gibi midyelerin yağ asidi profili 14 ve 16 karbonlu yağ asitlerinin yanı sıra Araşidonik asit, EPA ve DHA yönünden de zengindir. Bu türün biyolojilerinin daha iyi bilinmesi sayesinde yetiştiriciliğinin de yapılması ile ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğine ve su ürünleri endüstrisine katkı sağlanması mümkündür.



Şekil 2. Toplam ortalama yağ asidi oranları.



Şekil 3. Araşidonik asit, EPA ve DHA değerleri.

Cizelge 1. Midyelerin aylara göre yüzde yağ asidi miktarları (mg/100g)

Aylar	14:00	15:00	16:00	16:01	17:00	17:01	18:00	18:1n-9	18:1n-7	18:2n-6	20:00
Ocak	38.71±5.29 ^b	3.49±2.57 ^a	8.16±3.12 ^a	4.28±2.28	6.40±2.36 ^a	0.78±1.10 ^b	3.91±0.69 ^b	3.15±0.94 ^a	1.63±0.67 ^b	2.72±0.85 ^a	2.75±0.20 ^a
Şubat	29.58±2.39 ^b	5.65±2.35 ^a	4.21±2.72 ^b	3.81±2.06 ^a	3.60±2.64 ^a	1.75±0.22 ^a	3.92±1.52 ^b	3.52±1.82 ^a	2.28±0.91 ^b	2.80±1.14 ^a	5.36±1.99 ^a
Mart	35.24±4.25 ^b	3.69±2.66 ^a	11.26±1.21 ^a	4.03±0.80 ^a	2.27±0.48 ^a	1.71±0.37 ^a	5.72±1.41 ^a	2.50±0.22 ^a	3.28±0.68 ^b	3.59±0.25 ^a	1.72±0.99 ^a
Nisan	22.23±2.44 ^b	7.29±1.38 ^a	3.62±0.75 ^b	1.98±0.50 ^b	2.78±2.08 ^a	1.57±0.24 ^a	2.66±0.40 ^c	2.01±0.52 ^a	2.96±1.68 ^b	1.74±0.31 ^a	3.42±1.88 ^a
Mayıs	32.83±13.49 ^b	5.77±3.10 ^a	9.56±4.16 ^a	5.81±2.15 ^a	4.87±3.63 ^a	2.60±0.32 ^a	7.24±2.49 ^a	4.08±1.62 ^a	2.59±6.64 ^b	3.72±1.08 ^a	3.97±3.31 ^a
Haziran	18.60±6.95 ^c	5.20±2.50 ^a	6.40±1.02 ^a	3.16±0.20 ^a	1.67±0.34 ^a	2.09±0.52 ^a	3.86±0.66 ^b	1.90±0.55 ^a	2.46±0.69 ^b	1.67±0.06 ^a	2.98±1.78 ^a
Temmuz	19.14±6.84 ^c	2.24±0.29 ^a	2.29±1.19 ^c	2.07±0.50 ^b	1.57±0.29 ^b	1.28±0.17 ^a	3.53±0.92 ^b	1.81±0.45 ^a	6.67±3.15 ^a	2.37±0.34 ^a	4.56±2.20 ^a
Ağustos	14.13±2.12 ^d	1.35±0.24 ^b	5.62±4.12 ^a	5.44±1.19 ^a	2.05±0.36 ^a	3.79±2.18 ^a	4.14±1.14 ^b	2.21±0.64 ^a	2.20±0.03 ^b	3.00±0.87 ^a	3.31±2.57 ^a
Eylül	31.79±9.03 ^b	4.02±2.43 ^a	7.09±3.46 ^a	3.73±0.50 ^a	6.93±3.53 ^a	3.35±2.69 ^a	4.61±0.76 ^a	2.96±0.58 ^a	1.60±0.31 ^b	4.38±2.60 ^a	2.27±0.51 ^a
Ekim	38.30±1.47 ^b	4.51±3.23 ^a	8.93±1.27 ^a	4.31±0.77 ^a	5.67±2.93 ^a	2.67±0.68 ^a	5.60±0.19 ^a	3.22±0.17 ^a	2.51±0.88 ^b	2.52±0.61 ^a	2.94±1.50 ^a
Kasım	66.02±16.10 ^a	4.02±2.27 ^a	7.83±3.74 ^a	3.55±2.34 ^a	3.31±2.59 ^a	2.19±0.53 ^a	5.98±2.07 ^a	3.07±1.86 ^a	2.74±1.07 ^b	3.20±2.15 ^a	2.39±0.82 ^a
Aralık	17.86±6.54 ^c	1.71±0.82 ^b	12.59±7.61 ^a	7.04±3.28 ^a	2.21±0.64 ^a	1.22±0.15 ^a	5.08±0.0 ^a	4.32±1.88 ^a	3.07±1.41 ^b	4.07±0.17 ^a	4.17±2.02 ^a
	18:3n-3	20:1n-9	20:2n-6	20:4n-6	20:3n-3	20:5n-3	24:1n-9	22:6n-3	∑n3	∑n6	n3/n6
Ocak	7.12±1.81 ^a	2.77±0.59 ^a	3.20±0.44 ^a	4.97±1.29 ^a	3.01±1.60 ^a	9.25±3.22 ^a	3.59±1.94 ^a	2.00±0.99 ^a	21.37±4.43 ^a	10.89±1.30 ^a	1.96±3.36 ^b
Şubat	7.18±3.00 ^a	2.03±0.78 ^b	2.20±1.34 ^a	2.59±0.60 ^b	4.57±2.58 ^a	5.19±2.05 ^b	3.30±2.19 ^a	4.45±3.62 ^a	21.40±1.62 ^a	7.59±2.55 ^b	3.11±0.95 ^a
Mart	4.47±3.58 ^a	4.54±0.35 ^a	2.21±0.25 ^a	5.62±1.95 ^a	2.59±0.96 ^a	10.92±0.96 ^a	2.37±1.26 ^a	2.76±0.88 ^a	20.74±2.74 ^a	11.42±1.62 ^a	1.84±0.24 ^b
Nisan	1.66±0.70 ^b	1.38±0.15 ^c	3.50±2.30 ^a	3.75±1.00 ^a	3.91±1.71 ^a	4.08±0.13 ^b	3.70±2.10 ^a	4.17±3.40 ^a	13.81±3.41 ^a	8.99±2.49 ^b	1.66±0.66 ^b
Mayıs	2.34±1.01 ^b	3.33±1.43 ^a	4.40±2.45 ^a	5.47±1.88 ^a	2.56±0.55 ^a	14.17±5.58 ^a	3.25±1.68 ^a	2.17±0.55 ^a	21.24±6.23 ^a	13.59±3.92 ^a	1.56±0.10 ^b
Haziran	2.38±0.79 ^b	2.82±0.55 ^a	6.31±0.95 ^a	3.77±0.70 ^a	3.80±2.62 ^a	6.47±0.73 ^a	2.71±0.42 ^a	3.74±2.81 ^a	16.39±5.32 ^a	11.75±0.52 ^a	1.40±0.44 ^b
Temmuz	2.10±0.58 ^b	3.28±1.58 ^a	6.15±2.68 ^a	4.78±2.87 ^a	2.70±0.37 ^a	4.26±1.48 ^b	4.93±3.53 ^a	3.18±1.55 ^a	12.25±1.00 ^a	13.31±2.24 ^a	0.95±0.17 ^c
Ağustos	2.65±1.00 ^b	2.34±0.91 ^b	2.54±0.78 ^a	5.49±1.97 ^a	2.16±0.33 ^a	5.55±3.80 ^a	2.22±0.44 ^a	2.86±0.57 ^a	13.22±4.59 ^a	11.02±2.61 ^a	1.17±0.13 ^c
Eylül	1.59±0.42 ^b	2.87±0.53 ^a	3.26±0.67 ^a	4.51±0.48 ^a	4.83±3.29 ^a	7.64±2.17 ^a	3.30±0.90 ^a	2.61±1.13 ^a	16.67±3.72 ^a	12.14±2.59 ^a	1.48±0.61 ^b
Ekim	3.78±1.95 ^a	2.21±0.46 ^b	2.47±0.83 ^a	4.58±0.43 ^a	5.97±1.90 ^a	9.94±2.47 ^a	4.00±3.60 ^a	2.60±1.06 ^a	22.28±5.18 ^a	9.57±1.73 ^b	2.49±0.92 ^a
Kasım	2.86±1.02 ^b	3.07±0.73 ^a	2.86±0.97 ^a	6.12±0.77 ^a	3.38±0.49 ^a	10.64±3.52 ^a	4.50±2.26 ^a	4.59±2.94 ^a	21.47±2.06 ^a	12.18±3.61 ^a	1.87±0.37 ^b
Aralık	1.27±0.05 ^b	5.53±3.26 ^a	4.69±3.25 ^a	7.87±4.26 ^a	3.45±1.31 ^a	14.35±8.64 ^a	2.66±2.00 ^a	3.83±0.79 ^a	22.89±8.11 ^a	16.63±3.03 ^a	1.34±0.34 ^b

Kaynaklar

- Baygar T. Erkan N. Metin S. Özden Ö. Varlık C (2002). Soğukta depolanan alabalık raf ömrünün belirlenmesi. *Türk Vet A Sci.* 26:577-580.
- Dyerberg J. Bana HC and Njorne N (1975). Fatty acids composition of the plasm lipids in Greenland Eskimos. *Am J Clin Nutr.* 28. 958- 966.
- Dyerberg J and Bang HO (1979). Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids. *Lancet.* II. 433-434.
- Ekin İ. Başhan M. Şeşen R (2011). A comparison of the fatty acid composition of the phospholipid and neutral lipid of *Unio elongatulus* (Bourguignat. 1860) (Bivalvia: Unionidae) mussels from 4 different localities in southeastern Anatolia. Turkey. *Turk J Zool* 35(6) 837-849.
- Embarek Ben (1994). Precense detection and growth of *Listeria monocytogenes* in seafoods: Review. *Int. J. Food Microbiology.* 23:17-34.
- Folch J. Lees M. Sloane-Stanley GH (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
- Koç A (2012). Dünya Gıda Krizi ve Gıda Fiyatlarında Oynaklığın Sürdürülebilir Kalkınma ve Yoksulluk Etkileri: Küresel ve Ulusal Politika Tepkileri. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 5-7 Eylül 2012 Konya.
- Koral S ve Süleyman B (2017). Doğu Karadenizdeki Kara Midyenin (*Mytilus galloprovincialis*) Amino Asit ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni.* 1:17-28.
- Metcalf and AA Schmitz. *Anal. Chem.* (1961). 33 (3). pp 363–364. DOI: 10.1021/ac60171a016. Publication Date: March 1961. ACS Legacy Archive.
- Sereflisan H O (2003). Gölbaşı Gölü (Hatay)' nde bulunan *Unio terminalis delicatus*' un üreme biyolojisi ve yetistiricilik potansiyelinin araştırılması. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Siemering G. David N. Hay J. Franz A (2005). Aquatic Pesticides Monitoring Program Literature Review". San Francisco Estuary Institute. California. 10-20. 35-45.
- Tufan B. Koral S. Köse S (2011). Changes during fishing season in the fat content and fatty acid profile of edible muscle. liver and gonads of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught in the Turkish Black Sea. *International Journal of Food Science & Tech.* 46(4):800 – 810.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Bazı Sırik Fasulye Genotiplerinin Bakla Özellikleri ve Bakla Kalitesi Yönünden Varyasyonun Değerlendirilmesi

Nur KOBAL BEKAR^{1*}, Necdettin SAĞLAM², Ahmet BALKAYA³

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

*e-posta: nur.kobalbekar@tarimorman.gov.tr; Tel: +90 (362) 256 0514 / 2022; Fax: +90 (362) 256 0516

Öz: Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) protein, vitamin, diyet lif ve mineral maddeler yönünden zengin, kalorisi oldukça düşük olan ve dengeli beslenmede önemli bir yeri bulunan bir sebze türüdür. Taze fasulye yetiştiriciliğinde, kullanılan çeşitlere bağlı olarak bakla kalitesi yönünden belirgin düzeylerde fenotipik farklılıklar bulunmaktadır. Bu araştırma ile ülkemizin farklı lokasyonlarından toplanan taze fasulye gen kaynaklarının fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi ve elde edilen sonuçlara göre gelecekte fonksiyonel gıda olarak kalite ıslahı programlarının oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada, tip 3 formunda (sarılıcı), fasulye mozaik virüsüne (BCMV) dayanıklı ve verim kriterleri yönünden öne çıkmış olan 20 adet nitelikli taze fasulye genotipi yer almıştır. Taze fasulye hatlarına ait baklalarda fiziksel özellikler ve kimyasal özellikler incelenmiştir. Araştırma sonucunda; taze fasulye genotiplerinin bakla uzunluğu, bakla genişliği, bakla kalınlığı, bakla rengi, yüzeyi ve parlaklık yönünden yüksek düzeyde fenotipik çeşitlilik gösterdikleri belirlenmiştir. Temel Bileşen Analizi (TBA) sonuçlarına göre, toplam varyasyonun %75.44 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, fasulye genotiplerinin bakla kalite özellikleri yönünden yüksek oranda genetik varyabiliteye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, verilere Cluster (küme) analizi de uygulanmış ve taze fasulye genotiplerinin iki grup ve 5 alt grup içerisinde kümelendiği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, gelecekte taze fasulyenin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi ve bakla kalite özellikleri yönünden oluşan varyasyondan yararlanılarak bakla kalitesi yönünden üstün özelliklere sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi yönünden büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Genotip, Fonksiyonel gıda, Kalite, Taze fasulye

Evaluation of Variation of in terms of Pod Quality and Pod Traits of Some Snap Bean Genotypes

Abstract: Green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a type of vegetable that have an important place in a balanced diet with the low calories and rich content of protein, vitamins, dietary fibre and mineral substances. Depending on the varieties used in the cultivation of green beans, there are significant differences in terms of pod quality. The aim of this study is to evaluate the physical and chemical quality characteristics of fresh bean gene sources collected from different locations in Turkey and to establish quality breeding programs as functional food in the future according to the results. In the study, 20 qualified green bean genotypes which are type 3 form (pole), resistant to bean common mosaic virus (BCMV) and prominent with their yield used as material. Physical and chemical properties and quality elements were examined in the pole green beans. As a result of the study, it has been determined that the green bean genotypes exhibit significant phenotypic variation in terms of pod length, pod width, pod thickness, pod colour, surface and brightness. According to the Principle Component Analysis (PCA), results based on sixteen variables, the total variation was determined as 75.44%. This result shows that green bean genotypes have a high genetic variability in terms of pod quality characteristics. Cluster analysis was also applied to the data and it was determined that bean genotypes were clustered in two groups and 5 subgroups. The results of the study are of great importance in terms of developing new varieties with superior properties in terms of quality of the pods by utilizing the variation of beans as functional food in the future and the variation in pod quality characteristics.

Keywords: Genotype, Functional food, Quality, Snap bean

Giriş

Taze fasulye dünya üretiminde; 18 692 188 tonluk üretim ile Çin ilk sırada yer alırken, Türkiye 651 094 tonluk üretim miktarı ile dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2016). Ülkemiz, taze fasulye yetiştiriciliğinde önemli bir üretici ülke konumundadır. Taze fasulye üretiminin % 31'i Karadeniz Bölgesi, % 21'i Akdeniz Bölgesi ve % 17'si ise Ege Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir. Orta Karadeniz Bölgesi, açıkta taze fasulye yetiştiriciliğinin en yaygın olduğu

bölgedir. Ülkemizde taze fasulye üretimi iller bazında incelendiğinde; Samsun ili, 83 504 tonluk üretim değeriyle ilk sırada yer almaktadır (Anonim 2017).

Kalite; tüketicilerin ihtiyaç, istek ve beklentilerine uygun olma derecesini ifade etmektedir (Balkaya ve Özcan 1997). Sebzelere kalite özellikleri ise; görünüm (irilik, şekil, renk, dış kusur), tekstür, organoleptik özellikler (tat ve aroma) ve fonksiyonel özellikler (fenolik bileşikler ve mineraller, vitaminler, karotenoidler) şeklinde sınıflandırılmaktadır (Leonardi ve ark. 2017; Karaağaç ve ark. 2018). İnsan beslenmesinde önemli bir yeri bulunan taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.); protein, vitamin, diyet lif ve mineral maddeler açısından zengin ama aynı zamanda kalorisi oldukça düşük olan ve doymuş yağlar içermeyen bir sebze türüdür (Kaçar ve ark. 2004; Miklas ve ark. 2006; Kıpçak ve Erdinç 2016).

Çeşit ıslahı ve tohum üretimi konusunda çalışan firmalar, bitki ıslah programlarında ticari kaygıdan dolayı, verim ve dayanıklılık unsurlarını ön planda tutmuşlar, tat, aroma, besin içeriği gibi kalite kriterlerini ise genellikle göz ardı etmişlerdir (Karaağaç ve ark. 2018). Son yıllarda, verimli ancak lezzetli olmayan ve besin değeri düşük ticari çeşitlere karşı, tüketiciler tarafından önemli düzeylerde olumsuz tepkiler oluştuğu görülmektedir. Bunun sonucunda tüketiciler tarafından; daha kaliteli, antioksidan ve vitamin içeriği yüksek fonksiyonel özelliklere sahip sebze tür ve çeşitleri talep edilmeye başlanmıştır. Ülkemizde yerel pazarlarda veya marketlerde besin içeriği yüksek ve pişme kalitesi yönünden üstün niteliklere sahip taze fasulye çeşitlerine olan rağbet gün geçtikçe daha fazla artmaya başlamıştır.

Morfolojik varyasyonlar, çeşit ıslah programlarının oluşturulmasında büyük bir öneme sahiptir. Çünkü yetiştirilen türler içerisindeki mevcut varyasyonların bilinmesi ve bu varyasyonun dağılımları ıslah programlarının etkin bir şekilde uygulanması yönünden çok önemlidir (Bliss 1981; Balkaya ve ark. 2010). Kantitatif bir özelliğin genetik yönden değerlendirilmesinde oluşan varyasyon, sebze ıslahı açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu varyasyonların birbirleriyle olan kısmi büyüklükleri, mevcut populasyonun genetik özelliklerinin tanımlanmasında yardımcı olmaktadır (Yıldırım 1985; Balkaya ve ark. 2010). Ülkemizde taze fasulye türünde farklı araştırmacılar tarafından bakla özellikleri açısından çeşitlere ait morfolojik tanımlamalar yapılmış ve mevcut morfolojik varyasyonlar ile dağılımları ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur (Ekinci 1939; Çiftçi ve Şehirli 1984; Zeytun 1988; Apan 1988; Türkeş 1990; Baş ve ark. 1991; Önder ve Sade 1996; Balkaya 1999; Balkaya ve Yanmaz 2003; Madakbaş ve ark. 2006; Ekincialp ve Şensoy 2013).

Taze fasulyede yaklaşık iki yüz yıldır gerek çiftçi elinde seleksiyon yapılması ve gerekse de farklı tiplerin farklı ekolojik koşullara uyum sağlaması, birincil gen merkezi olmayan ülkemizi zengin çeşitlilikte bir fasulye germplasma kavuşturmuştur (Balkaya 1999). Ülkemizde mevcut taze fasulye genetik kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik olarak, seleksiyon ıslahı ile yoluyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, bu araştırmalarda bakla kalitesi yönünden detaylı incelemeler yapılmamıştır. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından “Taze Fasulyede Nitelikli Hat ve Çeşitlerin Geliştirilmesi” adlı proje 2002 yılında başlamış ve günümüzde devam etmektedir. Söz konusu çeşit ıslah projesi kapsamında morfolojik karakterizasyon, melezleme, erkencilik ve verim özellikleri yönünden seleksiyon ıslahı çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar sonucunda; Zeynebim, Karabacak ve Seher Yıldızı isimli bodur taze fasulye çeşitleri standart tohumluk kaydına alınmıştır (Anonim, 2018). Bu çalışmanın genetik materyallerini; söz konusu projenin gen havuzunda yer alan ve tip 3 formunda bulunan, fasulye virtüsüne (BCMV) dayanıklılık ve verim kriterleri yönünden ön plana çıkmış 20 adet nitelikli genotip oluşturmuştur. Bu çalışmada, gen havuzunda yer alan nitelikli taze fasulye genotiplerinin fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özellikleri yönünden incelenmesi ve bakla kalite özellikleri yönünden öne çıkan genotiplerin “taze fasulye genotiplerinde bakla kalite ıslahı” programlarında değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın başlangıç materyalini, 2002 yılında başlayan ve halen devam etmekte olan, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen “Taze Fasulyede Nitelikli Hat ve Çeşitlerin Geliştirilmesi” adlı projenin gen havuzunda yer alan nitelikli hatlar oluşturmuştur. Denemede kullanılan MS1, MS2, MS3, MS4, MS5, MS6, MS7, MS8 ve MS9 sırk taze fasulye hatları melezleme ıslahı ile elde edilmiş olup, F6 kademesinde ve Romano (hafif enli ve yassı) tipindedir. ÇB2, ÇB3, ÇB7, ÇB 9, ÇB16, A4, A5, A7, A34, A35 ve A36 hatları popülasyon ıslahı ile elde edilmiş olup, S4 kademesinde ve ülkemizde tüketiciler tarafından kalite özellikleri yönünden tercih edilen “Ayşe kadın” formundadır. Çalışmada kontrol çeşitler olarak, taze fasulye üretiminin ülkemizde en fazla yapıldığı Çarşamba Ovası’nda en çok tercih edilen sırk formu Perolar, Fabienne ve Alman Ayşe-6 taze fasulye çeşitleri kullanılmıştır.

Bu çalışma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne ait plastik serada 2015 yılı Mart-Temmuz ayları arasında yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak her parsel 3 sıralı ve 30 cm x 100 cm sıra üzeri - sıra arası mesafelerde her sıraya 20 adet tohum ekimleri yapılarak 17 Mart 2015 tarihinde kurulmuştur. Deneme süresince kültürel işlemler (sulama, gübreleme, çapalama, yabancı ot temizliği) düzenli olarak yapılmıştır. Hasatlar 8 Mayıs 2015 tarihinde başlamış ve periyodik olarak devam etmiştir.

Taze fasulye genotiplerinde incelenen kalite kriterleri

Çalışmada; bakla boyu, bakla eni, bakla kalınlığı, baklada eğrilik, baklada kılçık varlığı, bakla dokusu, bakla dış rengi ve parlaklığı, bakla eti sertliği gibi fiziksel özellikler ve suda çözünebilir kuru madde, protein, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri gibi kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Taze fasulye genotiplerinde incelenen bakla özellikleri

Bakla boyu (cm)	
Bakla eni (cm)	
Bakla kalınlığı (mm)	
Bakla eğrilik durumu	(1) Az ; (2) Orta ; (3) Fazla
Baklada kılçık varlığı	(1) Yok; (2) Var
Bakla yüzeyi	(1) Pürüzsüz ; (2) Orta; (3) Çok
Bakla eti sertliği (kg/cm ²)	Penetrometre yardımıyla belirlenmiştir.
Yeşil rengin yoğunluğu	Dijital renk ölçer ile belirlenmiştir.
Parlaklık	Dijital renk ölçer ile belirlenmiştir.
SÇKM (%)	El refrakrometresi ile belirlenmiştir
Protein (%)	Dumas metoduna göre VELP NDA 701 otomatik azot/protein cihazında belirlenmiştir
Lignin (%)	
NDF (%)	Bu analizler ANKOM cihazında Kutlu (2008)' de belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır
Hemiselüloz (%)	
Selüloz (%)	
ADF(%)	

Araştırma Sonuçlarına ait Verilerin Değerlendirilmesi

Taze fasulye genotiplerinde bakla özelliklerine ait verilerin değerlendirilmesi için istatistiksel analizler, SPSS (15.0 for windows) paket programında yapılmıştır. İncelenen özelliklere ait verilere, öncelikle varyans analizi uygulanmıştır. Popülasyon içerisinde istenen özellikleri ortaya koymak ve tanımlanan özelliklere göre popülasyonları gruplandırmak amacı ile Temel Bileşen Analizi uygulanarak (TBA) genotiplere ait varyans ve kümülatif varyans oranları ile faktör katsayıları belirlenmiştir (Balkaya ve ark. 2009). Daha sonra genotipler arasındaki benzerlik ve farklılıkları görmek amacıyla Ward metoduna göre Cluster (küme) analizi yapılarak "Gruplar arası benzerlik" dendrogramı oluşturulmuştur (Rohlf 1993; Balkaya ve ark. 2005; Balkaya ve Ergun 2008).

Bulgular ve Tartışma

Bakla özellikleri yönünden alınan veriler incelendiğinde; taze fasulye genotipleri arasında değişen düzeylerde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Fasulyede baklaların uzun ve enli olması arzu edilen bir özelliktir. Baklaların uzun ve enli olması ile verim arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Ortalama bakla boyu değerleri 11.25 cm (A4) ile 23.25 cm (MS3) arasında ve bakla eni değerleri ise 1.41 cm (ÇB3) ile 2.77 cm (Perolar) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Birçok araştırmacı; bakla eti kalınlığının genotiplere göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir (Balkaya ve Yanmaz 2003; Balkaya ve Demir, 2003; Madakbaş ve ark. 2004; Sağlam ve Balkaya 2013). Bu çalışmada Bakla kalınlığının 5.57 mm (Alman Ayşe 6) - 11.60 mm (Fabienne) arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Taze fasulyenin pazarlanmasında, baklaların dış görünüşleri oldukça önemli bir unsurdur. Tüketiciler taze fasulyede, baklasında eğrilik olmayan düz ve üniform yapıya sahip çeşitleri tercih etmektedir. İncelenen hat ve çeşitlere ait baklaların % 22'sinde (MS3, MS5, MS6, MS7, A4) fazla eğrilik, % 30'unda (MS2, MS8, MS9, ÇB2, A35, A36, Alman Ayşe 6) orta eğrilik ve % 48'inde (MS1, MS4, ÇB3, ÇB7, ÇB9, ÇB16, A5, A7, A34, Perolar, Fabienne) ise az düzeyde eğrilik olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). İncelenen taze fasulye hatlarının 4 tanesinde (MS6, MS7, MS8, MS9) ise kılçıklanma olduğu saptanmıştır. Kılçıklılık taze fasulyede istenilmeyen bir özelliktir ve ürünün piyasa değerini azaltmaktadır (Çizelge 2). Bakla dokusunun yüzey yapısı taze fasulyenin piyasa değerini artırmakta ve genelde renk, şekil ve hatta tat bakımından tüketici istekleri bölgeler arasında değişiklik göstermektedir (Yanmaz 2010). Bakla dokusu yönünden 16 genotipin (MS1, MS2, MS3, MS6, MS7, MS9, ÇB2, ÇB7, ÇB9, ÇB16, A5, A34, A36, Perolar, Fabienne) pürüzsüz, 4 genotipin (MS8, ÇB3, A7, Alman Ayşe 6) orta pürüzlü ve 3 genotipin (MS4, A4, A35) ise çok pürüzlü olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bakla renk yoğunluğu değerleri yönünden en düşük hatların MS9 ve MS1, en yüksek hatların ise rakamsal olarak ÇB16 ve A36 oldukları belirlenmiştir. Ayşe kadın tipindeki sırik taze fasulye genotiplerinde sayısal anlamda Romano tipindeki ıslah hatlarına ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlere göre yeşil renk yoğunluğunun daha fazla ve daha koyu oldukları görülmüştür. Tüketiciler, taze fasulye baklalarında yeşil ve koyu yeşil renk tonlarını daha fazla tercih etmektedirler. Bakla eti sertliği değerleri 0.73 kg/cm² (A4) ile 1.55 kg/cm² (MS3) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Bakla eti sertliği pişme süresini etkilemekte ve genotiplere göre belirgin düzeylerde değişiklik göstermektedir.

Çizelge 2. Taze fasulye genotiplerinde incelenen fiziksel özelliklere ait değerler

Hatlar	Bakla boyu (cm)	Bakla eni (cm)	Bakla Kalınlığı (mm)	Baklada eğrilik	Kılıçlılık	Bakla yüzeyi	Bakla eti sertliği (kg/cm ²)	Parlaklık	Yeşil renk yoğunluğu
A4	11.28 k	1.89 e-h	8.02 i-k	fazla	yok	çok	0.72 h ₁	34.84±1.37	117.06±0.61
A5	16.57gh	2.48bc	10.07 c-e	az	yok	pürüzsüz	0.76 h ₁	36.71±1.15	121.00±1.44
A7	16.24 h	2.27 cd	9.42 e-g	az	yok	orta	0.71 i	34.82±0.88	120.15±0.28
A34	23.49 a	1.47ij	10.52 b-d	az	yok	pürüzsüz	1.09 b-g	35.93±0.63	118.64±0.62
A35	19.93d-f	2.13 de	9.85 c-g	orta	yok	çok	1.31 a-c	36.49±1.06	118.61±0.70
A36	12.56 j	1.97ef	7.47 k	orta	yok	pürüzsüz	1.11 b-g	33.99±1.22	120.10±1.42
ÇB2	18.78 f	2.12 de	8.26 h-k	orta	yok	pürüzsüz	1.27 a-d	31.39±0.07	121.55±0.07
ÇB3	12.26 jk	2.09 de	9.54 d-g	az	yok	orta	0.73 h ₁	36.91±1.13	119.43±0.27
ÇB7	12.17jk	2.14 de	8.90 f-i	az	yok	pürüzsüz	1.09 b-g	33.71±1.46	111.09±1.33
ÇB9	11.79jk	1.62 h-j	7.89 jk	az	yok	pürüzsüz	1.09 b-g	16.11±1.33	127.91±0.28
ÇB16	13.81 i	1.41 j	10.20 c-e	az	yok	pürüzsüz	1.36 ab	15.68±1.65	128.38±0.50
MS1	20.21c-e	2.52 a-c	9.38 e-g	az	yok	pürüzsüz	0.96 e-i	31.13±0.56	122.35±0.76
MS2	20.83b-d	1.68 g-j	11.31 ab	orta	yok	pürüzsüz	0.90 f-i	14.59±2.50	128.96±0.91
MS3	23.25 a	2.17 de	10.57 bc	fazla	yok	pürüzsüz	0.92 e-i	12.91±2.47	130.03±0.52
MS4	21.80 b	1.47ij	9.89 c-f	az	yok	çok	1.55 a	21.03±0.63	127.51±0.53
MS5	21.93 b	1.60 h-j	9.29 e-g	fazla	yok	orta	1.29 a-c	23.33±0.82	121.87±0.28
MS6	19.16e-f	1.95 e-g	8.87 g-j	fazla	var	pürüzsüz	1.07 c-g	15.33±1.43	126.34±0.95
MS7	21.14b-d	2.54 a-c	9.24 e-h	fazla	var	pürüzsüz	0.83 g-i	22.28±0.54	125.00±0.64
MS8	21.16bc	1.72 f-i	9.59 c-g	orta	var	orta	0.99 d-i	19.32±1.25	123.19±1.06
MS9	20.18c-e	1.62 h-j	10.11 c-e	orta	var	pürüzsüz	1.15 b-f	13.76±0.68	129.29±0.47
A.Ayşe 6	21.57 b	2.77 a	5.57 l	orta	yok	orta	1.20 b-e	15.98±1.30	129.18±0.95
Fabienne	20.90b-d	2.63 ab	11.60 a	az	yok	pürüzsüz	0.99 d-i	37.27±0.89	119.77±0.27
Perolar	17.53 g	1.77 f-h	11.37 ab	az	yok	pürüzsüz	1.00 d-h	36.22±1.88	121.07±1.31
P<	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.01	ÖD	ÖD
Cv (%)	4.0	8.7	6.4	-	-	-	16.5	4	6

SÇKM içeriği, ürünlerde tadı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Sebzelerde son zamanlarda yapılmaya başlanan yeni çeşit ıslahı çalışmalarında, SÇKM oranı yüksek olan çeşitler geliştirmeye yönelik araştırmalar artmaya başlamıştır. SÇKM değerleri, % 1.34 ile %7.70 arasında değişmiştir. En yüksek SÇKM değeri % 7.70 ile Ayşe kadın tipindeki ÇB9 ve % 7.17 ile Romano tipindeki MS4 hattında belirlenmiştir (Çizelge 3). Protein içeriği yönünden hat ve çeşitlerin yakın değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. ÇB7 (% 23.12), MS2 (% 23.01) ve ÇB2 (% 22.92) hatlarının diğer hat ve kontrol çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Fasulye, beslenmenin sınırlı olduğu yerlerde protein ihtiyacının karşılanması için başvurulan önemli bir besin kaynağıdır (Işık 2012). Belirtilen genotiplerin önemi, bu yönden daha da fazla artmaktadır.

ADF miktarları en yüksek, ÇB2 (% 29.75) ve A4 (% 28.38) hatlarında tespit edilmiştir. Ayşe kadın tipindeki hatların, Romano tipindeki ıslah hatlarına ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlere göre, daha yüksek ADF değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3). ADF içeriği, bakla kalitesi hakkında genel bir fikir vermektedir. Ancak insan gıdası olarak lif oranı yüksek olması dolayısıyla, ADF oranının fazla olması tercih edilmektedir. NDF değerleri en yüksek genotipler sırasıyla A36 (% 36.53), ÇB9 (% 36.01) ve A4 (% 34.81) olarak bulunmuştur. NDF içerikleri yönünden Ayşe kadın tipindeki taze fasulye hatlarının gerek Romano tipindeki ve gerekse kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip oldukları bulunmuştur. Çözünemeyen lifler kapladıkları hacimle tokluk hissini arttırdıklarından, NDF içeriğinin de yüksek olması istenmektedir. Lignin içeriğinin ise en yüksek ÇB2 (% 14.50), Fabienne (% 12.67) ve MS7 (% 12.49) hatlarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitkilerde bulunan selüloz ile birlikte bitkinin sağlığını artıran ligninin, hem pişme özelliklerine negatif etkisi ve hem de sindirim güçlüğüne neden olabilmesi nedeniyle az olması tercih edilmektedir. Hemiselüloz ve selülozun yüksek olması, bağırsaklardaki içeriğin hareketini arttırmakta ve böylece sindirim sistemini hızlandırarak düzenli olarak çalışmasını sağlamaktadır. Yapılan analiz ile bu değerler arasında önemli ilişkilerin olduğu, ADL miktarının artışıyla ADF miktarının arttığı, ADF ve ADL miktarının azalmasıyla hemiselüloz miktarının arttığı saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Taze fasulye genotiplerinde incelenen kimyasal özelliklere ait sonuçlar

Hatlar	Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%)	Protein (%)	% ADF	% NDF	% ADL (%) Lignin)	% Selüloz	% Hemiselüloz
A4	5.67 f-j	20.85 b-e	20.57 l-n	31.44 d-h	6.21 h-j	14.36 h	10.87 a-c
A5	5.33 g-j	23.01 a	24.92 e-ı	32.12 c-f	7.27gh	17.66bc	7.20 d-f
A7	5.90 d-ı	22.80 a	23.64 h-k	31.22 d-ı	6.79gh	16.85 c-f	7.58 c-f
A34	7.17 ab	21.63 a-d	23.81 g-j	30.81 e-ı	6.85gh	16.96 c-e	7.00 d-g
A35	5.97 c-h	20.45 c-e	25.99 b-h	33.71bc	6.38 g-ı	19.61 a	7.72 c-f
A36	5.93 c-ı	19.60ef	26.86 b-f	32.31 c-f	11.89 b	14.97gh	5.45 e-ı
ÇB2	5.03 h-j	20.19 de	24.59 e-ı	29.96 g-ı	12.49 ab	12.10 ı	5.37 f-j
ÇB3	6.80 a-e	19.68ef	25.23 d-ı	29.10 ı	9.56 c-f	15.67 d-h	3.87 g-j
ÇB7	4.70 j	20.52 c-e	26.37 b-g	32.12 c-f	7.39 f-h	18.97 ab	5.75 e-ı
ÇB9	1.34 k	22.92 a	29.75 a	31.87 c-g	14.50 a	15.25 e-h	2.12 j
ÇB16	6.20 b-g	20.82 b-e	18.48 n	31.96 c-g	6.94gh	11.53 ı	13.49 a
MS1	5.33 g-j	23.12 a	25.59 c-ı	30.64 e-ı	8.10 e-h	17.49 b-d	5.05 f-j
MS2	7.70 a	21.86 a-d	23.22ı-ı	36.01 a	4.31 ı-k	18.92 ab	12.79 ab
MS3	6.93 a-d	21.85 a-d	19.21mn	33.05 b-d	2.63 k	16.57 c-g	13.84 a
MS4	5.77 e-j	20.68 b-c	28.38 ab	34.81 ab	10.55 b-d	17.84 a-c	6.43 e-h
MS5	5.73 e-j	21.08 b-c	27.09 a-e	33.00 b-d	11.42bc	15.67 d-h	5.91 e-h
MS6	6.50 b-f	20.51 c-e	21.66 j-m	32.44 c-e	4.05jk	17.62bc	10.78 a-c
MS7	5.77 e-j	18.26fg	20.97k-n	29.70 hı	4.37ı-k	16.60c-g	8.73c-e
MS8	6.27 b-g	17.87 g	24.30f-j	29.52 hı	9.63c-e	14.67h	5.22 f-j
MS9	5.97c-h	22.14 a-c	26.64 b-f	36.53 a	8.39 d-g	18.24 a-c	9.89 b-d
A.Ayşe 6	7.03 a-c	20.22 d-e	28.03 a-c	31.57 c-h	12.50 ab	15.52 e-h	3.54 h-j
Fabienne	5.90 d-ı	22.83 a	19.28 mn	33.02 b-d	8.47 d-g	10.81 ı	13.74 a
Perolar	4.83 ı-j	22.36 ab	19.28 mn	33.02 b-d	8.47 d-g	10.81 ı	13.74 a
P<	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cv (%)	11.7	5	7	4	10	7	10

Temel bileşen analizi, çok boyutlu alan içinde genotipler arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde ifade edebilecek bir eksen ya da eksenler dizisi üzerindeki tip izdüşümlerinin görüntülenmesi esasına dayanmaktadır (Karaağaç 2006; Balkaya ve ark. 2009). Mevcut varyasyonu ortaya koymak ve mevcut kalite varyasyonunun hangi kriterden kaynaklandığını anlamak amacı ile Temel Bileşen Analizi (TBA) yapılmış ve genotiplere ait TB eksenleri elde edilmiştir. Temel bileşen analizi sonucunda, taze fasulye populasyonunda oluşan toplam çoklu varyasyonun % 75.44'ünü temsil ettiği saptanmıştır. Bu analiz sonucunda, incelenen özelliklere ait eigen değerlerinin 1'den büyük olması ana bileşen ağırlık değerlerinin güvenilir olduğunun göstergesidir (Mohammadi ve Prasanna 2003). Bu analizin sonucu olarak eigen değeri, 1'den büyük olan beş TB eksenini olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). İncelenen özellikler bakımından temel bileşen analizinde, bileşenlerdeki ağırlık değerleri 0.6 ve üzeri olduğunda önemli ağırlığa sahip oldukları kabul edilmektedir (Jeffers 1967). Bu analiz sonucunda toplam varyasyonun % 26.76'sını içeren birinci TB ekseninde bakla boyu, bakla eni, bakla kalınlığı, tohum belirginliği, NDF özellikleri yüksek faktör katsayıları ile genotipler arasındaki farklılığı ortaya koyan en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Mevcut varyasyonun % 17.75'ini temsil eden ikinci TB ekseninde baklada kılçık varlığı, sertlik ve SÇKM özelliklerinin önemli özellikler olduğu görülmüştür. Üçüncü TB eksenini ise lignin ve ADF gibi özellikleri temsil etmektedir. Toplam varyasyonun % 10.31'ini temsil eden dördüncü TB ekseninde ise bakla yüzey yapısı özelliği yer almaktadır. Beşinci TB ekseninde ise bakla rengi özelliğinin önemli olduğu bulunmuştur. Yapılan bu analiz sonucunda, birinci ve ikinci TB ekseninin, toplam varyasyonun yarısından daha fazlasına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu nedenle, ilk iki ekseninde yer alan ve 0.6'dan daha yüksek katsayıları sahip olan bakla boyu, bakla eni, bakla kalınlığı, tohum belirginliği, NDF, kılçık varlığı, sertlik ve SÇKM özelliklerinin diğer özelliklere göre varyasyon oluşturmada daha önemli olduğu bulunmuştur.

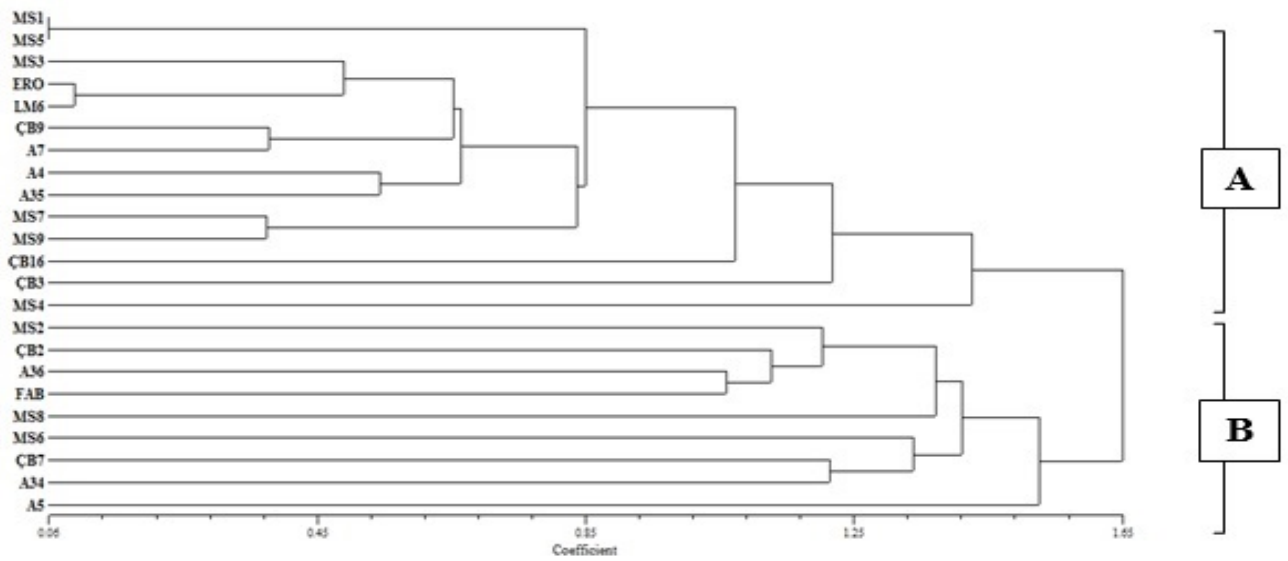
İncelenen taze fasulye genotiplerinde bakla kalitesi yönünden mevcut hatlar arasındaki fenotipik varyasyonun ortaya konması ve birbirine yakın ya da çok farklı olan genotiplerin belirlenmesi amacıyla kümeleme analizi yapılmıştır. Şekil 1'de Cluster analizi sonucunda "Gruplar arası benzerlik" yöntemine göre oluşturulan dendrogram yer almaktadır. Analiz sonucuna göre oluşan dendrogramda, genotipler 2 grup ve 5 alt grup içerisinde kümelenebilir (Şekil 1). En fazla genotipin kümelendiği grubun A grubu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Taze fasulye hatlarında incelenmiş olan özelliklere ait temel bileşen analizine göre faktor grupları ve bunlara karşılık gelen TB eksenleri

Temel bileşen eksenleri					
Eigen değeri (Özdeğer)	4.28	2.84	2.11	1.65	1.18
Varyasyon (%)	26.76	17.75	13.22	10.31	7.39
Kümülatif varyasyon (%)	26.76	44.52	57.74	66.05	75.44
Faktör katsayıları					
	TB1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
Bakla boyu	0.77	0.15	0.18	0.12	0.39
Bakla eni	0.76	0.06	0.04	0.46	0.05
Bakla kalınlığı	0.78	0.02	0.44	0.13	0.02
Eğrilik	0.13	0.36	0.39	0.33	0.13
Kılçık varlığı	0.08	0.67	0.19	0.07	0.35
Bakla yüzey yapısı	0.18	0.02	0.20	0.86	0.11
Bakla rengi	0.25	0.14	0.00	0.24	0.83
Tohum belirginliği	0.77	0.12	0.27	0.18	0.22
Sertlik	0.04	0.88	0.04	0.00	0.11
SÇKM	0.28	0.77	0.31	0.05	0.06
Lignin	0.11	0.16	0.88	0.21	0.02
Protein	0.09	0.42	0.14	0.42	0.62
NDF	0.79	0.35	0.01	0.25	0.08
Hemiselüloz	0.30	0.41	0.35	0.50	0.08
Selüloz	0.05	0.06	0.16	0.71	0.00
ADF	0.10	0.13	0.90	0.15	0.04

Çizelge 5. Kümeleme analizi sonucunda elde edilen grup ve alt gruplar

Gruplar	Alt gruplar	Genotipler	Toplam genotip sayısı
A	1	MS1, MS5, MS3, ÇB9, A7, A4, A35, MS7, MS9, Perolar, Alman Ayşe 6	11
	2	ÇB16, ÇB3, MS4	3
	1	MS6, ÇB7, A34	3
B	2	MS2, ÇB2, A36, MS8, Fabienne	5
	3	A5	1
Toplam	5		23



Şekil 1. Taze fasulye genotiplerinin kümeleme analizi sonucunda elde edilen gruplar arası benzerlik dendrogramı.

