

Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt:7
Volume :7

Sayı : 1
Issue:1

Yıl :2020
Year :2020



**Turkish Journal of Agricultural
and Natural Sciences**

ISSN 2148-3647

| No | Araştırma Makaleleri |
|----|--|
| 1 | BAFR: R Programı ile Bitki Islahı Denemelerinin Analizi için Geliştirilmiş Bir Paket ve Web Uygulaması / Sayfalar : 1-9 Fatih KAHRIMAN |
| 2 | Farklı Zamanlarda Örneklenen Bademlerden ve Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Ceviz Örneklerinden Elde Edilen Total Nükleik Asitlerde RNA Miktarı ve Parametrelerinin Karşılaştırılması / Sayfalar : 10-15 Mahmut YEGÜL, Saadettin BALOĞLU |
| 3 | Çapakçur Mikro Havzası'nda (Bingöl) Mikro Havza Ölçekli Peyzaj Değerlendirmesi / Sayfalar : 16-26 Alaaddin YÜKSEL, Alperen MERAL, Yasin DEMİR, Engin EROĞLU |
| 4 | Ardahan Yöresinde Yetişen Kılıç Otu Bitkisinin (Hypericum perforatum) Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması / Sayfalar : 27-31 Vesile DÜZGÜNER, Nurcan ERBİL |
| 5 | Yarı Kurak Koşullarda Ekim Zamanlarının Çörekotu (Nigella sativa L.) Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi / Sayfalar : 32-37 Memet İNAN |
| 6 | Farklı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinin (Hordeum vulgare L. var. nudum Hook. f.) Sulu Koşullarda Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi / Sayfalar : 38-45 Soner YÜKSEL, Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA |
| 7 | Some Morphological and Pomological Characteristics of Local Mulberry (Morus spp.) Selections in Adıyaman / Sayfalar : 46-53 Fırat Ege KARAAT |
| 8 | Mardin ve Şırnak İllerinde Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Zeytin Genotiplerinin Meyve ve Yağ Özelliklerinin Belirlenmesi / Sayfalar : 54-59 Nevzat SEVGİN, Saime CANER |
| 9 | Aphis gossypii Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin Biyolojik Özelliklerine Ana Yaşının Etkileri / Sayfalar : 60-65 Alime BAYINDIR EROL, Ali Kemal BİRGÜCÜ |
| 10 | Lactic Acid Bacteria Isolation and Determination of Their Silage Fermentation Capabilities / Sayfalar : 66-72 Mustafa KIZILŞİMŞEK, Tuğba GÜNAYDIN |
| 11 | Yarı Kurak İklim Koşullarında Farklı Anaçlar Üzerinde Yetiştirilen Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özellikleri ile Yağ Asidi Kompozisyonlarının Belirlenmesi / Sayfalar : 73-86 M. İlhan ODABAŞIOĞLU, Sadettin GÜRSÖZ |
| 12 | Selection of Advanced Mutant Wheat (Triticum aestivum L.) Lines Based on Yield and Quality Parameters / Sayfalar : 87-95 İrfan ÖZTÜRK, Ayşe ŞEN, Tuğba Hilal KILIÇ, Şahinde ŞİLİ |
| 13 | Hatay İli Zeytin Üretim Alanlarında Zeytin Dal Kanseri (Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi) Hastalığının Belirlenmesi / Sayfalar : 96-103 Senem FİLİZ DOKSÖZ, İ. Adem BOZKURT |
| 14 | Effects of Priming with Copper, Zinc and Phosphorus on Seed and Seedling Composition in Wheat and Barley / Sayfalar : 104-111 Bekir ATAR, Veli UYGUR, Enise SUKUŞU |
| 15 | Kırklareli İlinde Kullanılan Bazı Damla Sulama Sistemlerinin Teknik Performanslarının Değerlendirilmesi / Sayfalar : 112-119 Selçuk ÖZER, Ozan ÖZTÜRK, Ülviye ÇEBİ, Başak AYDIN |
| 16 | MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi / Sayfalar : 120-131 Timuçin EVEREST, Ali SUNGUR, Hasan ÖZCAN |
| 17 | Optimization of Ultrasound-Assisted Phenolic Extraction from Red Pepper Seed by Response Surface Methodology / Sayfalar : 132-140 Burcu ATALAY, A. Levent INANC |

- 18 Çanakkale İlinde Kanola Üretiminin Fonksiyonel Analizi / Sayfalar : 141-145
Arif SEMERCI
Kırsal Havzalarda Kuraklığın İki Yöntem (SPEI ve SPI) Kullanılarak Belirlenmesi: Kumdere Havzası
- 19 Örneği / Sayfalar : 146-156
Fatih BAKANOĞULLARI
Determination of Characteristics of Dry Bean Lines Hybridized by Line x Tester Method and the Effect of Heredity / Sayfalar : 157-164
Şemsi TAMÜKSEK, Ercan CEYHAN
- 21 Improving Silage Feed Quality of Maize Intercropped with Some Legumes / Sayfalar : 165-169
Mustafa KIZILŞİMŞEK, Tuğba GÜNAYDIN, Ahmet ASLAN, Kübra KEKLİK, Hamit AÇIKGÖZ
- 22 Effects of Cold Stress on Enzyme Activities in Peas / Sayfalar : 170-177
Nur Banu TEKİN, Ercan CEYHAN
Development of Future's Two Model Plant (Lettuce and Potato) in Diluted Seawater In Vitro and In Vivo
- 23 Conditions / Sayfalar : 178-185
Ercan ÖZKAYNAK
Bıldırın Rasyonlarına Nane Yağı İlavesinin Besi Performansı, Et Kalitesi, Karkas Kompozisyonu ve
- 24 Oksidadif Stres Belirleyicileri Üzerine Etkisi / Sayfalar : 186-194
Besime DOĞAN DAŞ, Aydın DAŞ, İsmail KOYUNCU, Osman BİLAL, Nurcan KIRAR, Mehmet ÇETİN, Tuncay TUFAN, Ahmet Yusuf ŞENGÜL
İki Lokasyonda Sıra Arası Mesafe ve Ekim Sıklığının Karabuğday Çeşitlerinin Tane Verimi ve Ham Protein
- 25 Oranı Üzerine Etkisi / Sayfalar : 195-204
Sevim AKÇURA, Bahri İZCİ, Kağan KÖKTEN, Selim ÖZDEMİR
Spesifik Yüzey Alanı Belirlenmesinde Organik Madde, Kireç ve Demir Oksitlerin Uzaklaştırılmasının
- 26 Önemi / Sayfalar : 205-211
Nurullah ACİR, Hikmet GÜNAL
Tokat İli Narince Üzüm Çeşidinde Farklı İlaç Uygulamalarının Bağ Yaprak Uyuzu [Colomerusvitis
- 27 Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)]'na Karşı / Sayfalar : 212-220
İbrahim YAZICI, Ayşe YEŞİLAYER
Polygonum cognatum Meissn. Ve Funguslu Ortamda Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerinin (AgNP)
- 28 Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması / Sayfalar : 221-230
Nevcihan GÜRSOY, Sezai ELAĞÖZ, Evren GÖLGE
Water Quality Assessment for Irrigation Water Use in Lake Hazar Basin, Elazığ, Turkey / Sayfalar : 231-
- 29 247
Murat ÇELİKER, Nurettin PARLAKYILDIZ, Mualla ÖZTÜRK
İç Anadolu Bölgesinde Faaliyette Bulunan Gıda Toptancıları Çalışanlarının Yöneticilerine Güven
- 30 Düzeyleri: Cips Toptancıları Örneği / Sayfalar : 248-255
Halil Özcan ÖZDEMİR, Ufuk KARADAVUT, Galip ŞİMŞEK
Farklı Solvent Tipi ile Yapılan Ekstraksiyon İşleminin Hünnap (Ziziphus jujube) Meyvesinin Biyoaktif
- 31 Özellikleri Üzerine Etkisi / Sayfalar : 256-268
Beyza ÇİFTÇİ, Kevser KARAMAN, Mahmut KAPLAN
- 32 Gaziantep İlindeki Tüketicilerin Yumurta Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi / Sayfalar : 269-275
Yeşim AYTÖP, Fikret IŞIK
- 33 Muş İlindeki Kaz Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Sorunları / Sayfalar : 276-282
Turgay ŞENGÜL, İsmail YETER
In vitro Suppression Effects of Rhizobacteria against Pseudomonas syringae pv. tomato the Agent of
- 34 Bacterial Speck Disease of Tomato / Sayfalar : 283-289
Gül İMRİZ

Araştırma Makalesi

BAFR: R Programı ile Bitki Islahı Denemelerinin Analizi için Geliştirilmiş Bir Paket ve Web Uygulaması

Fatih KAHRIMAN^{1,2}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

²BAF Elektronik Yazılım Tarım A.Ş., Çanakkale Teknopark, Çanakkale

Sorumlu yazar: fkahriman@hotmail.com

Geliş Tarihi: 31.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 18.12.2019

Kabul Tarihi: 19.12.2019

Özet

Bitki ıslahı denemelerinde kullanılan analiz programlarının hemen hepsi yabancı dilde hazırlanmış kullanıcı ara yüzüne sahiptir. Ayrıca bu programlar yalnızca bitki ıslahı analizlerine odaklanmış programlar olmadığından kullanıcı ara yüzleri de karmaşıktır. Bu çalışma R programlama dili kullanılarak, bitki ıslahı denemelerinin analizinde kullanılacak bir program geliştirmek ve ayrıca bu programa web üzerinden erişebilen Türkçe bir ara yüz oluşturmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada hazırlanan paket RStudio arayüzü ve shiny paketi kullanılarak oluşturulmuştur. Geliştirilen paket ve arayüz yaygın olarak kullanılan ıslah deneme desenlerinden diallel analizlerin (Griffing, Hayman) yanı sıra, Line × Tester ve North Carolina desenlerinin analizine uygundur. Hazırlanan program ve arayüz örnek veri setleri kullanılarak test edilmiştir. Geliştirilen R paketi <http://www.baf-eyt.com.tr/> adresinden ve GitHub üzerinden erişime açılmıştır. Ayrıca bu pakete ait arayüze <https://baf.shinyapps.io/BAFR/> linkinden erişilebilmekte ve analizler BAFR paketini indirmeye gerek kalmadan yapılabilmektedir.

Anahtar kelimeler: R programlama, diallel analizler, bitki ıslahı denemeleri.

BAFR: An R Package and Web Application for Analyzing Plant Breeding Experiment

Abstract

Almost all of the analysis software used in plant breeding experiments had user interface with foreign language. Furthermore, since this software is not focused solely on plant breeding analyzes, user interfaces are also complex. The aim of this study was to develop a program that can be used in the analysis of plant breeding experiments using the R programming language, and also to provide an interface with Turkish language that can be accessed via the web. The package was prepared using RStudio interface and shiny package. The developed package and interface are suitable for diallel analysis (Griffing, Hayman) as well as Line × Tester and North Carolina designs from commonly used breeding trial experiments. The package and interface were tested using sample data sets. The developed R package is now available at <http://www.baf-eyt.com.tr/> and via GitHub. In addition, the interface of this package can be accessed from <https://baf.shinyapps.io/BAFR/> and analyzes can be done without the need for installing BAFR package.

Key words: R language, diallel analyses, plant-breeding experiments.

Giriş

Bitki ıslahı denemeleri diğer araştırmalardan farklı olarak, kullanılacak materyallerin belirli kurallara göre hazırlanmasını ve elde edilen verilerin de uygun deneme desenine göre analiz edilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla geçmişten

bugüne bilimsel çalışmalarda ve tohumluk ıslahı ile ilgili uygulamalı araştırmalarda kullanılan farklı analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Kullanılan deneme materyaline göre farklı şekilde isimlendirilmiş olan başlıca deneme desenleri; Line × Tester deseni, Diallel desenler, North Carolina desenleridir

(Nduwumuremyi ve ark., 2013). Bu analiz yöntemlerinde ebeveynlerin uyum yetenekleri (GCA), kombinasyonların uyum yetenekleri (SCA), heterosis değerleri ve incelenen özelliklere ilişkin kalıtım dereceleri (h^2) hesaplanabilmektedir (Sharma, 2006).