Grup A: Bu grupta melezleme ıslahıyla elde edilmiş 6 hat, Samsun ilinden toplanmış 7 adet yerel genotip ve kontrol olarak kullanılan 2 adet ticari çeşit yer almaktadır. Bu grup, en fazla genotipin kümelendiği grup olarak belirlenmiştir (Çizelge 4, Şekil 1). Bakla boyutları yönünden analiz sonucu değerlendirildiğinde; bakla boyunun (18.07 cm), bakla

enin (1.90 cm) ve bakla kalınlığının (9.31 mm) diğer genotiplere göre daha düşük olduğu (Grup B' den sonra) saptanmıştır (Çizelge 6). Bu grupta yer alan popülasyonlarda baklada eğrilik ve kılçıklılık olmadığı, ayrıca bakla dokularının orta düzeyde pürüzlü olduğu görülmüştür. Bakla eti sertliği (1.06 kg/cm³) yönünden Grup B' deki genotiplerden daha sert yapıldırlar. SÇKM içeriği ise diğer gruptan daha düşüktür. Genotiplerin meyvelerinde yeşil renk yoğunluğunun diğer gruptaki genotiplere göre daha fazla ve daha parlak olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). İnsan gıdası olarak tüketilen gıdalarda lif oranının yüksek olması, kapladıkları hacimle tokluk hissini artırdıklarından NDF ve ADF içeriğinin yüksek olması istenmektedir. Grup B'deki genotiplere göre ADF ve NDF içerikleri daha düşük bulunmuştur. Lignin içeriğinin, hem pişme özelliklerine negatif etkisi ve hem de sindirim güçlüğüne neden olabilmesi nedeniyle az olması tercih edilmektedir. Lignin içerikleri (%24.30) yönünden, diğer gruba göre daha düşük değere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Grup B: Bu grupta yer alan genotiplerin büyük çoğunluğunun yerel taze fasulye genotiplerinden olduğu ve bakla boyutlarının, diğer gruba göre daha uzun ve enli yapıda oldukları belirlenmiştir (Çizelge 6). Baklalar; kılçıksız ve pürüzsüz olmakla birlikte Grup A' da yer alan genotiplere göre daha eğri baklalara sahiptirler.

Dendogramda iki ana grubun en farklı bireylerinin, A5 ve MS4 genotiplerinin olduğu görülmüştür. Benzer özelliklere sahip olan genotipler, bakla özellikleri yönünden aynı gruplar içerisinde yer almıştır. Aynı grup içerisinde yer alan benzer bakla özelliklerine sahip genotiplerin, Samsun ilinden toplanan Ayşe kadın tipindeki yerel materyallerden olduğu görülmüştür (Çizelge 6, Şekil 1).

Çizelge 6. PC gruplarında yer alan popülasyonların özelliklerine ait ortalama değerler

Özellikler	A	B
Bakla boyu (cm)	18.07±3.1	18.40±3.1
Bakla eni (cm)	1.90±2.8	2.02±1.0
Bakla kalınlığı. (mm)	9.31±2.3	9.62±1.7
Bakla eğrilik durumu	1	2
Baklada kılçık varlığı	1	1
Bakla yüzey yapısı	2	1
Bakla eti sertliği (kg/cm ²)	1.06±1.3	1.03±1.1
Yeşil rengin yoğunluğu	123.19±1.0	119.77±0.7
Parlaklık	46.93±1.5	36.19±1.4
SÇKM (%)	5.95±1.72	6.06±0.9
Lignin	8.10±0.4	8.39±0.1
Protein	21.23±1.9	20.89±2.5
NDF	30.64±1.2	33.05±0.9
Hemiselüloz	6.43±2.3	8.98±2.1
Selüloz	16.57±1.5	17.62±1.6
ADF	24.30±1.0	25.23±3.7

Sonuç

Bitki çeşit ıslahı çalışmalarının genel olarak ana hedefi; gerek üreticinin birim alandan daha fazla gelir elde edebilmesini sağlamak ve gerekse de giderek artan tüketim talebini karşılamak için genelde verim potansiyellerinin artırılması üzerine olmuştur. Söz konusu ticari kaygıdan dolayı tat, aroma, besin içeriği gibi kalite özellikleri büyük ölçüde çeşit ıslah programlarında yer almamış ve kalite kriterleri göz ardı edilmiştir. Günümüzde ülkemizde dâhil olmak üzere pek çok ülkede, çeşit ıslah çalışmalarında geliştirilen kaliteli ama daha az lezzetli ve besin değeri düşük ticari çeşitlere karşı tüketiciler tarafından olumsuz tepkiler artmaya başlamıştır. Diğer bir ifadeyle alım gücünün de artışıyla birlikte günümüz tüketicisi; sebzelerin tadı, aroması, pişme kalitesi ve besin değerleri konularında daha dikkatli, talepkar ve seçici davranmaya başlamıştır (Salles ve ark. 2008).

Bu çalışma sonucunda, taze fasulye yerel ve ticari çeşitleri ile ıslah hatlarının bakla kalite özellikleri yönünden detaylı incelemesi yapılmış ve araştırma sonucunda taze fasulye genotiplerinin kalite potansiyelleri ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Elde edilen veriler sonucunda öne çıkan hatlar, enstitü taze fasulye çeşit ıslah programı kapsamında yerli, üstün kaliteli ve verimli taze fasulye çeşidi geliştirmeye yönelik çeşit elde edilmesinde kullanılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada TOVAG-1150063 nolu proje kapsamında maddi olanak sağlayan TUBİTAK'a ve çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim (2016). FAOSTAT Statistic Database. <http://www.faostat.fao.org/> (Erişim tarihi: 16 Şubat, 2018).
- Anonim (2017). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuik.gov.tr/> [Erişim tarihi: 14 Şubat, 2018].
- Anonim (2018). TTSM, 2012. Standart tohumluk kayıt listesi (Sebze Çeşitleri). Sertifikalı Tohumluk Üretimi Yapılacak Çeşitler. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=86>
- Apan H (1988). Çarşamba İlçesinin Sebzeçilik Durumu ve Geliştirme İmkânları. O.M.Ü Yayınları No:29, Samsun.
- Balkaya A, Özcan M (1997). Sebze kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Ekim 21-24 Ekim, Yalova, Türkiye, ss. 295-302.
- Balkaya A (1999). Karadeniz Bölgesindeki Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Gen Kaynaklarının Toplanması, Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Taze Tüketime Uygun Tiplerin Teksel Seleksiyon Yöntemi İle Seçimi Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Balkaya A, Yanmaz R (2003). Bazı Taze Fasulye Çeşit Adayları ile Ticari Çeşitlerin Morfolojik Özellikler ve Protein Markörler Yoluyla Tanımlanmaları. Tarım Bilimleri Dergisi 9 (2): 182-188.
- Balkaya A, Demir E (2003). The Effect of Growing Bag Culture on Yield, Earliness and Quality Characteristics in Snap Bean Growing Under Unheated Glasshouse During Late Autumn Season. Biological Sci. 3(12): 1084-1094.
- Balkaya A, Yanmaz R, Apaydın A, Kar H (2005). Morphological characterization of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) genotypes in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 33(4): 333-341.
- Balkaya A, Ergun A (2008). Diversity and use of pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) populations from Samsun, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36: 189-197.
- Balkaya A, Yanmaz R, Özbakır M (2009). Evaluation of variation in seed characters of Turkish winter squash (*Cucurbita maxima*) populations. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 37: 167-178.
- Balkaya A, Özbakır M, Karaağaç O (2010). Karadeniz Bölgesinden toplanan balkabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarının karakterizasyonu ve meyve özelliklerindeki varyasyonun değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 16(1).
- Baş T, Koludar J, Caymazer Z (1991). Fasulye Araştırmaları Projesi (Ege Dilimi). TAGEM Projesi 1991 Yılı Gelişme Raporu.
- Bliss FA (1981). Utilization of vegetable germplasm. Hortscience 16(2): 129-132.
- Çiftçi Y, Şehirli S (1984). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıklarının saptanması. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yayın No:4, Ankara.
- Ekinci AS (1939). Türkiye fasulye soy ve çeşitlerinin sistematik ve morfolojik tetkiki ve standartizasyonuna başlamak için ilk mesai. T.C. Yüksek Ziraat Enst. Çalışmaları.
- Ekincialp A, Şensoy S (2013). Van Gölü Havzası Fasulye Genotiplerinin Bazı Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 23 (2): 102-111.
- Işık R (2012). Bazı taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Jeffers JNR (1967). Two cases studies in the application of principal component analysis. Applied Statistics 16: 225-236.
- Kaçar O, Çakmak F, Çöplü N, Azkan N (2004). Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18 (1): 207-218.
- Karaağaç O (2006). Bafra Kırmızı Biber Gen Kaynaklarının (*Capsicum annuum* var. *conoides* Mill.) Karakterizasyonu ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Karaağaç O, Balkaya A, Yaşa Kafkas N (2018). Karpuzda (*Citrullus lanatus*) meyve kalitesi ve aroma özellikleri üzerine anaçların etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 33 (2): 92-104.
- Kıpçak S, Erdiç Ç (2016). Van Gölü Havzası'nda Yetiştirilen Bazı Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3), 421-429.
- Leonardi C, Kyriacou M, Gisbert C, Oztekin GB, Mourão I, Rouphael Y (2017). Quality of grafted vegetables, pp 216-244, In: Vegetable Grafting: Principles and Practices. Eds. Colla G, Pérez-Alfocea F and Schwarz D (eds), CAB International, Oxfordshire, UK..
- Madakbaş SY, Kar H, Küçüközlü B (2004). Çarşamba Ovası'nda Bazı Bodur Taze Fasulyelerin Adaptasyonu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Der. 21 (2): 1-6.
- Madakbaş SY, Özçelik H, Ergin M (2006). Çarşamba Ova'sında bodur taze fasulye populasyonlarından belirlenmiş olan hatlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg. 10 (3/4): 71-77.
- Miklas PN, Kelly JD, Beebe SE, Blair MW (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. Euphytica 147: 105-131.

- Mohammadi SA, Prasanna BM (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants- Salient statistical tools and considerations. *Crop Science* 43: 1235-1248.
- Önder M, Sade A (1996). "Yunus-90" Bodur Kuru Fasulye Çeşidinde Farklı Bitki Sıklıklarının Dane Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 9 (11): 71-82.
- Rohlf FJ (1993). *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Exeter Software. Dept. of Ecology and Evolution, State University of New York.
- Türkeş T (1990). Selection breeding of Şeker Boncuk Ayşe, Karaayşe and ferasetsiz green bean populations (in Turkish). Result Report. TAV Publishing. Yalova. Turkey.
- Sağlam SF, Balkaya A (2013). Samsun İli Nebyan Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* var. *communis*) Populasyonlarının Karakterizasyonu. *Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu*, Eylül 25-27, Samsun. (1): 64-70
- Salles C, Preedy VR, Watson RR (2008). Tomato and Flavour. *Tomatoes and Tomato Products: Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*, 85.
- Yanmaz R (2010). *Pratik Sebze Yetiştiriciliği, Taze Fasulye Yetiştiriciliği*. Ankara Üniversitesi Basımevi, 8 s.
- Yıldırım M (1985). *Popülasyon Genetiği II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ders Kitabı. 236 s.
- Zeytun A (1988). *Çarşamba Ovasında Yetiştirilen Fasulye Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Karakterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Tuz Stresinin Farklı Fasulye Genotiplerinde Bazı Besin Elementi İçeriği ile Toplam Antioksidan ve Toplam Fenol İçeriğine Etkisi

Selma KIPÇAK^{1*}, AYTEKİN EKİNCİALP¹, ÇEKNAS ERDİNÇ², TURGAY KABAY³,
SUAT ŞENSOY⁴

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale MYO, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Van, Türkiye

³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş MYO, Van, Türkiye

⁴Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

*e-posta: selmakipcak@gmail.com

Öz: Bu çalışmada Van Gölü Havzası'ndan toplanmış olan 20 adet fasulye genotipinde tuz stresinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Tuz uygulaması 0 mM, 25 mM ve 50 mM NaCl konsantrasyonu olmak üzere üç şekilde belirlenmiş olup, bitkiler iklim odası koşullarında yetiştirilmiştir. Stresin etkisini belirlemek için antioksidan miktarı, toplam fenol ve bazı besin element içerikleri (P, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn) değerlendirilmiştir. Tuza tolerans bakımından incelenen parametrelerde genotiplerin farklı tepkiler gösterdiği saptanmıştır. Tuz stresi altındaki bitkilerin kontrole göre değişim oranları incelendiğinde, tuz dozunun artmasıyla beraber toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarının yüksek oranda azalış gösterdiği, tuz stresinin genotipler üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yeşil aksamda her iki tuz dozunda P içeriğinin, 50 mM tuzda Fe içeriğinin arttığı; 25 mM ve 50 mM tuz dozlarında Mg, Cu ve Zn içeriklerinin, 50 mM NaCl uygulamasında ise Mn içeriğinin azaldığı saptanmıştır. Kökte Fe, Mg and Mn içeriklerinin 25 mM 'de azaldığı ve P, Mg, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin tuz dozu arttıkça artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan G9 ve G30 nolu genotiplerin her iki tuz konsantrasyonunda gösterdiği tolerans seviyesinin yüksek olduğu, G31, G49 ve G94 genotiplerinin hem 25 mM hem de 50 mM tuz konsantrasyonlarında hassas oldukları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, NaCl, Toplam antioksidan kapasitesi, Toplam fenol

Effects of Salt Stress on Some Nutrient Content and Total Antioxidant and Total Phenol Content in Different Bean Genotypes

Abstract: In this study, the effects of salt stress on 20 bean genotypes collected from Lake Van Basin were investigated. The salt application was treated in 0 mM, 25 mM and 50 mM NaCl concentrations, and then the plants were grown in growth chamber conditions. To determine the effect of stress, total antioxidant capacity, total phenolics and some nutrient elements content (P, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn) were evaluated. In the parameters examined in terms of tolerance to the salt, the genotypes showed different responses. When the rate of change of the plants response to salt stress according to control was examined, it was determined that with the increase in salt doses, total phenolic and total antioxidant capacity decreased at high rate and salt stress had a negative effect on genotypes. It was found that the contents of P in both doses and Fe at 50 mM were increased in shoot, while the contents of Mg, Cu and Zn at 25 mM and 50 mM, Mn at 50 mM were decreased. In the root, the contents of Fe, Mg and Mn were decreased at 25 mM, and P, Mg, Cu, Mn and Zn contents were detected to increase with the increase in salt doses as well as. The genotypes G9 and G30 showed high levels of tolerance in both salt concentrations and the genotypes G31, G49 and G94 were found to be sensitive to both 25 mM and 50 mM salt concentrations.

Keywords: Bean, NaCl, Total antioxidant capacity, Total phenolic

Giriş

Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Tuzluluk bitkilerde büyüme ve gelişme, yaprak alanı, tomurcuk oluşumu ve stomalar üzerine olumsuz etki yaparak verimde önemli oranda düşümlere neden olan önemli bir abiyotik stres faktörüdür (Allakhverdiev ve ark. 2000). Dünyanın çoğu bölgesi tuzluluk problemi ile karşı karşıyadır. Düşük yağış, yüksek evapotranspirasyon, yer altında bulunan çözülebilir tuz kaynakları, aşırı-yanlış gübreleme ve sulama, tarım alanlarında "tuzluluk probleminin" ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tüm dünyada yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan, kullanım alanı çok geniş olan önemli sebze türlerinden biridir ve tuzluluğa karşı oldukça duyarlıdır (Marchner 1995).

Tuzlu koşullarda bitkiler hayatta kalabilmek için tuz stresinin zararlarını antioksidant sistemleri ile azaltırlar. Bitkilerin meyve, tohum, gövde, dal, yaprak ve çiçek gibi organlarında bulunan fenolik bileşikler sekonder metabolizma ürünleridir. Bu bileşikler ekolojik ve fizyolojik olaylarda rol oynarlar ve antioksidan aktivite özelliğine sahiptirler. Hücrelerde metabolizma olayları sonucu reaktif oksijen türleri oluşur. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, oksidasyon sonucu oluşan serbest radikallere hidrojen vererek onları söndürmesinden ileri gelmektedir (Ellialtıoğlu 1999; Ruiz ve ark. 2003; Mohamed ve Aly. 2008; Es-Safi ve ark. 2007, Nizamlioğlu ve Nas 2010).

Tuza tolerans; bitkinin gelişme dönemine, tuzun yoğunluğuna ve etki süresine, iklim ve toprak özelliklerine göre değişebilmekte, tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunmakta, hatta aynı türe ait genotipler arasında da farklılıklarla karşılaşmaktadır (Greenway ve Munns, 1980). Bu durum, çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerin yanında tuza toleransın esas kaynağının genetik unsurlar olduğuna işaret etmektedir (Koç 2005). Dünya nüfusunun hızlı artışı, tarım alanlarının her geçen gün azalması, aşırı- yanlış sulama (Çakmacı ve ark. 2016) ve gübreleme gibi uygulamaların neden olduğu tuzluluk problemine karşı geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

Fasulye hem tuzluluğa hem de kuraklığa hassas ve tüm dünyada yetiştiriciliği yaygın bir şekilde yapılan bir sebzedir. Fasulye yetiştiriciliği yapılan arazilerdeki gözlemler sonucunda, farklı fasulye genotiplerinin tuzlu ve su kısıtlı koşullarda yetiştiriciliğinde bitki vegetatif büyümesi, bakla ve dane verimliliğinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Aynı tür içerisinde var olan bu farklılık, genotiplerin tuzluluğa ve kuraklığa adaptasyon mekanizmalarındaki farklılıklar ile ilişkili görülmektedir (Costa França ve ark., 2000; Alp ve Kabay 2017; Fidan ve Ekinci, 2017). Türkiye fasulyedeki genetik zenginlik bakımından önemli ülkelerden biridir. Yapılacak tarama çalışmalarıyla tuzluluğa toleranslı genotipler bulunabilir. Bu çalışmada bazı fasulye genotiplerinin tuz konsantrasyonuna karşı gösterdikleri tepkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Yetiştiriciliği yaygın bir şekilde yapılan, kullanım alanı çok fazla olan ve sevilerek tüketilen fasulye gibi sebze türlerinin tuzlu koşullar altında normal bir gelişme ve büyüme göstererek, ekonomik bir ürün oluşturabilecek toleransı yüksek çeşitlerin geliştirilmesi, bu stres faktörüne karşı mücadelede en etkili yöntemlerden biri olarak düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Ekinci (2012) tarafından Van Gölü Havzası'ndan toplanmış olan fasulye genotipleri arasından, bölgenin özelliklerini taşıyan, karakteristik özellikler bakımından birbirinden farklı olan ve tohum sayısı fazla olan bazı genotipler seçilerek bitkisel materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tuz stresi çalışmasında kullanılan fasulye genotiplerine ait bilgiler

Genotip No	Temin Edildiği Yer	Büyüme Özelliği
G2	Van-Merkez	Sarılcı
G9	Bitlis-Hizan	Sarılcı
G11	Bitlis-Hizan	Bodur
G13	Bitlis-Hizan	Sarılcı
G14	Bitlis-Hizan	Sarılcı
G16	Bitlis-Hizan	Sarılcı
G20	Van-Erciş	Sarılcı
G21	Van-Erciş	Sarılcı
G30	Van-Gevaş	Sarılcı
G31	Van-Gevaş	Sarılcı
G39	Van-Gevaş	Sarılcı
G49	Van-Gevaş	Sarılcı
G67	Bitlis-Adilcevaz	Sarılcı
G71	Bitlis-Adilcevaz	Bodur
G75	Bitlis-Adilcevaz	Sarılcı
G78	Bitlis-Adilcevaz	Bodur
G90	Van-Edremit	Sarılcı
G92	Van-Edremit	Sarılcı
G94	Van-Edremit	Sarılcı
G97	Van-Bahçesaray	Sarılcı

Fasulye genotiplerinin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkilerinin belirlenebilmesi için 25 mM ve 50 mM NaCl konsantrasyonları kullanılmıştır. Çalışmada 3 litre hacimli drenajsız saksılar kullanılarak 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren ortama tohum ekimi yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı ve her tekrarda 8 bitki olacak şekilde tasarlanan çalışma, 23±2 °C sıcaklık ve % 60-65 nem koşullarının sağlandığı iklim odasında yürütülmüştür. Bitkiler 3 yapraklı aşamaya ulaşıncaya kadar stressiz koşullarda büyütülmüş ve bu aşamadan sonra tuz

stresine maruz bırakılmıştır. Tuz uygulaması, 25 mM ve 50 mM NaCl konsantrasyonu için saksı ebatı ve günlük verilen su miktarına göre hesaplama yapıp 4 gün arka arkaya her gün aynı saatte bitkilere verilmiştir.

Tuz stresinin genotipler üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi amacıyla, yeşil aksamda toplam fenol içeriği ile toplam antioksidan miktarı ve hem yeşil aksam hem de kökte besin madde (Mg, P, Mn, Fe, Cu, Zn) içerikleri incelenmiştir. Besin element içeriği Kacar (1984)'a göre belirlenmiş ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrede, fosfor okuması ise spektrofotometrede yapılmıştır. Toplam fenol içeriği Swain ve Hillis (1959), toplam antioksidan miktarı ise Benzie ve Strain (1996)' e göre belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler SPSS istatistik programı kullanılarak varyans analizi ile $p < 0.05$ önemlilik derecesine göre değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yeşil aksamda toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarı ile hem yeşil aksam hem de kök kısmında besin madde içeriğine ait elde edilen bulgular kapsamında, genotiplerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkilerde varyasyonun olduğu belirlenmiştir.

İki farklı tuz dozunun uygulandığı fasulye genotiplerinde yeşil aksamda toplam fenol içeriği her iki tuz dozunda antioksidan miktarı ise 50 mM tuz dozunda istatistiki açıdan önemli bulunmuş ve kontrol bitkilerine göre önemli seviyede azalmaların olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Tuz dozunun artmasıyla birlikte kontrole göre genotiplerin toplam fenol içeriği 25 mM 'de % -95.22 - % -97.08, 50 mM 'de % -97.86 - % -99.38 arasında ve toplam antioksidan miktarı 25 mM 'de % -41.17 - % +13.53, 50 mM 'de ise % -61.51 - % -85.67 arasında azalmaların olduğu belirlenmiştir. Tuz dozları arasında özellikle 50 mM NaCl konsantrasyonunun genotiplerde önemli oranda negatif etki yaptığı, 50 mM NaCl konsantrasyonunda fasulye genotiplerinde toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarının 25 mM NaCl konsantrasyonuna göre yüksek oranda bir azalma meydana geldiği, toplam fenol içeriği 25 mM'da en yüksek G11 ve G13 (13.02, 12.90 ppm), en düşük G30 ve G39 (9.26, 9.28 ppm) nolu genotiplerde olduğu görülmüştür. Birçok çevresel stresin etkisiyle bitkilerde fenolik bileşikler, antosiyanin, sinapoil ester miktarlarında değişikliğin olduğu, tuz stresinin şiddeti, süresi ve bitki türüne bağlı olarak bitkilerde antosiyanin ve diğer fenolik bileşiklerin miktarlarında artış-azalışların olduğu belirtilmiş (Posmyk ve ark. 2009), nitekim fasulye genotiplerinde tuz dozunun artmasıyla beraber yeşil aksamda toplam fenol miktarı ve antioksidan içeriğinin azaldığı saptanmıştır.

Çizelge 2. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksamında bulunan toplam fenol içeriği ve toplam antioksidan miktarına ait ortalama değerler ve % değişim oranları

Genotip	Yeşil aksamda toplam fenol içeriği (mg ga / 100 g DW) ve toplam antioksidan miktarı (µmol Trolox eşdeğeri (TE) / g DW)					Toplam Antioksidan				
	Kontrol	25 Mm	Kontole göre % değişim oranı	50 mM	Kontole göre % değişim oranı	Kontrol	25 mM	Kontole göre % değişim oranı	50 mM	Kontole göre % değişim oranı
G2	254.22 cd	9.68 cd	-96.19	2.63 df	-98.97	192.50	163.50	-15.06	48.00 ef	-75.06
G9	287.56 ac	12.79 ab	-95.55	3.62 bf	-98.74	236.50	268.50	13.53	68.00 ad	-71.25
G11	272.44 cd	13.02 a	-95.22	3.95 ae	-98.55	239.50	239.50	0.00	50.00 df	-79.12
G13	282.89 ac	12.90 a	-95.44	4.84 ab	-98.29	250.00	261.00	4.40	54.00 bf	-78.40
G14	299.55 ac	11.94 ad	-96.01	4.25 ad	-98.58	263.00	260.50	-0.95	58.00 bf	-77.95
G16	336.44a	10.94 ad	-96.75	3.21 bf	-99.05	317.00	231.00	-27.13	72.00 ab	-77.29
G20	267.33 cd	11.22 ad	-95.80	3.23 bf	-98.79	271.50	228.00	-16.02	53.25 bf	-80.39
G21	313.56 ac	12.31 ac	-96.07	4.76 ab	-98.48	286.00	224.00	-21.68	54.75 bf	-80.86
G30	218.67 d	9.26 d	-95.77	4.68 ac	-97.86	208.50	186.50	-10.55	80.25 a	-61.51
G31	285.33 ac	10.01 cd	-96.49	2.83 df	-99.01	254.00	239.25	-5.81	71.25 ac	-71.95
G39	268.89 cd	9.28 d	-96.55	3.99 ae	-98.52	265.00	175.00	-33.96	78.58 a	-70.35
G49	298.45 ac	9.64 cd	-96.77	4.67 ac	-98.44	308.50	181.50	-41.17	53.50 bf	-82.66
G67	307.56 ac	11.71 ad	-96.19	4.13 ad	-98.66	322.50	228.50	-29.15	52.00 cf	-83.88
G71	320.00 ab	10.20 bd	-96.81	1.97 f	-99.38	336.00	218.00	-35.12	83.25 a	-75.22
G75	282.89 ac	9.87 cd	-96.51	5.44 a	-98.08	301.50	236.00	-21.72	53.00 bf	-82.42
G78	286.67 ac	11.65 ad	-95.94	2.34 ef	-99.18	324.50	242.00	-25.42	46.50 ef	-85.67
G90	303.99 ac	10.38 ad	-96.59	4.14 ad	-98.64	319.00	237.83	-25.45	51.50 cf	-83.86
G92	284.22 ac	9.49 d	-96.66	3.30 bf	-98.84	318.50	202.50	-36.42	64.50 ae	-79.75
G94	255.56 cd	10.07 cd	-96.06	2.97 cf	-98.84	278.50	269.25	-3.32	41.50 f	-85.10
G97	339.11 a	9.90 cd	-97.08	3.45 bf	-98.98	273.75	231.50	-15.43	52.50 bf	-80.82
p değeri (< 0.05)	0.011	0.006		0.001		0.300	0.557		0.001	

Yeşil aksamda kontrol ve 25 mM tuz uygulamasında P içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunurken, 50 mM de oluşan farklılıkların önemli olmadığı, kökte ise kontrol ve tuz dozlarında genotiplerin fosfor içeriğindeki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Genotipler arasında

tuz konsantrasyonunun artmasıyla beraber tuzun yeşil aksamda ve kökte P içeriğinde negatif etki yarattığı ve buna bağlı olarak genotiplerin % 85'inin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Yine 50 mM NaCl konsantrasyonunda fasulye genotiplerinde fosfor içeriğinin 25 mM NaCl konsantrasyonuna göre yeşil aksamda % 75, kökte ise % 90 oranında pozitif bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Fasulye bitkilerinde 25 mM tuz konsantrasyonunda yeşil aksamda en yüksek değer G30 (281.12 ppm), en düşük değer G16 ve G94 (178.98 ppm) nolu genotipler olduğu ve iki genotipinde aynı değeri aldığı tespit edilmiştir. Kökte fosfor içeriği 25 mM'da G20 (223.49 ppm) genotipinin en yüksek, G39 (101.20 ppm) genotipinin en düşük değeri aldığı, 50 mM tuz konsantrasyonunda ise G30 (312.98 ppm) en yüksek, G78 (129.32 ppm) nolu genotipinin en düşük değeri aldığı belirlenmiştir. Tuz stresinin etkisiyle bitkilerde bazı savunma mekanizmaları gelişmiştir. Bunlardan biri de besin elementlerinin kök bölgesinde depolanması, yeşil aksama iletiminin azaltılması veya minimum seviyeye indirilmesidir. Farklı tuz dozlarının uygulandığı çalışmada tuz dozunun artmasıyla özellikle 50 mM tuz dozunda kontrole göre hem yeşil aksam hem de kökte P içeriğinde artışların olduğu belirlenmiştir.

Peleg ve ark. (2012), Munns ve Tester (2008), toprak tuzluluğuna karşı bitkilerin toleransının Na⁺ exclusion, Na⁺a karşı doku toleransı ve osmotik tolerans olmak üzere 3 bileşen ile sağlandığını belirtmiştir. Toprakta tuzun bulunması ile kök bölgesinde düşük ozmotik potansiyelden dolayı bitkilerin su alımı azalmaktadır (Lauchli ve Grattan, 2007; Yılmaz ve ark. 2011). Bu durum tuza hassas olan bitkilerde besin element alımının olumsuz şekilde etkilenmesine neden olmaktadır.

Fasulye genotipleri arasındaki farklılığı belirlemek üzere tuz uygulamasının etkisinin araştırıldığı çalışmada, yeşil aksamda her iki tuz dozunda Mg içeriğinin genotipler arasındaki farklılık önemli bulunurken, kökte 50 mM tuz dozunun istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Mg içeriği bakımından kontrol bitkilerine oranla hem yeşil aksamda hem de kökte azalışların olduğu belirlenmiştir. Bu temelde 25 mM tuz dozunda yeşil aksamda en yüksek artış G30 (% 12.21), kökte ise G39 (% 58.60) genotiplerinde, en düşük artış yeşil aksamda G94 (% -28.21), kökte G49 (% -21.23) genotiplerinde, 50 mM tuz dozunda ise yeşil aksamda en yüksek artış G2 (% 33.73), kökte G13 (% 99.57) genotiplerinde, yeşil aksamda en düşük içerik G39 (% -34.97), kökte ise G49 (% -17.78) genotiplerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksam ve kök kısmında bulunan fosfor (P) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve % değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte P içeriği (ppm)					Kök				
	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı
G2	206.16 ae	179.92 ef	-12.73	231.46	12.27	221.15 a	173.36 bc	-21.61	208.03 bf	-5.93
G9	265.19 ab	192.10 df	-27.56	237.55	-10.42	171.48 ae	134.93 bg	-21.31	158.36 eg	-7.65
G11	164.93 de	187.41 ef	13.63	277.37	68.17	142.43 ce	165.86 bd	16.45	166.80 cg	17.11
G13	204.28 ae	201.47 cf	-1.38	238.02	16.52	193.04 ae	171.48 bc	-11.17	258.63 ab	33.98
G14	194.91 be	239.89 ae	23.08	214.59	10.10	170.55 ae	109.64 fg	-35.71	145.25 eg	-14.83
G16	148.06 e	178.98 f	20.88	207.09	39.87	172.42 ae	148.05 bf	-14.13	180.85 cg	4.89
G20	204.28 ae	209.90 bf	2.75	253.95	24.31	199.60 ad	223.49 a	11.97	169.61 cg	-15.03
G21	176.17 ce	235.20 af	33.51	268.00	52.13	127.44 e	134.00 bg	5.15	156.49 eg	22.80
G30	289.55 a	281.12 a	-2.91	285.80	-1.30	214.59 ab	175.23 b	-18.34	312.98 a	45.85
G31	248.32 ad	223.96 af	-9.81	261.44	5.28	202.41 ac	123.69 dg	-38.89	236.14 bd	16.66
G39	235.20 ae	222.08 af	-5.58	226.77	-3.58	135.87 de	101.20 g	-25.52	162.11 dg	19.31
G49	230.52 ae	232.39 af	0.81	235.20	2.03	180.86 ae	141.50 bg	-21.76	183.66 cg	1.55
G67	261.44 ac	267.07 ab	2.15	221.15	-15.41	176.17 ae	153.68 be	-12.77	212.72 be	20.75
G71	183.06 be	236.14 af	29.00	226.77	23.88	178.98 ae	132.13 cg	-26.18	200.53 bg	12.04
G75	237.08 ad	252.07 ad	6.32	220.21	-7.12	175.23 ae	123.69 dg	-29.41	153.68 eg	-12.30
G78	215.53 ae	193.98 df	-10.00	258.63	20.00	210.84 ab	138.69 bg	-34.22	129.32 g	-38.66
G90	228.64 ae	256.75 ac	12.29	238.00	4.09	188.35 ae	123.69 dg	-34.33	238.01 bc	26.37
G92	215.52 ae	226.77 af	5.22	281.12	30.44	193.03 ae	138.69 bg	-28.15	189.29 bg	-1.94
G94	209.91 ae	178.98 f	-14.73	215.51	2.67	192.10 ae	109.63 fg	-42.93	134.94 fg	-29.76
G97	183.67 be	206.16 cf	12.24	206.16	12.24	150.87 be	121.82 eg	-19.25	145.24 eg	-3.73
p değeri (< 0.05)	0.044	0.002	0.666	0.050	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Gadallah (1999), bakla bitkisine uygulanan tuz konsantrasyonlarının metabolik faaliyetlerin aksamasına, başta Ca⁺ ve K⁺ olmak üzere N⁺, P ve Mg⁺ gibi makro besin elementleri alımını kısıtladığını ve klorofil aktivasyonunu olumsuz etkilediğini belirtmektedir. Mugdal ve ark. (2010) tuz stresinin besin element alımını zorlaştırdığını, çimlenme yüzdesi ve meyve kalitesini belirlemiştir.

Toprakta sodyum miktarının artmasının, bitkilerde Ca⁺, K⁺ ve Mg⁺ eksikliğine neden olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Grattan 1993; Marschner 1995; Gomez ve ark. 1999).

Çizelge 4. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksam ve kök kısmında bulunan magnezyum (Mg) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte Mg içeriği (ppm)					Kök				
	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı
G2	3736.67	3800.00 bd	1.69	4997.00 a	33.73	5160.76 ad	7434.23 a	44.05	6363.81	23.31
G9	4293.00	3614.33 bd	-15.81	4335.67 ac	0.99	4855.68 cd	5371.49 ad	10.62	9566.36	97.01
G11	3934.67	3744.33 bd	-4.84	4671.33 ac	18.72	5518.40 ad	4642.26 cd	-15.88	6018.97	9.07
G13	4038.67	4107.67 bc	1.71	4743.95 ab	17.46	4871.18 cd	4276.21 d	-12.21	9721.65	99.57
G14	3772.33	3480.33 cd	-7.74	4190.67 ad	11.09	5916.13 ad	7471.17 a	26.28	5406.91	-8.61
G16	4482.33	3344.33 cd	-25.39	3383.00 bd	-24.53	5275.42 ad	4956.18 bd	-6.05	5455.35	3.41
G20	3884.67	4223.00 bc	8.71	3556.33 ad	-8.45	5617.08 ad	4975.52 bd	-11.42	6665.14	18.66
G21	3715.67	4040.67 bc	8.75	3608.00 ad	-2.90	5772.12 ad	5373.11 ad	-6.91	5380.18	-6.79
G30	4587.33	5147.33 a	12.21	3931.33 ad	-14.30	4341.26 d	4879.32 bd	12.39	4145.33	-4.51
G31	3828.33	3401.00 cd	-11.16	3217.00 cd	-15.97	6941.43 a	5622.74 ad	-19.00	5752.13	-17.13
G39	4193.67	3468.00 cd	-17.30	2727.29 d	-34.97	4523.68 cd	7174.39 ab	58.60	5556.70	22.84
G49	4163.00	4165.33 bc	0.06	3413.33 bd	-18.01	6813.38 ab	5366.79 ad	-21.23	5601.72	-17.78
G67	4405.33	4612.33 ab	4.70	3565.33 ad	-19.07	5099.05 bd	4909.64 bd	-3.71	5064.25	-0.68
G71	4155.33	3628.00 bd	-12.69	4363.33 ac	5.01	5255.99 ad	5107.00 bd	-2.83	6908.00	31.43
G75	4086.33	3533.33 cd	-13.53	3645.67 ad	-10.78	4667.78 cd	5090.99 bd	9.07	4737.95	1.50
G78	4606.00	3513.67 cd	-23.72	4046.33 ad	-12.15	5618.31 ad	4530.18 cd	-19.37	9644.78	71.67
G90	4768.67	4174.67 bc	-12.46	3258.00 bd	-31.68	6207.43 ac	6631.19 ad	6.83	5176.25	-16.61
G92	4694.00	3418.33 cd	-27.18	3204.67 cd	-31.73	5996.96 ad	6708.95 ac	11.87	7468.20	24.53
G94	4079.33	2928.67 d	-28.21	4249.00 ac	4.16	5409.78 ad	6008.64 ad	11.07	7799.49	44.17
G97	3770.33	3543.67 cd	-6.01	3600.46 ad	-4.51	6122.62 ad	5702.26 ad	-6.87	5570.21	-9.02
p değeri (< 0.05)	0.734	0.004		0.047		0.050	0.030		0.216	

Fasulye genotiplerinin Fe içeriği bakımından her iki tuz dozunda hem yeşil aksamda hem de kökte genotipler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Tuz dozları arasında 25 mM tuz dozunun kontrole göre genotipler arasında Fe içeriğinde yeşil aksam ve kökte azalışların olduğu, 50 mM tuz dozunun ise kontrole göre Fe içeriğinin özellikle kökte önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir. Kontrole göre 25 mM' de yeşil aksamda en yüksek Fe içeriğinin G30 (% 40.90) genotipinde, en düşük içeriğin ise G67 (% -42.95), kökte ise en yüksek Fe içeriğinin G9 (% 37.26) genotipinde, en düşük içeriğinin ise G31 (% -70.77) genotipinde olduğu ortaya çıkmıştır. Yine 50 mM NaCl konsantrasyonunda yeşil aksamda en yüksek Fe içeriğinin G2 (% 315.28) genotipinde, en düşük içeriğinin ise G92 (% -68.55) genotipinde olduğu, kökte ise Fe içeriğinin en yüksek G9 (% 316.81), en düşük G31 (% -46.34) genotiplerinde olduğu tespit edilmiştir. Levitt (1972), bitkilerin genellikle tuz stresinin olumsuz etkilerinden kaçınma (*escape*), sakınma (*avoidance*) ve tolerans stratejilerini kullanarak başa çıktığını bildirmiştir. Bitkilerde tuz dozunun artmasıyla beraber yeşil aksamda demir miktarının 50 mM NaCl dozunda, 25 mM NaCl dozuna göre genotiplerin % 80'inde, kökte ise % 95' inde pozitif bir artışın olduğu tespit edilmiştir.