Diallel deneme desenlerine dayalı olarak yapılabilen bu analizlerle ilgili metotlar 1950li yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. Griffing (1956a, 1956b) ebeveynler ve hibritlere ait genetik materyallere ait verinin analizi için dört farklı metot öne sürmüştür. Bu metotlar; ebeveynler ve bu ebeveynlerle oluşturulan F1 hibritleri içeren setlerden alınan verilerin analizinde kullanılan Metot 1, ebeveynler ve resiproksuz F1 melezleri içeren setlerin analizinde kullanılan Metot 2, yalnızca resiproklu F1 melezleri içeren Metot 3 ve resiproksuz melezlerin analizi için uygun olan Metot 4'tür. Bu metotlar Model 1 (Fixed) ve Model 2 (Random) olarak analiz seçeneklerini içermektedir. Model 1'de göre yapılacak analiz de belirli bir popülasyondan seçilmiş kendilenmiş saf hatların ebeveyn olarak kullanılması şarttır. Model 2'ye göre elde edilen ebeveynler bir popülasyondan seçilmiş olan tesadüfi örneklerden oluşmaktadır (Sughrue Jay, 1995). Griffing tarafından geliştirilen yöntemlere alternatif olarak Hayman (1954a, 1954b) yılında grafiksel çıktıları dayalı olarak diallel analizlerin yapılabileceğini göstermiştir. Hayman yöntemi olarak bilimsel literatüre geçen bu yöntemde göre varyans-kovaryans grafikleri (Vr-Wr) olarak ta bilinen çıktılar elde edilmiştir. Bu grafikler 6 farklı varyans komponentinin hesaplanmasına imkan vermektedir. Bu yöntem de Griffing tarafından geliştirilen diallel analizler ile birlikte literatürde en fazla kullanılan tekniklerden olmuştur. North Carolina desenleri (I, II ve III) diallel analizlerden daha sonra kullanılmaya başlanan ıslah deneme desenlerindedir (Comstock ve Robinson, 1952). North Carolina I deseninde bir grup ana ebeveyn farklı gruplar halinde bulunan baba ebeveynler ile melezlenmektedir. North Carolina II deseninde, ana ebeveynler baba ebeveynlerin her biri ile ayrı ayrı melezlenmektedir. Bu deneme daha çok birden fazla çiçek üreten bitkiler için uygun görülmektedir. North Carolina III deseninde ise referans popülasyon F2 nesline ait bitkilerdir ve tester olarak kendisini oluşturan iki ebeveyn kullanılmaktadır. Tüm North Carolina desenleri içerisinde en güçlü desen North Carolina III deseni olarak kabul edilmektedir (Nduwumuremyi ve ark., 2013). ıslah denemelerinde kullanılan diğer bir desen olan Line x Tester deseni, 1956 yılında Kempthorne tarafından ortaya atılan bir top cross desendir (Kempthorne, 1956). Klasik top cross deseninden farkı birden fazla tester kullanılıyor

olmasıdır. Diğer taraftan top cross melezlemede oluşturulan materyaller yalnızca yarı kardeş (half-sibs) iken line x tester melezlemede oluşturulan materyaller hem yarı kardeş hem de tam kardeştir. Bu yönleri ile line x tester desenleri özellikle bitki ıslahı denemelerinde ebeveyn sayısının arttığı ve SCA etkilerinin yanı sıra GCA hesaplamalarını da sunan pratik bir yöntemdir.

Yukarıda özetle anlatılmaya çalışılan bitki ıslahı deneme desenlerinden elde edilen verilerin analiz edilebilmesi için farklı istatistik paket programlarında makrolar, paketler veya kendi başına çalışabilen programlar geliştirilmiştir. Bartolome ve Gregorio (2000) SAS istatistik paket programında Line x Tester analizlerini yapabilmek için bir makro geliştirmiştir. Makronun sonuçları Line x Tester analizlerinin sonuçlarını detaylı şekilde sunabilmektedir ancak bu makronun kullanımı için SAS programına sahip olmak gerekmektedir. Zhang ve ark. (2005) Griffing ve Hayman diallel analizlerinin SAS programında yapılması için kapsamlı bir makro geliştirmiştir. Çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılan bu makronun da kullanılması SAS programına sahip olmaya bağlıdır ve ebeveyn sayısı belirli bir sınıra kadar makro kullanılabilir. İlaveten kullanım esnasında birçok kısımda değişiklikler gerektirmektedir. Bu makrolar ve programların hem kullanım gücü hem de ulaşılabilirliği bakımından önemli sorunları mevcuttur. Bu yönleri ile alternatif bir platformda geliştirilen ve özel olarak bitki ıslahı analizlerine yönelik programlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyacın karşılanması için R programı (R Core Team, 2019) önemli bir alternatiftir.

R programı aslında S plus dilinin gelişmiş bir versiyonu olan R dili ile yazılmış bir programdır (Ihaka ve Gentelman, 1996). Program temel olarak bir kullanıcı arayüzü ve paketler adı verilen ve fonksiyonları içeren dosyaları içeren eklentilerden oluşmaktadır. R paketleri, CRAN (Comprehensive R Archive Network) adı verilen bir ağ üzerinden R programı gibi ücretsiz lisans (GNU) ile dağıtılmaktadır (Paradis, 2002). R programı ve paketleri ilk kullanıma açıldığı yıllardan bu yana çok önemli bir gelişme kaydetmiştir. Son yıllarda CRAN ve diğer ağlar üzerinde bulunan R paketlerinin sayısı 10000'i aşmıştır. Kullanıcılar tarafından aynı zamanda geliştirilen bu esnek program tabanlı çok farklı alanlarda bilim insanlarının tercih ettiği bir platform haline gelmiştir. Ancak asıl gelişim web tabanlı uygulamaların diğer kullanıcılara açılması ve kod kullanmadan analiz sonuçlarının alınabilmesiyle olmuştur. RStudio ara yüzü ve shiny paketlerinin yanı sıra paket ve uygulama geliştirme araçları olan roxygen2 ve devtools paketlerinin etkin şekilde kullanılması sayesinde çok farklı

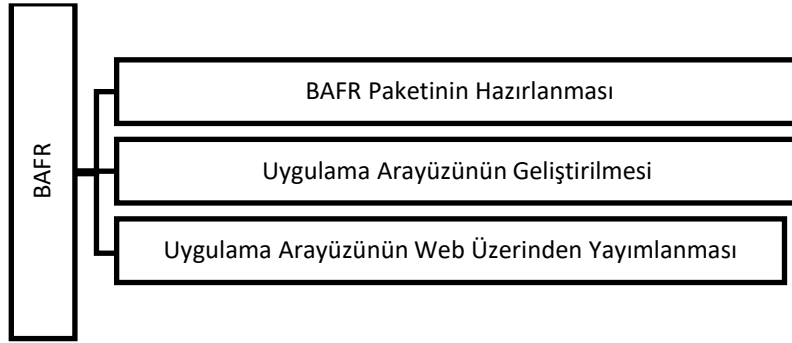
niteliklere sahip paketler ve arayüzler geliştirilebilmektedir. Bitki ıslahı alanında da R dili ile geliştirilmiş paket ve ara yüzleri bulunmaktadır. R programının ara yüzünden kod yazılmak suretiyle çalışan ve bitki ıslahı denemelerinden elde edilen verilerin analizini mümkün kılan başlıca R paketleri; agricolae, plantbreeding, DiallelAnalysisR gibi paketlerdir. Bu paketler karmaşık olmasa da kullanımı R dilini bilmeyen bir kişi için güçtür.