Fasulye genotiplerinin Cu içeriği bakımından genotipler arasındaki farklar her iki tuz dozunda hem yeşil aksamda hem de kökte istatistiksel olarak önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Tuz stresine maruz bırakılan fasulye genotiplerinde yeşil aksamda tuzun Cu içeriği üzerine negatif kökte ise pozitif bir etkisinin olduğu görülmüştür. Yeşil aksamda kontrole göre 25 mM tuz dozunun genotiplerin tamamında negatif bir etki yaptığı, 50 mM tuz dozunun ise genotiplerin % 75'inin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Farklı tuz dozlarının çalışmada kullanılan bitkilerin kökte Cu içeriği üzerine etkisine bakıldığında kontrole göre 25 mM NaCl konsantrasyonu genotiplerin % 75 'inde, 50 mM NaCl konsantrasyonu ise genotiplerin % 80 'inde pozitif bir etki yarattığı görülmüştür. Fasulye genotipleri üzerine 50 mM NaCl konsantrasyonunun 25 mM NaCl konsantrasyonuna göre yeşil aksamda genotiplerin % 95 'inde, kökte ise % 85'inde artışın olduğu görülmüştür. Tuz dozunun artmasıyla beraber hem yeşil aksamda hem de kökte demir içeriğinde olduğu gibi bakır içeriğinin de artış gösterdiği belirlenmiştir. Yeşil aksamda Cu içeriği bakımından 25 mM NaCl konsantrasyonunda G97 (13.43 ppm) genotipi en yüksek, G2 ve G11 (7.87,7.82 ppm) genotipleri en düşük içeriğe sahip, 50 mM NaCl konsantrasyonunda en yüksek içerik G94 (19.58 ppm) genotipinde, en düşük içerik ise G2 ve G30 (9.05, 8.72 ppm) genotiplerinde olduğu ortaya çıkmıştır. Kökte 25 mM tuz dozunda G39 (14.85 ppm) genotipi en yüksek bakır içeriğine sahip olurken G13 (8.00 ppm) genotipi en düşük içeriğe sahip olduğu, 50 mM tuz dozunda G9 (27.52 ppm) genotipi en yüksek içerik, G30 (8.47 ppm) genotipi en düşük içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tuz dozunun artmasıyla beraber genotipler arasında özellikle yeşil aksamda bakır içeriğinin azaldığı, kök bölgesinde ise arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 5. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksam ve kök kısmında bulunan demir (Fe) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte Fe içeriği (ppm)					Kök				
	Kontrol	25 Mm	Kontrol göre % değişim oranı	50 Mm	Kontrol göre % değişim oranı	Kontrol	25 Mm	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı
G2	322.89	201.80 be	-37.50	1340.90 a	315.28	6697.80 cd	8676.11 a	29.54	9520.51 de	42.14
G9	288.60	222.30 ae	-22.97	769.57 bc	166.66	3728.90 e	5118.29 ce	37.26	15542.56 ab	316.81
G11	277.90	283.00 ae	1.84	809.00 b	191.11	5150.32 de	5415.45 ce	5.15	8505.80 df	65.15
G13	223.03	229.95 ae	3.10	96.92 j	-56.54	6291.38 ce	5845.07 ce	-7.09	10773.40 d	71.24
G14	300.07	305.40 ac	1.78	463.30 eg	54.40	6987.52 bd	8168.70 ab	16.90	7986.04 ef	14.29
G16	265.05	232.60 ae	-12.24	412.07 fh	55.47	5697.84 ce	6576.12 ad	15.41	9576.98 de	68.08
G20	222.63	235.37 ae	5.72	481.93 dg	116.47	6889.03 bd	6798.94 ac	-1.31	12893.36 c	87.16
G21	273.37	273.57 ae	0.07	467.80 eg	71.12	5194.85 ce	5834.52 ce	12.31	9115.82 df	75.48
G30	200.05	281.87 ae	40.90	327.90 gı	63.91	3844.53 e	5131.09 ce	33.46	6852.33 f	78.24
G31	246.07	226.93 ae	-7.78	606.67 de	146.54	15376.53 a	4494.06 ce	-70.77	8251.58 ef	-46.34
G39	206.03	199.77 be	-3.04	221.24 ij	7.38	8045.66 bc	5619.13 ce	-30.16	8177.13 ef	1.63
G49	160.58	199.10 be	23.99	330.75 gı	105.97	7329.23 bd	4340.83 de	-40.77	8471.89 df	15.59
G67	294.53	168.03 de	-42.95	499.55 df	69.61	5283.51 ce	5482.03 ce	3.76	7878.70 ef	49.12
G71	237.17	221.43 ae	-6.64	268.90 hı	13.38	7850.43 bd	6055.29 be	-22.87	14159.35 bc	80.36
G75	349.80	327.60 ab	-6.35	250.40 ı	-28.42	7509.58 bd	4510.82 ce	-39.93	9634.01 de	28.29
G78	338.57	350.57 a	3.54	220.10 ij	-34.99	7666.26 bd	5408.30 ce	-29.45	16690.87 a	117.72
G90	270.90	296.10 ad	9.30	371.15 fi	37.01	7705.41 bd	4620.06 ce	-40.04	8609.83 df	11.74
G92	269.30	182.90 ce	-32.08	84.69 j	-68.55	9708.01 b	6489.69 bd	-33.15	10599.14 d	9.18
G94	229.23	174.27 ce	-23.98	633.13 cd	176.20	7785.67 bd	4131.72 e	-46.93	8825.26 df	13.35
G97	211.73	160.83 e	-24.04	472.66 eg	123.24	7126.07 bd	4871.63 ce	-31.64	9261.38 de	29.96
p değeri (< 0.05)	0.093	0.033		0.001		0.001	0.001		0.001	

Çizelge 6. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksam ve kök kısmında bulunan bakır (Cu) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte Cu içeriği (ppm)					Kök				
	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı	Kontrol	25 mM	Kontrol göre % değişim oranı	50 mM	Kontrol göre % değişim oranı
G2	13.51	7.87 d	-41.75	9.05 d	-33.01	12.11 cf	10.30 ce	-14.95	15.65 bd	29.23
G9	15.40	8.63 cd	-43.96	13.73 bc	-10.84	7.58 fg	11.64 ce	53.56	27.52 a	263.06
G11	12.48	7.82 d	-37.34	12.19 bd	-2.32	8.19 dg	9.45 de	15.38	14.66 be	79.00
G13	16.70	8.76 cd	-47.54	15.43 b	-7.60	12.89 cd	8.00 e	-37.94	12.86 be	-0.23
G14	14.26	12.78 ab	-10.38	12.26 bd	-14.03	9.44 dg	12.16 ad	28.81	10.93 ce	15.78
G16	12.26	8.87 cd	-27.65	11.22 bd	-8.48	6.75 e	9.74 de	44.30	12.07 be	78.81
G20	13.77	10.70 ad	-22.29	12.69 bd	-7.84	8.76 dg	10.58 ce	20.78	17.21 bc	96.46
G21	12.36	10.01 bd	-19.01	11.70 bd	-5.34	11.02 cg	11.09 be	0.64	14.36 be	30.31
G30	14.14	9.35 cd	-33.88	8.74 d	-38.19	8.14 eg	9.61 de	18.06	8.47 e	4.05
G31	11.35	9.32 cd	-17.89	14.49 bc	27.67	30.85 a	9.19 de	-70.21	12.98 be	-57.93
G39	12.41	9.58 bd	-22.80	14.00 bc	12.81	19.73 b	14.85 a	-24.73	15.04 bd	-23.77
G49	12.03	10.59 ad	-11.97	12.89 bd	7.15	14.73 c	9.78 de	-33.60	10.89 ce	-26.07
G67	13.64	11.39 ac	-16.50	12.94 bd	-5.13	7.99 eg	9.92 ce	24.16	10.38 de	29.91
G71	12.93	9.82 bd	-24.05	11.77 bd	-8.97	8.85 dg	10.43 ce	17.85	11.61 ce	31.19
G75	14.55	10.27 bd	-29.42	11.86 bd	-18.49	8.36 dg	10.63 ce	27.15	13.23 be	58.25
G78	14.09	8.44 cd	-40.10	10.34 cd	-26.61	8.68 dg	10.05 ce	15.78	15.83 bd	82.37
G90	17.63	10.44 ad	-40.78	11.38 bd	-35.45	10.25 dg	13.70 ac	33.66	13.34 be	30.15
G92	12.11	9.94 bd	-17.92	11.89 bd	-1.82	9.07 dg	11.64 ae	28.34	18.14 b	100.00
G94	13.78	8.58 cd	-37.74	19.58 a	42.09	7.17 e	14.63 ab	104.04	15.35 bd	114.09
G97	14.52	13.43 a	-7.51	14.77 bc	1.72	12.64 ce	13.75 ac	8.78	14.46 be	14.40
p değeri (< 0.05)	0.992	0.011		0.001		0.001	0.004		0.001	

Tuz stresi altındaki bitkilerin Mn içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılık her iki tuz dozunda ve hem yeşil aksamda hem de kökte istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). Tuz dozları arasında 25 mM NaCl konsantrasyonunda Mn içeriğinde kontrole göre yeşil aksamda genotiplerin % 65’inde bir artış olduğu, kökte ise genotiplerin % 55’inde bir azalmanın olduğu, 50 mM NaCl konsantrasyonunda ise Mn içeriğinde yeşil aksamda genotiplerin % 65’inde bir azalmanın olduğu, kökte ise genotiplerin % 85’inde bir artış olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamaları arasında 50 mM tuz dozunun 25 mM tuz dozuna göre yeşil aksamda genotiplerin % 70’inin olumsuz etkilendiği, kökte ise fasulye genotiplerinin tamamında pozitif bir artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 7. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksamında bulunan mangan (Mn) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte Mn içeriği (ppm)						Kök			
	Kontrol	25 mM	Yeşil aksam		Kök		Kontrol	25 mM	50 mM	Kontrol
			Kontrol	50 Mm	Kontrol	Kontrol				Kontrol
			göre %		göre %					göre %
			değişim		değişim					değişim
			oranı		oranı					oranı
G2	30.93	32.92	6.43	43.45 cd	40.48	218.86 bd	296.67 a	35.55	322.54 af	47.37
G9	35.61	35.80	0.53	46.26 cd	29.91	143.28 g	182.10 bd	27.09	406.33 ab	183.59
G11	32.90	43.46	32.10	38.51 cd	17.05	156.52 eg	194.96 bd	24.56	299.68 bf	91.46
G13	39.91	45.28	13.46	28.53 d	-28.51	206.58 cf	229.42 ac	11.06	354.55 ae	71.63
G14	33.39	42.61	27.61	34.66 cd	3.80	215.60 be	225.11 bd	4.41	274.39 bf	27.27
G16	46.25	32.05	-30.70	40.55 cd	-12.32	176.19 dg	195.64 bd	11.04	313.88 af	78.15
G20	41.12	39.26	-4.52	39.72 cd	-3.40	211.98 bf	208.90 bd	-1.45	342.36 af	61.51
G21	46.96	44.55	-5.13	34.06 cd	-27.47	153.10 fg	179.00 bd	16.92	289.34 bf	88.99
G30	54.68	55.62	1.72	53.66 bc	-1.87	142.69 g	150.45 d	5.44	220.30 f	54.39
G31	42.93	40.75	-5.08	34.95 cd	-18.59	444.74 a	159.50 cd	-64.14	384.04 ad	-13.65
G39	44.24	37.47	-15.30	26.00 d	-41.23	272.24 b	198.20 bd	-27.20	270.17 cf	-0.76
G49	38.95	45.43	16.64	35.14 cd	-9.78	236.36 bd	155.13 cd	-34.37	283.29 bf	19.86
G67	38.43	46.16	20.11	35.48 cd	-7.68	200.04 cg	184.10 bd	-7.97	251.10 df	25.52
G71	38.79	43.74	12.76	75.49 a	94.61	238.28 bd	215.56 bd	-9.54	392.39 ac	64.68
G75	47.15	53.89	14.29	40.37 cd	-14.38	225.57 bd	178.67 bd	-20.79	275.33 bf	22.06
G78	54.98	51.42	-6.48	70.17 ab	27.63	232.87 bd	245.52 ab	5.43	434.79 a	86.71
G90	38.78	46.32	19.44	28.45 d	-26.64	224.83 bd	158.24 cd	-29.62	282.32 bf	25.57
G92	33.95	53.30	57.00	44.71 cd	31.69	273.72 b	222.46 bd	-18.73	317.78 af	16.10
G94	44.41	43.43	-2.21	33.23 cd	-25.17	243.04 bc	148.93 d	-38.72	234.45 ef	-3.53
G97	38.38	39.91	3.99	25.67 d	-33.12	237.56 bd	189.71 bd	-20.14	299.72 bf	26.17
p değeri	0.353	0.498		0.001		0.001	0.006		0.018	
(< 0.05)										

Tuz stresi altındaki fasulye genotiplerinin Zn içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılık her iki tuz dozunda ve hem yeşil aksamda hem de kökte istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8). Tuz uygulamalarının kontrolde göre yeşil aksamda Zn içeriğinin 25 mM tuz dozunda genotiplerin % 90'ının, 50 mM tuz dozunda % 95'inin negatif yönde etkilendiği, kökte ise 25 mM tuz dozunda genotiplerin tamamında, 50 mM tuz dozunda ise % 90'ında pozitif bir etki yaptığı belirlenmiştir. Tuz stresinin fasulye genotipleri üzerine etkisinin farklı olduğu, tuz dozunu artmasıyla beraber genotiplerde toplam fenol miktarı, toplam antioksidan içeriği ve besin element içeriğinde farklılıkların olduğu ortaya çıkmıştır. Nitekim, Kıpçak ve Erdinç (2016), tarafından yapılan çalışmada fasulye genotiplerinin tuz stresine karşı farklı tepkiler verdiğini ve G30 genotipinin tuz stresine karşı çalışılan genotipler arasında tolerans seviyesinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Malkoç ve Aydın (2003) mısır ve fasulyede tuzluluk stresi üzerine yaptıkları bir çalışmada bitkilerin P, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin genel olarak tuz dozunun artmasıyla beraber azaldığını tespit etmişlerdir. Tuz miktarının artmasıyla toprak pH'nın yükselmesi, dolayısıyla toprakta Fe, Mn, Zn ve Cu elverişliliğinin azalmasıyla açıklanabilir (Turhan ve Kızıloğlu 1999; Aydın ve ark. 2000).

Çizelge 8. Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yeşil aksamında bulunan çinko (Zn) besin element içeriklerine ait ortalama değerler ve değişim oranları

Genotip	Yeşil aksam ve kökte Zn içeriği (ppm)						Kök			
	Kontrol	25 mM	Yeşil aksam		Kök		Kontrol	25 mM	50 mM	Kontrol
			Kontrol	50 mM	Kontrol	Kontrol				Kontrol
			göre %		göre %					göre %
			değişim		değişim					değişim
			oranı		oranı					oranı
G2	181.37 c	174.57 bd	-3.75	59.61 ij	-67.13	65.14 ij	187.49 g	187.83	367.03 c	463.45
G9	309.50 a	134.53 bd	-56.53	80.82 fh	-73.89	141.90 eg	501.05 bc	253.10	518.46 ab	265.37
G11	300.67 ab	163.97 bd	-45.47	135.61 c	-54.90	139.37 fg	257.92 eg	85.06	399.11 bc	186.37
G13	252.17 ac	188.17 bc	-25.38	97.11 ef	-61.49	141.28 eg	273.87 eg	93.85	203.63 df	44.13
G14	207.40 ac	109.87 ce	-47.03	74.45 gi	-64.10	156.73 ef	391.62 ce	149.87	314.53 cd	100.68
G16	182.57 c	93.17 de	-48.97	121.16 cd	-33.64	79.45 hj	180.17 g	126.77	278.06 ce	249.98
G20	249.87 ac	126.05 be	-49.55	107.72 de	-56.89	94.90 hj	366.95 cf	286.67	591.37 a	523.15
G21	191.57 bc	93.15 de	-51.38	107.20 de	-44.04	220.54 ab	332.26 df	50.66	584.42 a	165.00
G30	302.03 ab	49.57 e	-83.59	130.90 c	-56.66	201.56 bc	305.99 dg	51.81	105.12 f	-47.85
G31	237.57 ac	158.86 bd	-33.13	102.43 df	-56.88	105.21 gi	450.48 bd	328.17	159.71 ef	51.80
G39	187.46 bc	107.40 ce	-42.71	141.45 bc	-24.54	171.69 cf	644.91 a	275.62	339.40 cd	97.68
G49	146.73 c	113.00 ce	-22.99	84.88 fh	-42.15	186.01 bd	403.99 ce	117.19	265.32 ce	42.64
G67	211.00 ac	173.48 bd	-17.78	93.95 eg	-55.47	211.37 ac	223.12 fg	5.56	203.86 df	-3.55
G71	210.63 ac	119.49 be	-43.27	98.28 ef	-53.34	182.55 be	348.41 df	90.86	356.76 cd	95.43
G75	188.33 bc	272.23 a	44.55	58.07 ij	-69.17	52.60 j	504.98 bc	860.04	298.65 ce	467.78
G78	225.07 ac	153.10 bd	-31.98	40.43 jk	-82.04	138.20 fg	354.06 df	156.19	604.45 a	337.37
G90	223.30 ac	94.17 de	-57.83	159.10 b	-28.75	74.63 hj	286.15 eg	283.42	339.17 cd	354.47
G92	149.27 c	158.88 bd	6.44	71.02 hi	-52.42	91.75 hj	332.10 df	261.96	597.79 a	551.54
G94	212.63 ac	194.93 b	-8.32	28.08 k	-86.79	112.75 gh	380.13 ce	237.14	632.28 a	460.78
G97	178.26 c	94.53 de	-46.97	213.05 a	19.52	247.77 a	553.69 ab	123.47	649.46 a	162.12
p değeri	0.049	0.001		0.001		0.001	0.001		0.001	
(< 0.05)										

Sonuç

Van Gölü Havzası'na ait bazı fasulye genotiplerinin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkileri belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada tuz dozlarının artmasıyla beraber genotipler arasında farklı reaksiyonların olduğu tespit edilmiştir. Artan tuz dozu ile beraber fasulye genotiplerinde toplam fenol içeriği ve antioksidan miktarının kontrole göre önemli oranda azalış gösterdiği, aynı şekilde besin element içerikleri bakımından 25 mM tuz dozunda hem yeşil aksam hem de kökte P, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin negatif etkilendiği, 50 mM tuz dozunda ise kökte besin element içeriklerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Tuz dozunun artmasıyla beraber fasulye genotiplerinin farklı tepkiler verdiği bazı genotiplerin stresten dolayı besin elementlerinin kök bölgesinde depoladığı, yeşil aksamda mikro element miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotipler incelenen parametreler açısından değerlendirildiğinde her iki tuz dozunda diğer genotiplere göre daha tolerant olan G9 ve G30 genotiplerinin ön plana çıktığı, G31, G49 ve G94 genotiplerinin hem 25 mM hem de 50 mM tuz konsantrasyonlarında hassas oldukları belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmadan elde edilen verilerin bir kısmı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2013-FBE-YL035 numaralı proje ile desteklenen yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Allakhverdiev SI, Sakamoto A, Nishiyama Y, Inaba M, Murata N (2000). Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *synechococcus* sp. *Plant physiology*. 123 (3). 1047-1056.
- Alp, Y. Kabay, T (2017). The effect of drought stress on plant development in some native and commercial tomato genotypes. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 27(3), 387-395.
- Aydın A, Turan M, Sezen Y (2000). Effect of sodium salts on growth and nutrient uptake of spinach (*Spinacia oleracea* L) and beans (*Phaseolus vulgaris* L). *International Symposium on Desertification*. p:525-530. 13-17 June. Konya-Turkey
- Benzie IEF, Strain JJ (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239: 70-76.
- Costa França MG, Pham Thi AT, Pimentel C, Pereyra Rosiello RO, Zuly-Fodil Y, Laffray D (2000). Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* in response to induced drought stress. *Env. Exp. Bot.* 43; 227-237.
- Çakmakçı T, Şahin Ü, Kuşlu Y, Kızıloğlu FM, Tüfenkçi Ş, Okuroğlu M (2016). Van İli Tarım Alanlarında Temiz ve Atık Su Kaynaklarının Yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.
- Ekincialp, A., Şensoy, S. (2018). Phenotypic and molecular determination of anthracnose disease resistance in Lake Van Basin's bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Legume Research: an International Journal*, 41 (1).
- Ellialtıoğlu Ş (1999). Doku kültürü yoluyla vegetatif çoğaltmada doku karaması sorunu, nedenleri ve çözüm yolları. *Biyoteknoloji (Kükem) Dergisi*. 24 (1).37-47.
- Es-Safi NE, Kollman A, Khlifi S, Ducrot PH (2007). Antioxidative effect of compounds isolated from *Globularia alypum* L. structure-activity relationship. *LWT*. 40. 1246-1252.
- Fidan E, Ekincialp A (2017). Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin farklı seviyelerdeki tuz stresine gösterdikleri tepkilerin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (4), 558-568.
- Gadallah MAA (1999). Effect of Proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. *Biologia Plantarum*. 42 (2): 249-257.
- Gomez JM, Hernandez JA, Jimenez A, Del Rio LA, Sevilla F (1999). Differential response of antioxidative enzymes of chloroplast and mitochondria to long term NaCl stress of pea plants. *Free Radic. Res*. 31. 11-18.
- Grattan SR (1993). How plants responds to salts. agricultural salinity and drainage. Hanson B, Grattan SR and Fulton A (eds.). University of California Irrigation Program. University of California. Davis. pp:3-5.
- Greenway H, Munns R (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 31,149-190.
- Kacar B (1984). Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900. Uygulama Kılavuzu: 214. Ankara. 140s.
- Kıpçak S, Erdiñ Ç (2016). Determination of salt tolerance levels of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown in Lake Van Basin. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26(3), 421-429.
- Koç S (2005). Fasulyelerde tuzluluğa tolerans bakımından genotipsel farklılıkların erken bitki gelişimi aşamasında belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans tezi.
- Lauchli A, Grattan SR (2007). Plant growth and Development Under Salinity Stress. M.A. Jenks et al. (eds.), *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*, 1-32.
- Levitt J (1972). Responses of Plants to Environmental Stress. Academic Press. New York. 698 pp., *Physiological Ecology*.

- Malkoç M, Aydın A (2003). Mısır (*Zea mays* L.) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin gelişimi ve bitki besin maddeleri içeriğine farklı tuz uygulamalarının etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (3). 211-216.
- Marschner H (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Pres. 657- 680.
- Mohamed AA, Aly AA (2008). Alterations of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plant grown under seawater salt stress. American-Eurasian Journal of Scientific Research. 3 (2). 139–146.
- Mugdall V, Madaan N, Mudgal A (2010). Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants. International Journal of Botany. 6 (2). 136-143.
- Munns R, Tester M (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.
- Nizamoğlu MN, Nas S (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. 20–35.
- Peleg Z, Walia H, Blumwald E (2012). In Plant Biotechnology and Agriculture: Prospects for the 21st Century (Ed: Arie Altman, Paul Michael Hasegawa). Integrating genomics and genetics to accelerate development of drought and salinity tolerant crops. Academic press, Elsevier. p: 271-285.
- Posmyk MM, Kontek R, Janas KM (2009). Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red cabbage seedlings exposed to copper stress. Ecotoxicology and Environmental Safety. 72. 6–602.
- Ruiz MJ, Rivero M R, Lo´pez-Cantarero I, Romero R (2003). Role of Ca²⁺ in the metabolism of phenolic compounds in tobacco leaves (*Nicotiana tabacum* L.). Plant Growth Regulation. 41. 173–177.
- Swain T, Hillis WE (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.-The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, 10 (1): 63-68.
- Turhan OY, Kızıloğlu FT (1999). Toprak tuzluluğunun değişik *Rhizobium phaseoli* izolatları ile aşılana fasulye (*Phaseolus vulgaris* L) çeşit ve gelişimine etkisi. GAP. I. Tarım Kongresi. 26-28 Mayıs. S:937-945. Şanlıurfa-Türkiye
- Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B (2011). Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7 (1): 47–66

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

The Effects of the Pass Number of the Planker on Soil Physical Properties, Plant Growth and Weed Species in Cotton Agriculture

Songül GÜRSOY^{1*}, Medet KORKUNÇ², Cumali ÖZASLAN³

¹Dicle University, Agriculture Faculty, Agricultural Mach. and Tech. Eng. Depart., Diyarbakır, Turkey

²Dicle University, Diyarbakır Agriculture Vocational School, Diyarbakır, Turkey

³Dicle University, Agriculture Faculty, Plant Protection Depart., Diyarbakır, Turkey

*e-mail: songul.gursoy@dicle.edu.tr; Tel: +90 (412) 2411000; Fax: +90 (412) 2411048

Abstract: In cotton (*Gossypium hirsutum* L.) agriculture, very loose soil results in reduced seed emergence and stand establishment because the contact between soil and seed is deficient. Therefore, the use of a planker before planting may help firm seedbeds and improve stand establishment. The objective of this study is to determine the effects of different pass numbers of the planker on soil bulk density, moisture content and cotton seed emergence. Also, weed species and plant growth parameters were determined in the study. The five treatments including different soil planking levels (P0, untreated control; P1, one pass of planker; P2, two passes of planker; P3, three passes of planker; P4, four passes of planker) was compared by using completely randomized block design with three replications. The results of the study indicated that while the soil bulk density and moisture content was increased with increasing the pass number of planker, multi-pass of planker significantly reduced seed emergence rate and SPAD value. The highest seed cotton yield per plant was found at P1 (one pass of planker) treatment. Also, soil planking levels affected the weed species and the density of this species. Control plots (P0) had higher weeds species than other treatments. In conclusion, the findings of this research suggest that multi-pass of planker may reduce seed emergence and cotton yield although it increases the moisture content at 0-10 cm soil depth which has positive effect on seed emergence, under the soil and climate conditions like the experimental field.

Keywords: Bulk density, Cotton, Moisture content, Seed emergence, Soil planking

Pamuk Tarımında Tapan Geçiş Sayısının Toprağın Fiziksel Özellikleri, Bitki Gelişimi ve Yabancı Ot Türlerine Etkisi

Öz: Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tarımında, toprağın fazla gevşek olması, tohumun toprakla temasını azalttığı için bitkinin çimlenmesi ve çıkışında düşüslere neden olmaktadır. Bu nedenle, bitki çıkış oranını ve gelişimini artırmak için ekim öncesi tarlaya en az 2-3 kez tapan çekilerek, toprak bastırılmaktadır. Bu çalışmada, tapanın farklı geçiş sayılarının, toprağın hacim ağırlığı, nem içeriği ve tohum çıkış oranına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmada yabancı ot türleri ve bitki gelişim parametreleri belirlenmiştir. Beş farklı tapan geçiş sayısının (P0, kontrol; P1, tapanın bir defa geçişi; P2, tapanın iki defa geçişi; P3, tapanın üç defa geçişi; P4, tapanın dört defa geçişi) denendiği çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçları, tapan geçiş sayısındaki artışın, toprak hacim ağırlığı ve nem içeriğinde artış meydana getirdiğini, fakat bitki çıkış oranını ve SPAD değerini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. En yüksek bitkideki kütlü pamuk verimi, P1 uygulamasında elde edilmiştir. Ayrıca, tapan geçiş sayısının, deneme alanındaki yabancı ot tür sayısını da önemli düzeyde etkilediği görülmüştür. Kontrol parsellerindeki yabancı ot tür sayısının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, bu denemenin sonuçları, ekim derinliğindeki toprağın nem içeriğini olumlu yönde etkilemesine rağmen, aynı iklim ve toprak koşullarında tapanın birden fazla geçiş sayısının bitki çıkış ve veriminde düşüslere neden olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Toprak hacim ağırlığı, Pamuk, Nem içeriği, Tohum çıkış oranı, Tapan çekme

Introduction

Planker have long been used to improve soil–seed contact for more uniform crop emergence and subsequent plant growth in cotton agriculture because soil planking may create better growth conditions for cotton seeds by improving the physical characteristics of the soil (Montemayor 1995). Successfully to initiate germination, emergence and establish in a mature plant, a seed needs specific soil conditions such as moisture, temperature, air. One of the most important factors for seed germination is water absorption of seed from soil. It is reported that high levels of seed-soil contact is required for this absorption process (Smet et al. 1999; Bewley et al. 2013). However,

soil planking may result in reduced yield due to excessive soil compaction and decreasing plant root penetration because it reduces pore spaces between soil particles by increasing soil bulk density and penetration resistance. Hanks and Thorp (1956) reported that its germination and emergence can be reduced due to lack of oxygen if the seed stays in the saturated soil for a long time. Gemtos and Lellis (1997) determined that the increased soil compaction decreased root growth and delayed seed emergence in cotton as a result of increased soil compaction. Chen et al. (2014) reported that excessive compression can reduce the absorption of nutrients by plants as well as the infiltration and redistribution of water in the soil. The degree a planker can compact the soil varies with the water content of the soil, soil texture and the force of compaction applied to the soil (Mamman and Ohu 1998; Shahgholi and Jnatkah 2018). Although it is expected that seed-soil contact can be increased by soil planking, an important question is: which amount of soil compaction is beneficial and at which point of soil compaction the seed germination rate decreases according to soil conditions. The objective of this study is to investigate the effects of different pass numbers of a planker on soil physical properties (bulk density, moisture content), seed emergence, SPAD value, and yield and weed species in cotton agriculture.

Materials and Methods

The experiment was established at a farmer's field in Diyarbakır province in South East Anatolia region of Turkey during cotton growing season of 2018. The characteristics of the experiment site are: 630 m above sea level (latitude: 37°55'36'' N, longitude: 40°13'49'' E). Mean monthly air temperature and rainfall during the growing season of the experiment (April-October) are shown in Fig.1. The rainfall at experimental growing season was significantly higher than long-term average at May after cotton planting. There was no much difference between mean monthly air temperatures of long-term years and 2018. Post-planting rainfall and soil temperature may significantly influence seedling emergence and growth (Berti et al. 2008).

The field had a clay loam soil with pH of 8.03, organic matter content of 1.58%, total salt of 0.08%, CaCO₃ of 6.08%, saturation with water of 62.7% at 0-20 cm soil depth. The soil moisture content and bulk density before the application of the treatments are given in Table 1.

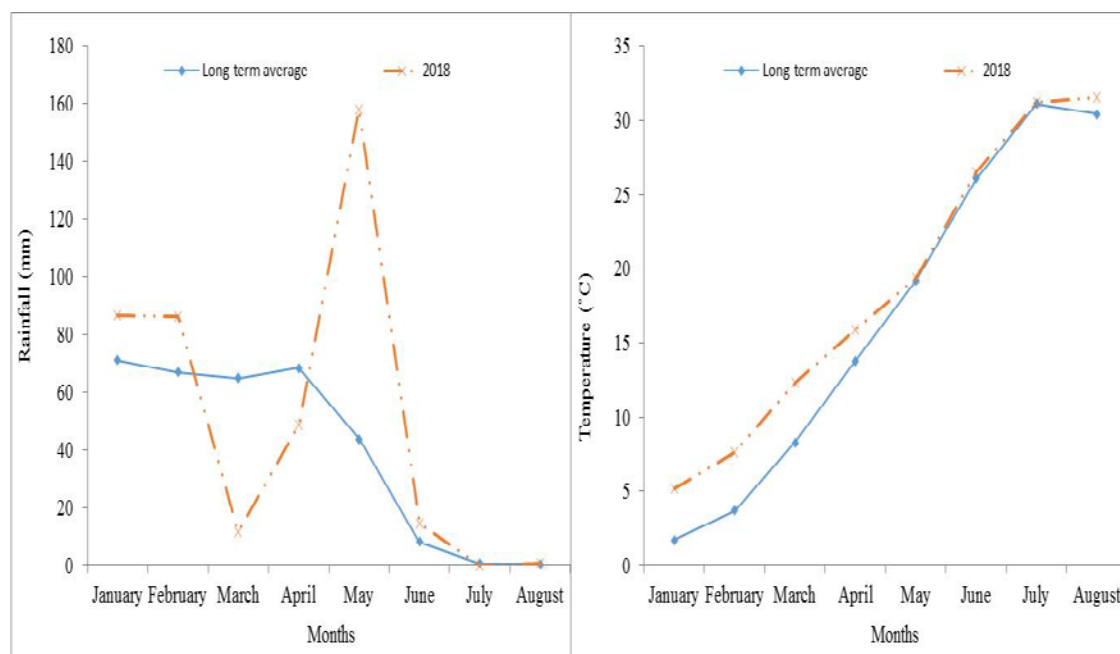


Figure 1. Total monthly rainfall and average monthly temperature during experiment year and long-term average rainfall and temperature at Diyarbakır.

Table 1. The soil moisture content and bulk density at 0-20 cm soil depths before the application of the treatments

Soil parameters	0-10 cm		10-20 cm	
	Mean	SD	Mean	SD
Moisture content (% , d.b.)	12.96	1.07	26.82	2.42
Bulk density (g cm ⁻³)	0.92	0.2	1.02	0.45

The previous crop in the experiment field was cotton and the cotton stalk was chopped and evenly spread over plots. Moldboard plowing to 20 cm was applied as primary tillage in November and the experiment field was tilled by cultivator (10 cm) after broadcasting the fertilizer (20-20-0%, N-P₂O₅-K₂O for supplying 60 kg N plus 60 kg P₂O₅ ha⁻¹) in April. A completely randomized block design with three replications was used for the experiment. Treatments included five different soil planking levels: untreated control (P0), one pass of planker (P1), two passes of planker (P2), three passes of planker (P3), and four passes of planker (P4).

The plots were 6 m wide to accommodate the planker width and 30 m long. A rectangular planker was pulled by New Holland T6600 tractor with 4-wheel-drive (119 kW) at 5.4 km h⁻¹. The length, width and weight of planker were 600 cm, 20 cm, 1200 kg, respectively. Its weight per meter was calculated as 200 kg m⁻¹. The first passing of planker was applied on 15 April 2018, and other passing was applied two days after the first passing of planker. A pneumatic precision seed drill was used to plant the cotton seed of 20 kg ha⁻¹ at on approximately 5 cm depth two days after application of treatments. Machine hoe was used to loose, aerate the soil and control the weeds three times. Also, the lister was used to apply the top-dress fertilizer (100 kg ha⁻¹ ammonium nitrate) and make the furrow before the first irrigation.

The experimental plots were irrigated by furrow irrigation system. The first irrigation was applied 60 days after the seeding and the latter irrigations were applied by 7 times at approximately 11-13 days intervals during growing season. For a given irrigation, all plots received the same amount of water.

Soil moisture content and bulk density were determined by the core sampling method. Soil samples were taken from undisturbed soil at two random locations of each plot before application of treatments and two days after planting. The soil moisture content (dry basis) and dry bulk density was calculated by using the initial weight and the weight after oven-dried at 105 °C for 24 h of soil samples.

Seed emergence rate was determined as the ratio of plants emerged about 15 days after planting to seeds sown on 1 m of two center rows.

SPAD values were measured by “SPAD-502” meter on the upper fourth leaf at early square growth stage according to Li et al. (2014).

To determine seed cotton yield per plant, ten plants randomly selected at each plots was harvested by hand. Each plot sample was weighted and divided by ten to calculate seed cotton yield per plant.

Weed species were recorded through all treatments before the first hoeing and their density was classified using *, **, ***, **** scale, which is modified from Uremis (2005).

*, represents weed density <1 weeds m⁻²

**, represents 1 ≤ weed density < 2 weeds m⁻²

***, represents 2 ≤ weed density < 3 weeds m⁻²

****, represents ≥ 3 weeds m⁻²

The JMP statistical software package was used to perform the analysis of variance (ANOVA). The means between five treatments were compared with LSD's multiple range tests at the significance level of 0.05.

Results and Discussion

Figure 2 shows the variation of bulk density at different pass numbers of planker. Soil bulk density was significantly increased with increasing the pass number of planker at both 0-10 and 10-20 cm soil depths. While the highest soil bulk density was found at P3 treatment at 0-10 cm depth, it was the highest at P4 at 10-20 cm. It is known that soil bulk density is one of the important factors affecting both shoot and root growth, and nutrient uptake of plants. Several researchers (e.g. Silva et al. 2012, Falkoski Filho et al. 2013, Dias et al. 2015) reported that increasing soil bulk density resulted in reduced root growth. Falkoski Filho et al. (2013) found that increasing soil bulk densities from 1.20 to 1.60 g m⁻³ resulted in a 50% reduction in root growth in cotton cultivars. Also, Parlak and Öztaşlan Parlak (2011) found that the increase in bulk density caused a significant decrease in dry root and shoot weights of plants such as hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.), common vetch (*Vicia sativa* L.), Italian ryegrass (*Lolium italicum* Lam.) and barley (*Hordeum vulgare* L.).

While the pass number of planker significantly affected soil moisture content at 0-10 cm, there was no significant difference among treatments at 10-20 cm soil depth (Fig.2). Two times passes of planker significantly resulted in increasing the soil moisture content at 0-10 cm depth. This leads to the hypothesis that soil planking capillarity brought the water to the surface. Also, it may prevent the soil moisture by evaporation (Tong et al., 2015).

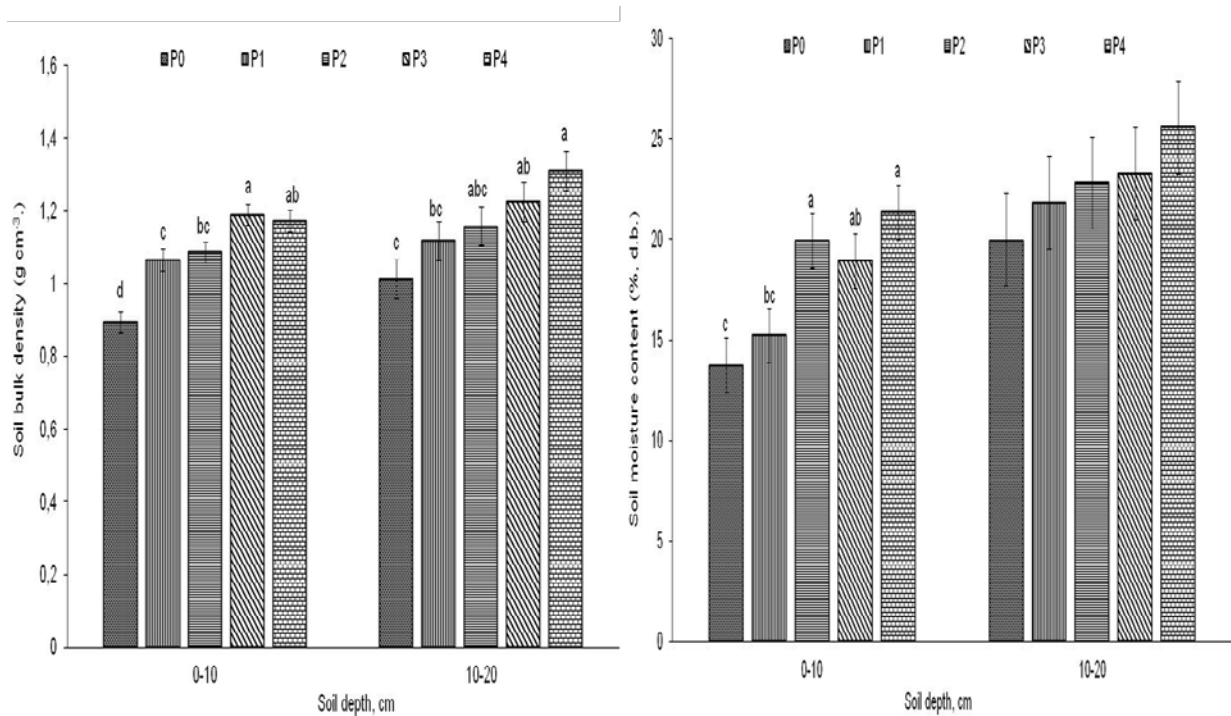


Figure 2. Effects of the pass number of planker on bulk density and moisture content at 0-10 cm and 10-20 soil depths. P0, untreated control; P1, one pass of planker; P2, two passes of planker; P3, three passes of planker; P4, four passes of planker. Means followed by different letters are significantly different according to LSD's multiple range test at the significance level of 0.05.

Seed emergence rate was affected by the pass number of planker. The highest seed emergence rate was found at P0 treatment. The use of planker significantly decreased the plant stand of cotton. There was no significant difference among the pass of planker in two, three, four times (Fig. 3). Effect of planking levels on seed emergence rate may be affected by post planting rainfall because the precipitation after planting cause the natural settlement of the soil near seed zone. As seen in Fig.1, the fact that high rainfall after planting excessively increased soil moisture content may result in low soil oxygen rate and temperature and therefore decreasing seed emergence rate.

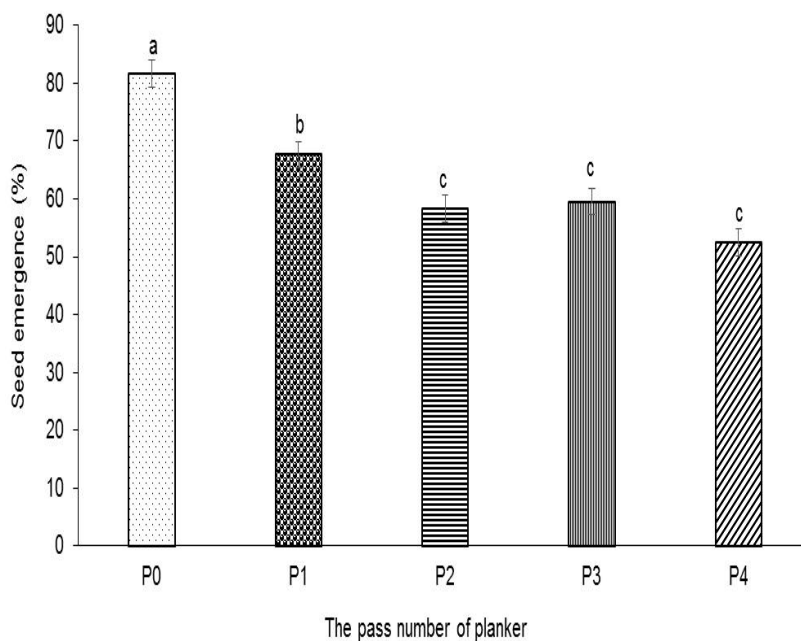


Figure 3. Seed emergence rate affected by the pass number of planker. P0, untreated control; P1, one pass of planker; P2, two passes of planker; P3, three passes of planker; P4, four passes of planker. Means followed by different letters are significantly different according to LSD's multiple range test at the significance level of 0.05.

Chlorophyll content of cotton measured by SPAD meter was significantly affected by planking levels. While the highest SPAD value was found at P0, there was statistically no significant difference between P0 and P1, and among P1, P2, P3 and P4 treatments (Fig.4). SPAD meter can quickly measure the relative value of chlorophyll content in leaf blades and this information can be used to diagnose the nutrition status of plants. A higher SPAD value indicates higher the nutrient uptake of plant from soil (Sadras et al.2005). Therefore, SPAD value decreased by increased planking levels shows that soil compaction will reduce the nutrient uptake of plant from soil. Lipiec and Stcpniewski (1995) reported that the effect of soil compaction on transport of nutrients to the roots depends on the amount of soil compaction and water and nutrient supply.

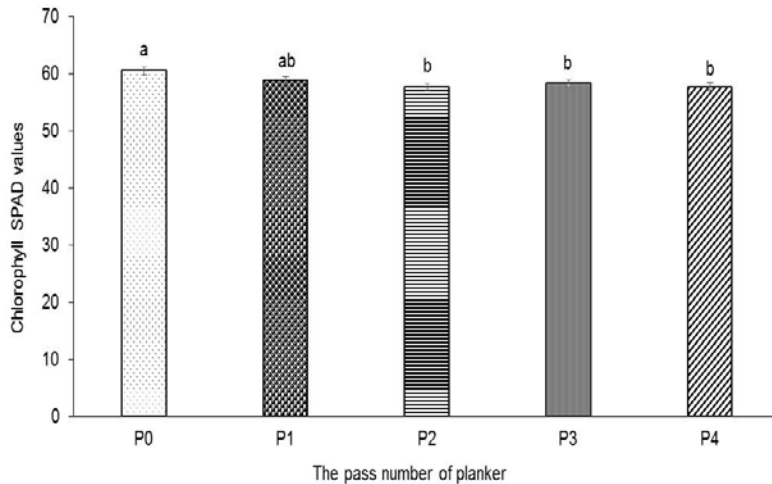


Figure 4. Chlorophyll SPAD values affected by the pass number of planker. P0, untreated control; P1, one pass of planker; P2, two passes of planker; P3, three passes of planker; P4, four passes of planker. Means followed by different letters are significantly different according to LSD's multiple range test at the significance level of 0.05.

The seed cotton yield per plant affected by the pass number of planker is demonstrated in Fig. 5. The highest value of seed cotton yield per plant was obtained as 42.33 g per plant at the one pass of planker (P1) whereas the lowest seed cotton yield was found to be 31.13 g per plant at four passes of planker (P4). The P1 treatment was followed by P2, P0, P3 treatments, respectively. But, there was not statistically difference among those treatments. Crop yield depends on many factors such as soil properties and environmental conditions (Agnew and Carrow, 1985). Soil planking significantly changes soil properties, therefore crop yield. Hultgreen (1990) found that packing pressures of 17 kg (167 N) significantly increased wheat yield. Johnston et al. (2003) found that the effect of soil packing levels on canola yield significantly changed according to climatic conditions in 1997, 1998 and 1999. They determined that increasing packing force improved canola grain yield at dry conditions after planting.

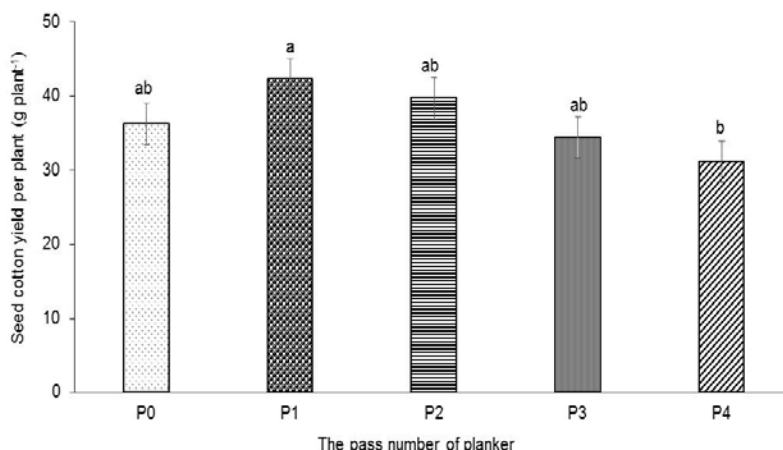


Figure 5. Seed cotton yield per plant affected by the pass number of planker. P0, untreated control; P1, one pass of planker; P2, two passes of planker; P3, three passes of planker; P4, four passes of planker. Means followed by different letters are significantly different according to LSD's multiple range test at the significance level of 0.05.

The weed species affected by the pass number of planker are presented in Table 2. The number of weed species was the greatest at P0 among treatments. Also, P0 had the highest density of Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L) Pers.) and Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). However, It was found to be the highest density of Common

reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex.Steud) at P1, Little hogweed (*Portulaca oleracea* L.) and Giradol (*Chrozophora tinctoria* (L) Rafin.) at P2. Common reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex.Steud) was the highest density (≥ 3 plants m^{-2}) in P4 treatment among all treatments. This shows the effect of soil packing on weed density change according to weed species. Çelik and Altıkat (2006) reported that soil tillage and compaction is one of the most important agricultural practices affecting weed seed distribution in the tilled layer and their emergence capability. They found that weed density increased as row compaction level decreased. Similarly, Yalcin et al. (2003) stated that tillage system applied in cotton farming has a considerable role in the development of weed population. They determined that the amount and density of weed in cotton farming with reduced tillage were higher than the conventional tillage.

Table 2 Weed species affected by different pass numbers of plinker

Weed species				
P0	P1	P2	P3	P4
Bermudagrass (<i>Cynodon dactylon</i> , (L) Pers.)***	Common reed(<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex.Steud)***	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i> L.)***	Common reed (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex.Steud)*	Flower-of-an-our (<i>Hibiscus trionum</i>)*
Giradol (<i>Chrozophora tinctoria</i> (L) Rafin.)*	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i> L.)*	Giradol (<i>Chrozophora tinctoria</i> (L) Rafin.)***	Purple nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)*	Common reed (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex.Steud)****
Cocklebur (<i>Xanthium strumarium</i> L.)*	Black nighshade (<i>Solanum nigrum</i> L.)*	Purple nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)*	Mexican Ground- cherry (<i>Physalis philadelphica</i> Lam.)*	Giradol (<i>Chrozophora tinctoria</i> (L) Rafin.)*
Purple nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)*	Field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)*	Common reed(<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex.Steud)*	Little hogweed (<i>Portulaca oleracea</i> L.)*	Field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)**
Field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)***	Giradol (<i>Chrozophora tinctoria</i> (L) Rafin.)*	Black nighshade (<i>Solanum nigrum</i> L.)*		Purple nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)*
Flower-of-an- our(<i>Hibiscus trionum</i>)	Purple nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)*	Chamomile (<i>Anthemis</i> sp.)*		
Common reed (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex.Steud)*	Mexican Ground- cherry(<i>Physalis philadelphica</i> Lam.)*	Field mallow (<i>Malvella sherardiana</i> (L.) Jaub and Spach)*		
Mexican Ground- cherry (<i>Physalis philadelphica</i> Lam.)*		Mexican Ground- cherry (<i>Physalis philadelphica</i> Lam.)*		
Black nighshade (<i>Solanum nigrum</i> L.)**				

P0, untreated control; P1, one pass of plinker; P2, two passes of plinker; P3, three passes of plinker; P4, four passes of plinker. *, weed density <1 weeds m^{-2} ; **, $1 \leq$ weed density<2 weeds m^{-2} ; ***, $2 \leq$ weed density<3 weeds m^{-2} ; ****weed density ≥ 3 weeds m^{-2}

As a result, this study indicated that while soil bulk density and moisture content at seeding depth was significantly increased with increasing the pass number of plinker, seed emergence rate and SPAD value decreased in plinked

soil compared to non-planked. However, one pass of planker resulted in the highest seed cotton yield per plant. Also, the pass number of planker affected the weed species. The number of weed species was found to be decreased significantly in compacted soil compared to non-compacted treatments. It is suggested that multi-year and location field trials could be carried out to understand relationships between the change in soil properties by planking and crop growth because there are several natural and man-induced factors affecting the degree of the soil compaction and its effects on crop yield.

References

- Agnew ML, Carrow RN (1985). Soil compaction and moisture stress preconditioning in Kentucky bluegrass: I. Soil aeration, water use, and root responses. *Agric. J.* 77(6): 872-878.
- Berti MT, Johnson BL, Robert AH (2008). Seeding depth and soil packing affect pure live seed emergence of cuphea. *Industrial Crops and Products.* 27: 272-278.
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM, Nonogaki H (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy.* 3rd ed. New York: Springer, pp 392.
- Çelik A, Altıkat S (2006). Farklı toprak işleme yöntemlerinin yabancı ot kontrolüne etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi.* 2 (4): 293-302.
- Chen G, Weil RR, Hill RL (2014). Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability. *Soil Till. Res.* 136, 61-69.
- Dias PP, Secco D, Santos RF, Bassegio D, Santos FS, Silva PRA, Sousa SFG, Correia TPS (2015). Soil compaction and drought stress on shoot and root growth in crambe (*Crambe abyssinica*). *AJCS* 9(5):378-383
- Falkoski Filho J, Batista I, Rosolem CA (2013). Sensitivity of cotton cultivars to soil compaction. *Semina: Ciências Agrárias* 34: 3645-3654.
- Gemtos TA, Lellis T (1997). Effects of soil compaction, water and organic matter contents on emergence and initial plant growth of cotton and sugar beet. *J. Agric. Eng. Res.* 66(2): 121-134.
- Hanks RJ, Thorp EC (1956). Seedling emergence of wheat as related to soil moisture content, bulk density, oxygen diffusion rate and crust strength. *Soil Sci. Soc. American Proceedings* 20:307-310
- Hultgreen GE, Kushwaha RL, Foster RK, Fowler DB (1990). Designing a suitable packer for air seeders. *Proc. Air Seeding'90*, Extension Division, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK
- Johnston AM, Lafond GP, May WE, Hnatowich GL, Hultgreen GE (2003). Opener, packer wheel and packing force effects on crop emergence and yield of direct seeded wheat, canola and field peas. *Can. J. Plant Sci.* 83: 129-139.
- Li PC, Dong HL, Liu AZ, Liu JR, Sun M, Wang GP, Zhang SP, Li YB, Mao SC (2014). Diagnosis of Premature Senescence of Cotton Using SPAD Value. *Agricultural Sci.* 5, 992-999. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2014.511107>
- Lipiec J, Stcpiński W (1995). Effects of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. *Soil Tillage Res.*35:37-52.
- Mamman E, Ohu JO (1998). The effect of tractor traffic on air permeability and millet production in a sandy loam soil in Nigeria. *Ife J. Tech.* 8(1): 1-7.
- Montemayor MB (1995). The effect of soil compaction during planting on cotton emergence. *Journal of Agric. Eng. Res.* 61:129-136.
- Parlak M, Özaslan Parlak A (2011). Effect of soil compaction on root growth and nutrient uptake of forage crops. *Journal of Food, Agric. Env.* 9 (3-4): 275 – 278.
- Sadras VO, O'Leary GJ, Roget DK (2005). Crop responses to compacted soil: capture and efficiency in the use of water and radiation. *Field Crops Res.* 91 (2-3): 131-148.
- Shahgholi G, Jnatkhah J (2018). Investigation of the effects of organic matter application on soil compaction. *YYU J. Agr. Sci.* 28 (2): 175-185.
- Silva SD, Alves JM, Mesquita GM, Leandro WM (2012). Effect of soil compaction on shoot and root development of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) and crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). *GI Sci Technol* 5: 87-97.
- Smet SDE, Damme PV, Scheldeman X, Romero J. (1999). Seed structure and germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta Horticulturae*, The Hague, 497: 269-278.
- Tong J, Zhang Q, Guo L, Chang Y, Guo Y, Zhu F, Chen D, Liu X (2015). Compaction performance of biomimetic press roller to soil. *Journal of Bionic Eng.* 12:152-159
- Uremis I (2005). Determination of weed species and their frequency and density in olive groves in Hatay province of Turkey. *Pakistan Journal of Biolo. Sci.*8(1):164-167.
- Yalcin I, Boz O, Ucucu R (2003). Effects of different mechanisation applications on weed control in cotton farming and its significance in terms of mechanisation management. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2: 18-22.

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Karyological and Chromosome Analysis of *Quercus libani* in Iran

Fateme ASGHARPOUR¹, Nasrin SEYEDI^{1*}, Solmaz NAJAFI²

¹Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

²Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

² Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van, Turkey

*e-mail: n.seyedi@urmia.ac.ir

Abstract: This study attempts to analyze the karyotype and chromosome structure in five populations of *Quercus libani* growing in Northern Zagros. Pre-treatment, fixation, hydrolysis and staining were conducted using root meristem and then microscopic samples were prepared and studied. The results showed that in all studied cells of each population, the basic chromosome number was $x=12$ and all of them were diploid. Karyotype analysis of each population was conducted separately and several indices (TL: Total Length, LA: Long Arm, SA: Short Arm, CI: Centromer Index, AR: Arm Ratio, R- value, DRL%: Difference of Relative Length and TF%: Total Form) were determined. Karyotype formula was $12m$ in all studied populations. The length of chromosomes in all populations was estimated as 0.64-2.08 micrometers. The longest chromosome was observed in chromosome number 1 from population 1 and the shortest one was related to the chromosome number 12 from population 5. Considering of chromosomal classification, all the studied populations were placed in class B of Stebbins which showed that there is an average symmetry in the studied karyotypes. The other estimated indices also showed that in chromosomes are relatively symmetric in all populations that indicates this species is primitive and undeveloped.

Keywords: Chromosome, Cytogenetic, Karyotype, *Quercus libani*

İran'da Yetişen *Quercus libani*'nin Karyolojik ve Kromozom Analizi

Özet: Bu çalışmanın amacı Kuzey Zagros'ta yetişen beş *Quercus libani* popülasyonunda karyotip ve kromozom yapısını analiz etmektir. Ön muamele, fiksasyon, hidroliz ve boyama, kök meristem kullanılarak yapılmıştır ve daha sonra mikroskopik numuneler hazırlanıp, incelenmiştir. Sonuçlar, her popülasyonun çalışılan tüm hücrelerinde, temel kromozom sayısının $x = 12$ olduğunu ve hepsinin diploid olduğunu göstermiştir. Her popülasyonun karyotip analizi ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve birkaç indeks (TL: Toplam Uzunluk, LA: Uzun Kol, SA: Kısa Kol, SI: Sentromer İndeksi, KO: Kol Oranı, R-değeri, NUF%: Nispi Uzunluk Farklılığı ve TF %: Toplam Form) belirlenmiştir. Karyotip formülü çalışılan tüm popülasyonlarda $12m$ olarak belirlenmiştir. Tüm popülasyonlardaki kromozomların uzunluğu, 0.64-2.08 mikrometre olarak hesaplanmıştır. En uzun kromozom, popülasyon 1'den 1 numaralı kromozomda ve en kısa kromozom, popülasyon 1'den kromozom 12'de gözlenmiştir. Kromozomal sınıflandırma göz önüne alındığında, çalışılan tüm popülasyonlar, incelenen karyotiplerde bir ortalama simetri olduğunu gösteren Stebbins sınıf B'ye yerleştirilmiştir. Tahmin edilen diğer indeksler, ayrıca tüm popülasyonlarda kromozomların nispeten simetrik olduğunu; bu türün ilkel ve gelişmemiş olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Kromozom, Sitogenetik, Karyotip, *Quercus libani*

Introduction

Breeding to raise both yield potential and yield further under environmental constraints through improved adaptiveness will be of paramount importance (Mohammadi et al., 2014). Cytogenetic is a branch of genetics which studies the construction of chromosomes. Cytogenetic studies regarded as the primitive and basic achievements in breeding researches since determination number of chromosomes and ploidy levels are necessary in selection of proper breeding method (Javadi et al. 2008). Cytological methods facilitate and make it possible to determine the chromosomal structure and to recognize specific chromosomes. In other words, karyotype analysis includes the analysis of the appearance, the number and construction of the chromosomes in terms of size, the location of the centromere and the other chromosomal details. Also, the analyses of chromosomal characteristics as well as cytogenetic studies provide the recognition of plant

species karyotype structure as well as analyzing diversity among different populations of a species. The genome of individuals contains genetic information and the result of gene expression is appearing of phenotypic traits so, any changes in chromosome construction and size resulted in different phenotypic traits appearances. Karyotypic studies within populations of a species are important since each of different populations may show specific genomic adaptation with their environmental growing conditions (Tabandeh Saravi et al. 2013). Variation in karyotype structure (number, type and size) and chromosome behavior during cell division can explain the genetic differences (Sheydaie et al. 1997). Generally, cytological studies provide valuable information regarding available gene pool of the country which could be used in gene bank (Hesamzadeh et al. 2008). Therefore, using the local germplasm in breeding programs is very important to add new traits in the genetic pool (Ozdemir Eroglu et al., 2016). Also Seed and chromosome morphology have been considered useful for solving systematic and evolutionary obscures (Kocyigit and Alp, 2018). The *Quercus* L. is a genus with 300 to 600 species (Johnson et al. 2002) and its number of base chromosome is $n=12$ so the most of its species are diploid (Demerico et al. 1995) and polyploidy occurs rarely in this genus (Tabandeh Saravi et al. 2013). This genus includes different species of evergreen and deciduous trees and shrubs which have expanded from cold climates to tropical forests of Asia and America. *Quercus libani* G. Olivier is a certain species of Northern Zagros in Iran and its height can reach up to 10 meters with gray trunk like as old and grooved trees (Sabeti 1966). The main growing habitats of this species are central and Eastern Taurus Mountains and Amanos of Anatolia in Turkey, Northeastern of Iraq, Northwestern of Syria and western parts of Iran (Browicz 1994). Northern Zagros forests start from Shahoo ridge on the border of Kurdistan and Kermanshah provinces and continue to the north of Piranshahr in West Azerbaijan. The area of the Northern Zagros forests is about 449000 hectares which *Q. libani* covers 106316 hectares (i.e. 24%) as pure or mixed population (Fattahi 1998). This study aimed to define chromosome karyotype and morphology of *Q. libani* species by analyzing different populations in order to present the best instruction for cytogenetic studies in this species.

Materials and Methods

In this research, annual seedlings of the studied species were prepared from Research Institute of Forests and Rangelands (Botanical Garden of the country), Nursery of Natural Resources Offices. Five populations were used for this study.

- Population 1: Urmia (Gasemlu)
- Population 2: Piranshahr (East part of Piranshahr)
- Population 3: Sardasht (North part of Sardasht)
- Population 4: Baneh (kanisur)
- Population 5: Bookan (central part of Bookan)

Then transferred to Urmia University in early growing season. Seedlings were transferred to plastic pots containing a mixture of garden soil, peat moss and perlite. In order to facilitate the preparation of root samples without any damage, the pots were divided to two parts. The underside surface inner pots were totally removed and placed on second pots which the one third of their volume was filled with sand so the fresh roots of inner pots could grow into the sand of the second pots. Sampling was conducted daily from the root meristem (root tip meristem which divides mitotic continuously). Roots with the length of 0.5-1 cm were collected during different times of the day which in the case of *Quercus* the best time of sampling in Urmia condition was 08:00 -09:00 O'clock in the morning. The fresh roots of ten seedlings from each population were used for karyotype studies. Then the following levels including pre-treatment, fixation, storing, hydrolysing, staining, observation, imaging of the cells and analysing of the chromosomes were done.

- 1- Pre-treatment: this process was done using 0.5% saturated alpha-bromo naphthalene solution in water for 3 hours followed by washing with water.
- 2- Fixation: after pre-treatment, the roots were washed with distilled water and placed in fixing solution. These solutions make the chromatin to precipitate and also kill the cells quickly. The main goal of fixation is keeping the cell structure as well as preserving all forms of cell divisions using Lewitsky solution.
- 3- Storing: after fixation, it is necessary to keep the samples for relatively long time at 4°C since it is not possible to hydrolyze all samples together so samples were placed in ethanol 70% followed by fixation and washing.
- 4- Hydrolysis: hydrolysis degrades intracellular walls and helps distribution of chromosomes and cells. In this study, hydrolysis fixed samples was done using NaOH 1N for 20 min at 60°C.
- 5- Staining: staining of root apical meristem is necessary for definition of chromosomes and their better visibility followed by hydrolysis. Staining ability of chromosomes is related to the chromophores which contain molecules called

Aksuchrome with ability to keep the color. The staining of root meristem was done using Aceto Orcein. Root meristems after treated with cytase enzyme for removing cell walls followed by staining (Agayev 1996). Root tip samples were squashed and microscopic slides prepared followed by above mentioned procedures. The samples were studied using light microscope and the cells in metaphase with the best distributed and stained chromosomes were selected and photographed. The analyses of images were carried out using Micromasure 3.3 as well as SPSS (21) softwares. Standard karyotype was prepared using selective metaphase and chromosome parameters including the length of long arm, the length of short arm, the total length of chromosomes and centromer index (CI) were measured and recorded using Micromasure software. Also, the ideogram of each populations was drawn based on the length of short and long arms using Excel software. The arrangement of chromosomes in ideogram was considered from left to right as well as from the largest to the smallest total chromosomes length (TL).

Results and Discussion

Results of the mitotic metaphase plates in studied populations as well as the karyotype images and populations evolutionary status showed that in all examined cells in each population, the basic chromosome number was $x=12$ and all were diploid. Karyotype analysis was conducted separately for each population and indices including the length of chromosomes, the length of long arm, the length of short arm and centromeric index were determined. The karyotype formula was $12m$ in all studied populations (tables and figures 1-5). The chromosomes type in all populations was metacentric without any satellite. The length of chromosomes in all populations was calculated $0.64-2.08 \mu m$. The longest chromosome was observed in chromosome number 1 from population 1 belongs to Urmia (gasemlu) and the shortest one was related to the chromosome number 12 from population 5 which belongs to Bookan (central part of Bookan).

Table 1. Chromosome characteristics in *Q. libani* (Population 1: Urmia)

Chromosome Number	Centromer Index	Short Arm Length (μm)	Long Arm (μm)	Total Length (μm)	Chromosome Type
1	49.03	1.02 ± 0.17	1.06 ± 0.39	2.08 ± 0.03	M*
2	45.21	0.85 ± 0.32	1.03 ± 0.47	1.88 ± 0.16	M
3	46.36	0.83 ± 0.06	0.96 ± 0.04	1.79 ± 0.08	M
4	43.31	0.68 ± 0.58	0.89 ± 0.52	1.57 ± 0.06	M
5	47.91	0.69 ± 0.12	0.75 ± 0.17	1.44 ± 0.05	M
6	47.69	0.62 ± 0.03	0.68 ± 0.10	1.3 ± 0.07	M
7	49.16	0.59 ± 0.29	0.61 ± 0.43	1.2 ± 0.13	M
8	48.62	0.53 ± 0.04	0.56 ± 0.04	1.09 ± 0.04	M
9	48.91	0.45 ± 0.16	0.47 ± 0.16	0.92 ± 0.04	M
10	50.00	0.43 ± 0.26	0.43 ± 0.31	0.86 ± 0.05	M
11	48.14	0.39 ± 0.29	0.42 ± 0.24	0.81 ± 0.05	M
12	45.33	0.34 ± 0.01	0.41 ± 0.01	0.75 ± 0.05	M

*: Metacentric

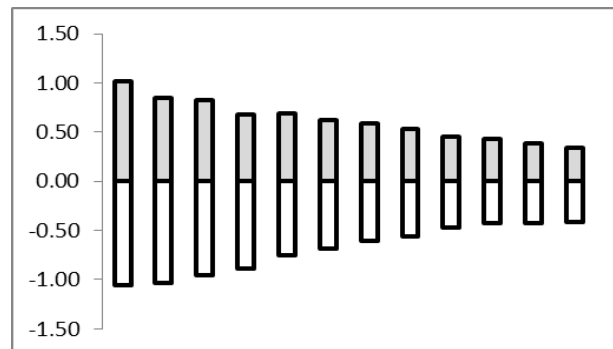
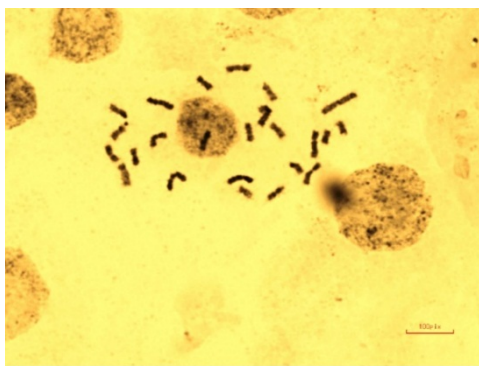


Figure1. Somatic metaphase, ideogram and karyotype in *Q. libani* (Population 1: Urmia).

Table 2. Chromosome characteristics in *Q. libani* (Population 2: Piranshahr)

Chromosome Number	Centromer Index	Short Arm Length (μm)	Long Arm (μm)	Total Length (μm)
1	49.01	1.00 \pm 0.17	1.04 \pm 0.39	2.04 \pm 0.01
2	46.19	0.85 \pm 0.32	0.99 \pm 0.47	1.84 \pm 0.16
3	46.66	0.84 \pm 0.06	0.96 \pm 0.04	1.80 \pm 0.08
4	45.66	0.79 \pm 0.58	0.94 \pm 0.52	1.73 \pm 0.06
5	42.40	0.67 \pm 0.12	0.91 \pm 0.17	1.58 \pm 0.05
6	42.75	0.59 \pm 0.03	0.79 \pm 0.10	1.38 \pm 0.07
7	39.28	0.44 \pm 0.29	0.68 \pm 0.43	1.12 \pm 0.13
8	40.20	0.39 \pm 0.04	0.58 \pm 0.04	0.97 \pm 0.04
9	47.67	0.41 \pm 0.16	0.45 \pm 0.16	0.86 \pm 0.04
10	49.41	0.42 \pm 0.26	0.43 \pm 0.31	0.85 \pm 0.05
11	48.19	0.40 \pm 0.29	0.43 \pm 0.24	0.83 \pm 0.05
12	48.75	0.39 \pm 0.01	0.41 \pm 0.01	0.80 \pm 0.05

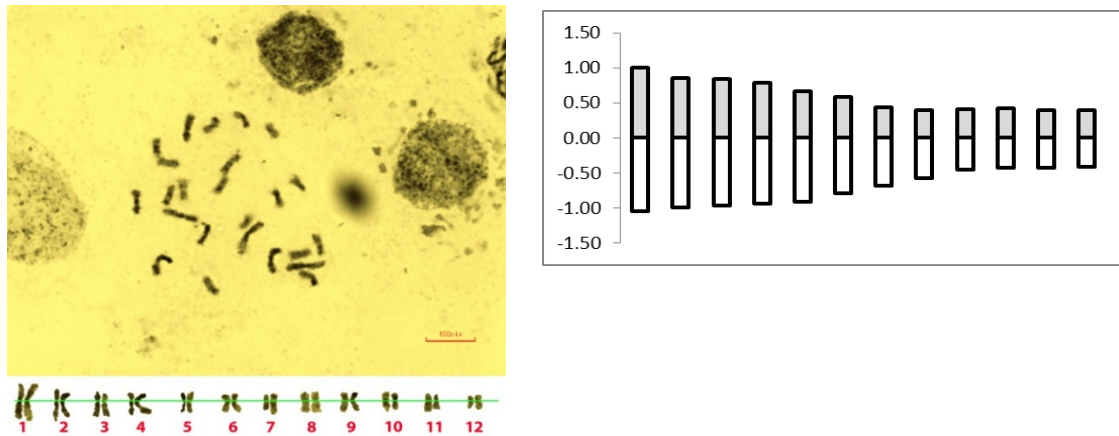


Figure 2- Somatic metaphase, idiogram and karyotype in *Q. libani* (population 2: Piranshahr).

Table 3. Chromosome characteristics in *Q. libani* (population 3: Sardasht)

Chromosome No.	Centromer Index	Short Arm Length (μm)	Long Arm (μm)	Total Length (μm)
1	46.73	0.86 \pm 0.17	0.98 \pm 0.39	1.84 \pm 0.06
2	46.62	0.83 \pm 0.32	0.95 \pm 0.47	1.78 \pm 0.16
3	44.91	0.75 \pm 0.06	0.92 \pm 0.04	1.67 \pm 0.08
4	43.42	0.66 \pm 0.58	0.86 \pm 0.52	1.52 \pm 0.06
5	43.04	0.65 \pm 0.12	0.86 \pm 0.17	1.51 \pm 0.05
6	43.83	0.64 \pm 0.03	0.82 \pm 0.10	1.46 \pm 0.07
7	43.75	0.63 \pm 0.29	0.81 \pm 0.43	1.44 \pm 0.13
8	43.57	0.61 \pm 0.04	0.79 \pm 0.04	1.40 \pm 0.04
9	47.58	0.59 \pm 0.16	0.65 \pm 0.16	1.24 \pm 0.04
10	49.53	0.53 \pm 0.26	0.54 \pm 0.31	1.07 \pm 0.05
11	48.51	0.49 \pm 0.29	0.52 \pm 0.24	1.01 \pm 0.05
12	41.66	0.35 \pm 0.01	0.49 \pm 0.01	0.84 \pm 0.05

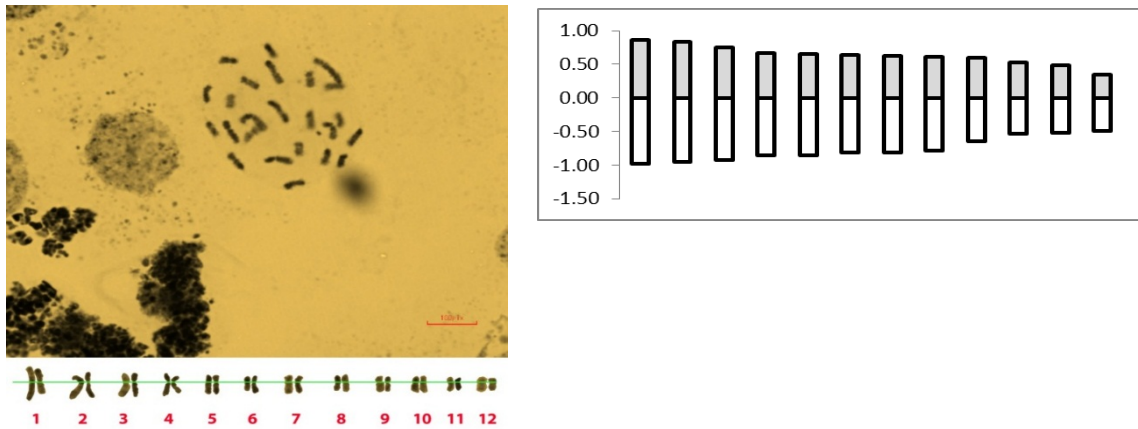


Figure 3- Somatic metaphase, idiogram and karyotype in *Q. libani* (population 3: Sardasht).

Table 4. Chromosome characteristics in *Q. libani* (population 4: Baneh)

Chromosome No.	Centromer Index	Short Arm Length (µm)	Long Arm (µm)	Total Length (µm)
1	49.75	1.00± 0.17	1.01± 0.39	2.01±0.03
2	46.77	0.87± 0.32	0.99± 0.47	1.86± 0.16
3	48.29	0.85± 0.06	0.91± 0.04	1.76± 0.08
4	44.37	0.71± 0.58	0.89± 0.52	1.60± 0.06
5	44.80	0.69± 0.12	0.85± 0.17	1.54± 0.05
6	43.62	0.65± 0.03	0.84± 0.10	1.49± 0.07
7	42.75	0.59± 0.29	0.79± 0.43	1.38± 0.13
8	39.02	0.48± 0.04	0.75± 0.04	1.23± 0.04
9	37.83	0.42± 0.16	0.69± 0.16	1.11± 0.04
10	49.54	0.54± 0.26	0.55± 0.31	1.09± 0.05
11	43.33	0.39± 0.29	0.51± 0.24	0.90± 0.05
12	43.50	0.38± 0.01	0.47± 0.01	0.85± 0.05

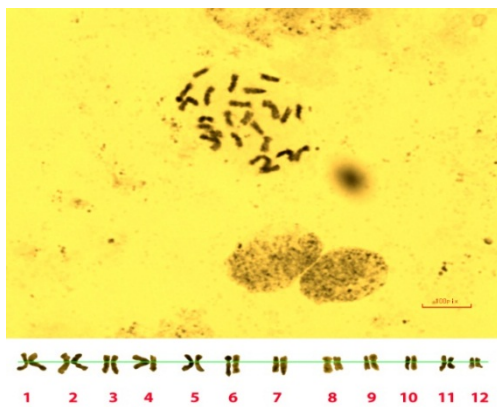


Figure 4- Somatic metaphase, idiogram and karyotype in *Q. libani* (population 4: Baneh).

Table 5. Chromosome characteristics in *Q. libani* (population 5: Bookan)

Chromosome No.	Centromer Index	Short Arm Length (μm)	Long Arm (μm)	Total Length (μm)
1	49.10	0.82± 0.17	0.85± 0.39	1.67±0.08
2	49.06	0.79± 0.32	0.82± 0.47	1.61± 0.16
3	46.76	0.65± 0.06	0.74± 0.04	1.39± 0.08
4	44.35	0.55± 0.58	0.69± 0.52	1.24± 0.06
5	37.86	0.39± 0.12	0.64± 0.17	1.03± 0.05
6	35.71	0.35± 0.03	0.63± 0.10	0.98± 0.07
7	38.29	0.36± 0.29	0.58± 0.43	0.94± 0.13
8	37.77	0.34± 0.04	0.56± 0.04	0.90± 0.04
9	37.34	0.31± 0.16	0.52± 0.16	0.83± 0.04
10	41.42	0.29± 0.26	0.41± 0.31	0.70± 0.05
11	41.79	0.28± 0.29	0.39± 0.24	0.67± 0.05
12	40.62	0.26± 0.01	0.38± 0.01	0.64± 0.05

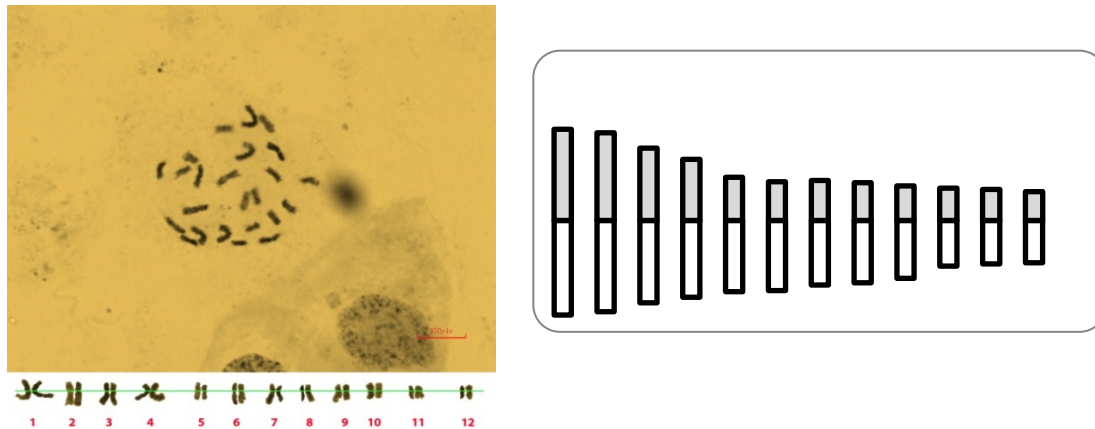


Figure 5- Somatic metaphase, idiogram and karyotype in *Q. libani* (population 5: Bookan).

The study of the karyotype of the various species is a preliminary step, but fundamental to cytogenetic research, which has been recognized since the beginning of the last century in order to classify the plants, to validate systematic data and to help solve the problems of classical taxonomy, so that Later, for the determination of kinship relations between species of a genus, not only the number of chromosomes, but also information such as size, morphology, location of the centromere, and the behavior of the chromosomes were also examined (Stebbins, 1971). Karyotype and chromosome components analysis in different species and populations of some gymnosperms species such as pine family are more or less easy due to their low number of chromosomes as well as large relative size (Torina and Mozgalina 2004). Results showed that the number of chromosomes in most economically important conifers was ranged from $n=11$ to $n=13$. On the other hand, chromosomal number in economically important broad-leaved trees such as *Alnus* sp., *Fagus* sp., *Magnolis* sp. and several species of *Prunus* ranged between $n=7$ to $n=19$ (Wright, 1976) which compatible with results obtained from *Q. libani* ($n=12$) in this study. Also The chromosome number of *Quercus libani* was given previously as mostly $2n=24$ but also reported $2n=22$ (Fedorov 1974). The most important finding is that the result of chromosomes number analysis was compatible with findings reported in other *Quercus* species in Europe including *Q. frainetto* Ten, *Q. trojana* Webb, *Q. macrolepis* Kotschy, *Q. cerris* L, *Q. crenata* LAM, *Q. coccifera* L, *Q. virgiliana* Mill and *Q. dalechampii* Ten (Demerico et al. 1995; Aykut et al. 2011) which indicated that the fixed chromosome number of *Quercus* genus is $2n=24$. It also shows that the basic chromosome number in this genus is $x=12$ so all species are diploid and generally polyploidy is more rare in this genus (Dzialuk et al. 2007). In the karyological study of oak species in Turkey (*Q. libani*, *Q. petraea*, *Q. coccifera* and *Q. infectoria*) the number of chromosomes in all species was $2n=24$. Length of chromosomes in *Q. libani* was between 0.8 to 2.18 μm (Aykut et al. 2014), which was a little greater than present study (0.64-2.08 μm). Also *Q. libani* was reported as a different species among Turkish oak (Aykut et al. 2008), which it was the first karyotypic study on *Q. libani* in the world.

After that, in this study, karyotype of *Q. libani* have been done for the first time in Iran. So, this and other comparative studies can help supplement oak taxonomy.

References

- Agayev YM (1996) Advanced squash methods for investigation of plant chromosomes. Keynote papers. Fourth Iranian Congress in Crop Production and Breeding Sciences (Aug. 25-28). Esfahan University of Technology, Esfahan, Iran.
- Aykut Y, Uslu, TekinBabac M (2008). Karyological studies on four *Quercus* L. species in Turkey. *Caryologia*, 61 (4): 397-401.
- Aykut Y, Uslu E, TekinBabac M (2011). Cytogenetic studies on *Quercus* L. (Fagaceae) species belonging to *Ilex* and *Cerris* section in Turkey. *Caryologia*, 64(3): 297-301.
- Browicz K (1994). Chronology of trees and shrubs in south –west Asia and adjacent Regions. Polish Scientific Publishers, Warsaw, Vol.1: 33-35 & 121.
- Butorina AK Mozgalina IG (2004). Specific cytogenetic characteristics of *Pinus cretaceae* and *Pinus sylvestris*. *Russian Journal of Ecology*, 35: 156-160.
- Demerico S, Bianco P, Schirone B (1995), Karyotype analysis in *Quercus* spp. *Silvae Genetica*, 44:66-70.
- Dzialuk A, Chybichi I, Welc M, Sliwinska E, Burczyk A (2007). Presence of triploids among oak species. *Annals of Botany*, 99: 956-964.
- Johnson PS, Shifley SR, Rogers R (2002). *The Ecology and Silviculture of oaks*. CABI publishing, 503 pp.
- Kocyigit M and Alp S (2018). Seed Morphology, Leaf Anatomy and Karyotype Analysis of the medicinal and ornamental plant; *Vaccaria hispanica* (Miller) Rauschert. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 28 (1): 10-18.
- Mohammadi M, Karimzadeh R, and Shfezadeh MK (2014). Source-Sink Limitation on Spring Bread Wheat Genotypes in High and Low-Production Environments. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 24 (1): 1-6.
- Ozdemir Eoglu Z, Misirli A, Kuden AB (2016). The Cross-Breeding Performances of Some Peach Varieties. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (1): 89-97.
- Stebbins GL (1971). *Chromosomal evolution in higher plants*, Edwardm Arnold (publisher) Ltd., London Uk, 216 p.
- Wright WJ (1976). *Introduction to forest genetics*. Academic press, INC, New York, USA, 463 pp.

Derleme/Review

Çeşitli Yöntemlerin Karşılaştırılması ile Görsel Estetik Kalite Değerlendirilmesi

Hande ÖZVAN*, Pınar BOSTAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Van, Türkiye
*e-posta: handeozvan1@gmail.com; Tel: +90 (553) 415 09 70

Öz: Peyzajın görsel estetik kalitesi, günümüz koşullarında korunmaya değer bir kaynak olarak görülmektedir. İnsan ve çevre ilişkisinden oluşan peyzaj insanların algısı ile ifade edilir. Ancak bu sadece görsel algıdan ya da çevremizi nasıl gördüğümüzden ibaret değildir; ayrıca duyduğumuz, kokusunu aldığımız, çevrenin bize hissettirdikleri, bize çağrıştırdığı duygular ve anılar da peyzaj algısını oluştururlar. Çoğunlukla peyzaj algısı ile çevre tercihleri arasındaki ilişkiye odaklanan görsel kalite analizi çalışmalarında, belli bir değerlendirme standardı bulunmamaktadır. Bu nedenle, görsel kaliteyi belirlemeye yönelik daha önce yapılmış çalışmalarda birbirinden farklı analiz ve değerlendirme yöntemlerinin kullanılmış olduğu belirlenmiştir. İnsan zihninde algının gelişim sürecinde, görsel deneyimlerin baskın olması nedeniyle, kalitesi ölçümlenmek istenen alanların fotoğrafları üzerinden çeşitli değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Yapılan çalışmaların bir bölümü, kullanıcıların demografik özellikleri ve çevre tercihleri arasındaki ilişki üzerine yoğunlaşırken; bazı çalışmalarda ise yalnızca peyzaj karakter alanları ve görsel kaliteyi etkileyen estetik kuramlar arasındaki ilişki incelenmiştir. Her iki yöntemin birlikte kullanıldığı çalışmalarda ise peyzajın potansiyel kalitesi; algıyı etkileyen parametreler ve estetik kuramları ele almanın yanı sıra, kullanıcıların bakış açısı da bütünlüştürülerek ele alınmıştır. Bu derlemede, peyzajın görsel kalitesini etkileyen parametreler, çevre tercihlerinin şekillenmesinde etkili olan unsurlar ve görsel kalite değerlendirmesinde kullanılan yöntemler karşılaştırılmış ve ileriye yönelik planlama ve tasarım çalışmaları için önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Algısal parametreler, Fiziksel parametreler, Peyzajın görsel kalitesi

Comparison of Various Methods on Aesthetic Visual Quality Assessment

Abstract: The visual landscape aesthetic quality is seen as a resource that is worth preserving in today's condition. Landscape which is composed of relationship between human and environment is expressed by people's perception. However this is not just about visual perception, or how we see the land, but also what we hear, smell and feel from our surroundings, and memories or associations that they evoke, are all form the landscape perception. There is not a certain evaluation standard of the visual quality analysis studies which is mostly focusing on the relationship between environmental preferences and the perception of landscape. Therefore, in previous studies it is observed that different methods were used for analysis and evaluation in order to determine the visual quality. Due to predominance of visual experiences in the process of development of perception in the human brain, various assessment methods have been developed to measure the quality through photos of the desired area. While some studies focus on the relationship between demographic characteristics and environmental preferences of users; some studies examine only the relationship between landscape character areas and aesthetic theories that affect visual quality. In studies that uses both of the methods together; the potential quality of the landscape is evaluated by considering the parameters which affect the perception and aesthetic theories as well as by integrating the perspectives of the users. In this review, the parameters that affect the visual quality of the landscape, the elements shaping environmental preferences and methods that are used for visual quality assessment will be compared and recommendations for future planning and design studies will be included.

Keywords: Perceptual parameters, Physical parameters, Visual quality of the landscape

Giriş

Peyzaj kavramı, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nde, doğal ve kültürel unsurların etkileşimleri sonucu oluşan alanlar olarak tanımlanmaktadır ve bu alanlar insanın bakış açısıyla anlam kazanmaktadır. Peyzaj, gözlemlenebilir bir çerçevede içinde yer alan, doğal ve kültürel unsurlardan oluşan bir manzaradır. Aynı zamanda bu kavram, bizi çevreleyen materyalleri nasıl algıladığımıza ve onlarla nasıl bir ilişki kurduğumuza dair bilgileri içerir (Ak 2013). Bir başka deyişle, doğal ve kültürel süreçlerin birbirleri arasında ve yeryüzü ile karmaşık ilişkileri sonucu oluşan, doğal ve kültürel karakteristikler bağlamında tanımlanabilen, kavranabilen ya da birbirlerinden ayrıştırılabilen arazi

parçaları ya da fiziksel çevrelerdir (Sayın 2011). İnsanların peyzaj ile ilişkisi yaklaşık 10.000 yıl öncesine dayanmaktadır. İnsanlar, yüzyıllardır peyzajın hem bir parçası hem de peyzajın değişimindeki en önemli faktörlerden biri olmuşlardır. Peyzajın değişimi, kimi zaman aniden kimi zaman ise yavaş ilerleyen bir süreç içinde meydana gelmektedir (Habron 1998). İnsan-peyzaj ilişkisinin devamlı beslenmesi gereken bir döngü olması nedeniyle, peyzajın değerinin insan algısına bağlı olup olmadığı da süregelen tartışmalar arasındadır. Peyzajın değerinden bahsedilirken, peyzajı gözlemleyen insanların çevre ya da mekân algıları irdelenmelidir. Çevre algısında psikolojik ve fiziksel süreçler etkili olmaktadır. Bireyler çevrelerinden karşıladıkları ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda çevrenin kalitesini belirlemektedirler. Bu ihtiyaç ve istekler; eski çevreyi değiştirmek, çevrenin özelliklerini kavramak, estetik açıdan tatmin olmak ve çevrede yapılacak olan faaliyetleri belirlemek olarak ifade edilebilir (Kalm 2004).