Gerek R programı ile gerekse diğer platformlarda geliştirilen ve literatürde bulunan programların hemen hepsi yabancı dilde geliştirilmiş yazılımlardır. Ara yüzleri ülkemizde bitki ıslahı alanında çalışan araştırmacılar tarafından rahat biçimde kullanılamamaktadır. Diğer taraftan bu alanda geliştirilen makroların veya program eklentilerinin ilişkili olduğu yazılımların da ücretli oluşu en önemli handikaplardan birisidir. Bu noktadan hareket ile R

platformunda Türkçe bir ara yüze sahip bir programın hazırlanması ve ücretsiz olarak ülkemizde bitki ıslahı alanında çalışan araştırmacıların kullanımına açılmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu amaçlar doğrultusunda yürütülen bu çalışmada, R platformunda BAFR adı verilen ve online olarak ulaşılabilen bir ara yüzün yanı sıra, bu programın bilgisayar dosyası olarak indirilmesi ve kullanılabilmesine imkan veren kurulum dosyaları oluşturulmuştur. Söz konusu program ücretsiz olarak <http://www.baf-eyt.com.tr> adresinden erişime açılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada geliştirilen BAFR programı ve bu programa bağlı ara üç farklı aşamada geliştirilmiştir. Şematik olarak programın hazırlanma aşamaları Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. programın hazırlanma aşamaları.

BAFR paketi, RStudio ara yüzü ve shiny paketlerinin kullanılması ile geliştirilmiştir. BAFR bir R projesi olarak tasarlanmış ve proje altında shiny paketi ile geliştirilen BAFR ara yüzü ile bu ara yüze bağlı fonksiyonlar hazırlanmıştır. Paket arayüzünde Line x Tester Analizi, North Carolina Analizleri (I ve II), Griffing Diallel Analizleri (Metot I, Metot II, Metot III, ve Metot IV) ve Hayman Diallel Analizi olmak üzere 4 farklı tab oluşturulmuştur. Veri girişinin sağlanması için sol panele veri giriş alanı

eklenmiştir. Ayrıca BAF Elektronik Yazılım Tarım A.Ş'ye ait logo arayüzün üst kısmına ilave edilmiştir. Pakette analizlerin gerçekleştirilebilmesi için agricolae ve DiallelAnalysisR paketlerinin fonksiyonlarına bağlantı kurulmuştur. Bu fonksiyonların çalışması için oluşturulan R komut dosyasına gerekli kodlar yazılarak fonksiyonların BAFR paketinde kolayca kullanılabilmesi sağlanmıştır.



Şekil 2. Geliştirilen paketin arayüzü (BAFR.ui).

BAFR arayüzü iki şekilde kullanılabilir. Birincisi R veya RStudio platformu üzerinden ikincisi ise web üzerinden kullanımdır. Şayet kullanıcı R veya RStudio yazılımları üzerinden BAFR arayüzünü kullanacak ise BAFR paketini ve bu paketin ilgili olduğu diğer paketleri kişisel kütüphanesine indirmelidir. Bu kapsamda, BAFR paketinin kurulması için öncelikle bağlantılı olduğu paketlerin yüklenmesi programın sorunsuz çalışması açısından önem taşımaktadır. BAFR paketini indirmeden önce bağlı olduğu paketlerin kişisel indirilmesi, BAFR arayüzünün sorunsuz şekilde kullanılabilmesi açısından azami önem taşımaktadır. BAFR paketinin analizlerde bağlantılı olduğu dört paket mevcuttur. Bunlar devtools, shiny, DiallelAnalysisR ve agricolae paketleridir. DiallelAnalysisR ve agricolae paketleri veri analizine yönelik paketler olup, CRAN serveri üzerinde bulunduğundan, R platformuna yüklenmesi doğrudan standart indirme prosedürü ile gerçekleştirilebilmektedir. Analizlerde kullanılan bu paketlerin yanı sıra shiny paketinin de arayüzün kullanılabilmesi için indirilmesi gerekmektedir. Bu paket CRAN serverinden indirilecek ise `install.packages("shiny")` komutu ile GitHub üzerinden indirilecek ise;

```
if(!require("devtools"))
  install.packages("devtools")
devtools::install_github("shiny", "rstudio")
```

komutları ile shiny ve devtools paketleri yüklenebilmektedir.

İlgili paketler yüklendikten sonra arayüzü içerisinde bulunduran BAFR paketi <http://www.baf-eyt.com.tr> adresinden tar dosyası olarak indirilebilir ve sıkıştırılmış paket yükleme prosedürü yardımı ile kullanıcılar tarafından R kütüphanelerine eklenebilir. Ayrıca paketin güncel versiyonları GitHub serveri üzerinden de erişime açılmıştır. GitHub üzerinden paketin yüklenmesi için `devtools::install_github("BAFR", "fkahriman")` komutu R veya RStudio platformunda kullanılabilir.

Yükleme işleminin ardından paketin kullanılabilmesi için R veya Rstudio arayüzüne `library(BAFR)` komutu yazılır. Bu komut ile R veya RStudio kullanıcısının indirme işlemini yaptığı kişisel kütüphaneden çağırılmış olur. Pakete ait arayüzün bu platformlar üzerinden çalıştırılabilmesi için ise `library(BAFR)` komutundan sonra R veya RStudio arayüzüne `runApp(BAFR)` komutu yazılır. Bu komut ile arayüz internet tarayıcısında açılır ve arayüz üzerinden herhangi bir komut yazmadan analizler gerçekleştirilebilir. BAFR arayüzü kullanılmadan doğrudan R veya RStudio platformlarına alınan veriler analiz edilebilmektedir. Bu işlem kod yazımı gerektirdiğinden önerilmemekle birlikte, bu yolu tercih eden kullanıcılar R veya RStudio

platformunda yapmak istedikleri analize uygun olarak Çizelge 1’de bulunan kodları yazması gerekmektedir.