Görsel kalitenin bileşenlerinden olan estetik kavramı, inşa edilmiş ya da edilecek olan çevrelerde göz ardı edilmemesi gereken bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda çevre algılanırken fiziksel uyarılar ve çevresel etkileşimler göz önünde bulundurulmalıdır (Kalm 2004). Kentlerde görsel peyzaj kalitesi olarak ifade edilen manzara görünümüleri kent karakteriyle şekillenmektedir. Kentlerin karakterleri ise Kalm (2004)'ın belirttiğine göre; alanın doğal ve tarihsel yapısını oluşturan yapılaşmaların renk, doku, ölçü, doluluk-boşluk oranları ve yükseklikleri gibi tasarım ilkelerine bağlı olarak gelişim göstermektedir. Bunun yanında peyzaj mimarlığı meslek disiplininde görsel kalite değerlendirmesi çalışmalarını daha iyi analiz edebilmek için "manzara" kavramının da ne anlama geldiğini açıklamak son derece önemlidir. Turizm veya rekreasyonel anlamda doğal çevremizin başlıca bileşeninin, görsel kalite ya da manzara kalitesi olduğu söylenebilir (Clay ve Daniel 2000). Manzara kalitesi, alanın çekiciliğine büyük bir katkı sağlarken bireylerin kullanım tercihlerini de yakından etkilemektedir. Sağlıklı bir çevre ve yüksek yaşam standartları, modern toplumlarda temel taleplerdendir. Bu bağlamda peyzajların korunması ve geliştirilmesi çevrenin sürdürülebilirliğinin yanı sıra insan sağlığı için de önemli bir adımdır. Bu durum peyzaj değerinin belirlenmesi, alanların korunması, kullanıcı kitlesinin ve ihtiyaçlarının belirlenmesi gibi konularda peyzajın görsel kalitesinin sistematik bir şekilde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Peyzaj kalitesi, çevresel, sosyokültürel ve psikolojik faktörleri kapsayan bir terimdir ve akılda idealize edilmiş olan peyzaj ile kişinin gözlerinin önündeki peyzajın karşılaştırılmasını ifade etmektedir. "Görsel kalite" ise güzellikle eş anlamlı nesnel bir deyimdir. "Doğal güzellik", "peyzaj estetiği", "manzara kaynağı" gibi terimler de aynı anlamda kullanılabilir (Çakıcı 2007). 1969 yılında Ian McHarg tarafından yazılan "*Design with Nature*" kitabında McHarg; orman, sulak alan ya da konut komşuluğu gibi belirli bir alanda ortaya çıkan birçok faktör arasındaki dikey ilişkileri tanımlayan ve analiz eden topolojik peyzaj yaklaşımını popüler hale getirmiştir (Wu ve ark. 2006). 1960 yılında "Kentin İmajı" adlı kitabıyla Kevin Lynch, günümüzdeki görsel kalite değerlendirme çalışmalarının temelini atmıştır (Ak 2013). Hızlı nüfus artışıyla birlikte, doğa tahrip edilmiş, konut bahçelerinden kentsel açık yeşil alanlara kadar görsel kalite değeri taşıyan her alan yok edilmeye başlamıştır. Çarpık ve plansız kentleşmenin hız kazanması sonucu, anlamsız beton yığınları haline gelen kentler; doğadan kopmuş, fiziksel ve psikolojik açıdan yıpranmış insanları, olumsuz çevre koşulları altında yaşamaya mahkûm etmiştir (Gültürk ve Şişman 2015). Bu noktada, manzara değeri olan alanların korunması, hassas peyzajların korunup sürdürülebilirliğinin sağlanması, doğal ve kültürel kaynakların bilinçli bir şekilde kullanılması ve insan ihtiyaçları, beklenti ve isteklerine cevap veren alanların oluşturulması bir gereklilik haline almıştır. Peyzajın estetik kalitesi, insanların iyi olma hallerini ve sağlık durumlarını doğrudan etkileyen bir ekosistem hizmetidir (Hermes ve ark. 2018).

Kentsel peyzaj, insanların sevincini ve duygularını harekete geçiren, onları günlük hayatın stresinden uzak tutan ve onları psikolojik olarak yenileyen önemli bir kavramdır. Bu amaçla, bir kentin ve çevresinin sistematik bir şekilde yenilenmesi ancak "görsel kalite değerlendirme" çalışmaları ile mümkündür. Dünya çapında, peyzaj mimarları ve planlamacıları, manzara güzelliğinin özünü keşfetmek ve peyzajın estetik değerini geliştirmek amacıyla geçerli yollar denemek için peyzaj değerlendirmeleri yapmıştır (Wang ve Zhao 2016). Bu bağlamda şehirlerin farklı kesimlerinde insanların beğenip beğenmediği unsurların benzerlik derecelerini belirlemek için kullanıcıların tercihlerinin ölçülebileceğini vurgulamıştır (Nasar ve ark. 1988).

Görsel peyzaj kalitesi, özetle, peyzajın estetik anlamda kusursuzluğu şeklinde ifade edilebilir. Bir ortamın görsel kalitesi, içinde çok sayıda değişken içermesi sebebiyle kayda değer çeşitlilikte algısal ve nesnel yapıya sahiptir. Bu özelliğinden dolayı, görsel kalite, bir ortamda analiz edilebilen ve ölçülebilen en zor olgulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Ak 2013). Peyzajın görsel değerinin belirlenmesi, peyzaj değerlendirme çalışmalarının en önemli konularından biri olmuştur. Değerlendirme yönteminin geliştirilmesi, güzel olarak nitelendirilen özelliklerin bilinmesini ve estetik anlayışın kavranarak görsel değerlendirmelerde yer alması gerekmektedir (Kaptanoğlu 2006). Estetik kavramı, içinde barındırdığı güzellik olgusu ile birlikte, net olarak ölçülebilen ya da kalıpları, standartları bulunan bir kavram değildir. Teorik yönleri göz önünde bulundurulduğunda estetik; sürdürülebilir bir çevre düzenlemesi için manzara görsel kalitesinin korunmasını ve geliştirilmesini etkileyen çevresel tasarım ölçütlerinden biridir. Bu bağlamda mekânsal analizler kullanılarak görsel estetik değerlendirilmesi daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Çevrenin önemini anlamak için, insanların çevrenin farklı özelliklerine nasıl tepki verdiklerini ortaya koymak gerekmektedir. Bu nedenle uzmanlar, kullanıcıların değerlendirmesi ile belirlenen ölçütlerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını bilmek istemektedirler. Ancak bir peyzajın görsel kalitesini

etkileyen ölçütler belirlenirken önceden belirlenmiş kurallara rastlamak mümkün olmamaktadır. Literatüre göre, fotoğraflı sunum ve benzetim teknikleri kullanarak kullanıcıların fikirlerinin ele alındığı bir işbirliğinin, çevresel tasarımda karar verme sürecini olumlu yönde etkilediği birçok çalışmayla kanıtlanmıştır (Ak 2013). Görsel peyzaj değerlendirmesi, yıllar boyunca peyzajın karakterini oluşturan yapı fonksiyon ve değişim mekanizmaları üzerindeki değişimlerin saptanması amacıyla yapılmaktadır (Aşur ve Alphan 2018). Peyzaj değerlendirme çalışmaları yapılırken amaç; peyzaj özelliklerini tanımlamak ve peyzaja değer katan unsurları ölçmektir. Peyzaj değerlendirmelerinde, bir peyzajdaki teknik ve sosyal beklentilerin ne kadar karşılandığı sorgulanmaktadır. Görsel değerlendirme çalışmaları, estetiği; planlama, tasarım ve yönetim ile bütünleştirmeye çalışmalıdır (Çakıcı 2007). 20. yüzyılın ortalarında ortaya çıkan sistematik görsel peyzaj değerlendirmesi, geliştirilerek, çevresel yönetim ve politikalarda dahi önemli bir rol oynamaya başlamış, bilimsel çalışmalar için ise kapsamlı bir literatür tabanı olarak kabul görmüştür (Daniel 2001).

Çevremizle olan ilişkimizde tüm duyu organlarımızın etkisi bulunmaktadır ancak algımızı yaklaşık %85 oranında etkileyen duyumuz görme duyusudur (Çakıcı 2007). Bu da çevre ile ilgili tüm deneyimlerimizin görsel tabanda geliştiğini göstermektedir. Araştırma projelerinde kullanılan görsel tekniklerin (fotomontaj, benzetim, vb.), kullanıcıların karar verme sürecine katılımlarını teşvik ettiği görülmektedir. Bu tür karşılaştırmalı çalışmalar, katılımcıların yaşam alanlarını önceden hayal etmelerini sağlar ki bu da katılımcıların izlenimlerini algılamamıza yardımcı olur. Katılımcılardan toplanan bu izlenimler, uzmanların görüşleri ile birlikte yorumlanır. Görsel peyzaj kalitesi, peyzajın algısına bağlı olarak gelişmektedir ve peyzaj algısı da estetik ve tercihler ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle peyzaj algısı, gözlemci kişinin psikolojik (algısal, kognitif/bilişsel, duygusal) ve fiziksel süreçleri ile etkileşim içinde bulunan peyzaj bileşenlerinin bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır (Daniel 2001). Görsel estetik kalitenin belirlenmesinde; objektif, güvenilir ve doğru sayısal ölçümler ve modeller kullanılmalıdır (Palmer ve Hoffman 2001).

Peyzaj değerlendirmesi esas olarak iki yaklaşıma ayrılmaktadır: Fiziksel değerler dizisi şeklinde gelişen objektivist yaklaşım ve psikolojik değerler dizisi şeklinde gelişen subjektivist yaklaşımdır (Daniel 2001 ve Lothian 1999). Çevresel yönetim uygulamalarında objektivist yaklaşım (uzman yaklaşımı) yaygın olmakla birlikte, araştırma projelerinde kullanıcı algısına dayanan yaklaşımlar hâkimdir. Subjektivist yaklaşımda peyzaj tercihlerinin sadece fiziksel peyzaja bağlı olmadığı; aynı zamanda gözlemcilerin kültürel altyapısı, cinsiyetleri, eğitim düzeyi, yaşı, uzmanlık alanı, çevreye aşinalığı ve çevre adaptasyonu gibi demografik karakteristiklere de bağlı olduğu da söylenebilir (Wang ve Zhao 2016). Her iki yaklaşım da peyzaj kalitesinin peyzajın fiziksel özellikleri ve gözlemcinin algısal süreci arasındaki etkileşimden kaynaklandığını kabul etmektedir. Peyzaj görsel kalite değerlendirmelerinde alanların görsel estetik değeri belirlenirken, değerlendirme aşamasında peyzajların fotoğraflar aracılığı ile sunumuna dayalı katılımcı görüşlerinden faydalanılmaktadır. Bir diğer değerlendirme yöntemi ise algıya dayalı değerlendirmedir. Burada gerçek peyzajın yerini tutan fotoğrafların betimlenmesi ön plandadır (Özhancı ve Yılmaz 2011).

Görsel Estetik Kalitesi Üzerine Çalışmalar

Smardon (1988) tarafından yapılan görsel kaynak değerlendirme çalışmasında, görsel kaynakların envanterleri oluşturularak, mevcut görsel ve estetik özellikler sınıflandırılmış ve görsel kaynağın etkisi ölçülerek, olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilmiştir. Smardon çalışmasında peyzajı üç bileşen (vejetasyon, yapısal unsurlar ve su yüzeyi-yer düzlemi) olarak irdelemiştir. Bunun yanında görsel tasarım öğelerinden; renk, biçim, doku, çizgi ve ölçü ile uyum, hiyerarşi, düzen, birlik, egemenlik, denge, tekrar-ritim gibi 7 adet tasarım ilkesi kullanılarak alanların görsel kalitesi ölçülmüştür. Görsel etki değerlendirme çalışması, 3 bölümde (genel, temel ve detaylı) araştırılmıştır. Genel görsel etki değerlendirme yöntemi ile kaynaklardan bilgi edinilmesi ve ihtiyaçların belirlenmesi için proje grubunca analizler yapılarak:

- Çalışma grubu ile alanın olumlu görsel özellikleri ve görseli itici kılan, mekânın görsel kalitesini değiştiren olumsuz özellikleri belirlenmiştir.
- Görsel değerlerin eğilimleri ve yönelimleri tespit edilerek (bitki örtüsünün dağılımı, sıralanışı vb.), görsel kalitedeki değişimin nedenleri belirlenmiştir.
- Gelecekte oluşabilecek durumlar düşünülerek, planlamacılar tarafından kaynakların değerlendirilmesi ile görsel kalite analizi yapılmasının mümkün olduğu belirlenmiştir (Temelli 2008).

Temel ve detaylı görsel etki değerlendirme çalışmalarında, peyzaj karakterleri çalışma alanında görüş açısı içinde su kaynakları, düzlem alan formu, bitkiler ve yapılar olmak üzere bölümlenerek değerlendirilmiştir. Görüntülerde renk, biçim, çizgi, doku ve ölçü gibi görsel elemanlar tanımlanarak değerlendirilmiştir. Bu görsel elemanların görsel kalitedeki etkisi “yüksek baskın”, “orta baskın”, “düşük baskın” ve “baskın değil” şeklinde tasnif edilmiştir.

Kaplan ve Hepcan tarafından 2004 yılında gerçekleştirilen “Ege Üniversitesi Kampüsü’ndeki Sevgi Yolu’nun Görsel (Etki) Değerlendirme Çalışması” başlıklı makalesinde, araştırma alanı yapısal çevre ve görsel karakteristikler kapsamında, homojen yapıda 5 alt bölümde tanımlanmıştır. Yol güzergâhı kullanım yoğunluğunun iklimsel koşullardaki günlük yaşam süreci göz önüne alınarak sabah, öğle ve akşam zaman diliminde, belirlenen saat aralıklarında, hâkim algı noktalarından elde edilen görünümünün tipolojisi değerlendirilmiştir. Çalışmada, yolda hareket halinde iken edinilen görsel deneyimler ve psikolojik duyular; can sıkıcı - iç açıcı, itici - çekici, dikkat dağıtıcı - yoğunlaştırıcı, güvenilir değil - güvenilir, durgun - hareketli gibi sıfat çiftleri; çok olumsuz (1), olumsuz (2), orta (3), olumlu (4), çok olumlu (5) gibi değerler ile sayısallaştırılarak görsel etki değeri araştırılmıştır.

Bulut ve Yılmaz (2007) tarafından yapılan “Determination of Landscape Beauties Through Visual Quality Assessment Method: A Case Study for Kemaliye (Erzincan/Turkey)” adlı çalışmada görsel kalite değerlendirmesi yapılırken Daniel ve Boster tarafından 1976 yılında geliştirilen “Scenic Beauty Estimation Model” (SBE) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem; alanların fotoğraflanması, fotoğrafların kullanıcılar tarafından (“beğendim” ya da “beğenmedim” şeklinde) puanlanması ve verilen puanların uzmanlar tarafından değerlendirilmesi gibi temel aşamalardan oluşmaktadır. Sonrasında ise güvenilirlik ve geçerlilik deneyleriyle yapılan çalışmanın doğruluğu ve başka alanlara adapte edilerek uygulanması konularındaki güvenilirliği saptanmaktadır. Diğer görsel kalite değerlendirmelerinden farklı olarak fotoğrafların çekildiği alanlar peyzaj tiplerine göre 7 sınıfa (doğal peyzaj, kent peyzajı, jeolojik yapı peyzajı, bitkisel peyzaj, vadi peyzajı, gerçek-asıl- peyzaj, baraj peyzajı) ayrılmış ve bu şekilde puanlanmıştır. Bu peyzaj tipleri 7’li Likert ölçeğiyle canlılık, manzara kompozisyonu, uyum, doğallık, ilgi çekicilik, orijinallik, etkileyicilik, gizemlilik ve tarihi değer parametreleri üzerinden puanlanarak görsel kalite puanları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, 3 adet peyzaj tipi (kentsel peyzaj, jeolojik yapı peyzajı ve doğal peyzaj) en yüksek görsel kalite puanını almıştır.

Çakıcı ve Çelem (2009) tarafından yapılan “Kent Parklarında Görsel Peyzaj Algısının Değerlendirilmesi” adlı çalışmada, açık yeşil alanların, bilhassa kent parklarının planlanması ve tasarlanması sürecinde hem kullanıcı hem de uzman grubunun görüşlerinden yararlanıldığı görülmektedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak çevre tercihlerinin manzara güzelliğine etkisi ölçülürken, Türkiye’den ve yurtdışından özellikle farklı tipolojilere sahip görüntülerin seçildiği kent parklarına ait iki farklı anket hazırlanmıştır. Anketlerden biri kullanıcı grubuna uygulanarak fotoğraflara ilişkin beğeni ve ilgi çekicilik düzeyi saptanmıştır. Diğer anketler ise uzman grubuna uygulanarak, aynı görüntülerin mekânsal karakteristiklere (açık-kapalı, bakımlı-bakımsız, düzenli-karmaşık, baskın doğal elemanlar-baskın yapısal elemanlar, basit-çeşitli) göre sınıflandırılması istenmiştir.

Özhancı ve Yılmaz’ın (2011) çalışmasında, belirledikleri rekreasyon alanlarını görsel peyzaj kalitesi yönünden irdelemişlerdir. Erzurum kenti ve yakın çevresinde yer alan rekreasyon alanlarında, görsel kaliteyi belirlemek amacıyla 120 kişiye foto-anket uygulanmıştır. Katılımcılar görüntüleri, belirlenen algısal parametreler üzerinden puanlamıştır. Değerlendirme sonucunda ise, en yüksek görsel kalite puanına sahip alanların su unsuru barındıran, doğallık derecesi yüksek ve net görüntülere sahip alanların olduğu saptanmıştır. İnsan yapımı unsurlar arttıkça alanların tercih edilme yüzdeleri düşmüştür, bunun yanı sıra suyun görüntüdeki miktarı arttıkça da görsel kalite puanında pozitif etki gözlemlenmiştir.

Tveit ve Sang (2014) tarafından yapılan çalışmada, metropoliten kentlerde peyzajın değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için peyzaj karakterlerini, peyzaj estetik teorisiyle bütünleştirerek birtakım göstergeler kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından dokuz adet anahtar kavram (çeşitlilik, yönetim, tarihsellik, hayal edilebilirlik, geçicilik, doğallık, görsel ölçek, tutarlılık, karmaşıklık) belirlenmiştir. Çalışmada, peyzaj unsurları ve peyzaj göstergeleri büyükşehirler bağlamında ele alınarak, peyzajın görsel kalitesinin bu kavramlar ile değerlendirilebileceğinden bahsedilmiştir. Büyükşehirlerde yaşayan insanların peyzaj tercihleri somutlaştırılıp haritalar şeklinde üretilerek, peyzajları izleyip yöneten planlamacılar ve karar vericiler için altlık oluşturulmuştur. Bu makale ile, farklı fonksiyonlara sahip kentsel manzaralar içeren metropol alanlarında (yeşil altyapı, yeşil örtü, yeşil yol vb.) görsel peyzaj değerlendirmesine yardımcı olacak anahtar kavramlar sunulmaktadır.

Özgeriş ve Karahan (2015) tarafından gerçekleştirilen “Rekreasyonel Tesislerde Görsel Kalite Değerlendirmesi Üzerine Bir Araştırma: Tortum ve Uzundere (Erzurum) Örneği” adlı çalışmada, Erzurum-Artvin Karayolu çevresinde 64-102. km arasında yer alan dinlenme tesislerinin rekreasyonel değeri ve görsel kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın konusunu oluşturan dinlenme tesisleri seçilirken; tesislerin kullanım yoğunluğu, hizmet kalitesi, ulaşılabilirliği, mimarisi, yöredeki bilinirliği gibi etkenler kullanılarak psikofiziksel bir yaklaşım modeli tercih edilmiştir. Toplam 7 alan belirlenerek her alandan 4 fotoğraf olmak üzere ankette 28 adet fotoğraf kullanılmıştır. Anketler toplam 200 kişiye uygulanmıştır. 1-7 arasında puanlanması istenen fotoğraflarda belirlenen parametreler şu şekildedir: uyum, çeşitlilik ve canlılık. Uyum ve çeşitlilik puanları yüksek olan alanların görsel kalite puanlarının da buna bağlı olarak yüksek bir değerde olduğu görülmüştür.

Polat ve Akay’ın çalışmasında (2015), Konya çevresinde seçilen rekreasyonel alanlarında yer alan yapısal ve bitkisel peyzaj unsurları arasındaki ilişkiler, kullanıcı ve ziyaretçi görüşlerine göre değerlendirilmiştir. 409 adet

kullanıcıya fotoğraflı anket soruları uygulanmış ve bunun sonucunda birtakım bulgular elde edilmiştir. Bulgular şu şekildedir: su yüzey alanı ve yürüyüş yollarının genişliği, rekreasyon alanlarının işlevi, bitki kompozisyonu, bitkilerin renk uyumu ve bitki tür çeşitliliği, peyzajın görsel kalitesini olumlu yönde etkileyebilecek verilerdir.

Wang ve Zhao (2016) çalışmalarında, açık yeşil alanlardaki kullanıcı tercihlerinin belirlenmesinde, çeşitli belirleyiciler kullanarak görüntülerin puanlanmasını sağlamış ve değerlendirme aşamasında katılımcıların demografik özelliklerinin peyzaj tercihlerine etkisini ölçmüşlerdir. Anketin uygulandığı katılımcıların cinsiyet ve eğitim seviyesinin, tercihlerde belirgin bir etkisinin olduğu saptanmıştır: Doğallık”, “bitkinin büyüme durumu” ve “bitki dışındaki unsurlar” erkek katılımcıların peyzaj tercihlerini olumlu yönde etkilerken; kadın katılımcıların yüksek puan verdiği önemli belirleyiciler “bitki olgunlaşma derecesi” ve “renk çeşitliliği” dir. Tek-yönlü ANOVA korelasyon analizi ile elde edilen sonuçlara bakıldığında, cinsiyetin yanı sıra eğitim seviyesinin de tercihleri etkileyen bir unsur olduğu belirlenmiştir. İlköğretim düzeyinde eğitim görmüş katılımcılar için önemli faktörler “bitkinin büyüme durumu”, “güvenlik” ve “bitki olgunlaşma derecesidir. Ortaöğretim ve üniversite düzeyindeki katılımcıların tercihlerini etkileyen belirleyiciler ise “bitkinin büyüme durumu” ve “renk çeşitliliği” olarak belirlenmiştir. Son olarak lisansüstü eğitim görmüş katılımcıların tercihlerini etkileyen belirleyiciler ise “doğallık” ve “bitki olgunlaşma derecesi” olarak belirlenmiştir.

Görsel Estetik Kalite Değerlendirme Yöntemleri

Literatüre bakıldığında, “Landscape Character Assessment (LCA)”, “Scenic Beauty Estimation Method (SBE)” ve “Visual Resource Management System (VRM)” adı verilen görsel kalite değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Tüfekçioğlu 2008). LCA ve VRM yöntemlerinin “ saha çalışması aşamasında kalmaktadır, SBE yöntemi ise fotoğrafları puanlayarak değerlendirme yapmayı mümkün kılmaktadır. Peyzaj değerlendirmesi; envanter çalışması, peyzaj estetik değerinin belirlenmesi ve peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi olarak üç aşamada ele alınmaktadır. Envanter aşaması peyzajda neyin var olduğunu ortaya koyan ilk aşamadır. İkinci aşama, görsel peyzajın sorgulandığı ya da tercihlerin araştırılıp ölçülmesi yoluyla peyzajın estetik değerinin belirlendiği aşamadır. Üçüncü aşamada ise nesnel ya da öznel tanımlar bütünlük şeklinde yorumlanarak sonuca ulaşılmaktadır. Çevresel tercihlerin değerlendirilmesine başlanmadan önce dikkate alınması gereken unsurlar şunlardır (Elinç 2011):

1. Toplumsal uzlaşının sağlanabilmesi amacıyla, genel bir “güzel” ya da “beğenilen” unsur tanımlanabilir.
2. Bireysel değerlendirmelerde, “görecelilik” mevcuttur ve bir alan için pek çok farklı yargı bulunabilir.
3. Araştırmanın kapsamına göre genel veya bireysel “beğenilen” tanımlarının yeri gelince biri ya da hepsi bir bütün olarak algılanmalı ve sonuç bulgusu olarak ifade edilmelidir.

Daha özel bir tanımla, çevresel tercihlerin bir parçası olan peyzaj değerlendirme çalışmalarında, peyzaj değerlendirme yöntemlerinin altyapısını oluşturan iki ana yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan biri objektif değerler dizisi, diğeri de subjektif değerler dizisidir. Objektif yaklaşıma göre; bir peyzajın estetik kalitesi o peyzajın sahip olduğu özelliklerinde mevcut bulunmaktadır. Subjektif yaklaşıma göre ise; estetik kalite, gözlemcinin algısı, psikolojik, sosyo-kültürel alt yapısı ve deneyimleriyle şekillenmektedir (Lothian 1999). Bu iki yaklaşımın yetersiz olduğu durumlarda ise “Psikofiziksel Yaklaşım Modeli” kullanılabilir. Bu yaklaşımda toplum tercihleri, araştırmacının düşünceleri ve tercihleri dikkate alınmaksızın peyzajın kalitesi ölçülmektedir.

Objektivist Değerler Dizisi (Fiziksel Model-Uzman Modeli)

Bu yaklaşımda; peyzaj kalitesinin peyzajın kendi doğasında var olduğu düşüncesi hâkimdir. Fiziksel peyzajın, görsel kaliteyi belirleyen esas özellik olduğu savunulmaktadır. Bu yöntemde görsel peyzaj karakteri, bir obje gibi analiz edilmektedir. Peyzaj kalitesinin; peyzaj mimarları, plancılar, kaynak yöneticileri gibi bu konuda eğitim almış alanında yetkin uzmanlar tarafından değerlendirildiği tekniktir. Bu modelde, esas olarak, manzara güzelliğine katkısı bulunan peyzaj unsurları ve özellikleri dikkate alınarak arazi envanteri çıkarılmaktadır. Estetik değere etkisi saptanmış olan unsurlar “çizgi”, “biçim” “renk” ve “doku” açısından değerlendirilerek manzaranın betimlenmesi sağlanmaktadır (Elinç 2011). Coğrafi Bilgi Sistemleri uzmanları ve/veya plancılar tarafından peyzaj fiziksel öğeler açısından değerlendirilmektedir. Bu şekilde peyzaj; toprak çeşitlerinin, arazi formunun veya vejetasyonun dikkate alınarak sınıflandırıldığı ve haritalandırıldığı coğrafi veri katmanlar bütünü olarak analiz edilmektedir. Bu yaklaşıma göre: peyzaj hali hazırda kendi doğasında bir peyzaj kalitesi barındırmaktadır. Bahsedilen fiziksel öğeler arasındaki biçimsel karakter, peyzajı sınıflandırmak amacıyla; “farklılık”, “birlik”, “bütünlük”, “çeşitlilik” ve “karmaşa-karmaşıklık” gibi ilkeler açısından irdelenmektedir. Uzman modelleri, halk modellerine göre daha az güvenilir olmakla birlikte, uzman modelleri daha çok çevresel yönetim uygulamalarında kullanılmaktadır (Daniel 2001).

Sübjektivist Değerler Dizisi (Psikolojik Model-Halk Modeli)

Psikolojik modelde manzaranın estetik değeri gözlemcinin görüşüne dayanmaktadır. Bu modelde peyzaj; fiziksel unsurlar göz önünde bulundurulmadan sadece psikolojik faktörler dikkate alınarak; “karmaşıklık”, “gizem”,

“okunaklılık”, “anlaşılabilirlik”, “uyum”, “yenilik” veya “güzellik” gibi kullanıcı tercihini etkilediği tahmin edilen önemli nitelikler açısından değerlendirilmektedir (Dinçer 2011). Psikolojik (sübjektivist) yaklaşım modelinin ana materyali, söz konusu alanı ziyaret eden ya da alana ait görüntüleri foto-anket aracılığıyla gören kişilerin duyguları ve algılarıdır. Örneğin, yüksek kaliteli peyzajların güvenlik, rahatlama, coşku (sıcaklık/samimiyet), mutluluk, neşe gibi olumlu duyguları uyandırdığı görülürken; düşük kaliteli peyzajların ise, stres, korku, güvensizlik, sıkıntı, kasvet ve diğer olumsuz duyguları uyandırdığı yapılan çalışmalarda görülmektedir (Dinçer 2011). Psikolojik yaklaşım modeli, peyzaja yönelik toplum tercihlerini incelerken psikofiziksel (fiziksel uyaranlara karşı verilen sübjektif yanıt) metotları kullanmakta ve istatistiksel analizlere göre (çoklu regresyon analizi, faktör analizi vb.) peyzajın kalitesini ortaya çıkarmaktadır (Lothian 1999). Bu yöntemde genellikle veriler anketler (foto-anket) yardımı ile elde edilmektedir (Garré ve Gulinck 2009).

Fotoğraflı anket soruları vasıtasıyla yapılan peyzaj estetik kalite değerlendirmesinde, görsel estetik kalite, hem peyzajın barındırdığı fiziksel özelliklerine hem de bu özelliklerin gözlemciye uyandırdığı algısal / deneyimsel süreçlere bağlıdır. Bazı çalışmalarda foto-anketler yalnızca algısal değerlendirme yaklaşımı ile hazırlanırken; bazıları ise fotografik değerlendirme yaklaşımı ile kullanıcıya sunulmaktadır.

Psikofiziksel Değerler Dizisi

Daniel ve Boster (1976) tarafından geliştirilen bu modelde, fiziksel model ve psikolojik model birleştirilerek manzara güzelliği değerlendirilmektedir. Kullanıcıların tercihlerinin ve uzmanların fikirlerinin birlikte değerlendirildiği için bu yaklaşım, peyzaj planlama ve tasarım çalışmalarında daha fazla tercih edilmektedir. Fiziksel peyzaj özelliklerine ait envanterin belirlenmesi ve kullanıcı tercihlerinin manzara güzelliğine etkisinin saptanması temeline dayanan bir modeldir. Toplum tercihleri, araştırmacının düşünceleri ve eğilimleri göz önünde bulundurulmaksızın değerlendirilmektedir. Psikofiziksel yöntemler, peyzajın fiziksel karakteristikleri (topografya, vejetasyon vb.) ve gözlemcilerin algısal çıkarımları arasındaki matematiksel ilişkiyi belirlemeye çalışmaktadır. Peyzajın görsel kalitesinin belirlenmesi ve kullanıcı tercihlerinin saptanması için, peyzajın fiziksel özelliklerinin analizi gerekmektedir. Bu amaçla, psikofiziksel yöntemi tercih eden araştırmacılar, çevresel uyaranların fiziksel özellikleri ile kullanıcının algısal tepkileri arasındaki mutlak sayısal (nicel) ilişkileri ortaya çıkarmak amacıyla çalışma yapmaktadır. Bu ilişkiyi, topografya, vejetasyon, su vb. gibi çevrenin fiziksel özellikleri ile tercih edilen estetik değer veya manzara güzelliği gibi psikofiziksel tepkiler arasındaki ilişki oluşturmaktadır. Değerlendirmede, “arazi örtüsü”, “arazi kullanımı”, “orman meşcere yapısı” gibi peyzaj özellikleri ölçülerek, kullanıcıların peyzaj kalitesi hakkındaki görüşleri arasındaki ilişki istatistiksel testlerle analiz edilmektedir. Eşli karşılaştırmalar, Likert ölçekleri, çeşitlendirmeler ve sınıflandırma ölçekleri gibi yöntemler, peyzajın nicel olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Elinç 2011).

Görsel Kalite Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Temel olarak, objektivist (fiziksel) değerler dizisi ile sübjektivist (psikolojik) değerler dizisi arasındaki en belirgin fark, peyzajın kalitesinin değerlendirilme biçimidir. Objektivist ya da fiziksel değerler dizisinde peyzajın kalitesi, kendi doğasında hazır olarak bulunmaktadır. Bu yaklaşımda gerçek fiziksel özelliklerin tümü peyzajın kalitesinin belirlenmesinde etkilidir. Sübjektivist (psikolojik) değerler dizisine göre ise peyzajın kalitesi, gözlemcinin gözündedir. Bir başka deyişle, peyzajın güzelliği gözlemcinin; psikolojik, kültürel, çevresel altyapısı ve deneyimleriyle yakından ilişkilidir ve peyzaj kalitesi, gözlemcinin hayal ürünü olarak adlandırılabilir. Objektivist (fiziksel) değerler dizisi, peyzaj kalitesinin fiziksel peyzajın esas özelliği olduğunu savunan; arazi formu, bitkisel elemanlar, su varlığı ve renk, doku, desen gibi fiziksel özelliklerin göz önünde bulundurulduğu geleneksel bakış açıdır. Buna karşın Sübjektivist (psikolojik) değerler dizisinde, peyzajı algılayan insanın gözlem ve kurgu yeteneği ön plandadır. Objektivist yaklaşımda peyzajın kalitesini, alanın somut değeri ve fiziksel özellikleri belirler. Alan algılanırken, nesne-bilgi döngüsü esnasında herhangi bir çıkarım ya da kişisel bir yorum bulunmazken; sübjektivist yaklaşımda gözlemcinin deneyimleri, çevresi, psikolojik ve fiziksel durumu, yaşı, cinsiyeti ve hatta eğitim durumu, peyzajın kalitesini etkilemektedir. Bu sayede gözlemcinin nesneden bilgi alırken kişisel çıkarımlarının ve tercihlerinin belirleyici bir etken olduğunu görülmektedir. Değerlendirme aşamasında katılımcı tercihlerinin, insan bakış açısı için bir altlık oluşturduğundan bahsedilmektedir (Tüfekçioğlu 2008). Estetik özelliklere etkisi saptanan ve manzara güzelliğine katkıda bulunduğu düşünülen öğelerin, “çizgi”, “biçim”, “renk” ve “tekstür (doku)” olduğu fiziksel (objektivist) model, manzaranın betimlenmesini sağladığı için, “betimleyici / tanımlayıcı” olarak da adlandırılmaktadır (Kaptanoğlu 2006 ve Elinç 2011). Buna karşılık psikolojik (sübjektivist) modelde, kapsamı açıklanmış peyzaj özellikleri, estetik ölçütlerce –alanında uzman kişilerle– analiz edilmek yerine; halkın psikolojik, sosyal ve kültürel altyapısına bağlı olarak değişen tercihlerin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesini kapsamaktadır. Fiziksel (objektivist-uzman) modelin, toplumun istek, ihtiyaç ve tercihlerini doğrudan yansıtmada yetersiz kalması nedeniyle psikolojik (sübjektivist) modele göre daha az güvenilir olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Daniel 2001; Temelli 2008; Tüfekçioğlu 2008; Pouya ve Behbahani 2017). Her iki yaklaşım da peyzaj kalitesinin, peyzajın biyolojik süreci ve gözlemcinin algı yeteneği arasındaki etkileşimden

kaynaklandığını kabul etmektedir ancak bu iki yaklaşım arasındaki fark, uzmanların ve kullanıcıların karşılıklı hâkimiyeti olarak görülmektedir. Peyzaj kalite değerlendirmesinde alternatif bir yaklaşım olarak ele alınan psikofiziksel değerler dizisinde ise amaç; toplum tercihlerini objektif bir şekilde analiz etmektir. Psikofiziksel değerler dizisinde araştırmacının tercihleri ve ön yargıları olmaksızın toplum tercihleri değerlendirilmektedir (Lothian 1999). Günümüzün yaklaşım modeli olarak görülen bu yaklaşımda, psikolojik ve fiziksel modeller birleştirilerek sonuca gidilir. Kullanıcıların tercihlerini ve uzmanların görüşlerini birlikte değerlendirmeyi mümkün kılan bu yaklaşım, peyzaj planlama ve tasarımında daha geniş bir alanda analiz ve incelemeye izin verdiği için daha fazla tercih edilmektedir (Erdönmez ve Kaptanoğlu 2007; Ak 2013).

Literatüre bakıldığında, bu üç yaklaşımın da, peyzaj kalite değerlendirmelerinde sıkça kullanıldığı görülmektedir. Objektivist değerler dizisi, peyzaj kalitesini varsayımlara dayanarak sınıflandıran ve değerlendiren birçok peyzaj araştırmasında kullanılmıştır.

Örnek olabilecek bazı çalışmalar şunlardır:

- Iverson (1975), Leopold (1969) ve Ramos ve ark. (1976)

Sübjektivist değerler dizisi, katılımcıların peyzaj tercihlerinin değerlendirilmesini ve çoklu regresyon modelleri ve faktör analizi gibi istatistiksel yöntemlerle, peyzajın fiziksel bileşenlerinin peyzaj kalitesine etkisinin saptanmasını içerir. Bu değerler dizisinin önde gelen araştırmacıları ve çalışmaları şunlardır:

- Hull ve Buhyoff (1983), Hull ve McCarthy (1988), Hull ve Revell (1989), Kaplan ve Kaplan (1982), Kaplan (1987), Kaplan ve Herbert (1987), Schroeder ve Daniel (1980, 1981), Schroeder ve Brown (1983).

Psikofiziksel yaklaşım modelinin kullanıldığı bazı çalışmalar ise şunlardır:

- Çakıcı (2007), Ak (2010), Kalivoda ve ark. (2014), Gültürk ve Şişman (2015), Wang ve Zhao (2016).

Sonuç

Görsel peyzaj kalitesi, peyzaj değerlendirmenin önemli bir parçasıdır. Peyzajın değeri belirlenirken gerek kullanıcı tercihleriyle gerekse de uzman görüşleriyle daha yaşanabilir alanların planlanmasına katkı sağlanmaktadır. Kalite değerlendirmesi sürecinde kullanılan yöntemler çeşitlilik gösterse de literatüre bakıldığında, sonuca giderken yalnızca objektivist ya da sübjektivist yaklaşımların kullanıldığı gibi, iki yöntemin birleştirilmesinden doğan psikofiziksel yöntemin de tercih edildiği görülmektedir. Objektivist yaklaşımın kullanıcı görüşlerine ihtiyaç duymaması bu yaklaşımın dezavantajı olarak görülebilir. Salt estetik ölçütlerinin uzmanların değerlendirilmesine sunulması, halkın görüşlerinin bu yaklaşımda göz ardı edilmesi çalışmanın güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Tercihlerin objektivist yaklaşımda hiçbir öneminin olmayışı, bu yöntemi kısa ömürlü ve kesin sonuçların elde edilemediği bir model haline getirmektedir.

Gözlemcinin gözünden kaliteyi ölçümleyen sübjektivist yaklaşım, sonuçların genele yayılarak değerlendirilmesi açısından daha avantajlıdır ve bu yüzden daha kalıcı olduğu söylenebilir. Peyzaj kalitesiyle ilişkili olan insan tercihlerinin değerlendirme sürecine katılması sayesinde geliştirilebilir bir yöntemdir. Her iki yaklaşımın birleştirilerek uygulandığı çalışmalarda, görsel kalite analizi ve değerlendirilmesi daha güvenilir ve faydalı olmaktadır. Bir peyzajın kalitesinin yalnızca sahip olduğu fiziksel özelliklerle ölçülmesi, bu değerlendirme yönteminin gerçeği ve toplum ihtiyaçlarını yansıtmadığını göstermektedir. Aynı şekilde estetik ölçütler ve uzman görüşlere başvurulmaksızın yalnızca halk modelinin uygulandığı çalışmalar da teknik açıdan yetersizdir. Bu bağlamda psikofiziksel yaklaşım modelinin önemi ortaya çıkmaktadır. Hem uzman görüşleriyle hem de kullanıcı anketleriyle daha verimli, uzun ömürlü ve sürdürülebilir planlama kararlarının alınması mümkün olmaktadır. Objektif ve sübjektif yaklaşımların aynı çalışmada tek bir yöntem olarak belirlendiği, algısal ve fiziksel parametrelerden faydalanan psikofiziksel tabanlı çalışmalar, günümüzde hızla yaygınlaşmaktadır.

Görsel estetik kalite değerlendirme yöntemleri; alınacak tasarım ve planlama kararlarında toplumsal ihtiyaç ve beklentilerin karşılandığı, doğal ve kültürel süreçlerin korunduğu, estetik ölçütlerin ve fiziksel kalite göstergelerinin dikkate alındığı, kalıcı ve gerçeği yansıtan uygulamalar yapılmasına yardımcı olacak yöntemler dizisi olarak görülebilir.

Kaynaklar

- Ak MK (2010). Akçakoca Kıyı Bandı Örneğinde Görsel Kalitenin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma (doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Ak MK (2013). Visual Quality Assessment Methods in Landscape Architecture Studies. 11. Advances in Landscape Architecture (Murat Özyavuz). IntechOpen Limited, İngiltere.
- Aşur F ve Alphan H (2018). Görsel Peyzaj Kalite Değerlendirmesi ve Alan Kullanım Planlamasına Olan Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 28(1): 117-125.
- Bulut Z ve Yılmaz H (2007). Determination of Landscape Beauties Through Visual Quality Assessment Method: A Case Study for Kemaliye (Erzincan/Turkey). Environ. Monitor. Assess. 141 (1-3), 121-129.
- Clay GR ve Daniel TC (2000). Scenic Landscape Assessment: The Effects of Land Management Jurisdiction on Public Perception of Scenic Beauty. Landscape and Urban Planning. 49: 1-13.
- Çakıcı I (2007). Peyzaj Planlama Çalışmalarında Görsel Peyzaj Değerlendirmesine Yönelik Bir Yöntem Çalışması (doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Çakıcı I ve Çelem H (2009). Kent Parklarında Görsel Peyzaj Algısının Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 15(1): 88-95.
- Daniel TC ve Boster RS (1976). Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method, USDA Forest Service Research Paper RM-167.
- Daniel TC (2001). Whither Scenic Beauty? Visual Landscape Quality Assessment in the 21st Century. Landscape and Urban Planning, 54 (1-4): 267-281.
- Dinçer AA (2011). Görsel Peyzaj Kalitesinin 'Biçimsel Estetik Değerlendirme Yaklaşımı' ile İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Elinç H (2011). Görsel Kalite Değerlendirmesi Yöntemi ile Antalya İli Alanya İlçesindeki Abdurrahman Alaettinoğlu ve Alanya Belediye Başkanları Kent Parklarının İrdelenmesi (yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Erdönmez İMÖ ve Kaptanoğlu AYÇ (2007). Peyzaj Estetiği ve Görsel Kalite Değerlendirmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 39-51.
- Garré SM ve Gulinck H (2009). The Dual Role of Roads in the Visual Landscape: A case-study in the area around Mechelen (Belgium). Landscape and Urban Planning, 92: 125-135.
- Gültürk P ve Şişman EE (2015). Tekirdağ Kent Merkezi Kıyı Şeridinin Görsel Peyzaj Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi ve Mekân Tercihine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1) : 81 – 89.
- Habron D (1998). Visual Perception of Wild Land in Scotland. Landscape and Urban Planning 42, 45-56.
- Hermes J, Albert C ve Haaren C (2018). Assessing The Aesthetic Quality of Landscapes in Germany, Ecosystem Services 31, 296-307.
- Hull RB ve Buhyoff GJ (1983). Distance and Scenic Beauty, A Nonmonotonic Relationship. Environmental Behaviour, 15(1), 77-91.
- Hull RB ve McCarthy MM (1988). Change in the landscape. Landscape Urban Planning, 15, 265-278.
- Hull RB ve Revell GR (1989). Cross-cultural Comparison of Landscape Scenic Beauty Evaluations: A Case Study in Bali. J. Environmental Psychology. 9, 177-191.
- Iverson WD (1975). Assessing Landscape Resources: A Proposed Model. In: Zube EH, Brush RO, Fabos JG (Eds.), Landscape Assessment: Values, Perceptions and Resources. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, PA, 274-288.
- Kalın A (2004). Çevre Tercih ve Değerlendirmesinde Görsel Kalitenin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi: Trabzon Sahil Bandı Örneği (doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Kalivoda O, Vojar J, Skřivanová Z ve Zahradnik D (2014). Consensus in Landscape Preference Judgments: The Effects of Landscape Visual Aesthetic Quality and Respondents' Characteristics. Journal of Environmental Management, 137, 36-44.
- Kaplan A ve Hepcan C (2004). Ege Üniversitesi Kampüsü Sevgi Yolu'nun Görsel (Etki) Değerlendirme Çalışması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1):159-167, İzmir.
- Kaplan S (1987). Aesthetics, Affect and Cognition: Environment Preference from an Evolutionary Perspective. Environmental Behaviour, 19(1), 3-32.
- Kaplan R ve Herbert EJ (1987). Cultural and sub-cultural comparisons in preferences for natural settings. Landscape Urban Planning 14, 281-293.
- Kaplan R ve Kaplan S (1982). Cognition and Environment: Functioning in an Uncertain World. Praeger, New York. ISBN: 0030623464
- Kaptanoğlu AYÇ (2006). Peyzaj Değerlendirmesinde Görsel Canlandırma Tekniklerinin Kullanıcı Tercihine Etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi. İstanbul.
- Leopold LB (1969). Landscape Esthetics: How to Quantify the Scenics of a River Valley. USGS Publications, 37-44

- Lothian A (1999). Landscape And The Philosophy Of Aesthetics: Is Landscape Quality Inherent In the Landscape or In the Eye of the Beholder. *Landscape and Urban Planning*, 44: 177-199.
- Lynch K (1960). *The Image of the City*. The MIT Press, U.S.A. ISBN: 0 262 12004 6
- McHarg I (1969). *Design with Nature*. The MIT Press, U.S.A. ISBN-13: 978-0471114604
- Nasar J, Julian D, Buchman S, Humphreys D ve Mrohaly M (1988). The Emotional Quality of Scenes and Observation Points: A Look at Prospect and Refuge. In: Nasar J. (Ed.), *Environmental Aesthetics: Theory, Research, and Applications*. Cambridge University Press, New York, 357–363.
- Özgeriş M ve Karahan F (2015). Rekreatyoneel Tesislerde Görsel Kalite Değerlendirmesi Üzerine Bir Araştırma: Tortum ve Uzundere (Erzurum) Örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1): 40-49.
- Özhancı E ve Yılmaz H (2011). Rekreatyon Alanlarının Görsel Peyzaj Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi; Erzurum Örneği. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2): 67-76.
- Palmer JF ve Hoffman RE (2001). Rating Reliability and Representation Validity in Scenic Landscape Assessments. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4): 149-161.
- Polat AT ve Akay A (2015). Relationships Between The Visual Preferences of Urban Recreation Area Users and Various Landscape Design Elements, *Urban Forestry & Urban Greening* 14, 573–582.
- Pouya S ve Behbahani HI (2017). Assessment of the visual landscape quality based on the subjectivist paradigm to design the memorial garden. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3): 171-177.
- Ramos A, Ramos F, Cifuentes P ve Fernandez-Canadas M (1976). Visual Landscape Evaluation a Grid Technique. *Landscape Planning* 3, Issue 1, 67-88.
- Sayın G (2011). Kentsel Yerleşim Alanlarında Peyzaj Kalitesini Artıracak Ölçütlerin Saptanması ve Dikmen Vadisi Örneğinde İncelenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı (yüksek lisans tezi), Ankara.
- Swanwick C (2002). *Landscape Character Assessment Guidance to For England and Scotland*, Prepared on behalf of The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, England.
- Schroeder HW ve Daniel TC (1980). Predicting The Scenic Quality of Forest Road Corridors. *Environmental Behaviour*, 12(3), 349-366.
- Schroeder HW ve Daniel TC (1981). Progress in Predicting the Perceived Scenic Beauty of Forest Landscapes. *Forest Science*, 27(1), 71-80.
- Schroeder HW ve Brown TC (1983). Alternative Functional Forms for an Inventory-based Landscape Perception Model. *Journal Leisure Research*, 15(2), 156-163.
- Smardon RC (1988). Perception and Aesthetics of the Urban Environment: Review of the Role of Vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 15(1988), 85-106. Amsterdam.
- Temelli M (2008). Çukurova Üniversitesi Yerleşkesi Örneğinde Görsel Etki Değerlendirme Çalışmalarına Metodolojik Bir Yaklaşım (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tüfekçioğlu KH (2008). Tarihsel Çevrede Görsel Peyzaj Kalite Değerlendirmesi Yedikule Örneği (yüksek lisans tezi, basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tveit MS ve Sang AO (2014). Landscape assessment in metropolitan areas –developing a visual indicator-based approach. *SPOOL*, 1(1). doi:10.7480/spool.2013.1.641
- Wang R ve Zhao J (2016). Demographic Groups Differences in Visual Preference for Vegetated Landscapes in Urban Green Space. *Sustainable Cities and Society*, 28 (2017): 350–357.
- Wu Y, Bishop I, Hossain H ve Sposito V (2006). Using GIS in Landscape Visual Quality Assessment. *Applied GIS*, Volume 2, Number 3, 1-20, Monash University Epress.

Dereleme/Review

Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Biyolojik Çeşitliliğe Potansiyel Etkileri

Yunus Emre ARVAS^{1*}, Yılmaz KAYA²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul- Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Samsun- Türkiye

*e-posta: yunusearvas@gmail.com

Öz: Son yıllarda genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) ile ilgili tartışmalar yaşanırken, bu organizmaların üretim miktarları her geçen yıl artmaktadır. Günümüzde rekombinant DNA metodlarının kullanımı ile elde edilen ürünlerin ülkemizde kullanımı yasak olmasına rağmen hayvan yemi olarak ülkemize yasal olarak girmektedir. Global olarak, genetiği değiştirilmiş ürünlerin çevreye salınımlarından sonra kamusal endişeler artmıştır ve bu yüzden ülkeler bazında yasal düzenlemeler yapılmıştır. Biyoçeşitlilik, en temel anlamıyla canlı organizmaların çeşitliliği anlamındadır. Tarımsal biyolojik çeşitlilik ise gıda ve tarımla ilgili biyolojik çeşitliliğin tüm bileşenlerini içermektedir. Ekin türleri, çiftlik hayvanları, balık türleri genetik kaynakları ve tarla, orman, otlak ve su ekosistemleri dâhilinde evcilleştirilmemiş tüm kaynaklar tarımsal biyolojik çeşitliliğin kapsamına girmektedir. Son elli yılda dünya nüfusunun hızla artması ile birlikte genetik çeşitlilik azalmıştır. Bununla birlikte, genetiği değiştirilmiş organizmaların çevreye salınımı ile biyoçeşitliliğe etkisi kamusal kaygı olarak ortaya çıkmaktadır. GDO'ların çevreye salınımları halinde çoğunlukla kontrolsüz tozlaşma, gen kaçışı ve yabancı hibritleşme gibi ortaya çıkabilecek riskleri vardır. Bu çalışmada genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyoçeşitliliğe etkileri, riskleri ve olası faydaları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoçeşitlilik, Genetiği değiştirilmiş bitki, GDO

Potential Impact of Genetically Modified Plants on Biodiversity

Abstract: Currently, the introduction of genetically modified organisms (GMOs) has raised some concerns and the planting areas of these organisms continue to expand every year. In recent years, it is forbidden to cultivate food and feeds produced with genetic engineering technology in Turkey. Transgenic products that have come to Turkey through imports have taken their place in the markets through various inspections and their sales continue. Biodiversity means the diversity of life. Agricultural biological diversity includes all components of biological diversity related to food and agriculture. Genetic resources such as crop species, farm animals, fish species, and all untamed animals, forest, grassland and aquatic ecosystems within the scope of agricultural biological diversity. However, with the increasing living organism population, the rate of consumption of natural resources is also increasing. Thereby reducing the genetic diversity for biodiversity. Genetically modified organisms can have some negative consequences. There are negative effects that plants may produce in the environment such as uncontrolled pollution, gene leaks and wild hybridization. In this review, the impacts, risks and benefits of genetically modified plants on biodiversity have been evaluated.

Keywords: Biodiversity, Genetically modified plant, GMO

Giriş

İnsanlar, tarih boyunca doğal seleksiyon etkisi ile gelişen canlı türlerini ihtiyaçları dâhilinde kullanmışlardır. Tarım ile uğraşan insanlar Roma ve eski mısır ülkelerinde olduğu gibi kullandıkları en iyi kaliteye sahip tohumları saklayarak sonraki senelerde ekmişlerdir. Klasik ıslah yöntemlerinin kullanılmaya başlanması ile de yetiştiriciliği yapılan bazı bitkilerin üstün özellikli olmaları sağlanmıştır. Bunun sonucunda da ürün artışı sağlanmıştır. Bununla beraber; keçi, inek gibi bazı hayvanlardan da evcilleştirilerek bu hayvanlardan daha fazla faydalanılmıştır (Atsan ve Kaya 2008).

Dünya nüfusunun sürekli artmasından dolayı ortaya çıkan beslenme sorununun giderilmesi amacıyla birim alandan alınan verimin artırılması; ekilebilir alan artırılmasından daha çok önem kazanmış ve çalışmalara bu yönde ağırlık verilmiştir. Yeşil devrim olarak adlandırılan (1965-1985) dönemde, klasik ıslah yöntemleri ile birlikte gübreler, sentetik gübreler, hormonlar, herbisitler, insektisitler, fungusitler ve son teknolojik makinelerin kullanılmasıyla, elde edilen bitkisel ürünlerin kalite ve veriminde kayda değer büyük başarılar elde edilmiştir. Fakat ilerleyen yıllarda herbisitler gibi pestisitlerin toprakta birikmeye başlaması, çevre ve insan sağlığına kalıcı zarar vermeleri ve geleneksel ıslah yöntemleriyle elde edilen ürünlerin çok zaman alması bunun beraberinde yoğun bir iş gücü masrafını getirmesi, bununla beraber melezleme yapılabilecek türlerin az olması gibi dezavantajlardan dolayı yeşil devrim yetersiz

kalmıştır. Klasik ıslah yöntemleri ihtiyaçları karşılayamaz hale gelmiş ve giderek artan ihtiyaçlardan dolayı yeni arayışlara başlanılmış ve bunun neticesinde genetiği değiştirilmiş organizmalar hayatımıza girmeye başlamıştır (Kaya 2015).

Transgenik bitkiler elde edilmesi için yapılan çalışmalar, 1980’li yıllarda ülkeler arası bir konsorsiyum tarafından *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin aracılığı ile gen aktarımı teknolojisine kullanılmaya başlanması ile adeta bir devrim yaşanmıştır ve bunun neticesinde uzun raf ömrüne sahip domates de dahil olmak üzere çok sayıda GD bitki geliştirilmiştir (Bawa ve Anilakumar 2013). Genetiği değiştirilmiş organizmalar ile ilgili ilk çalışmalar ABD’de başlanmıştır ve ilk genetiği değiştirilmiş organizma olan *Escherichia coli* 1973 yılında laboratuvarında elde edilmiştir (National Human Genome Research Institute 2015). 1983 yılında dünyada ilk defa genetiği değiştirilmiş tütün bitkisi elde edilmiştir (Herrera-Estrella ve ark. 1983; Kenward ve ark. 1993). Açık alanda ise ilk defa “*Bacillus thuringiensis*” bakterisinin genini barındıran genetiği değiştirilmiş mısır bitkisinin ekimi ABD’de yapılmıştır (Yılmaz 2012). Ticareti yapılan genetiği değiştirilmiş ilk bitki ise 1994 yılında ABD pazarlarında satılmaya başlayan ve “Flavr Savr” adı verilen, uzun raf ömrüne sahip domates olmuştur. İlerleyen yıllarda ise genetiği değiştirilmiş bitki çeşit sayısı artarak devam etmiştir (Şen ve Altınkaynak 2014). Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak transgenik ürün elde edilmesinin amacı birim alandan alınan verimi arttırmak ve çevresel stres faktörlerine dayanıklı ürünler yetiştirmektir. Nitekim dünya genelinde 1996 yılında 1,7 milyon hektar GDO’lu ürün ekimi yapılmışken, 2017 yılında bu rakam 189,8 milyon hektara ulaşmıştır (Şekil 1) (ISAAA 2017). Gelişen dünyada her geçen gün yeni bir teknolojinin hayatımıza girmesinden dolayı, GDO çalışmaları ve ürünleri hem çok büyük bir talep ve kabul görmüş hem de tepki ile karşılanmıştır (Arun ve ark. 2015).



Şekil 1. Dünyada en fazla GD ürün üreten ülkelerin sıralaması (ISAAA 2017).

Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

Rekombinant DNA teknolojisi; canlı bir organizmadan herhangi bir yöntemle elde edilen bir genin uygun bir konak hücreye aktarılması ve/veya ifade edilmesini amaçlayan çalışmalar bütününe verilen addır (Yorulmaz ve Ay 2006). Rekombinant DNA basitçe ifade etmek gerekirse, iki farklı türden DNA’nın birleştirilmesiyle ortaya çıkan DNA molekülü olarak tanımlanmaktadır. Rekombinasyon; genotipleri farklı bireyler arasında eşleşmeler gerçekleştiğinde, anne ve babaya ait kalıtsal özelliklerin döllerde değişik gruplanmalar oluşturacak şekilde bir araya gelmesini sağlayan olaylar dizisidir. Bu olaylar zinciri, dizileri birbirinden farklı nükleotidlere sahip iki DNA molekülünün homoloji gösteren bölgeleri arasındaki parça alış-verişi sonucunda moleküler düzeyde meydana gelen yeni gruplamalardır (Firidin 2010; Soydemir ve Aksoy 2017).

Rekombinasyon’un temelleri, ilk kez 1928 yılında İngiliz bilim insanı Frederick Griffith tarafından atılmıştır. O dönemde Londra’da zatürre salgını oluşmasına neden olan bakteriler üzerinde çalışmış, genetik materyalin hücreler arasında iletildiğini ve yeni bir genetik bilgiye dönüştürüldüğünü ispat etmiş ve buna “genetik transformasyon” adını vermiştir (Pray 2008; Gostin ve ark. 2014; Krebs ve ark. 2014). 1973 yılında Stanley Cohen ve Annie Chang tarafından

tanımlanan ve rekombinant DNA teknolojisinin temelini oluşturan ilk *in vitro* plasmid geliştirilmiştir (Kiermer 2007; Gostin ve ark. 2014). O zamandan beri rekombinant DNA teknolojisi gün geçtikçe gelişimini devam ettirmiştir. Rekombinant DNA teknolojisi, hedefteki bir genin çok miktarda üretilmesini veya hedefteki geni ifade etmeyen bir hücrenin, o geni ifade edebilmesini amaçlamaktadır (Soydemir ve Aksoy 2017). Rekombinant DNA, vektör plasmidi ve hedeflenen geni içeren DNA parçası olmak üzere iki ana parçadan oluşmaktadır (Lodish ve ark. 2007). Rekombinant DNA teknolojileri kullanılarak bir organizmaya, başka bir organizmadan; yeni bir gen transfer edilmesi ile oluşturulan canlıya Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) denir. GDO'lu canlılara aktarılan bu gen, kendi cinslerinden bir gen taşıyabileceği gibi başka cins ve türlerden de gen barındırabilir hatta sentetik olarak üretilen genlerden de alınan gen olabilir. Örneğin tütün bitkisine rekombinant DNA teknolojileri kullanılarak *Rizobium* sp'den gen aktarılmasıyla dalapon herbisitine dayanıklı genetiği değiştirilmiş tütün elde edilmiştir (Kaya ve ark. 2013).

Bu ve benzeri biyoteknolojik çalışmalar neticesinde bitkiler biyotik ve/veya abiyotik streslere karşı dayanıklı hale gelebilmektedirler. Örneğin, dalapon herbisiti stresine maruz kalan tarım alanlarında tarımsal önemi olan bitkilerin verimi düşmekte ve toprağın ekonomik değeri azalmaktadır. Fakat modern biyoteknoloji metodlarıyla bakteriden alınan *dehalogenase* genlerinin bitkiye transferi sayesinde dalapon herbisitine dirençli bitki geliştirmek mümkün olmuştur. Ayrıca bu genin bitkide anlatımı sayesinde topraktan dalapon herbisiti bünye içine alarak toprağı temizlemektedir. Bunun yanı sıra, bu gen sayesinde bünye içindeki dalapon herbisiti pirüvik asite çevrilerek herbisit kalıntısı da ortadan kaybolmaktadır (Kaya ve ark. 2013). Kuraklık, ağır metal ve hava sıcaklığının ekstrem olduğu bölgelerde yüksek tolerans sağlaması beklenen genlerin yeni biyoteknoloji metodlarıyla bitkilere aktarılması ile bu bitkilerin bu alanlarda yetiştirilmeleri mümkün olmaktadır (Hoffmann 1997). Funguslar, zararlılar, nematotlar ve virüsler gibi biyotik streslere karşı bitkiler geliştirilebilmektedir (Melchers ve Stuijver 2000). Bu ve benzeri sebeplerden dolayı genetiği değiştirilmiş organizmalara ilgi her geçen gün artmaktadır.

Genetiği Değiştirilmiş Bitkiler

Tarımsal ve ekonomik getirisi bakımından önem arz eden önemli bitkilerin yapısına, doğal yapısında olmayan genlerin başarılı olarak aktarılıp ifade edilebilmesi modern tarımda birçok uygulama alanı bulmuştur (Öztürk 2011). İlk transgenik bitkilerin üretiminin elde edildiği 1980'li yıllardan bu yana, transgenik bitkilerin kullanımı bitki biyoteknolojisinde tarımsal ilerlemeleri teşvik edici birçok yeni alanlar açmıştır (Sağıroğlu 1999; Kaynar 2009). Bu bitkilerin üretimine başlandığı dönemden günümüze kadar birçok transgenik zirai bitki geniş alanlarda ekilmeye başlanmış ve bunların ürünleri (un, yem vs.) çoktan marketlere kadar ulaşmıştır. Zamanla ülkeler arasında biyogüvenlik kanunları çerçevesinde genetiği değiştirilmiş ürünlerin ekilmesi ve/veya tüketilmesi konusunda farklılıklar oluşmaya başlamıştır. Ülkemizde, 2010 yılında yürürlüğe giren "biyogüvenlik kanunu" gereğince transgenik ürünlerin "hayvan yemi ve ek gıda maddesi olarak tüketilmesi (bebek mamaları hariç) serbest bırakılmış fakat ekilmesi ve insan gıdası olarak kullanılması yasaklanmıştır (Biyogüvenlik Kanunu 2010).

Ticari amaçlı transgenik bitkilerin üretildiği alanlar temel olarak üç nesil sınıf altında toplanmaktadır. birincil, ikincil ve üçüncül nesil GDO (Smith 1996; Briggs ve Koziel 1998; Holmberg ve Bülow 1998; Ölçer 2001).

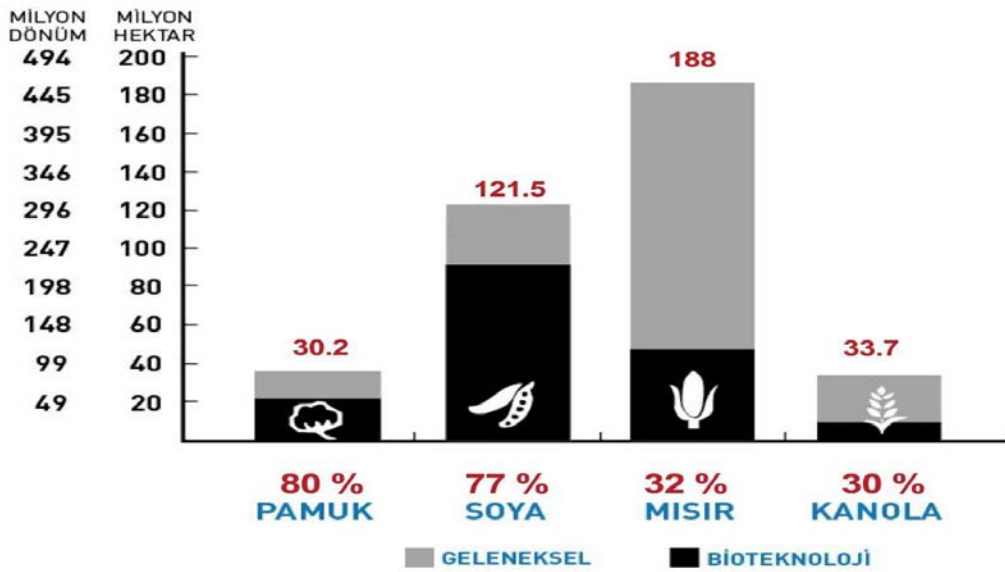
GD ürünlerin ticarileşmesinin ilk yıllarındaki çalışmalar herbisit toleransı, böcek ve patojen direnci gibi girdiye yönelik yani doğrudan çiftçiyi ilgilendiren, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklı tarım bitkilerinin yetiştirilmesine yardımcı olan özelliklere odaklanmış ve birinci nesil GDO olarak tanımlanmıştır (Öktem 2004a; Öktem 2004b; Yüzbaşıoğlu ve ark. 2017). Üretim aşamasında olan birinci nesil GDO'ların üretim amacı çiftçinin kâr oranını ve ürün verimini artırmak olmuştur (Korth 2008). Yaygın olarak kazandırılan herbisit toleransı özelliği, çiftçilerin ürün maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca, özellikle mısır ve pamuk yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda ürün verimine etki eden zararlı tırtıllara karşı etkili olan *Bacillus thuringensis* (*Bt*) den alınan *cry* geninin aktarıldığı bitkilerin üretimi sırasında pestisit kullanımı azalmaktadır. Ekonomik şartlar sağlayan bu uygulama uygulanan kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerini ortadan kaldıracaktır (Rahman ve ark. 2015; James 2016).

Tüketicilerin kullanımına yönelik geliştirilmiş bitkisel ürünler olan ikinci nesil GDO'lar geliştirme aşamasında olduğundan piyasada henüz çok yaygın değildir (Meriç 2012). Biyoteknoloji yöntemleri aracılığıyla bitkilerin besin değerlerini değiştirmek veya geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalar devam etmektedir. "Altın pirinç" adı verilen, içerdiği beta karoten/ A vitamini artırılmış çeltik ikinci nesil GDO'lara verilebilecek en güncel örnekler (Ricroch ve ark. 2018).

Üçüncü Nesil GDO'lu ürünler ise yeşil fabrikalar olarak da tanımlanabilir. Bu GD nesil ürünlerde başlıca iki önemli özellik öne çıkmaktadır. Birincisi; insan sağlığı açısından çokça önem arz eden çok pahalı ilaç ve aşıları barındıran genlerin bitkilere aktarılması sağlayarak bitkilere ilaç özelliği kazandırmaktır. İkincisi ise ketencik (*Camelina sativa* L.), mısır, sorgum, kanola, soya ve ayçiçeği gibi yağlı tohumlu enerji bitkilerine gen aktarılarak biyoyakıt üretimi için yatkin bitkiler elde edilmesi çalışmalarıdır. Günümüzde halen AR-GE çalışmaları devam eden üçüncü nesil GDO'ların ilerleyen zamanlarda başarılı sonuçlar alınıp üretim aşamasına geçeceği düşünülmektedir (Nofouzi 2013).

Günümüzde kronik karaciğer hastalığına neden olan Hepatit-B virüsü için mayalardan aşı geliştirilebilmiştir fakat aşının çok pahalı olması kullanımını sınırlandırmıştır. ABD’de biyoteknolojik yöntemler kullanılarak Hepatit-B yüzey antijeni üretimi yapan GD patates ve tütün bitkileri elde edilmiştir. Hepatit-B geni patatesten başarılı şekilde ifade edilmiştir daha sonra bu geni barındıran patates yumruları farelere yedirilmiş ve deneyin sonunda farelerin savunma sistemlerinin istenilen şekilde tepki gösterdikleri görülmüştür (Korkut ve Soysal 2013). Muz bitkisi üzerinde de benzer çalışmalar Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde yapılmaktadır (Kumar ve ark. 2005; Nofouzi 2013).

İlk GD ürün piyasaya çıktıktan sonra, küresel ölçekte yeni ve hızlı büyüyen bir sektör oluşmaya başlamıştır. Genetiği değiştirilmiş tohumların ekildiği tarım arazileri ise düzenli olarak artış göstermiştir (Yardımcı 2016). 2017 yılına kadar GD ürünlerin üretimi yaklaşık 110 kat artış göstererek toplam üretim alanı 189,8 milyon hektara çıkmıştır. Bundan dolayı transgenik ürünler son yıllarda tarım alanlarına en hızlı adaptasyon sağlayan teknolojik ürünler olmuşlardır. 2017 yılında transgenik ürün ekimi yapan 24 ülkenin 21’ni geliştirmekte olan, kalan 3’ünü ise gelişmiş ülkelerin oluşturmakta olduğu belirtilmektedir (ISAAA 2017). 2017 yılı itibarıyla yeryüzünde miktar olarak en çok genetiği değiştirilmiş bitkisel ürünler çoktan aza doğru pamuk, soya, mısır ve konola gibi ekonomik değere sahip ürünlerdir. 2017 yılı verilerine göre yeryüzünde üretilen 100 soyanın 77’si, 100 pamuktan 80’i, 100 mısırdan 22’si biyoteknolojik üründür (Şekil 2) (ISAAA 2017).



Şekil 2. En fazla üretilen transgenik ürünlerin küresel üretim miktarları (ISAAA 2017).

Bunlara ilaveten çeltik, balkabağı, ayçiçeği, yer fıstığı gibi bitkisel ürünlerinde transgenik çeşitlerinin mevcut olduğu belirtilmektedir (ISAAA 2017). Transgenik ürünlerinin ithalatını yapan 43 olmak üzere toplam 67 ülke yasal düzenlemelere bağlı olarak transgenik ürünlerin üretimini ve/veya ithalatını kabul etmiştir (ISAAA 2017).

Biyçeşitlilik

Biyçeşitlilik, dünya üzerindeki tüm bitki ve hayvanlar ile hayvan ve bitki yaşamlarını destekleyen hava, su ve toprağın toplamı olarak tanımlanmaktadır. Biyçeşitlilik spesifik olarak, doğal olarak oluşmuş veya insanlar tarafından genetiği değiştirilmiş canlı organizmalar, canlı organizmaların habitatlarını, biyotik toplulukları ve biyotik süreçler içindeki çeşitliliği belirtmektedir (Singh ve ark. 2017). Edward Wilson tarafından oluşturulan "Biyçeşitlilik" terimi; canlıların sayısı, çeşitliliği ve tür içindeki değişkenlik anlamına gelmektedir. Biyçeşitlilik, bir türün bireyleri arasındaki gen farklılıklarını kapsamaktadır. Karada ve suda yaşayan bütün bitki ve hayvan türlerinin çeşitliliği ve zenginliğini ifade etmektedir. Bu canlıların birbirleri ile olan akrabalık bağlarını belirli bir alanda, yerel olarak, bir bölgede, ülkede ve dünyadaki farklı alanlardaki çeşitli ekosistem türlerini içeren bir bütündür (Singh ve ark. 2017).

Biyçeşitlilik; genetik çeşitlilik, biyotik topluluklar, farklı türde türlerin kimliği ve sayısı, türlerin toplulukları ve biyotik süreçleri ve her birinin miktarı (kişi sayısı, biyokütle, kapladığı alan, ekosistemdeki yeri ya da oranı) ve yapısı açısından ölçülebilir (Heywood ve Watson 1995). Genetik çeşitlilik bütün bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmaların tür popülasyonları içerisinde üyelerinin hepsinin ayrı ayrı sahip oldukları genetik bilginin çeşitliliği olarak ifade edilmektedir. Basit bir ifadeyle, türlerin ve popülasyonların içindeki genlerin çeşitlilik derecesini ifade etmektedir (Kaya ve Gökdoğan 2017).

Biyçeşitlilik, farklı büyüklüklerdeki birimler (tür, popülasyon, biyosenöz, habitat, çevre), farklı kompozisyonlar (genom, tür, popülasyon, ekosistem ve çevre elementlerinin bütünü) ve fonksiyonlar (hijerarşik sistemin farklı seviyelerinde gerçekleşen olaylar) ile ilgili olarak bir aşama sırası göstermektedir (Noss 1990).

Biyçeşitliliğin önemli bir parçasını bitki çeşitliliği oluşturmakta ve bitkiler insanoğlunun yaşamında önemli bir rol oynamaktadır (Dülger ve ark. 1997). Ancak, son yıllarda bitki çeşitliliği ciddi anlamda tehlike altındadır ve dünyadaki tüm bitki türlerinin 1/3'i olan yaklaşık 100.000 tür kaybolma riski taşımaktadır (Tan 1996). Oysaki hem beslenme hem de tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin korunması ve gelecek nesillere devamlılığın sağlanması büyük önem arz etmektedir (Benson 1999).

Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Biyolojik Çeşitliliğe Etkileri

Rekombinant DNA teknolojileri gibi yeni bir teknolojinin riskleri ve faydaları düşünüldüğünde mevcut alternatifler ve eski teknolojilerle karşılaştırılmalıdır. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyçeşitliliğe etkilerini değerlendirmek için öncelikle tarıma şu an uygulandığı haliyle, özellikle de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki çevre üzerindeki etkilerine bakmak gereklidir. Bir GD ürününün ekolojik (veya sağlık) etkileri, bu ürünlerin yerini alacağı tarımsal uygulamaların etkilerine karşı dengelenmelidir. GD ürünlerinin çevreye olası riskleri çoğu zaman bölgeden bölgeye benzer etkilere sahiptir ancak otoriteler tarafından bu risklerin değerlendirilmesi önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Demirhan 2018).

Genetiği değiştirilmiş bitkilerin doğada mevcut bakteri, bitki ve hayvan genetik çeşitliliğinin azalmasına neden olacağı olgusu önemli bir kaygı olarak durmaktadır. Bunun anlamı, bir organizmadaki proteinleri kodlayan DNA'nın bir türün bireyleri arasında daha fazla benzerleşeceğidir ve neredeyse birbirlerinin klonları seviyesine geleceğidir (Çelik ve Balık 2007). Genetik çeşitlilik doğrudan biyçeşitlilik ile ilgilidir, yani bir ekosistemi oluşturan canlıların özelliklerinde değişkenlik ile ilgilidir, çünkü DNA'daki çeşitlilik bir popülasyonu oluşturan canlıların özelliklerini ifade eder. Genetik çeşitliliğin korunması insan, ziraat ve doğa için önemlidir; çünkü DNA'daki artan değişkenlik, organizmaların doğada değişen şartlara uyum sağlamaları için daha iyi bir fırsat sağlamaktadır. Genetik çeşitliliğin eksikliğinin çok büyük bir tarım sorununa yol açacağı en yaygın bilinen örneği; İrlanda'da 1800'lü yılların ortalarında, yaklaşık bir buçuk milyon insanın ölümüne yol açan patates kıtlığıdır. O tarihte İrlanda'da, ağırlıklı olarak gıda tüketiminde patates kullanılmakta ve tek çeşit patates yumrusundan ürün elde edilmekteydi. Dolayısıyla uzun bir müddet tek çeşit patates ekimi gerçekleştirildiği için tek tohum genotipi bulunmaktaydı. Bu şekilde, tüm patatesler neredeyse ebeveynlerinin klonlarıydı ve aynı genetik bilgiyi içeriyordu. İrlanda'da ekimi yapılan patates türlerinde genetik çeşitlilik eksikliği, istilacı bir patojen olan *Phytophthora infestans*, tüm popülasyonu yok ettiğinde zararlı olduğunu ortaya koymuştur (Gibbons 2013). İrlanda, birden çok genetik çeşitlilik gösteren farklı patates çeşitleri yetiştirmiş olsaydı, patojene dirençli patates çeşitleri üretimi mümkün kılardı. İrlanda'daki patates bitkilerinin büyük bir yüzdesi *P. infestans*'a karşı dirençli olsaydı, bu açlık bir felakete dönüşmeyebilirdi (Landry 2015). Genetik çeşitliliğin azalması bakımından, GD bitkilerin biyçeşitliliği nasıl etkilediğine bakacak olursak: GD canlılar ile yabani ırklarının melezlenmesi ile ortaya istem dışı genetiği değiştirilmiş canlıların ortaya çıkması muhtemeldir. Buna ek olarak, GD bitkilerin mensup olduğu cinsin tamamını genetiksel bakımdan ele geçirmesine izin verebilir.

GDO'ların çevreye salınımları halinde doğurabileceği olumsuz sonuçlar çoğunlukla kontrolsüz tozlaşma, gen kaçışı ve yabani hibritleşmeden dolayı ortaya çıkan riskler olarak ifade edilmektedir (Şekil 4). Herhangi bir özellikle ilgili olarak aktarılan "yabancı genin" diğer türlere geçme olasılığını doğurabilir (Özdemir 2007). Böyle bir durumun meydana gelmesi halinde; insan ve hayvan sağlığı başta olmak üzere biyolojik çeşitlilik ve bütün ekosistem büyük bir sorun ile karşılaşacaktır (Yılmaz 2014).

Genetiği değiştirilmiş bir bitkinin kullanımı konusundaki genel endişelerden biri *Bt* mısır örneğinde olduğu gibi hedef olmayan canlıların zarar görmesidir. *Bt* mısır, mısır bitkisine *Bacillus thuringiensis* bakterisinden *cry* proteini kodlayan genleri genomu içerisinde barındıran mısır bitkisini ifade etmektedir. Bu bakteri çevre dostu biyolojik ajan olarak insektisitlerin yerine senelerce kullanılmıştır. Mısır bitkileri tarafından bu proteinin ekspresyonunun yararı, çiftçilerin ürünlerine uygulamak zorunda oldukları insektisit miktarında yüzde yüze yakın bir azalma sağlamasıdır. Fakat ne yazık ki, rekombinant protein geni içeren *Bt* mısırlar, beklenmedik şekilde bazı faydalı böcekler ve arılar gibi hedef olmayan organizmaların ortamdaki yeni toksik bileşiklere maruz kalmasına neden olabilmektedir (Żmijewska ve ark. 2013). Yapılan çalışmalarda genetiği değiştirilmiş bitkilerin üretiminde kimyasal ilaç kullanımının artmasından dolayı toprak ve su kaynaklarında kirlenmenin arttığı ileri sürülmektedir. 1999 yılında Arjantin'de yabani çeşit soya fasulyesi ekilen alanlarda yaklaşık %17'lik bir artış gerçekleşmiş bununla beraber kullanılan pestisit (tarım ilacı) miktarının da iki kat arttığı, aynı dönemde veriminde bir miktar düştüğü görülmüştür (Olhan 2010). Dolayısıyla kullanılan pestisit miktarının artması soya fasulyesi ekim alanındaki artışla ifade edilememiştir.

Dalapon herbisitine dirençli genetiği değiştirilmiş tütünlerin ekilmesi ile daha fazla herbisit kullanımı söz konusu olmuştur. Çünkü GD tütün doğal halinden en az 10 kat daha fazla herbisitlere dirençli olmuştur. Kullanılan bu herbisitler ise toprak ve suya daha fazla karışarak kalıcı kirlenmelere sebep olmuştur Yüksek dozda herbisit

kullanılmasının nedeni ise zamanla herbisitlere direnç kazanan yabancı otlarla etkili bir şekilde mücadele edilebilmesidir (Kaya ve ark. 2013). Bununla beraber herbisitlerin daha fazla kullanılması topraklarda birikmeye sebep olmakta ve kirlenmelere neden olmaktadır. Ayrıca herbisitler ürünün içerisinde birikmekte ve kanser başta olmak üzere çeşitli ölümcül hastalıklara neden olmaktadır (Kaya ve Arvas 2017). Amerika'nın İndiana eyaletinde yaşayan farklı yaşlarda 71 hamile kadın üzerinde yürütülen bir araştırmada dünya çapında en çok kullanılan herbisit olan glifosatın (N-fosfonometilglisin) çevresel ve tüketilen gıdalarda birikmesi sonucu kadınların daha kısa gebelik dönemi geçirmelerine neden olduğu belirtilmiştir (Parvez ve ark. 2018). Bilindiği gibi gebelik süresinin (9 ay 10 gün) normal süreden şaşması doğum riskine neden olmaktadır. Herbisitlerin gıdalar aracılığıyla vücuda girmesi sonucunda ciddi sağlık riskleri oluşmaktadır. Transgenik ürünlerin yukarıda ifade edildiği gibi olumsuz neticelerinin görülmesi uluslararası kamu otoritelerinin yasal çalışmalar yaparak, gıda arz güvenliği ve biyolojik çeşitliliğin koruma altına alınmasını sağlamıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalardan birisi 1992 yılında gerçekleştirilen Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde kabul edilen ve 1993'te yürürlüğe giren BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesidir. Bu sözleşme ekonomik ve sosyal kalkınma açısından çok önem arz eden biyolojik çeşitliliğin insan kaynaklı faaliyetlerden dolayı zarar görmesi ve bazı türlerin soyunun tükenmesinin endişe verici oranlara ulaşması nedeniyle imzalanmıştır. Böylece ülkelerin biyoçeşitlilikleri koruma altına alınmıştır. Türkiye'nin 1996 yılında taraf olduğu bu sözleşme'ye hâlihazırda AB ülkeleri dâhil 195 ülke taraftır. Bu sözleşme, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirlik ilkeleri bağlamında ulusal stratejilerin belirlenmesini, eylem planları ve programların geliştirilmesini öngörmektedir. Bilindiği üzere Türkiye 3 farklı iklim kuşağı ve 3 biyocoğrafi alan üzerinde yer alan ve biyolojik çeşitlilik bakımından zengin bir ülke konumundadır. Bu anlamda özellikle biyolojik çeşitliliğin korunması Türkiye için çok önem arz etmektedir. Modern biyoteknoloji kullanılarak transgenik organizma elde etme çalışmaları için BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ne ek olarak 2003 yılında Cartagena Biyogüvenlik Protokolü yürürlüğe girmiştir. Bu protokolün imzalanmasının nedeni; genetiği değiştirilmiş organizmaların biyolojik çeşitliliğinin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceğidir. Protokol kapsamında; transgenik ürünlerin; nakli, üretimi, taşınması ve kullanılması için yeterli koruma düzeyinin sağlanmasına katkıda bulunmak amacıyla kapsayan maddeler bulunmaktadır. Türkiye, protokole, 2004 yılında taraf olmuştur (BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi 2011).



Şekil 4. GDO'ların biyoçeşitlilik üzerine etkileri (Arvas 2017).

Genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili endişe verici diğer bir durum ise bitkilerde dayanıklılığın gerilemesi ve/veya zararlılarda dayanıklılığın ortaya çıkmasıdır. Yukarıda ifade edildiği gibi GD bitkilerden yabancı ve/veya kültür bitkilerinin genomuna rekombinant genetik materyaller transfer edilebilmektedir. Hastalığa dirençli genetiği değiştirilmiş bitkiler tarafından eşlik edilen potansiyel riskler bitkinin dayanıklılığının gerilemesidir ve bu durum çoğunlukla virüs direnci ile ilgilidir. Virüs direncinin yeni virüslerin oluşumuna ve dolayısıyla yeni hastalıklara yol açması olasıdır. Doğal olarak oluşan virüslerin, yeni virüsler oluşturarak transgenik bitkiler oluşturmak için vektör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, bu yeni oluşan virüsün birçok varyasyonu olabileceği için olası bir istenmeyen durum ile karşılaşıldığında hızlı bir şekilde önlem alınması halen mümkün değildir. Böyle bir durumun gerçekleşmesi neticesinde yüzde yüze yakın ürün kaybı oluşması söz konusudur.

Genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili en endişe verici diğer bir durum ise, herbisite dayanıklı bitkilerin "süper yabancı bitkileri" ortaya çıkarıp çıkarmayacağı belirsizliğidir. Çünkü pestisitlerin normal kullanılacak miktardan çok

daha fazla kullanılması, doğada pestisitlere dirençli dayanıklı istenmeyen bitkilerin ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Örnek olarak GD soya fasulyesi ekilen alanlarda süper yabancı bitkiler görülmeye başlanmıştır (Swaminathan 2015). Son yıllarda yürütülen çalışmalar ile GDO'ların çevreye salınımı ve kullanımı sonucunda, doğada birçok olumsuz etkiler doğurduğuna yönelik sonuçlar ortaya konulmaktadır. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin yukarıda ifade edildiği gibi birçok yan etkisi ve zararları mevcuttur. Buna rağmen biyoçeşitlilik bakımından bazı olumlu etkileri de bilim insanları tarafından kaydedilmiştir. Mesela, yapılan araştırmalar neticesinde GD ürün ekiminin yapıldığı arazi kullanım değişikliğini hızlandırabileceğini göstermektedir. Arjantin'in kuzeybatısındaki bazı mevsimler, kurak geçen ormanlarda ormansızlaşma üzerine yapılan bir çalışmada; ilk ormansızlaşmanın 1970'lerde siyah fasulye tarımı ve 1980'lerde yüksek soya fasulyesiyle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Grau ve ark., 2005). GD ekinlerinden birim alandan daha fazla verim elde edilmesi amaçlandığı için mevcut ekilen arazilerin verimi artırılarak daha fazla ormansızlaşmanın önüne geçilmektedir (Anonim 2007).