BAFR paketinde geliştirilen kullanıcı arayüzünün web üzerinden de erişilebilmesi için shiny server üzerinden paylaşım işlemi tamamlanmıştır. Arayüzü web kullanmak için <https://baf.shinyapps.io/BAFR/> bağlantısını internet erişimi bulunan herhangi bir bilgisayarda tarayıcıda açılması ve veri yükleme ile ilgili bir sonraki bölümde yer alan önerileri takip ederek analizlerin kolayca yapılması mümkündür.

Bulgular ve Tartışma

Program hakkında genel bilgiler

BAFR paketi ve arayüzü ile aşağıdaki ıslah desenleri analizi için genel bilgiler aşağıdaki çizelge sunulmuştur. Analizler için kullanılması gereken komutlar Programda dosya isimleri BAFR paketini geliştirilirken kullanılan paketlerin fonksiyonlarından kaynaklanan nedenlerle değiştirilememektedir. Veri txt formatında düzenlenmeli ve veride yer alan değişkenlerin isimleri de Çizelge 1’de olduğu şekilde yazılmalıdır.

Arayüzün giriş sayfasından sonra her bir yöntem için ayrı bir menü bulunmaktadır (Şekil 1). Hayman Diallel analizleri dışında diğer sayfalarda standart iki alt sayfa mevcuttur. Bu sayfalar “Veri Girişi” ve “Analiz Sonucu” sayfalarıdır. Veri girişi tüm yöntemler için Gözet butonu kullanılarak bilgisayara kayıtlı olan.txt uzantılı dosyalar arasından yapılabilmektedir. Veri giriş sayfasına bu tanımlama yapılır yapılmaz otomatik olarak yüklenen veri sayfada gözükmemektedir. Şayet verinin ilk satırında değişken isimleri var ise “Başlık” kutucuğunu işaretlenmesi gerekmektedir. Analiz için veri giriş sayfasının alt kısmında bulunan “Hesapla” butonuna basılması yeterlidir. İlgili yonteme ilişkin sonuçlar Analiz Sonucu sayfasından kısa sürede alınabilmektedir. Griffing Diallel analizlerinde iki farklı model (random ve fixed) olduğundan hesaplama butonu bu yöntemler için iki adettir. Kullanıcı şayet fixed modele göre hesaplama yapacak ise “Model 1’e Göre Hesapla” butonunu, random modele göre analiz yapacak ise “Model 2’e Göre Hesapla” butonunu kullanmalıdır. Aşağıda alt başlıklar halinde yazılımda kullanılan ıslah desenlerine ilişkin bilgiler ve programda kullanılan örnek veri setlerinden elde edilen çıktılar tablo haline dönüştürülerek sunulmuştur.

Line x Tester analizi

Line x Tester Türkçeye sıra dizi analizi olarak çevrilmiş ve 1957 yılında metodolojisi geliştirilmiş bir ıslah deseni analiz yöntemidir (Kemthorne, 1957). Analiz esasında diğer diallel analizlerinden daha sonra geliştirilmiş olup, tam ya

da yarım diallel şemalarında ebeveyn sayısının fazla olduğu durumlarda ortaya çıkan teknik sorunları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Bu analizde ana ve baba hatlar birbirinden farklı olup, genellikle ana hat sayısı fazla iken baba hat yani test edici sayısı 3-5 adettir. Böylelikle diğer diallel analizlerde oluşturulması gereken melez sayısı azaltılabilmekte

ve ıslah materyalleri ile tarla denemelerinin yürütülmesi daha kolay bir hal almaktadır. Analiz sonuçları diğer metotlarda olduğu gibi varyans analizi, kombinasyon yeteneği hesaplamaları üzerine odaklanmıştır. BAFR paketinde yapılan analizler sonucunda da temel olarak bu çıktılar alınabilmektedir.

Çizelge 1. BAFR paketi ve bağlı arayüzü ile analiz yapılabilen ıslah desenleri hakkında genel bilgiler

| Analiz metodu | Pakette kullanılan kod | Dosya adı | Dosyanın ilk satırında olması değişken isimleri |
|------------------------------|------------------------|-----------|---|
| Line × Tester Analizi | LinexTest(file1) | file1 | replication line tester y |
| North Carolina Analizleri | | | |
| -North Carolina I | NCM1(file2) | file2 | set male female progeny replication yield |
| -North Carolina II | NCM2(file3) | file3 | set male female progeny replication yield |
| -North Carolina III | NCM3(file4) | file4 | set male female progeny replication yield |
| Griffing Diallel Analizleri | | | |
| -Griffing Metot I:Model I | GriffingM1M1(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot I:Model II | GriffingM1M2(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot II:Model I | GriffingM2M1(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot II:Model II | GriffingM2M2(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot III:Model I | GriffingM3M1(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot III:Model II | GriffingM3M2(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot IV:Model I | GriffingM4M1(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| -Griffing Metot IV:Model II | GriffingM4M2(file5) | file5 | Cross1 Cross2 Rep Yield |
| Hayman Diallel Analizi | HaymanR(file9) | file9 | Cross1 Cross2 Rep Y |

Çizelge 2. BAFR paketinden alınan Line × Tester analizine göre varyans analizi sonuçları

| Varyans kaynağı | SD | KT | KO | F değeri | P değeri |
|---------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Tekerür | 3 | 83.00012 | 27.66671 | 0.304 | 0.8224 |
| Genotipler | 22 | 32553.2 | 1479.691 | 16.249 | 0.0001 |
| Ebeveynler | 7 | 6299.885 | 899.9836 | 9.883 | 0.0001 |
| Ebeveynler vs. Melezler | 1 | 53.66287 | 53.66287 | 0.589 | 0.4455 |
| Melezler | 14 | 26199.65 | 1871.404 | 20.551 | 0.0001 |
| Hatlar | 4 | 10318.36 | 2579.59 | 1.457 | 0.3009 |
| Testerlar | 2 | 1718.926 | 859.4629 | 0.485 | 0.6327 |
| Hat × Tester | 8 | 14162.37 | 1770.296 | 19.441 | 0.0001 |
| Hata | 66 | 6010.033 | 91.06111 | | |
| Toplam | 91 | 38646.24 | | | |
| Varyans bileşenleri | | | | | |
| Hatların Payı | 39.38358 | | | | |
| Testerların Payı | 6.560872 | | | | |
| L × T Payı | 54.05555 | | | | |
| Cov H.S. (Hat) | 67.4412 | | | | |
| Cov H.S. (Tester) | -45.54165 | | | | |
| Cov H.S. (Ortalama) | 2.680894 | | | | |
| Cov F.S. (Ortalama) | 411.3472 | | | | |
| F = 0, Eklemeli genetik varyans | 10.72357 | | | | |
| F = 1, Eklemeli genetik varyans | 5.361787 | | | | |
| F = 0, Dominans varyans | 839.6174 | | | | |
| F = 1, Dominans varyans | 419.8087 | | | | |

SD: Serbeslik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması, CV: Varyasyon katsayısı, Var M: Baba hatlara ait varyans, Var F: Ana hatlara ait varyans, Var A: Eklemeli varyans, Var D: Dominans varyans,

Pakette kullanılan örnek veri setine (file1) ait çıktılar aşağıda sunulmuştur. 5 ana ebeveyn ve 3 baba ebeveyn ile oluşturulan materyale ait veride

Line × Tester desenine göre varyans analizi ile GCA ve SCA değerlerine ilişkin sonuçlar çizelgelerde sunulmuştur. (Çizelge 2, Çizelge 3).

Çizelge 3. BAFR paketinden alınan Line x Tester analizi sonuçları

| GCA&SCA değerleri | Tester | | | GCA hat |
|------------------------------|---------------|---------|---------|----------------|
| | T6 | T7 | T8 | |
| Hat (Lines) | | | | |
| H1 | -8.019 | 24.959 | -16.940 | -9.960 |
| H2 | -12.546 | 5.717 | 6.828 | 0.718 |
| H3 | -9.461 | -4.918 | 14.378 | -23.817 |
| H4 | 33.136 | -14.321 | -18.815 | -13.870 |
| H5 | -3.111 | -11.438 | 14.548 | 0.732 |
| GCA Tester | 0.292 | 6.404 | -6.697 | |
| Standart hatalar | | | | |
| S.E. (gca for line) | 2.75471 | | | |
| S.E. (gca for tester) | 2.133789 | | | |
| S.E. (sca effect) | 4.771297 | | | |
| S.E. (gi - gj)line | 3.895748 | | | |
| S.E. (gi - gj)tester | 3.017633 | | | |
| S.E. (sij - skl)tester | 6.747633 | | | |

GCA: Genel kombinasyon yeteneği. SCA: Özel kombinasyon yeteneği.

North Carolina analizleri

Nort Carolina Analizleri bir nevi Line x Tester Analizlerine benzerlik gösteren yöntemlerdendir. Ancak burada baba ebeveyn grubu yalnızca bir setten oluşmamakta birden fazla baba ebeveyn grubu kullanılabilir.

(Comstock ve Robinson. 1952). Üç farklı alt metodu bulunan bu tekniğin örnek olarak yalnızca ilk metoduna ilişkin çıktılar örnek dosya (file2) kullanılarak oluşturulmuş ve aşağıda sunulmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. BAFR paketinden alınan North Carolina yöntemi (Model 1) varyans analizi sonuçları

| Varyans kaynağı | SD | KT | KO | F değeri | P değeri |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| Set | 1 | 0.5339 | 0.5339 | 7.212 | 0.009914 |
| Set x Tekerrür | 2 | 2.9894 | 1.4947 | 20.1914 | 4.34E-07 |
| Set x Baba | 4 | 22.1711 | 5.5428 | 74.8743 | 2.20E-16 |
| Set x Baba x Ana | 6 | 4.825 | 0.8042 | 10.863 | 1.31E-07 |
| Set x Tek x Baba x Ana | 10 | 3.2072 | 0.3207 | 4.3325 | 0.000246 |
| Hata | 48 | 3.5533 | 0.074 | | |
| Varyans bileşenleri | Hesaplama | | | | |
| CV (%) | 8.28 | | | | |
| Var M | 0.3948843 | | | | |
| Var F | 0.08057407 | | | | |
| Var A | 1.579537 | | | | |
| Var D | -1.257241 | | | | |

SD: Serbeslik derecesi. KT: Kareler toplamı. KO: Kareler ortalaması. CV: Varyasyon katsayısı. Var M: Baba hatlara ait varyans. Var F: Ana hatlara ait varyans. Var A: Eklemeli varyans. Var D: Dominans varyans.

Griffing diallel analizleri

Griffing diallel analizleri günümüzde ıslah denemelerinin analizinde kullanılan yöntemlerden olup. Griffing tarafından geliştirilmiştir (Griffing. 1956a. Griffing. 1956b). Daha öncede belirtildiği gibi dört farklı metoda uygun olarak geliştirilen teknikte iki farklı analiz modeline göre sonuç alınabilmektedir. Temel olarak bu yöntem resiproklü tam diallel. resiproksuz tam diallel.

yarım diallel ve ebeveynsiz yarım diallel ıslah desenlerine uygun analizleri yapmak ve kullanılan hatların kombinasyon yeteneklerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Dört ayrı metoda ve iki ayrı modele göre toplam sekiz farklı analiz opsiyonu bulunan bu teknikle ilgili örnek dosya (file5) kullanılarak yalnızca resiproklü tam diallel random modele göre çıktılar oluşturulmuş ve aşağıda sunulmuştur (Çizelge 5. Çizelge 6).

Çizelge 5. Griffing yöntemine göre BAFR paketinden alınan varyans analizi sonuçları

| Varyans analizi | SD | KT | KO | F değeri | P değeri |
|-----------------|----|-------|---------|----------|----------|
| GCA | 6 | 6942 | 1157.03 | 3.6536 | 0.002608 |
| SCA | 21 | 51970 | 2474.74 | 7.8147 | 5.17E-13 |
| Resiprokaller | 21 | 24880 | 1184.75 | 3.7412 | 4.95E-06 |
| Hata | 96 | 30401 | 316.68 | | |

SD: Serbeslik derecesi. KT: Kareler toplamı. KO: Kareler ortalaması. GCA: Genel kombinasyon yeteneği. SCA: Özel kombinasyon yeteneği.