Genetiği değiştirilmiş organizmaların biyoçeşitliliğe sunduğu katkıların bir diğer boyutu ise, pestisit kullanımında azalma, toprak ve suyun korunması, kirli toprakların temizlenmesi gibi doğrudan çevreyi ve canlıları etkileyen unsurların sağlıklı bir şekilde kullanılmasını sağlamasıdır. Bilindiği üzere herbisitler, zirai ilaçlar ve gübrelerin uygulanmasına yönelik modern tarım uygulamaları, dünyanın birçok yerinde ağır çevresel hasarlara neden olmuştur (Anonim 2005; Anonim 2017). Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilere aktarılan genler sayesinde dünya çapında büyük bir ürün kaybına yol açan ve geleneksel tarıma kıyasla herbisit ve böcek direncini büyük miktarda azalttığı görülmüştür. Örneğin, GD ürünlerinin piyasaya sürüldüğü ilk on yılda, bu ürünleri yetiştiren çiftçiler geleneksel bitkilerin yetiştiriciliğinde kullandıklarından 172.500 ton daha az pestisit kullanmışlardır (Coghlan 2006). 2017 yılı verilerine göre herbisite dirençli transgenik ürünler, 88.7 milyon hektarlık ekim alanı ile GD bitkiler arasında % 47'lik bir pay ile ilk sırada gelmektedir (ISAAA 2017). Bunların yanı sıra biyotik ve/veya abiyotik streslerden dolayı soyu tükenmek üzere olan bitkiler rekombinant DNA teknolojileri sayesinde çoğaltılabilir ve klonlanarak üretilebilir. Bunlara ilave olarak kimyasallarla kirletilmiş ve doğal yollarla temizlenmesi mümkün olmayan ya da çok uzun sürede temizlenebilme kapasitesi olan topraklar genetiği değiştirilmiş bitkiler sayesinde fitoremidasyon yöntemi gibi biyoremidasyon metotlarıyla temizlenebilir ve kısa sürede doğaya tekrar kazandırılabilir.

Sonuç

Genetiği değiştirilmiş bitki ilk transgenik ürünün piyasaya sürüldüğü 1994 yılından itibaren birçok ülkede marketlerde satılmaya başlanmış ve hızlı bir surette yaygınlaşmıştır. Her geçen gün kullanımı artan bu yeni transgenik çeşitlerin insan sağlığı, çevre ve biyoçeşitlilik üzerinde görülen bazı olumsuz durumlarından dolayı kamuoyunda bazı endişeler oluşmuştur. Bitkilere kazandırılan bu yeni özelliklerin bitkinin yaşadığı çevrenin ve florasının bozulmasına, bazı doğal türlerin genetik çeşitliliğinin zamanla kaybolmasına, ekosistemdeki tür dağılımının ve dengesinin bozulup bazı yabancı türlerin yok olmasına neden olacağı düşünülmektedir. Bu endişelerin ve biyoçeşitlilik risklerinin önlenmesi için genetiği değiştirilmiş bitkilere alternatif olarak yeni metotlar ve biyoteknolojik yöntemler kullanılarak yeni çeşitler geliştirilmelidir. Örneğin, hâlihazırda ekimi yapılan bitkisel ürünlerin verimini arttırmak için yabancı genotiplerinin geleneksel ıslah yöntemleri ve/veya rekombinant DNA teknolojileri kullanılarak besin içerikleri yüksek yeni çeşitlerin elde edilmesi sağlanabilir veya zararlılara gen düzeyinde müdahale edilerek oluşan bitkisel ürün kaybının önüne geçilebilir. Aksoy ve arkadaşları tarafından 2017 yılında yapılan bir çalışmada *Erwinia amylovora* zararlısına gen düzeyinde müdahale edilerek zarar oluşturmalarının önüne geçildiği ifade edilmiştir (Aksoy ve ark. 2017a; Aksoy ve ark. 2017b). Yine Aksoy ve arkadaşlarının başka bir çalışmasında ise, bazı faydalı bakterilerin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmasıyla domateslerde zararlılara karşı mücadelede olumlu sonuçlar alındığı ifade edilmiştir (Aksoy ve ark. 2017c). Bu perspektifle, transgenik bitki elde edilirken ileriye yönelik biyolojik çeşitliliğin ve doğal alanların korunabilmesi için gerekli hukuki, etik ve yasal önlemlerin alınması son derece önem arz etmektedir. Türkiye biyoçeşitlilik açısından çok zengin olduğundan dolayı özellikle tarımsal üretimde genetiği değiştirilmiş ürünlerin kapsamlı olarak ele alınması gerekmektedir. Aslında 2010 yılında yürürlüğe giren "biyogüvenlik kanunu" gereğince ülkemizde transgenik ürünlerin araştırma, geliştirme, işleme, piyasaya sürme, izleme, kullanma, ithalat ve ihracatı yasaklanmıştır. Fakat özellikle bazı hayvansal yemler için gerekli izinler alınarak ülkemize girişine izin verilen transgenik ürünler bulunmaktadır. Üzerinde durulması gereken diğer bir husus ise yurtdışından ithal ettiğimiz her bir zirai ürünün genetiğinin değiştirilmiş olması gün geçtikçe artan bir ihtimal olmaktadır. Bundan dolayı gereken her türlü yasal düzenlemelerin geciktirilmeden ve biyoçeşitliliğin korunması temel alınacak şekilde bütüncül bir anlayış benimsenmelidir. Türkiye'nin coğrafik yapısı ile bitkisel gen kaynaklarının özel şartlar da dâhil olmak üzere korunarak, Avrupa birliğinin bu konudaki kuralları da göz önüne alınıp, uluslararası sözleşmelerden kaynaklanan yükümlülüklerin uygulanması önem arz etmektedir. Özellikle endemik tür sayısı bakımından ülkemizin sahip olduğu zenginliğin farkına varılarak genetiği değiştirilmiş bitkilerin olumsuz etkilerini en aza indirmek için kapsamlı önlemler alınmalıdır.

Kaynaklar

- Aksoy H M, Kaya Y, Hamid T (2017a). The Role Of Dspf, The Type Iii Secretion Chaperone of Dspa/E Of *Erwinia Amylovora*, In Pathogenicity In Host And Non-Host Plants. JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 27(1).
- Aksoy H M, Kaya Y, Ozturk M, Secgin Z, Onder H, Okumus A (2017b). *Pseudomonas putida*-Induced response in phenolic profile of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) infected by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Biological Control, 105: 6-12.
- Aksoy H M, Kaya Y, Tengku Abdul Hamid T H (2017c). Expression of the dspA/E gene of *Erwinia amylovora* in non-host plant *Arabidopsis thaliana*. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 31(1): 85-90.
- Anonim (2005). MA (Millennium Ecosystem Assessment). Retrieved from Kuala Lumpur, Malaysia: <http://www.millenniumassessment.org/en/Products.Synthesis.aspx> [Erişim Tarihi: 22.08.2017].
- Anonim (2007). (IUCN) The World Conservation Union. Current Knowledge Of The Impacts Of Genetically Modified Organisms On Biodiversity And Human Health . Impacts of GMOs on biodiversity and human health – Information Paper. Retrieved from https://cmsdata.iucn.org/downloads/ip_gmo_09_2007_1_.pdf
- Anonim (2017). Third World Academy of Sciences. Transgenic plants and human health and safety. Retrieved from <http://stills.nap.edu/html/transgenic/safety.html> [Erişim Tarihi 22.08.2017].
- Arun Ö Ö, Muratođlu K, Eker F Y (2015). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Kavramına Genel Bakış. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Dergisi, 41(1): 113-123.
- Arvas Y E (2017). Genetiği Değiştirilmiş Bitkiler ve Tanısı. Lambert Yayınevi, Düsseldorf, Germany.
- Atsan T, Kaya T E (2008). Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) tarım ve insan sağlığı üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi, 22(2).
- Bawa A, Anilakumar K (2013). Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review. Journal of food science and technology, 50(6): 1035-1046.
- Benson E E (1999). An introduction to plant conservation biotechnology. Plant conservation biotechnology: 3-10.
- Biyogüvenlik Kanunu. Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete. Biyogüvenlik Kanunu: Kanun numarası 5977. Resmi Gazete, 27533/Tarih: 26.03.2010.
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (2011). Temel Dış Politika Konuları, Türkiye'nin Çevre Politikası, Uluslararası Süreçler ve Türkiye. Dışışleri Bakanlığı. Retrieved from <http://www.mfa.gov.tr/biyolojik-cesitlilik.tr.mfa> [Erişim Tarihi: 10.07.2018].
- Briggs S P, Koziel M (1998). Engineering new plant strains for commercial markets. Current opinion in biotechnology, 9(2): 233-235.
- Coghlan A (2006). Genetically modified crops: a decade of disagreement. New Scientist, 2535: 21
- Çelik V, Balık D T (2007). Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 23 (1-2) 13 – 23.
- Demirhan B (2018). Patates ve İşlenmiş Patates Ürünlerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizmalarla ilgili Genetik Analizler. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal Biyorekoloji, Samsun, Türkiye.
- Dülger B, Gücin F, Malyer H, Bıcakcı A (1997). Antimicrobial activity of Marigold (*Tagetes Minuta* L.). Acta Pharmaceutica Turcica, 39: 115-118.
- Firidin ř (2010). Rekombinant DNA Teknolojisi. Yunus Araştırma Bülteni: (10):16-18.
- Gibbons A (2013). Potato Famine Pathogen's DNA Sequenced, Solving Scienti. Retrieved from http://www.huffingtonpost.com/2013/05/23/potato-famine-pathogen-dna-sequenced-mystery_n_3320547.html.
- Gostin L O, Altevogt B M, Lenzi R N (2014). Oversight and review of clinical gene transfer protocols: assessing the role of the recombinant DNA advisory committee. National Academies Press.
- Grau H R, Gasparri N I, Aide T M (2005). Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. Environmental Conservation, 32(2): 140-148.
- Herrera-Estrella L, De Block M, Messens E, Hernalsteens J P, Van Montagu M, Schell J (1983). Chimeric genes as dominant selectable markers in plant cells. The EMBO journal, 2(6): 987-995.
- Heywood V, Watson R (1995). Global Biodiversity Assessment Cambridge University Press Cambridge. UK Google Scholar
- Hoffmann T (1997). Gentransfer bei höheren Pflanzen. Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Parey Bucherverlag, Berlin: 275-323.
- Holmberg N, Bülow L (1998). Improving stress tolerance in plants by gene transfer. Trends in plant science, 3(2): 61-66.
- ISAAA (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. . The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Ithaca, NY.
- James C (2016). Gobar status of commercialized biotech/GM crops. Retrieved from Retrieved from <http://www.isaaa.org/default.asp> [Erişim Tarihi: 22.08.2017].

- Kaya E Y, Gökdoğan E (2017). Bitki Biyoçeşitliliğinin Kısa, Orta ve Uzun Süreli Korunması: Biyoteknoloji ve Kriyoprezervasyon. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 22(1):87-111.
- Kaya Y (2015). Genetically modified plants and their biosecurity risks. Halal and Tayyip Products Fiqh, Medicine Pharmaceuticals, Cosmetics and Tourisms Workshop. Gimdes, İstanbul.
- Kaya Y, Arvas Y E (2017). Doğal Hayat Alanlarımızdaki Doğal Olmayan Pestisit Kalıntılarına Genel Bir Bakış. (Gimdes) Helal Yaşam Rehberi, 52: p. 20-24.
- Kaya Y, Marakli S, Gozikirmizi N, Mohamed E, Javed M, Huyop F (2013). Herbicide tolerance genes derived from bacteria. The Journal of Animal and Plant Sciences, 23(1): 85-91.
- Kaynar P (2009). Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (Gdo)'A Genel Bir Bakış. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi: 177.
- Kenward K D, Altschuler M, Hildebrand D, Davies P L (1993). Accumulation of type I fish antifreeze protein in transgenic tobacco is cold-specific. Plant molecular biology, 23(2): 377-385.
- Kiermer V (2007). The dawn of recombinant DNA. Nature Milestones DNA Technologies
- Korkut D, Soysal A (2013). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. Ankara: Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER). Lønnerdal, B.(2003). Genetically Modified Plants for Improved Trace Element Nutrition.(133), 1430, 1433.
- Korth K L (2008). Bitki Biyoteknolojisi ve Genetik (Nobel Akademik Yayıncılık, 193-216.
- Krebs J E, Lewin B, Goldstein E S, Kilpatrick S T (2014). Lewin's genes XI. Jones & Bartlett Publishers.
- Landry H (2015). Challenging Evolution: How GMOs Can Influence Genetic Diversity. Retrieved from <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/challenging-evolution-how-gmos-can-influence-genetic-diversity> [Erişim Tarihi: 23.08.2017].
- Lodish H, Berk A, Zipursky S, Matsudaira P, Baltimore D, Darnell J (2000). Collagen: the fibrous proteins of the matrix. Molecular Cell Biology, 176-190.
- Melchers L S, Stuiiver M H (2000). Novel genes for disease-resistance breeding. Current opinion in plant biology, 3(2): 147-152
- Meriç S (2012). Mısır İçeren Gıda Ve Yem Çeşitlerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizmalarla ilgili Genetik Analizler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.
- National Human Genome Research Institute (2015). Genetic Timeline. <https://www.genome.gov/pages/education/genetic-timeline.pdf>
- Nofouzi F (2013). Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) Nedir ve Nasıl Yapılmaktadır. Güncel Gastroenteroloji dergisi, 17(4): 1-7. Retrieved from <http://www.guncel.tgv.org.tr/makale.php?mid=100137>
- Noss R F (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation biology, 4(4): 355-364.
- Olhan E (2010). Modern Biyoteknolojinin tarımda kullanımının politik ve ekonomik yönden değerlendirilmesi. Ankara Tabip Odası Farklı Boyutlarıyla Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Kitabı: 9-14.
- Öktem A (2004a). Herbisitlere Dayanıklı Transgenik Bitkilerin Yetiştirilmesi: Bitki Biyoteknolojisi II-Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya: ss 238.
- Öktem H (2004b). Böceklerle Dayanıklı Transgenik Bitkilerin Geliştirilmesi. Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya: 208-238
- Ölçer H (2001). Transgenik bitkiler: Tarımsal uygulamaları, üretim ve tüketiminin kontrolü. Ekoloji Çevre Dergisi, 40: 20-23.
- Özdemir O (2007). Gen Kaynaklarının Sürdürülebilirliği Açısından GDO'ların Sosyoekonomik Etkileri. Ankara Biyoteknoloji Günleri: Biyoteknoloji, Biyogüvenlik ve Sosyo-Ekonomik Yaklaşımlar, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk D (2011). Mısır Kökenli Gıdalarda Yabancı Gen Taranması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Parvez S, Geron R, Proctor C, Friesen M, Ashby J, Reiter J, Winchester P (2018). Glyphosate exposure in pregnancy and shortened gestational length: a prospective Indiana birth cohort study. Environmental Health, 17(1): 23.
- Pray L (2008). Recombinant DNA technology and transgenic animals. Nature Education, 1(1): 51.
- Rahman M, Zaman M, Shaheen T, Irem S, Zafar Y (2015). Safe use of Cry genes in genetically modified crops. Environmental chemistry letters, 13(3): 239-24.
- Ricroch A E, Guillaume-Hofnung M, Kuntz M (2018). The ethical concerns about transgenic crops. Biochemical Journal, 475 (4) 803-811; DOI: 10.1042/BCJ20170794.
- Sağıroğlu A K (1999). Genetik Mühendisliği. Bilim ve Teknik, 34-41,
- Singh P K, Chauhan R S, Singh P (2017). Principles and Applications of Environmental Biotechnology for a Sustainable Future. Springer Link., 315-340.
- Smith J E (1996). Biotechnology. Cambridge University Press, 149-158.
- Soydemir E, Aksoy Z B (2017). Rekombinant DNA Teknolojisi ve Günümüzdeki Kullanımı. Güncel gastroenteroloji, 21/1:14-17. <http://www.guncel.tgv.org.tr/makale.php?mid=100515>.
- Swaminathan M S (2015). The hidden use of Genetically Modified Organisms and their impact on Human Beings, Animals and Nature. The World Foundation for Natural Science, 1-6,

- Şen S, Altınkaynak S (2014). Genetiği değiştirilmiş gıdalar ve potansiyel sağlık riskleri. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(1): 31-38
- Tan A (1996). Turkey; Country report to the FAO international technical conference on plant genetic resource.
- Yardımcı H (2016). "Biyogüvenlik mevzuatı ve gereksinimler" GDO-2016: Genom Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Biyogüvenlik Mevzuatının Değerlendirilmesi Çalıştayı. (Vol. 1, pp. 5-5). İstanbul.
- Yılmaz F (2014). Bitkisel Üretimde Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünleri ile Biyogüvenlik. Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Yılmaz MM (2012). Türkiye'deki İşlenmiş Soya Ürünlerinde Kalitatif Ve Kantitatif GDO Tanısı ve Transgen Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yorulmaz S, Ay R (2006). Genetiği Degistirilmis Organizmaların (GDO) Entomoloji Alanındaki Uygulama Olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(2): 53-59.
- Yüzbaşıoğlu G, Maraklı S, Gözükırmızı N (2017). Screening of *Oryza sativa* L. for Hpt Gene and Evaluation of Hpt Positive Samples Using Houba Retransposon-Based IRAP Markers. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/287034>.
- Żmijewska E, Teper D, Linkiewicz A, Sowa S (2013). Pollen from genetically modified plants in honey–problems with quantification and proper labelling. *Journal of Apicultural Science*, 57(2): 5-19.

Derleme/ Review

Batman İli Toprak ve Su Kaynaklarının Tarımsal Açından Değerlendirilmesi

Yusuf AYDIN*

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü
*e-posta: yusufaydin056@gmail.com; Tel: 0484 212 11 11; Fax: 0484 223 19 98

Öz: Toprak ve su kaynakları, ülkelerin en değerli varlıkları olup, toplumların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereksinim duydukları gıdaların sağlanmasında asli unsurdur. Yenilenemeyen ve kıt kaynak olan toprak ve su kaynaklarının işletimi ve yönetimi, dünya ülkelerini küresel düzeyde koordineli çalışmaya yöneltmektedir. Küresel ısınmanın getirdiği değişimler sonucu oluşabilecek su kıskısı, sanayi ve kentsel gelişim ile artan nüfusa bağlı olarak artan gıda talebi, su kaynakları üzerindeki en önemli tehdit unsurlarıdır ve kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Toplumlar gelecekle ilgili planlamalar yaparken, bu risk unsurlarını göz önüne almalı, toprak ve su kaynakları potansiyelini, kaynakları da koruyarak kullanmalı ve geliştirmelidir. Bu çalışmada, Batman İli toprak ve su kaynakları değerlendirilerek mevcut kaynaklar ve potansiyelleri ile işletiminde karşılan sorunlar irdelenmeye ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Batman, Toprak ve su kaynakları potansiyeli

Evaluation of Batman Province Soil and Water Resources in terms of Agricultural Perspectives

Abstract: Soil and water resources are the most valuable assets of the countries and they are the essential element in the provision of food that societies need to survive. The operation and management of land and water resources, which cannot be renewed and scarce, directs the world countries to work in a coordinated manner at global level. As a result of the changes caused by the global warming, water demand, industrial and urban development and the increasing demand for food due to the increasing population are the most important threats on water resources and increases the pressure on resources. When planning for the future, societies should take into account these risk factors and use and develop the potential of land and water resources, while protecting resources. In this study, the resources and potentials of the Batman Province were evaluated and the problems encountered in the operation and the solutions were presented.

Keywords: Batman Province, Land and water resource potential

Giriş

Su, canlı yaşamının en temel unsuru olmakla beraber, sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanmasında ve uygulanmasında en önemli faktörlerden birisidir. Yokluğunda yaşamın olmayacağı, küresel kalkınmanın ve hatta canlı yaşamının ortadan kalkacağı bir kaynak olması nedeniyle ülkeler için de stratejik bir öneme sahiptir. Su kaynakları, tüm insanlığın ortak hazinesi olup, ekonomik veya ticari bir emtia olmamakla beraber toplumların ortak varlığıdır (Turan ve Eren 2008). Bu bakımdan ülkeler milli çıkarlarını korumak adına insanlığın ortak varlığı olan su kaynaklarını korumak, kollamak ve geliştirmek için küresel anlamda işbirliği yapmak zorundadırlar. Yaşamın devam ettiği her alanda, suyun kıt kaynak olduğu göz önüne alınarak planlamalar yapılmalıdır. Mevcut durumda var olan su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi yaşamsal öneme sahiptir. Küresel iklim değişiklikleri nedeniyle azalması beklenen yeryüzü su kaynakları, artan nüfusa bağlı olarak artan gıda ve su talebi gibi iki önemli risk faktörü ile karşı karşıyadır (Çakmak ve Gökalp 2011). Mevcut su kaynaklarının sektörlere göre dağılımları incelendiğinde, tarımsal su kullanım oranı, kentsel ve sanayi kullanımı lehine değişme eğilimi göstermektedir. Bu durum, %70 olan (Anonim 2018f) tarımsal su kullanımı üzerindeki baskıyı artırarak, gıda güvenliğini tehlikeye düşürmektedir. Artan nüfus ve gıda talebine karşılık, su kaynakları üzerindeki baskıların da artması, bu kaynakların daha rantabl kullanılması, sektörler arasında su kullanım kayıplarının en aza indirilmesi için daha etkin su kullanımı ve su yönetimi çalışmaları, havza düzeyinde planlanmalı ve kaynak potansiyeli bu yolla geliştirilmeli ve korunmalıdır (Aküzüm ve ark. 2010). Su kaynaklarının geliştirilmesi ve korunması sadece sorunlu alanlarla sınırlı kalmayarak ve mevcut kaynakların potansiyelinin artırılmayacağı göz önüne alınarak, kaynak potansiyeli riske edilmeden etkin bir su yönetimi ve su kullanımı sağlanmalıdır (Meriç 2004). Yenilenemeyen ve yeryüzünde sınırlı miktarda olan su kaynakları, Dünyanın üçte ikisini oluşturmaktadır. Ancak Dünyadaki toplam su varlığının %97.5'i denizlerde ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunurken, bütün canlıların yaşam kaynağı olan tatlı su oranı %2.5 düzeyindedir (DSİ 2018). Tatlı su

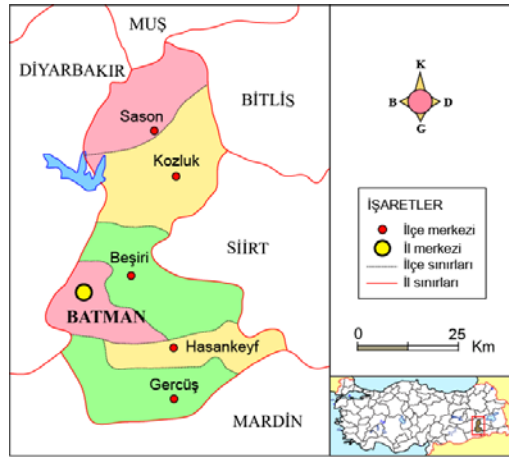
kaynaklarının %90'ı buzullarda ve yeraltında tutulması nedeniyle insanlığın kullanabileceği tatlı su miktarının ne kadar az olduğu ortaya çıkmaktadır. Nehirler, göller gibi tatlı su kaynakları, dünyadaki toplam suyun yaklaşık %0.3'ünü oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sine karşılık gelen 1.5 milyar insan, yeterli içme suyundan yoksun iken, 2.2 milyar insan ise sağlıklı suya erişememektedir (Anonim, 2018h).

Dünyadaki mevcut tatlı su miktarının bu denli az olmasına karşın ülkemizde de durum bundan farklı değildir. Yerüstü su kaynakları, ülkemizde 26 akarsu havzasında bulunmaktadır. Ancak, yıllık toplam akış miktarının yaklaşık yarısı 5 havzadan (Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya) sağlanırken, kalan yarısı ise diğer 21 havzadan karşılanmaktadır. Batman ilinin de içerisinde bulunduğu Dicle ve Fırat havzalarının bu akış miktarı içerisindeki payı ise yaklaşık %30 dolaylarındadır (Çakmak 2011). Halen ülke topraklarımızın 28 milyon ha'lık kısmı tarım alanı olarak kullanılmakta olup, bunun 8.5 milyon ha'lık kısmı ekonomik olarak sulanabilir düzeydedir. Tarım alanlarından iyi düzeyde verim alınabilmesi, ancak bu alanların %93'ünün sulanması ile olanaklıdır. Tarımda kullanılan su miktarı 2000 yılında %75 iken, bu oranın 2030 yılında %65 olacağı öngörülmektedir (Karaman 2006). Bu azalmaya karşın, tarımda ortaya çıkması olası sorunların çözülmesi adına, tarımda etkin su kullanımının yanı sıra kaynak potansiyelini tehlikeye atmayan bir etkin su yönetimi, birim alandan alınan verimin artırılmasına yönelik çalışmalar ivedilikle yapılmalıdır. Toprak su kaynaklarının tek başına korunması yeterli olmayıp, bu kaynakların optimum kullanımını sağlayacak bir dengenin de oluşturulması gerekmektedir (Kıymaz 2011). Türkiye'nin yıllık ortalama yağışı 643 mm, yüzölçümünün 783 577 km² olduğu göz önüne alındığında yıllık yağışla gelen su miktarı 501 milyar m³'e karşılık gelmektedir. Bu suyun, 274 milyar m³'ü buharlaşma yoluyla tekrar atmosfere karışmakta, 158 milyar m³'ü yüzey akışı yoluyla denizlere ve göllere taşınmakta ve 69 milyar m³ yağış suyu ise yeraltı suyunu beslemektedir. Ancak, yeraltı suyunu besleyen bu miktarın 28 milyar m³'ü tekrar pınarlar aracılığıyla yerüstü sularına karışmaktadır. Sınır aşan sular kapsamında ülkemize 7 milyar m³ suyun gelmesiyle, ülkemizin toplam yerüstü su potansiyeli 193 milyar m³'e ulaşmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³'lük su miktarı da buna eklendiğinde, ülkemizin toplam yenilenebilir su hacmi 234 milyar m³ olmaktadır. Günümüz koşullarında tüketilebilecek yerüstü su hacminin, 95 milyar m³'ü yurtiçindeki akarsulardan, 3 milyar m³'ü ise yurtdışı kaynaklardan gelen olmak üzere 98 milyar m³ olarak hesaplanmaktadır. Buna 14 milyar m³ yeraltı su potansiyeli de eklendiğinde, ülkemizin yeraltı ve yerüstü olmak üzere toplam 112 milyar m³ olup, bunun 44 milyar m³'ü kullanılabilir (DSİ 2018). Buna göre, ülkemizin su zengini olduğunu söyleyebilmek olanaksızdır. TÜİK nüfus senaryolarına göre, ülkemiz nüfusunun 2030 yılında 93 328 574 ve 2080 yılında ise 107 100 904 olacağı öngörüsünden hareketle, mevcut durumda 1.519 m³ olan kişi başı su tüketiminin 2030 ve 2080 yıllarında sırasıyla 1 120 m³ ve 1 000 m³'ün altında olacağı öngörülmektedir (TÜİK 2018). Batman İli yeraltı su kaynakları potansiyeli bakımından oldukça zengindir. İlin fazla engebeli olmayan ve Batman çayı etrafında bulunan verimli toprakları, yeraltı suyunun yer yer 10 m'ye kadar yükselmesi, yeraltı suyuna erişimin daha kolay olduğunu göstermektedir. Belirtilen alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerde suyun çevre ve toprak sorunu oluşturmadan etkin kullanımını ve birim alandan alınan verimin artırılmasına yönelik uygulamaların yapılmasını ve tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada Batman ili toprak ve su kaynakları potansiyeli incelenerek, mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri geliştirilmesi üzerinde durulmuştur.

Coğrafik Konum

Batman, Dicle havzasında, batı-doğu doğrultusunda il topraklarından geçen Dicle nehri ile Batman çayı kenarındaki verimli ovalardan oluşan düz bir alan üzerine yerleşiktir. Coğrafik olarak kuzey ve kuzeydoğusu sarp, yüksek ve dağlık olup, güney tarafı ise engebeli yapıya sahiptir. Doğusunda Siirt, batısında Diyarbakır, Kuzeyinde Bitlis ve Muş, güneyinde ise Mardin illeri ile çevrili, 41° 10' ve 41° 40' doğu boylamları ile 38° 40' ve 37° 50' kuzey enlemleri arasında yer almakta olan ilin denizden yüksekliği 540-560 m arasında değişmektedir (Şekil 1). İli çevreleyen Meleto Dağı, Sason (Aydınlık), Aşık (Selaş), Subaşı (Züpşer), Kuşaklı (Halkız), Taştepe (Golat), Karakaş, Avcı (Karamelik), Kortepe Dağı, Taç (Arvız), Çikolattepe, Meydanok Tepesi, Kıradag ve Raman dağları olarak sayılabilir. İlde verimli sulanabilir alanlar, Batman ve Beşiri ovaları ile Meleto yaylasında bulunmaktadır. Batman, önceleri Siirt ili Beşiri ilçesine bağlı bir köy iken, 1288 m rakımlı Raman dağında 1948 yılında petrol bulunmasından sonra hızla gelişerek, bağlı olduğu Siirt İlini de geride bırakarak 1990 yılında İl statüsüne kavuşmuştur (Anonim, 2005). TÜİK tarafından yapılan İllere göre nüfus ve artış hızları ile 2023 yılı nüfus projeksiyonlarında Batman il nüfusu 2017 yılı itibarıyla 585 282 olup, 2023 yılında %16.3 artış hızıyla 645 509 olması beklenmektedir (Anonim 2018a).



Şekil 1. Batman İli coğrafik konumu.

İklim Özellikleri

Batman İl'i karasal iklim özelliği göstermektedir. Karasal iklimin genel bir karakteristiği olarak, yaz mevsiminde aşırı sıcak ve kurak ancak buna karşın kış mevsiminde ise soğuk ve kar yağışlı olması, bu ilde de kendini göstermektedir (Çizelge 1). Çizelgenin incelenmesinden görüleceği üzere sıcaklık değişimleri oldukça keskin sınırlar göstermektedir. Yılın en sıcak ayları olan Temmuz-Ağustos aylarında en yüksek sıcaklık değerleri 39.1 °C'ye çıkarken ortalama en düşük sıcaklık -1.5°C'ye kadar düşebilmektedir. İl'de en yüksek ve en düşük sıcaklıklar sırasıyla 48.8 °C ile -24 °C arasında değişim göstermektedir. Yağış rejiminin dağılımı bölgede oldukça düzensizdir. Yılın en sıcak ayları olan Temmuz-Ağustos aylarında, sıcaklığa bağlı olarak yağışın bu aylarda en düşük düzeyde olması (<1.0 kg) ve yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 77 iken, aylık ortalama toplam yağış miktarı ise 487.5 kg/m² olarak gerçekleşmektedir. İlde ortalama güneşlenme süresi Haziran-Eylül aylarında 12 saatin üzerinde yaşanmakta olup, bu dönemlerde yağışların azlığı nedeniyle bölgede evapotranspirasyonun yüksek olması sonucu sulama gereksinimi de doğal olarak artmaktadır. İlde hakim rüzgarlar, doğu yönünden esmektedir. Karasal iklimin bir diğer sonucu olan gece ve gündüz sıcaklık farklılıkları da belirgin olarak yaşanmaktadır (Anonim 2018c).

Çizelge 1. Batman İline ait meteorolojik veriler (Ölçüm periyodu 1963-2017)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.6	5.0	9.6	14.6	19.8	26.6	31.2	30.2	24.9	17.7	9.8	4.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	7.5	10.5	15.8	21.6	27.6	34.8	39.1	39.1	34.4	26.6	16.9	9.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-1.5	0.0	3.6	7.9	11.4	15.8	20.3	19.7	15.0	10.0	4.0	0.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.1	4.5	5.5	7.2	9.0	11.5	11.8	11.1	9.7	6.9	5.2	3.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.7	10.2	11.5	11.4	8.3	2.2	0.3	0.3	1.0	5.7	7.4	10.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	61.3	67.0	75.6	73.3	46.1	7.1	0.6	0.7	3.8	32.0	54.4	65.6
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.6	24.6	30.6	35.8	42.0	45.1	48.8	46.2	43.8	37.0	36.6	23.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24.0	-22.2	-17.0	-9.0	0.9	5.0	11.8	11.1	4.1	-3.0	-7.8	-23.0

Toprak ve Su Kaynakları

Toprak Kaynakları Potansiyeli

Arazi varlığı ve tarımda kullanılabilme durumu

İlin toplam arazi varlığı 4 659 210 da olup, bunun %34'lük oranına karşılık gelen 1 569 801 da alanda tarım yapılabilmektedir. Bunu en yakından takip eden ve %40 oranında bir büyüklüğe sahip olan tarım dışı araziler 1 868 944 da'lık alanı oluşturmaktadır. İlin coğrafik yapısı gereği kuzey, kuzeydoğu ve güney taraflarını kaplayan dağlık alanlar, 814 540 da ile %17'lik paya sahiptir. Toplam mera alanı ise % 9 olup, 405 925 da'dır. Batman İli arazi varlığının ilçeler düzeyinde genel dağılımı Çizelge 2.'de verilmiştir.

Çizelge 2. Batman ili arazilerinin ilçeler düzeyinde genel dağılımı (da)

Arazinin Cinsi	Merkez	Beşiri	Gercüş	Hasankeyf	Kozluk	Sason	Toplam	Yüzde (%)
Tarım Arazisi Toplamı	251 216	592 624	348 589	58 736	288 121	30 515	1 569 801	34
Mer'a Arazisi	139 531	181 961	7 878	8 297	68 258	0	405 925	9
Orman Arazisi	70 675	42 450	120 325	37 400	175 090	368 600	814 540	17
Tarım Elverişsiz Arazi	93 393	128 099	413 912	445 655	455 321	332 564	1 868 944	40
GENEL TOPLAM	554 815	945 134	890 704	550 088	986 790	731 679	4 659 210	100

İlin mevcut arazi kullanım durumuna göre %9 oranındaki mera alanları 6 ilçe ve 54 mahalleye dağılmış durumdadır. Merkez ve Beşiri ilçelerinde 2001-2017 yılları arasında mera ıslah ve amenajmanı kapsamında projeler yürütülerek tamamlanmıştır. Bu kapsamda belirtilen alanlarda mera arazilerine gübreleme, yem bitkisi ekimi ve diğer mera ıslah uygulamaları yapılmıştır. Aynı ilçelerde 2016 yılında başlatılan diğer mera ıslah projelerinin ise 2020 yılında tamamlanması öngörülmektedir. Yapılan mera ıslah çalışmaları yeterli gibi görülse de uygulamaların diğer mera alanlarına yaygınlaştırılması, hayvancılık faaliyetlerinin yoğun yapıldığı bölgelerde ihtiyaç duyulan mera ve otlak alanlarının korunmasına önemli oranda katkılar sağlayacaktır.

Tarım topraklarının bazı özellikleri ve Kullanım Durumu

Batman il toprakları, büyük oranda organik madde bakımından fakir olmasına karşın potasyum yönünden oldukça zengin, fosfor ve diğer bitki besin maddeleri bakımından ortak özelliklere sahip bir yapıdadır. Ağırlıklı olarak alkalik özellik gösteren il toprakları, toprak textürü yönünden büyük oranda killi, kumlu ve humuslu yapıya sahiptir. Toprak bünyesinin organik madde bakımından düşük olması sonucu, toprakların su tutma kapasiteleri, toprak havalanması azalarak sıklığı azalmasına, optimum bitki gelişme ve kök bölgesi koşullarının bozulmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da toprakların geç tava gelmesine, ekim-dikim faaliyetlerinin gecikmesine neden olmaktadır. Tarım topraklarında yeterince nadas alanlarının bırakılmaması, organik madde azalmasına ve buna bağlı olarak verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Karasal iklimin bir sonucu olarak, Merkez ilçe ile birlikte Kozluk, Beşiri ve Hasankeyf ilçelerinin güney taraflarında oldukça zayıf karakterli ve bozkır görüntüsünde, bitki örtüsünün fakir olduğu alanlar bulunmaktadır. Bu alanlarda bitki örtüsünün oldukça zayıf karakterli bir yapı ve çeşitlilik göstermesi sonucu, rüzgâr erozyonu bu bölgelerde etkili olabilmektedir. Çınar, ardıç, ceviz, bittim ve meşe gibi orman ağaçları ile kaplı, koruluk ve bozuk orman alanları, ilin daha çok Gercüş, Sason ve Kozluk ilçesinin kuzey taraflarında görülmektedir. İlin arazi kullanım ve kabiliyet sınıflarına göre dağılımları incelendiğinde, il topraklarının çok büyük oranda (% 41) tarım elverişli olmayan 190 735 ha'lık VII. ve VIII. sınıf alanlar oluşturmaktadır (Anonim, 2018d). Bu alanlar, toplam il alanlarının %34 ile 156 980 ha'lık I-IV sınıf alanlar ve % 25.3 ile 118 206 ha'dan oluşan V. ve VI. sınıf araziler takip etmektedir. V. ve VIII. grup topraklar, %66 oranında işlemeli tarım elverişli olmayan arazilerden oluşmaktadır (Çizelge 3). Büyük toprak grupları bakımından, Batman toprakları çoğunlukla kahverengi orman toprakları ile kahverengi topraklardan oluştuğu, daha az oranda ise alüvyal ve kolüvyal guruplardan oluşturmaktadır (Anonim, 2018b).

Çizelge 3. Arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve oranları

Arazi Sınıfı	Alanı (ha)	Tarım Arazilerinin Oranı (%)
1.sınıf Arazi	34 650	7.4
2.sınıf Arazi	23 614	5.0
3.sınıf Arazi	25 721	5.5
4.sınıf Arazi	72 995	15.6
Tarım Arazileri Toplamı	156 980	34.0
5-6.sınıf Arazi	118 206	25.3
7-8.sınıf Arazi	190 735	41.0
Toplam	465 921	100

Batman İlinde tarımsal faaliyetler, yetiştiricilikteki çeşitliliğe ve vejetasyon süreleri bakımından yılın tamamına yayılmış durumdadır. Buğday, arpa, mercimek, nohut tarımı, eylül-ekim aylarında başlayarak, mayıs-haziran aylarında hasat yapılmaktadır. Ayrıca nisan sonu ve mayıs ayı başlarında pamuk tarımı başlamakta ve kasım sonu ile aralık başına kadar devam etmektedir. Özellikle sulanan ve sulamaya açılan alanlarda yoğunluklu olarak birinci ürün dane mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır. İl yüzölçümü 465 921 ha olup, bunun % 34'ünü (156 980 ha) tarım yapılan alanlar oluşturmaktadır. İde daha çok tarla tarımı 78 853 ha'lık bir alanda sürdürülürken, meyve ve sebze alanı olarak 14 245 ha alan kullanılmaktadır (Çizelge 4). Tarla tarımı yapılan alanın 67 128 ha'lık kısmında kuru tarım yapılmakta olup, bu alanlarda buğday, arpa, kırmızı mercimek ve nohut üretimi yapılmaktadır. Geriye kalan 11 725 ha'lık alanda

ise sulu koşullarda mısır ve pamuk yetiştiriciliği yaygın olarak yürütülmektedir. Benzer olarak sebze yetiştiriciliği yapılan 2 906 ha'lık alanda ise yaprağı tüketilen sebzeler ile kavun, karpuz, biber, patlıcan ve kabak gibi sebzeler yetiştirilmektedir. Batman ili meyvecilik üretimi bakımından önemli potansiyele sahiptir. Meyvecilik faaliyetin yürütüldüğü 11 335 ha'lık alanda ana ürün olarak antepfıstığı 3 881 ha'lık alan ile ilk sırada yer alırken 1 646 ton üretim değerine sahiptir. Bunu sofralık çekirdekli üzüm çeşidi takip etmekte olup 6 323 ha alanda bağcılık faaliyeti sürdürülmektedir (Anonim 2018d).

Çizelge 4. Arazi kullanım durumları (da)

Arazinin Cinsi	Merkez	Beşiri	Gercüş	Hasankeyf	Kozluk	Sason	Toplam	
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı	Tarla Arazisi (Sulu)	40 524	35 800	185	1 250	39 290	201	117 250
	Tarla Arazisi (Kuru)	99 068	300 000	96 342	8 035	167 621	217	671 283
	Toplam Alan	139 592	335 800	96 527	9 285	206 911	418	788 533
Nadas alanı	150	1 000	175	1 000	1 000	580	3 905	
Meyve alanı	Bağ Arazisi	1 000	2 500	49 950	5 300	3 975	500	63 225
	Bahçe Arazisi	4 550	23 425	14 299	3 020	3 520	7	48 921
	Toplam Alan	5 550	25 925	64 349	8 320	7 595	1 607	113 346
Sebze bahçeleri	4 621	6 500	7.221	3 480	6 900	386	29 108	
Tarım arazileri toplamı	149 913	369 225	168 272	22 085	222 406	2 991	934 892	

Su Kaynakları Potansiyeli

Yeraltı suyu potansiyeli

Batman ili yeraltı su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Sulanabilir alanların bir bölümünde üreticiler kendi olanakları ile açtıkları yeraltı sondajlarından sağlanan su ile sulama yapmaktadırlar. Batman çayı verimli alüvyonları ile Batman ovasının bir kesiminde yayılım gösteren kumtaşı ve çakıltası birimlerinden oluşan lahti formasyonu, ilin yeraltı suyu bakımından verimli alanlarını oluşturmaktadır. Verimli alüvyonları, İlin mevcut içme suyunu sağlamakta olup bölgede yeraltı su seviyesi 9-10 m arasında değişmektedir. Lahti formasyonunun olduğu ilin güneydoğu kesimlerinde yeraltı su seviyesi 25-30 m arasında değişmekte olup, diğer kesimleri yeraltı suyu bakımından oldukça verimsizdir. Ayrıca ilin 12 km güneybatısında Diyarbakır sınırları içerisinde yaklaşık 6.5 m³/s debiye sahip kalker aküferden boşalan Zilek kaynakları da önemli bir su potansiyelidir (Anonim 2018b).

Barajlar

Batman İl merkezinden geçen ve etrafında verimli düzlüklerin bulunduğu Batman çayı üzerinde, sulama, taşkın önleme ve enerji üretim amaçlı inşa edilmiş olan Batman barajı, Diyarbakır il sınırları içerisinde kalmaktadır. Türkiye'nin 81. ve Diyarbakır'ın 2. büyük hidroelektrik santralidir. Bununla birlikte, Batman'ın Kozluk İlçesinde Yanarsu çayı üzerinde inşa edilen ve Özel bir enerji firması tarafından işletilen Garzan (Fernas) Barajı ile sulama amaçlı olarak, 1974 yılında işletmeye açılan Batman-Silvan sulama regülatörü ilin diğer sulama suyu kaynakları olarak hizmet vermektedir (Çizelge 5). Batman barajı, kil çekirdekli kaya dolgu tipinde sulama ve enerji amaçlı inşa edilmiş ve 2003 yılında işletmeye alınmıştır. Barajın akarsu yatağından yüksekliği 85 m olup, gövde hacmi 7 181 m³, normal su kotunda göl hacmi 1 175 hm³, yaklaşık 49 km² normal su kotunda göl alanına sahiptir. İnşa amacı sulama ve enerji olduğundan, 37 351 ha alanın sulanması planlama ölçütü olarak alınmıştır. Baraj, 198 MW kurulu gücü ile 483 Gwh/yıl yıllık ortalama enerji üretimi gerçekleştirmektedir (Anonim, 2018b). Batman barajından sulama yapılan alanlar için planlama sulama modülü 1.17 l/sn/ha olarak hesaplanmış ve belirlenmiştir. Garzan barajı ve HES, 52 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 225. ve Batman'ın ise en büyük enerji santralidir. Enerji üretimine 2015 yılında başlamıştır. Batman-Silvan sulama regülatörü ise, tamamen sulama amaçlı planlanarak ve Batman çayı üzerinde inşa edilerek sulamaya açılmıştır. Regülatör, dolu gövdeli sabit tip ve savaklı olarak inşa edilmiş olup, cazibe sulama ile net 7 590 ha'lık bir alanı sulaması öngörülmüştür (Anonim 2018e).