Çizelge 6. Griffing yöntemine göre BAFR paketinden alınan ortalamalar ve kombinasyon yeteneği değerleri

| Ortalamalar | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Hat1 | Hat2 | Hat3 | Hat4 | Hat5 | Hat6 | Hat7 |
| Hat1 | 130.0433 | 126.6667 | 226.2 | 215.9667 | 107.9 | 159.2333 | 156.1667 |
| Hat2 | 178.45 | 101.95 | 136.25 | 177.7833 | 172.0733 | 175.1 | 122.9667 |
| Hat3 | 145.15 | 176.3 | 57.3 | 199.91 | 174.2433 | 202.5 | 188.1 |
| Hat4 | 185.2967 | 230.01 | 192.2667 | 133.04 | 158.8433 | 175.93 | 147.8333 |
| Hat5 | 192.9 | 156.62 | 178.5567 | 145.14 | 75.9 | 241.5 | 167.8 |
| Hat6 | 188.4 | 156.75 | 200.5933 | 216.5933 | 124.9933 | 65.00667 | 116.9667 |
| Hat7 | 153.7 | 173.6667 | 218.53 | 120.2 | 108.9667 | 174.95 | 131.5733 |
| GCA&SCA Hesaplamaları | | | | | | | |
| | Hat1 | Hat2 | Hat3 | Hat4 | Hat5 | Hat6 | Hat7 |
| Hat1 | 3.543435 | -7.16629 | 14.04585 | 23.38442 | -1.81034 | 8.592993 | 0.461803 |
| Hat2 | -25.8917 | -4.28371 | -7.52701 | 34.47657 | 19.96347 | 8.528469 | 1.672279 |
| Hat3 | 40.525 | -20.025 | 7.620816 | 14.76371 | 20.11228 | 32.24561 | 44.76609 |
| Hat4 | 15.335 | -26.1133 | 3.821667 | 13.23891 | -9.91415 | 21.34252 | -30.1503 |
| Hat5 | -42.5 | 7.726667 | -2.15667 | 6.851667 | -11.798 | 33.36442 | -0.74677 |
| Hat6 | -14.5833 | 9.175 | 0.953333 | -20.3317 | 58.25333 | 1.21534 | -6.1851 |
| Hat7 | 1.233333 | -25.35 | -15.215 | 13.81667 | 29.41667 | -28.9917 | -9.5368 |

Not: Çizelgede koyu olarak gösterilen değerler ilgili melezin ebeveynine ait değerlerdir.

Çizelge 7. Hayman dilalel yöntemine göre BAFR paketinden alınan varyans analizi sonuçları

| | SD | KT | KO | F değeri | P değeri |
|------------------|-----|---------|-------|----------|----------|
| Tekerrür | 2 | 564 | 282 | 0.2967 | 0.743968 |
| Genotip | 48 | 251316 | 5236 | 5.5111 | 0.000000 |
| Eklemeli | 6 | 20827 | 3471 | 3.6536 | 0.002608 |
| Eklemeli Olmayan | 21 | 1476521 | 70311 | 74.0081 | 0.000000 |
| b1 | 1 | 91781 | 91781 | 96.6075 | 0.000000 |
| b2 | 6 | 33600 | 5600 | 5.8945 | 0.000029 |
| b3 | 14 | 1351140 | 96510 | 101.5854 | 0.000000 |
| Maternal | 6 | 18032 | 3005 | 3.1633 | 0.007105 |
| Resiprokal | 15 | 81487 | 5432 | 5.7182 | 0.000000 |
| Hata | 96 | 91204 | 950 | | |
| Toplam | 146 | 343083 | | | |

SD: Serbeslik derecesi. KT: Kareler toplamı. KO: Kareler ortalaması.

Çizelge 8. Hayman yöntemine göre BAFR paketinden ortalamalar

| | Hat1 | Hat2 | Hat3 | Hat4 | Hat5 | Hat6 | Hat7 |
|------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Hat1 | 130.0 | 126.7 | 226.2 | 216.0 | 107.9 | 159.2 | 156.2 |
| Hat2 | 178.5 | 102.0 | 136.3 | 177.8 | 172.1 | 175.1 | 123.0 |
| Hat3 | 145.2 | 176.3 | 57.3 | 199.9 | 174.2 | 202.5 | 188.1 |
| Hat4 | 185.3 | 230.0 | 192.3 | 133.0 | 158.8 | 175.9 | 147.8 |
| Hat5 | 192.9 | 156.6 | 178.6 | 145.1 | 75.9 | 241.5 | 167.8 |
| Hat6 | 188.4 | 156.8 | 200.6 | 216.6 | 125.0 | 65.0 | 117.0 |
| Hat7 | 153.7 | 173.7 | 218.5 | 120.2 | 109.0 | 175.0 | 131.6 |

Not: Çizelgede koyu olarak gösterilen değerler ilgili melezin ebeveynine ait değerlerdir.

Hayman diallel analizi

Griffing Diallel analiz yöntemlerine benzer sonuç veren bu teknik Hayman tarafından ortaya atılmış ve diğer analizlerden farklı olarak grafiksel çıktılar üzerinden ebeveyn hatların kombinasyon yetenekleri hakkında bilgi sunmaktadır (Hayman.

1954a. Hayman 1954b). Diğer tarafından incelenen özellik hakkında genetik hesaplamalar sunan bu teknik. incelenen özelliğin kalıtımı hakkında da bilgiler vermektedir. Çalışmada 7 x 7 tam diallel örnek veri setinden elde edilen sonuçlar Çizelge 7. Çizelge 8. Çizelge 9 ve Çizelge 10'da sunulmuştur.

Çizelge 9. Hayman yöntemine göre BAFR paketinden alınan varyans-kovaryans hesaplamaları

| | Wr | Vr | Wr-Vr | Wr+Vr | Yr | Wri | Wrei | Wreip |
|------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|---------|
| Hat1 | -129.9 | 2042.0 | -2172.0 | 1912.1 | 130.0 | 1501.0 | 30.4 | 79.9 |
| Hat2 | 2.2 | 910.7 | -908.6 | 912.9 | 102.0 | 1002.4 | -379.3 | -1051.4 |
| Hat3 | 727.3 | 3215.2 | -2487.9 | 3942.4 | 57.3 | 1883.4 | 455.2 | 1253.0 |
| Hat4 | -368.2 | 838.7 | -1206.9 | 470.4 | 133.0 | 961.9 | -405.4 | -1123.5 |
| Hat5 | -142.0 | 2795.5 | -2937.4 | 2653.5 | 75.9 | 1756.2 | 303.2 | 833.3 |
| Hat6 | 625.8 | 3294.8 | -2669.0 | 3920.6 | 65.0 | 1906.6 | 484.1 | 1332.7 |
| Hat7 | -699.3 | 653.9 | -1353.2 | -45.5 | 131.6 | 849.4 | -472.3 | -1308.2 |

Wr: Dizi kovaryansı. Vr: Dizi varyansı. Yr: Hat ortalaması. Wri: Ebeveyn-döl kovaryansı. Wrie: Wr ve Vr değerleri arasındaki regresyon denkleminde ait eğim. Wreip: Wr ve Vr değerleri arasındaki regresyon denkleminde ait intercept değeri.