Çizelge 5. Batman ili su kaynakları

Faaliyet Adı	İşletme Alındığı Yıl	Faaliyetin Yeri	Kapasitesi	Amacı	Faaliyet Durumu	Sulama Alanı (ha)
Batman Barajı HES	2003	Batman Çayı üzerinde	483 GWh/yıl (198 MW)	Sulama, Enerji	İşletmede	
Garzan Barajı HES	2015	Yanarsu Çayı üzerinde	198 GWh/yıl (52 MW)	Sulama, Enerji	İşletmede	
Batman-Silvan Sulama Regülatörü	1974	Batman Çayı		Sulama	İşletmede	7 590

Akarsular

Batman İl sınırları içerisinde bulunan en önemli akarsular Dicle nehrinin kollarını oluşturan Garzan çayı, Batman çayı ile Sason çaylarıdır (Çizelge 6). Batman il sınırları içerisinde Dicle nehrinin kollarını oluşturan Garzan ve Batman çayları bulunmaktadır. Batman çayı ise, esas olarak Kulp çayı ve Sarım Çayı (Diyarbakır sınırları içerisinde) ile Zori (Serkan) ve Talorin çayları (Batman sınırları içerisinde) gibi kollardan oluşmaktadır. İl sınırları içerisinde 124 km ile en uzun akış yoluna sahip olan Batman çayı, 126.9 m³/s'lik debiyle yıllık ortalama 4.2 milyar m³ su potansiyeline sahiptir. Garzan çayının yıllık ortalama su potansiyeli ise 830 milyon m³'dür. Batman çayı, üzerinde kurulu bulunan Batman barajı ve Batman-Silvan Sulama Regülatörüne su kaynağı olarak hizmet etmektedir (Anonim 2018b).

Çizelge 6. Batman ili akarsuları (DSİ 2017)

Akarsu İsmi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Dicle Nehri	530	86	300	Dicle	Sulama, Enerji
Garzan Çayı	168	110	49.3	Dicle	Sulama, Enerji
Batman Çayı	144	124	126.9	Dicle	Sulama, Enerji
Sason Çayı	65	65	142.2	Batman	Enerji
Serkan (Zori) Çayı	78	58	17	Batman	Sulama

Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar

Batman sınırları içerisinde doğal gölet bulunmamakla beraber, iki adet sulama göleti bulunmaktadır. DSİ tarafından 1984 yılında işletmeye alınan Gercüş-Kırkat Göleti ile Kozluk Ceffan göletleri, sulama alanlarına hizmet etmektedir (Çizelge 7). Gercüş-Kırkat göleti, Batman ili, Gercüş ilçesine 8 km uzaklıkta olup, Dicle havzasında bulunmaktadır. Nehir deresi üzerine inşa edilen gölet, 350 ha alanı sulamaktadır. İlin diğer göleti ise Ceffan (Garzan) göleti olup, Ceffan deresi üzerinde inşa edilmiş ve toplam 332 ha alanı sulamaktadır (Anonim 2018b).

Çizelge 7. Batman ili sulama Göletleri

Göletin Adı	Tipi	Göl hacmi, m ³	Sulama Alanı (net), ha	Çekilen Su Miktarı, (m ³)	Kullanım Amacı
Gercüş-Kırkat Göleti	Homojen Toprak Dolgu	3 155 210	350	2 549 060	Sulama
Kozluk-Ceffan Göleti	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	6 845 000	332	5 420 000	Sulama

Sulama

Batman ili toprakları, Tarım Master Planı kayıtlarına göre 469 400 ha olarak verilmekte olup, bunun %30'luk kısmına karşılık gelen 142 620 ha'lık alanda tarım yapılabilmektedir. Sulu tarım yapılan alan ise, toplam alanın %15'lik kısmı olan yaklaşık 21 020 ha alanında yapılmaktadır (Anonim 2005). Ancak son yılların verilerine göre il coğrafyasında olan değişiklikler, kentsel gelişim, imar planlarında olan değişimler sonucu, İlin toplam alanı 465 921 ha ve bu alanın % 34'ü tarımsal faaliyetlerde kullanıldığı ve bunun da 156 980 ha olduğu kayıtlardan anlaşılmaktadır (Anonim 2018d). Bu durumda sulanan tarım alanlarının % 15 olduğu göz önüne alındığında ve bu oranın değişmediği varsayıldığında, sulu tarım alanının 23 547 ha alan olduğu tahmin edilmektedir.

Tarım alanlarının sulanmasında yüzey sulama yöntemlerinin yanı sıra bazı tarla tarımı yapılan alanlarda basınçlı sulama yöntemlerinden yağmurlama, tamburlu yağmurlama yöntemleri kullanılmaktadır. Bununla beraber, az da olsa seracılık faaliyetlerinin yapıldığı bölgelerde damla sulama yöntemi de kullanılmaktadır.

İlde sulama faaliyetleri, Sulama Birlikleri aracılığıyla yürütülmektedir. Bu amaçla kurulan 4 adet Sulama Birliği içerisinde (Çizelge 8) Batman Sağ Sahil ve Batman Sol Sahil Sulama Birlikleri, Batman barajından alınan sulama suyunu faaliyet alanında dağıtarak üreticilere ulaştırmaktadır. Garzan-Kozluk Sulama Birliği ile Batman-Silvan Sulama Birlikleri ise, sulama suyunu önceleri regülatörden alırken, daha sonra Garzan barajının yapılmasıyla bu barajdan almaya başlamıştır. Batman projesi sulamaları temel olarak 2 sulama alanından oluşmaktadır. Batman Sağ Sahil sulama alanı ile 18 758 ha proje alanı olarak belirlenmiş ve 3 000 ha işletme alanına sahiptir. Kaynak olarak Batman barajından yararlanılmakta olup, sulama alanları coğrafik olarak Diyarbakır sınırları içerisinde yer almaktadır. Batman Sol Sahil Sulama alanı ise 18 593 ha proje alanı ve 5 000 ha işletme alanına sahip olup, Batman topraklarını sulamaktadır (Anonim, 2018g).

Çizelge 8. Batman ili Sulama Birlikleri

Sulama Birlikleri	İşletmeye Açıldığı Tarih	Su Kaynağı	Proje Alanı (ha)	Net Sulama Alanı (ha)	Ekim Alanı* (ha)
Batman Sağ Sahil SB	2006	Batman Barajı	18 758	5 000	5 300
Batman Sol Sahil SB	2007	Batman Barajı	18 593	3 000	2 430
Garzan-Kozluk SB	1990	Garzan Barajı	3 700	1 500	1 500
Batman-Silvan SB	1972	Garzan Barajı ve Batman-Silvan sulama regülatörü	7 590		4 740

*2017 yılı değerleridir.

Batman Sol Sulama Birliği faaliyet alanı, halen cazibe (7 107 ha), pompaj1 (3 914 ha)(P₁) ve pompaj2 (3 157 ha) (P₂) olmak üzere toplam 14 178 ha'dan oluşmaktadır. Aktif olarak sulama yapılan alan, cazibe kısmından oluşmaktadır. Pompaj sulama alanında bazı sanatsal yapıların halen tamamlanmamış olması nedeniyle, ilgili kamu kurumu tarafından Sulama Birliğine devri yapılmamıştır. Bu nedenle sulama alanı, aktif olarak cazibe ile sulanan alandan oluşmaktadır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Batman Sol Sahil Sulama Birliği sulama alanı

Su Kaynağı	Su Alma Şekli	Sulama Kaynağı	Sulanan		Sulanmayan		Sol Sahil Toplam Sulama Alanı (ha)	
			Alan (ha)	%	Sulanmama Nedeni	Alan (ha)		%
Batman Barajı	Cazibe	Birlik	2 410	34	Topoğrafik	100	3	7 107
		Çiftçi Olanakları	1 000	14	Havaalanı ve Konut Yapılaşması	1 000	27	
					Nadas	100	3	
					Sulanmayan buğday ve dere suyu ile sulanan sebze	2 497	67	
						3 697	100	
TOPLAM			3 410	48		3 697	52	7 107

Toplam 7 107 ha'lık sulama alanının, 2 410 ha'lık kısmı, Sulama Birliği tarafından işletilirken, 1 000 ha'lık alan çiftçi olanakları ile ve cazibe yöntemiyle sulanmaktadır. Geriye kalan ve toplam sulama alanının %52'sini oluşturan 3 697 ha alan ise havaalanı, kentsel yerleşim gibi tarım dışı alanlarla, sulanmayan ya da dere suyu ile sulanan sebzelik alanları oluşturmaktadır (Anonim 2017). Batman sol sulama şebekesi basınçlı, yarı basınçlı ve cazibeli sulama olarak sanatsal yapılara sahiptir. Ancak çiftçi alışkanlıkları ve tercihleri nedeniyle bölgede basınçlı sulama tercih edilmemektedir. Sulanan alanın % 95 'i cazibeli, %5 'i yağmurlama sistemleri ile sulama yapılmaktadır (Anonim 2018g).

Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Tarımda kullanılan sulama sularının etkin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla, Batman çayına boşaltılan edilen arıtma çıktı sularının yeniden kullanım olanaklarının araştırılması, su kaynaklarının artırılması ve geliştirilmesinin yanı sıra tarımsal verimliliği de doğrudan etkileyecektir.

Batman çayı su kalitesinin korunması bakımından, sulama kaynaklarına olan sanayi ve evsel atıkların zararlılık düzeyinin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu amaçla ilgili Kamu kurum ve Kuruluşları ile ilgili Belediyeler koordineli olarak çalışmalı, yeni projeler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Sulanabilir alanlara su sağlayan iletim kanallarından olan randıman kayıpları dikkatle takip edilerek, kayıp-kaçak oranını artıran sebeplerin ortadan kaldırılmasına yönelik önlemler geliştirilmeli, sulama yapılan tarım alanlarında suyun doğru ve etkin kullanılarak sulama randımanlarının artırılması amacıyla eğitim ve iyileştirici çalışmalar yapılmalıdır. Böylece, su kullanım etkinliğinin artırılması ve kaynakların sürdürülebilir kullanım süreçleri de geliştirilebileceği gibi üreticilerin ekonomik faydalanma oranları ve gelir düzeyleri de olumlu etkilenecektir.

Tarım alanlarında arazilerin korunması ve etkin kullanılmasının sağlanması için arazi kullanım planlarının yapılması ve uygulanması bir zorunluluktur. Böylece tarımsal verimliliğin artırılması olanaklı olabileceği gibi toprak ve su kaynaklarının daha etkin ve kullanımında süreklilik sağlanmış olacaktır.

Tarımda aşırı su kullanımı, sulu tarımın önemli sorunlarından biridir. Sulama suyunun aşırı ve bilinçsiz kullanımı, doğal ekosistemin bozulmasının yanı sıra toprak ve su kayıplarının artmasına, toprak strüktüründe bozulmalara, bitki kök bölgesinin bitki yetiştirme ortamının bozulmasına ve toprakların kullanım ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Bilinçsiz ve aşırı su kullanımı ya da düşük performanslı sulama uygulamaları, bölgelere göre değişimle birlikte (Siirt ilinde %50'nin altında) yaygın olarak çok düşük performansla sulama yapılmaktadır (Anonim 2012). Sulamanın yaygınlaşmaya başladığı ilk yıllarda GAP bölgesinde 0.15-7 kat daha fazla aşırı su kullanılması, tarım topraklarının elverişsiz hale gelmesine ve toprakların tarımsal kaynaklı kirlenmeleri sonucunu da beraberinde getirmektedir (Tekinel ve ark. 2002). Sulu tarıma geçilen bölgelerde daha önceleri yetiştirilemeyen bazı ürünlerin, sulu tarımla birlikte yetiştirilmeye başlanmış olması, ürün deseni ve arazi kullanım planlamasında da farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Ancak, sulu tarım teknikleri ve uygulamaları konusunda ön bilgiye sahip olmayan bölge çiftçisi önemli oranda verim kaybına da neden olmaktadır (Kanber ve ark. 1999). Sulu tarım konusunda ön bilgiye sahip olmayan üreticilerin öncelikle buna hazır hale getirilmeleri, bilinçli su kullanımı, geri kazanılması olanaklı olmayan toprakların korunmasına özen gösterilmesi ve gereksiz yere tarım dışı arazi kullanımına fırsat verilmemesi gibi konularda hazırlık eğitimleri ile üretici bilinç düzeyi artırılmalıdır. Üreticiler, bu tür çalışmaların doğrudan kamu kurumları tarafından yapılmasının beklentileri arasında bulunduğunu, bu konuda teşvik edici finansal kaynak kullandırmanın daha etkin olduğunu belirtmektedirler (Aydın ve Saltuk 2018).

Batman ili tarımsal potansiyelinin ve verimliliğinin artırılması için, çiftçi gelir düzeyinin yükseltilmesi amacıyla sürdürülebilir ve gerçekçi projeler yapılmalıdır. Yeni tarım teknolojilerinin benimsenmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması, geleneksel tarım anlayışı yerine, yenilikçi ve modern tarım tekniklerinin üreticilerle buluşturulması ve uygulanmasının desteklenmesi, tarımda verimliliğin artırılması ve sürdürülebilirlik için yerinde bir ön tedbir olacaktır. Bunun için entansif tarım teknikleri üreticiye benimsenmeli, hizmet üreten kamu kurum ve kuruluşları tarafından gerekli teknik ve idari altyapı sağlanmalı, toprak ve su kaynaklarının yerinde ve ekonomik kullanımı üreticilere benimsenmelidir.

Sulanan ve sulamaya açılan alanlarda ürün deseni olarak çeşitliliğin olmaması, sulama zamanlarının aynı dönemlere rastlaması, dolayısıyla sulama suyu ve su tüketim miktarının aynı dönemlerde maksimum seviyeye çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, sulanan alanların azalmasına, aşırı su kullanımı gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Su tüketiminin aynı anda maksimum düzeye çıkması sulama sanat yapılarının hasar görmesine ve verimliliğin düşmesine neden olmaktadır.

Sonuç

Toprak ve su kaynaklarının etkin ve yerinde kullanımı, tarımsal verimliliğin artırılması ve sürdürülebilirlik için oldukça önemlidir. Dünya ve ülkemiz nüfusunun artışına paralel olarak artan gıda talebi, sanayi ve kentsel gelişim, küresel ısınmanın bir sonucu olarak zaten kıt kaynak olan su üzerindeki baskının artması, toprak ve suyun daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, toprak ve su kaynaklarını tahribata uğratmadan geliştirmek ve daha rasyonel su yönetimi politikaları izlemek ve uygulamak gereklidir.

Suyun kıt kaynak olmasının yanı sıra, temininde zorluk çekilmesi, su ekonomisi gibi nedenlerden dolayı, bölgede suyu daha tasarruflu ve ekonomik kullanan sulama yöntemleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu amaçla, üreticilerin özellikle sulu tarım ve tarım teknolojileri konusunda bilgi düzeylerinin artırılmasına yönelik, ilgili kamu kurumları ve üniversiteler tarafından eğitim programları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmaya katkı ve desteklerinden dolayı, GAP Tarımsal Eğitim ve Yayın Projesi Saha Uzmanı Zir. Müh. Sabahattin TÜZÜN, Batman Sol Sahil Sulama Birlik Başkanı Dr. Zir. Yük. Müh. Oktay KILIÇ ve Sulama Birliği Müdürü Zir. Müh. Abdurrezzak KAVAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Aküzüm T, Çakmak B, Gökalp Z, (2010). Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *TABAD Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3 (1): 67-74, 2010 ISSN:1308-3945, E-ISSN:1308-027X, www.nobel.gen.tr
- Anonim (2005). Batman İli Tarım Master Planı. TC. Batman Valiliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. Batman, Sh: 40
- Anonim (2012). Siirt İli-İlçeleri Mevcut Su Kaynaklarının Potansiyel Güçlerinin Saptanması, Çıktıların Yerelde ve Genelde Eşzamanlı Paylaşımı Projesi. Siirt Valiliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, DİKA-11-01-DFD/15 Nolu Proje Sonuç Raporu. Siirt (Hazırlayan Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK, Siirt, sh: 48
- Anonim (2017). Sulama Sonuçları Değerlendirme Raporu. DSİ İşletme ve Bakım Daire Başkanlığı, Doküman Revizyon Tarihi: Kasım 2017. Diyarbakır, sh: 1-5
- Anonim (2018a). TUİK. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1027 Erişim Tarihi: 24 Aralık, 2018
- Anonim (2018b). Batman İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. T.C. Batman Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, ÇED ve İzin Şube Müdürlüğü, Batman, sh: 82
- Anonim (2018c). DMİGM Web sayfası. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=BATMAN> Erişim Tarihi: 24 Aralık, 2018
- Anonim (2018d). Batman İli 2018 Yılı Brifing Raporu. Batman Valiliği, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Batman, sh:75
- Anonim (2018e). Batman-Silvan Regülatör Sulaması. DSİ 10. Bölge Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü. Batman-Silvan Regülatörü Tanıtma Föyü. Doküman No: F 17 00 26, Yayın tarihi: Temmuz, 2009, Diyarbakır, sh:1/1
- Anonim (2018f). http://www.wwf.org.tr/basin_bultenleri/raporlar/?4180/turkiyenin-su-riskleri-raporu Erişim Tarihi: 03 Aralık, 2018
- Anonim (2018g). Batman Projesi Sulamaları. Batman Sol Sahil Sulama Birliği Bilgi Notu.
- Anonim (2018h). <https://www.kdmp.gov.tr/sayfa/su-kaynaklari> Erişim Tarihi: 03 Aralık, 2018
- Aydın Y., Saltuk B, (2018). Siirt Yöresi Fıstık Yetiştiricilerinin Sulama Eğilimlerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 119-127,2018. ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Çakmak B, (2011). Su Kaynakları ve Yönetimi. Tarımsal Yapılar ve Sulama, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2269, Açık Öğretim Fakültesi Yayını, No: 1266 Eskişehir, sh:134-157
- Çakmak B, Gökalp Z, (2011). İklim değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. *TABAD Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (1):87-95, 2011. ISSN:1308-3945, E-ISSN:1308-027X, www.nobel.gen.tr
- DSİ, (2018). <http://www.dsi.gov.tr> Erişim tarihi: 30 Kasım, 2018
- Kanber R, Köksal H, Ünlü M, Ödemiş B, (1999). Sulama ve Çevre İlişkileri. GAP Yöresinde Çevre Eğitimi. 4-7 Ekim 1999, Diyarbakır. Türkiye Çevre Vakfı Yayını. No. 140, Ankara, s. 195-230
- Karaman S, (2006). Tokat İl’i Toprak ve Su Kaynaklarının Tarımsal Açından Değerlendirilmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006, 23 (1) 37-44
- Kıymaz S, (2011). Kırşehir İl’i Toprak ve Su Kaynaklarının Tarımsal Açından Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniv. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2):76-85, 2011. ISSN 1304-9984, Derleme
- Meriç BT, (2004). Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 28 (1) 2004
- Tekineli O, Ünlü M, Topaloğlu F, Kanber R, (2002). GAP Yöresinde Su Kullanımı ve Tuzluluk. *KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi* 5 1(2002)
- TUİK (2018). <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim tarihi: 6 Aralık, 2018
- Turan T, Eren Z, (2008). Türkiye’de Su Kaynakları ve Su Politikası. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*. 20-22 Mart 2008, Ankara

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ*

1. Dergide, tüm tarım bilimleri (Bitki - üretimi, fizyolojisi, ıslahı ve genetiği, biyoteknoloji, tarla bitkileri, bahçe bitkileri, bitki koruma vb.; tarımsal yapılar ve sulama, arazi ve su kaynakları, tarımsal enerji, hayvan - hayvan ve su ürünleri üretimi, fizyolojisi, ıslahı ve genetiği, biyoteknoloji vb.; toprak - toprak ekolojisi, fiziği, kimyası vb.; gıda - gıda bilimi, teknoloji, muhafazası, güvenliği vb ile sürdürülebilir tarım sistemleri) alanlarında Mart, Haziran, Eylül ve Aralık olmak üzere yılda dört sayı olarak yayımlanır. Bütün makaleler, yayın kurulu ve yetkin editör ve hakemlerce değerlendirilir.
2. Dergide Türkçe veya İngilizce yazılmış orijinal araştırmalar, kısa notlar ve derlemeler (toplam makalelerin yaklaşık %20'si) yayımlanır.
3. Yayımlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.
4. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte Telif Hakkı Devir Sözleşmesi de tüm yazarlarca imzalanarak gönderilmelidir.
5. Aynı sayıda ilk isim olarak bir yazarın en çok iki makalesi basılır.
6. Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Eserler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
7. Dergide yayımlanması istenilen eserler, web sayfasında sunulan "eser başvurusu" bölümünde açıklandığı gibi hazırlanarak, "üst yazı" ve imzalı telif hakları formu ile derginin e-posta adresine (yyujagrsci@gmail.com) gönderilmelidir.
8. Yayımlanması istenilen eserler, web sayfasında sunulan "örnek makale taslağı" kullanılarak da hazırlanabilir ve araştırma makaleleri 20, derlemeler ise 30 sayfadan fazla olmamalıdır.
9. Basım masrafları olarak eser başına 200 TL alınmaktadır.

ESER BAŞVURUSU

Makale Hazırlama

Makale, Başlık, Özet, Anahtar kelimeler, Giriş, Materyal ve metod, Bulgular, Tartışma (Bulgular ve Tartışma bölümleri birlikte de verilebilir), Kaynaklar ve eğer gerekli görülüyorsa Teşekkür bölümlerini içermelidir.

Başlık

Başlık kısa olmalı ve yeterli düzeyde bilgi içermelidir. Yazar(lar)ın ismi/isimleri, kurum ve adresleri başlığın altına yazılmalı; sorumlu yazara ait e-posta adresi, telefon ve faks numarası da başlığın altında verilmelidir.

Özet

Özet, 250 kelimeyi geçmemeli ve tanımlanmamış kısaltmalar içermemelidir. Türkçe yazılmış makalelere özetin yanı sıra İngilizce Abstract verilmelidir. A list of keywords (not more than 6 words) should be included.

Anahtar Kelimeler

Anahtar kelimeler listesi (altı kelimeyi geçmemek üzere) eklenmelidir.

Metin

Metnin, dipnot ve kaynaklar dahil, Times (New) Roman yazı karakteri kullanılarak MS Word formatında, çift satır aralığında 12 punto harf büyüklüğünde yazılmalıdır. Sayfalar iki yana yaslanmalı ve yanlarda 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Bütün sayfalar ve bütün satırlar numaralandırılmalıdır. Çizelge ve Şekiller metin içerisine yerleştirilmelidir. Dosyalar doc formatında kaydedilmelidir. Docx dosyaları sunulmamalıdır.

Kısaltmalar

Yalnızca standart metrik kısaltmalar kullanılmalı ve kısaltma ilk kullanıldığında kısaltılmamış kelimeyle birlikte, daha sonraki tekrarlarında yalnızca kısaltma yazılacak şekilde yazılmalıdır.

Uluslararası sistem bilimleri, numaralar

Uluslararası kabul görmüş işaret ve semboller, SI birimleri kullanılmalıdır.

Teşekkür

Teşekkür kaynaklar listesinden hemen önce verilmelidir.

Kaynaklar

Basılmış veya basım için kabul edilmiş metin içerisinde değinilmiş yayımlar kaynaklar listesinde verilmelidir.

Metinde alıntı

Metin içerisinde bir kaynağa atıfta bulunulduğunda, kaynağa ait isim ve yayın yılı parantez içinde verilmelidir. (Carey 1993), (Houck and Strauss 1985), (Lou 1987; Meyer et al. 1986; Chi and Liu 1985)

Kaynak Listesi

Kaynaklar alfabetik olarak sıralanmalıdır.

Dergi makaleleri (sürelî yayımlar)

Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, Bigler F (1998). Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Environ. Entomol. 27 (2): 480–487.

DOI veri sisteminden alınmış makaleler

Ma Y, Xiong YL (2009). Antioxidant and bile acid binding activity of buckwheat protein in vitro digests. J. Agric. Food Chem. 57: 4372–4380. DOI:10.1021/jf803670u

Baskıdaki yayımlar

MacIntosh SC, Stone TB, Sims SR, Hunst PL, Greenplate JT, Marrone PG, Perlak FJ, Fischhoff DA, Fuchs RL (1990). Specificity and efficacy of purified *Bacillus thuringiensis* proteins against agronomically important insects. J. Invert Pathol. In press.

Kitap

De Bach P, Rosen D (1991). Biological Control by Natural Enemies, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, New York.

Kitap bölümleri

Juliano SA (2001). Non-linear curve fitting: Predation and functional response curves, pp. 178–196, In: Design and Analysis of Ecological Experiments, 2nd ed. Scheiner SM and Gurevitch J (eds), Chapman and Hall, New York.

Sempozyum/Kongre bildirileri

Sari N, Ekiz H, Yucel S, Yetisir H, Ekbiç E, Abak K (1999). Investigation of new protected cultivation melon lines resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* using dihaploidization. In: Proceedings of the Third Turkish National Horticultural Congress, September 14–17, Ankara, Turkey, pp. 498–503.

Web adresinden alındı

HADHIA (2009). Annual Summaries. <http://www.hoadhia.com/page7.html>. (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2009).

*(2010 yılı Cilt 20, Sayı 1’den sonrası için geçerlidir)

**PUBLICATION GUIDLINES OF
YUZUNCU YIL UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES***

1. The journal focuses on all aspects of agricultural research (Plant (Plant production, physiology, breeding and genetics, biotechnology, agronomy, horticulture, plant protection, agricultural structures and irrigation, land and water resources etc.), animal (livestock and fish production, physiology, breeding and genetics, biotechnology etc), soil (soil ecology, physics, and chemistry etc) and food (food processing, storage, safety etc) sciences and sustainable farming systems) and it is published four times in a year (March, June, September, and December). All manuscripts are reviewed by an editor and members of the Editorial Board or qualified reviewers.
2. Turkish or English original full length original articles, short notes and reviews (approximately 20 % of the journal) are published in the journal.
3. The submitted manuscript should not have been published or should not be considered for publication elsewhere.
4. Copy right agreement form should be signed by all authors and sent to the journal.
5. The maximum two articles are published for any author as first author in the same issue.
6. The authors are responsible for their articles. The articles should be prepared in suitable scientific ethics. Please add ethical reports if it is necessary.
7. The manuscript should be prepared as in the "manuscript submission" section indicated in the web site and e-mailed to journal e-mail account (yujagrsci@gmail.com) along with copy right agreement form and cover letter.
8. The manuscript might be prepared as the "the sample manuscript" given in the web site and should not be longer than original research manuscript 20, review manuscript 30 pages.
9. The publication fee is 60 \$ per article.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript preparation

Manuscript should include Title, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, (Results and Discussion may be combined), Acknowledgments if necessary, References.

Title

Title should be concise and informative. The name(s) of the author(s), the affiliation(s) and address(es) of the author(s) and e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author should be given under title

Abstract

Abstract should not be more than 250 words, and should not contain any undefined abbreviations. Turkish abstract should be added.

Keywords

A list of keywords (not more than 6 words) should be included.

Text

Text should be submitted in MS Word format using the font Times (New) Roman with a size of 12 point with double space for all material, including notes and references. Pages should be justified and margins should be 3 cm from each side. All pages should be numbered consecutively, and lines should also be numbered within each page. Tables and Figures should be included in the text. File should be saved in doc format. Do not submit docx files.

Abbreviations

Only standard metric abbreviations should be used, and abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

SI units, numbers

Internationally accepted signs and symbols for units, SI units, should be used

Acknowledgments

Acknowledgments of people, granting institutions etc should be placed before the reference list

References

The only works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication should be placed in the reference list

Citation in text

References should be cited in the text by name and year in parentheses. (Carey 1993), (Houck and Strauss 1985), (Lou 1987; Meyer et al. 1986; Chi and Liu 1985)

List of references

References should be listed in alphabetical order.

Journal article

Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, Bigler F (1998). Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Environ Entomol.* 27 (2): 480–487.

Article by DOI

Ma Y, Xiong YL (2009). Antioxidant and bile acid binding activity of buckwheat protein in vitro digests. *J. Agric. Food Chem.* 57: 4372–4380. DOI:10.1021/jf803670u

In Press

MacIntosh SC, Stone TB, Sims SR, Hunst PL, Greenplate JT, Marrone PG, Perlak FJ, Fischhoff DA, Fuchs RL (1990). Specificity and efficacy of purified *Bacillus thuringiensis* proteins against agronomically important insects. *J. Invert Pathol.* In press.

Book

De Bach P, Rosen D (1991). *Biological Control by Natural Enemies*, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, New York.

Article/Chapter in Book

Juliano SA (2001). Non-linear curve fitting: Predation and functional response curves, pp. 178–196, In: *Design and Analysis of Ecological Experiments*, 2nd ed. Scheiner SM and Gurevitch J (eds), Chapman and Hall, New York.

Proceedings

Sari N, Ekiz H, Yucel S, Yetisir H, Ekbic E, Abak K (1999). Investigation of new protected cultivation melon lines resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* using dihaploidization. In: *Proceedings of the Third Turkish National Horticultural Congress*, September 14–17, Ankara, Turkey, pp. 498–503.

URL Citations

HADHIA (2009). Annual Summaries. <http://www.hoadhia.com/page7.html>. (Accessed December 15, 2009).

*(Valid after Volume 20, Number 1 in 2010)

MAKALE GÖNDERİMİ ve TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Yazarlar tarafından Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine iletilen “*Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi*”, bu çalışma basıma kabul edildikten sonra yazar(lar)ın her türlü yayınlama yetkisinin YYÜ Tarım Bilimleri Dergisine devredildiğini açıkça ve yazılı olarak ifade etmektedir. Dolayısı ile sözleşme niteliğindeki aşağıdaki form, dergiye gönderilen her makale için doldurulmalı ve tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır.

Makale Başlığı:

olan makale, “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisinde basılmak üzere gönderilmiştir.

Bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi “Yazım Kuralları”na uygun olarak hazırlandığını onaylarız. Bu makale orijinal olduğunu, son haliyle basılı ve elektronik olarak daha önce yayınlanmadığını ve başka bir dergide yayınlamak üzere değerlendirme aşamasında olmadığını taahhüt ederiz. Bildiğim(iz) kadarıyla bu makale herhangi bir mevcut telif hakkı, diğer üçüncü taraf hak, iftira niteliğinde, müstehcen veya başka yasadışı nitelikte herhangi bir materyal içermez; bu makale başkalarının haklarını ihlal etmez.

Makale “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri ” dergisinde basıma kabul edildikten sonra, yazar(lar) olarak; makale ile ilgili tüm hakları, “telif hakkı devir” yasaları uyarınca, YYÜ-Ziraat Fakültesine devretmeyi kabul ediyoruz. Ancak, bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi tarafından yayımlandığına dair referans verilmesi şartıyla aşağıdaki haklarımız saklıdır:

- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından çoğaltılarak ders materyali olarak kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından yazılan bir derleme veya ders kitabında yeniden kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü çalıştığımız kurumun yayınladığı yayınlarda yeniden kullanılabilir.

Ancak, yayınlanan makalenin doğrudan kullanımı söz konusu olduğunda, YYÜ-Ziraat Fakültesi’ne bildirim yapılmalıdır.

Bu koşullar altında yapılacak kopyaların da, bu telif hakkı devir koşullarını taşıyacağını ve asıl telif hakkı sahibinin YYÜ-Ziraat Fakültesi olduğunu kabul ediyoruz. Diğer telif hakkı sahip(ler)inde olan; her türlü yöntem, şekil, çizelge ve/veya fotoğraflar ile benzeri materyalin bu makalede kullanılabilmesi için yazılı izin alındığını, YYÜ-Ziraat Fakültesine tarafından talep edilirse bunların belgeleneceğini ve bu materyal için YYÜ-Ziraat Fakültesinden ücret istenmeyeceğini yazar(lar) olarak taahhüt ederiz.

Adı Soyadı :

İmza

Tarih:

Adı Soyadı :

İmza

Tarih:

Adı Soyadı :

İmza

Tarih:

Adı Soyadı :

İmza

Tarih:

(Bu form, makaledeki tüm yazarlar tarafından imzalanmış olarak makale ile birlikte “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisine gönderilmelidir)

LÜTFEN İMZALANMIŞ SÖZLEŞMEYİ AŞAĞIDAKİ ADRESE GÖNDERİNİZ: (Faks veya E-posta gönderilebilir)

Tarım Bilimleri Dergisi

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Telefon: (432) 225 13 92

Faks: (432) 225 11 04

E-posta: zyaykom@yyu.edu.tr, yyujagrsci@gmail.com

65080, Kampus, VAN

MANUSCRIPT SUBMISSION AND COPYRIGHT ASSIGNMENT FORM

“*Manuscript Submission and Copyright Release Agreement*” sent to Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences from author(s) clearly states in writing to enable the journal to ensure that it has the exclusive distribution rights of the authors’ work after the article is accepted for publication. Therefore, the following agreement form must be filled and signed by author(s) for each article submission made to the journal.

The article title:.....

is herewith submitted for publication to “*Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*”.

We affirm that the article has been prepared in accordance with Author Instructions of Journal of Agricultural Sciences, YYU. We hereby also warrant and undertake that the article is original, and has not been published before, and it is not under consideration for publication in its final form in printed and electronic form. This Article contains no violation of any existing copyright or other third party right or any material of an obscene, libelous or otherwise unlawful nature and that to the best of my knowledge; this article does not infringe the rights of others.

When the article is accepted for publication, we as the authors, hereby agree to transfer all rights under existing copyright laws to the Journal-Yuzuncu Yil University, Turkey. Provided that the reference be given to Journal of Agricultural Sciences, the following rights reserved:

- a. The right to make further copies of all or part of the published article for our use in classroom teaching.
- b. The right to reuse all or part of this material in a compilation of our own works or in a textbook of which we are the author.
- c. The right to reuse all or a portion of the published article in publications of the institution.

For clarity, we shall inform the Journal of Agricultural Sciences, YYU-Turkey if we directly use of the published article.

We hereby agree that copies made under these circumstances will continue to carry the copyright notice that appeared in the original published work. We certify that we have obtained written permission for the use of text, tables, figures and/or photographs etc. from any copyright source(s), and we also agree to supply such written permission(s) to inform YYU-College of Agriculture, Turkey upon request. We as the authors, hereby affirm that we will not ask for monetary return from YYU-College of Agriculture, Turkey for the use of this material.

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

(This form must be signed by all authors and returned to the Editor Office of Yuzuncu Yil University, Journal of Agricultural Sciences)

PLEASE RETURN A SIGNED COPY OF THIS FORM TO:

(a fax or an email is acceptable, but the original must follow within 7 days)

Journal of Agriculture Sciences

Yuzuncu Yil Univeristy

Faculty of Agriculture

Phone: +90 432 225 13 92

Fax: +90 432 225 11 04

Email: zyaykom@yyu.edu.tr, yyujagrsci@gmail.com

65080, Campus, VAN, TURKEY

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ, TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(YUZUNCU YIL UNIVERSITY, JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES)

İÇİNDEKİLER
(CONTENTS)

Arastırma Makaleleri/ Articles

- **Toprak Sıcaklığının Yüze Y Isı Akışına Bağlı Olarak Değişimi** 1-9
- Change in Soil Temperature Depending on Surface Heat Flow
Coşkun GÜLSER, İmanverdi EKBERLİ, Amrakh MAMEDOV
- **Kültürel Peyzaj ve Yere Bağlılık: Van Kenti Örneği**..... 10-23
- Cultural Landscape and Place Attachment: Case of Van City (Turkey)
Emel BAYLAN
- **Modeling the Effects of Narrow Blade Geometry on Soil Failure Draught and Vertical Forces Using Discrete Element Method** 24-33
- Dar Kanat Geometrisinin Ayrık Eleman Yöntemi Kullanılarak Toprak Bozulma Derinliği ve Çekme Kuvveti Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi
Gholamhossein SHAHGHOLI, Naser KANYAWI, Davood KALANTARI
- **Insect Pests Complex of Common Sage (*Salvia officinalis* L.) (Lamiaceae) and Their Natural Enemies** 34-42
- Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) (Lamiaceae) 'nda Zararlı Böcekler ve Doğal Düşmanları ile Etkileşimleri
Agustin ZARKANİ, Ferit TURANLI
- **Prediction of Protein Content of Winter Wheat by Canopy of Near Infrared Spectroscopy (NIRS), Using Partial Least Squares Regression (PLSR) and Artificial Neural Network (ANN) Models**..... 43-51
- Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (KEKKR) ve Yapay Sinir Ağı (YSA) Modelleri Kullanarak, Kanopi Kızılötesi Spektroskopisi (KS) ile Kış Buğdayında Protein İçeriğinin Tahmini
Vali Rasooli SHARABIANİ; Araz Soltani NAZARLOO; Ebrahim TAGHINEZHAD
- **Osmaniye Koşullarında Yetiştirilen Yerkıstığı Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Bazı Bileşimsel ve Kimyasal Özellikleri**..... 52-60
- Assessment of Some Compositional and Chemical Properties of Oils Obtained from Groundnut Varieties Grown in Osmaniye Conditions
Okşan UÇKUN, İhsan KARABULUT, Gökhan DURMAZ
- **Tuzluluk Stresinin Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Su Kullanım Etkinliği, Verim Bileşenleri, Yaprak Klorofil ve Karotenoid İçeriği Üzerine Etkileri**..... 61-68
- Effects of Salinity Stress on Water Use Efficiency, Yield Components, Leaf Chlorophyll and Carotenoid Content of Eggplant (*Solanum melongena* L.)
Ahmet TURHAN, Hayrettin KUŞÇU
- **Farklı Sulama Suyu Seviyeleri ve Malç Materyallerinin Bağda Yabancı Ot Yoğunluğuna Etkisi** 69-75
- The Effect of Different Mulch Materials and Irrigation Water Levels on Weed Populations in Vineyard
Nazife TEMEL, Hilmi TORUN, Serpil TANGOLAR
- **Determination of Pollen Germination Rates and Pollen Quantities of Some Hybrid Walnut Genotypes**..... 76-81
- Bazı Melez Ceviz Genotiplerinin Çiçek Tozu Çimlenme Oranlarının ve Üretim Miktarlarının Belirlenmesi
Akide ÖZCAN*, Mehmet SÜTYEMEZ
- **Çiftçilerin Planlı Üretim Yapma Eğilimlerini Artıran Yaklaşımların Belirlenmesi: İzmir İli Örneği**..... 82-87
- Approaches to Increase the Farmers' Tendency of Farmers for Application of Production Plans: Evidences from İzmir
Kenan ÇİFTÇİ, Bülent MİRAN, Zafer KANBEROĞLU
- **Farklı Rakımlarda Yetiştirilen Bazı Kayısı Çeşitleri ile Zerdali Meyvelerinde Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi**..... 88-93
- Investigation of Phenolic Compounds in Fruits of Some Apricot Cultivars and Genotype Grown at Different Altitudes
Tuncay KAN, Fırat Ege KARAAT
- **Konik Hüzmelili Poliasetal (POM) Pülverizatör Memelerinde Damla Kinematiki**..... 94-105
- Droplet Kinematic in Hollow Cone Polyacetal (POM) Sprayer Nozzles
Bahadır SAYINCI, Ruçhan ÇÖMLEK, Mustafa ÇOMAKLI
- **Yumurtlamanın Son Dönemindeki Yumurtacı Tavukların Rasyonlarına Bor (Ortoborik Asit) İlavasının Performans ve Bazı Serum Parametreleri Üzerine Etkileri**..... 106-113
- The Effects of Boron (Orthoboric Acid) Supplementation Into Diets of Hens During Late Laying Period on Performance and Some Serum Parameters
Hacer KAYA, Muhlis MACİT
- **Effects of Plantain (*Plantago lanceolata*) Containing Diets of Quails on Growth Performance, Carcass Characteristic, Some Blood Parameters and Mast Cell Numbers**..... 114-120
- Sınır Otı (*Plantago lanceolata*) İçerikli Rasyonların Bıldırcınların Büyüme Performansı, Karkas Özellikleri, Bazı Kan Parametreleri ve Mast Hücre Sayıları Üzerine Etkileri
Cüneyt TEMÜR, Sema USLU
- **Aras Nehri'ndeki Midyelerin (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi**..... 121-126
- Determination of Seasonal Variation of Fatty Acid Composition of Water Mussels (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) from Aras River, Turkey
Harun ARSLAN, Özden FAKIOĞLU, Fatih KORKMAZ, Şeyda TACER TANAS
- **Bazı Sırk Fasulye Genotiplerinin Bakla Özellikleri ve Bakla Kalitesi Yönünden Varyasyonun Değerlendirilmesi**..... 127-135
- Evaluation of Variation of in terms of Pod Quality and Pod Traits of Some Snap Bean Genotypes
Nur KOBAL BEKAR, Necdetin SAĞLAM, Ahmet BALKAYA
- **Tuz Stresinin Farklı Fasulye Genotiplerinde Bazı Besin Elementi İçeriği ile Toplam Antioksidan ve Toplam Fenol İçeriğine Etkisi**..... 136-144
- Effects of Salt Stress on Some Nutrient Content and Total Antioxidant and Total Phenol Content in Different Bean Genotypes
Selma KIPÇAK, Aytekin EKİNCİALP, Çeknas ERDİNÇ, Turgay KABAY, Suat ŞENSOY
- **The Effects of the Pass Number of the Planker on Soil Physical Properties, Plant Growth and Weed Species in Cotton Agriculture**..... 145-151
- Pamuk Tarımında Tapan Geçiş Sayısının Toprağın Fiziksel Özellikleri, Bitki Gelişimi ve Yabancı Ot Türlerine Etkisi
Songül GÜRSOY, Medet KORKUNÇ, Cumali ÖZASLAN
- **Karyolojik ve Kromozom Analizi of *Quercus libani* Growing in Iran**..... 152-158
- İran'da Yetişen *Quercus libani*'nin Karyolojik ve Kromozom Analizi
Fateme ASGARPOUR, Nasrin SEYYEDI, Solmaz NAJAFI
- Derleme/ Review**
- **Çeşitli Yöntemlerin Karşılaştırılması ile Görsel Estetik Kalite Değerlendirilmesi**..... 159-167
- Comparison of Various Methods on Aesthetic Visual Quality Assessment
Hande Özvan, Pınar Bostan
- **Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Biyolojik Çeşitliliğe Potansiyel Etkileri**..... 168-177
- Potential Impact of Genetically Modified Plants on Biodiversity
Yunus Emre ARVAS, Yılmaz KAYA
- **Batman İli Toprak ve Su Kaynaklarının Tarımsal Açından Değerlendirilmesi**..... 178-186
- Evaluation of Batman Province Soil and Water Resources in terms of Agricultural Perspectives
Yusuf AYDIN