Çizelge 10. Hayman yöntemine göre BAFR paketinden alınan diğer hesaplamalar

| | Genetik hesaplamalar | | | Diğer parametreler | | Fr | |
|----------------|----------------------|--------|----------|--------------------|--------|-----|---------|
| | Tahmin | S.Hata | t değeri | 1 | 3.200 | Fr1 | 1860.7 |
| E | 312.1 | 213.3 | 1.5 | 2 | 0.236 | Fr2 | 3859.1 |
| D | 791.2 | 603.4 | 1.3 | 3 | 2.057 | Fr3 | -2199.9 |
| F | 1751.6 | 1447.5 | 1.2 | 4 | -0.890 | Fr4 | 4744.0 |
| H ₁ | 8104.6 | 1452.6 | 5.6 | 5 | 0.792 | Fr5 | 377.9 |
| H ₂ | 7667.7 | 1279.9 | 6.0 | 6 | 1.934 | Fr6 | -2156.3 |
| h ² | 14831.7 | 910.0 | 16.3 | 7 | -0.133 | Fr7 | 5775.8 |

D: Eklemeli genlere ait varyans komponenti. H₁: Dominans gen etkilerine ilişkin varyans komponenti. H₂: Pozitif ve negatif gen etkilerinin asimetrisine ilişkin dominans komponentler. E: Çevresel varyans. F: Ebeveynlerde resesif ve dominant allelerin oransal frekansı. h²: Dar anlamda kalıtım derecesi.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile R programı kullanılarak ıslah denemelerinin analizinde kullanılan tekniklere yönelik hesaplamaların kolay şekilde yapılabileceği Türkçe arayüzlü BAFR paketi geliştirilmiştir. BAFR paketinin kişisel bilgisayarlara indirilerek kullanılabilmesi gibi. web üzerinden kullanımı mümkündür. Program yardımı ile Line x Tester analizi. North Carolina analizleri. Hayman Analizi ve Griffing diallel analizlerine yönelik sonuç alınabilmektedir. Analiz sonuçları mevcut durumda arayüzün sonuç ekranından kopyalanarak alınabilmekte ve .txt dosyasına yapıştırılarak kullanılmaktadır. Geliştirilen arayüzün en önemli avantajları Türkçe arayüze sahip olması. kullanıcıların yalnızca veri girip sonuç alabileceği. kod yazımı gerektirmemesidir. Bunun yanı sıra bilimsel çalışmalar için geliştirilmiş bu arayüzün ücretsiz olması ve internet üzerinden erişim sayesinde herhangi bir kurulum ya da ek işlem gerektirmeden ıslah denemelerine ait sonuçları analiz etme imkanı sunması da arayüzün sunduğu önemli katkılar arasındadır.

İleriki versiyonlarda sonuçların tablo formatında çıktısının verilmesi ve hatta yayın ya da bilimsel bir rapora uygun formatta hazır tablolar halinde sunulması amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra farklı modüllerin (standart deneme desenleri vb.) arayüze eklenmesi ile kullanıcı kitlesinin genişletilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca BAFR paketinin. çok yıllık olarak yürütülen ya da çok lokasyonlu yürütülmüş ıslah denemelerinin analizini yapabilen bir paket haline getirilmesi için çalışmalar yapılacaktır. Mevcut haliyle arayüzü geliştirmek amacıyla yardımcı paketler (agricolae. DiallelAnalysisR) kullanıldığından arayüzün çıktıları üzerinde değişiklik şansı kısıtlıdır. Paketin tamamen kendi kodlarına sahip olarak geliştirilmesi ve güncellenmesi sayesinde bu olumsuzlukların tamamının giderilmesi mümkündür. Geliştirilen paket Windows 10 işletim sistemi altında test edilmiş olup Linux işletim sistemine uygun olmayabilir. Programın etkin sorunsuz şekilde çalışabilmesi için öncelikle R veya RStudio platformları kullanılarak. devtools. shiny. agricolae ve DiallelAnalysisR paketlerinin yüklenmesi önerilmektedir. BAFR paketi ve web arayüzüne

girilecek verilere örnek olacak .txt uzantılı dosyalar <http://www.baf-eyt.com.tr/> sayfasında mevcuttur. Analizin doğru şekilde sonuç verebilmesi için dosya uzantısının txt olması ve bu örnek dosyalardaki değişken isimlerine göre analiz edilecek verinin düzenlenmesi gerekmektedir.

Zhang. Y., Kang. M.S., Lamkey, K.R. 2005. DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. *Agron. J.*, 97: 1097-1106.

Kaynaklar

- Bartolome. V.I., Gregorio. G.B. 2000. An Interactive Macro Program for Line x Tester Analysis. 25th SAS Conference Proceedings. Indianapolis. 9-12 April 2000. SAS Users Group International. Indianapolis. Indiana. USA.
- Comstock. R.E., Robinson. H.F. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4: 254-266.
- Griffing, B. 1956a. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9(4): 463-493.
- Griffing, B. 1956b. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 10: 31-50.
- Hayman, B. I. 1954a. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809.
- Hayman, B. I. 1954b. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10: 235-244.
- Ihaka, R., Gentleman, R. 1996. R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299–314.
- Kempthorne, O. 1956. The theory of the diallel cross. *Genetics*, 41: 451-459.
- Nduwumuremyi, A., Tongoona, P., Habimana, S. 2013. Mating design: Helpful tool for quantitative plant breeding analysis. *Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1(3): 117-129.
- Paradis, E. 2002. R for Beginners. Montpellier (F): University of Montpellier, p.111. URL: http://cran.r-project.org/doc/contrib/rdebuts_en.pdf.
- R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- Sharma, J.R. 2006. Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding. New Age International. 2006: p. 432.
- Sughroue, J.R. 1995. Proper analysis of the diallel mating design. *Retrospective Theses and Dissertations*, 10987.

Araştırma Makalesi

Farklı Zamanlarda Örneklenen Bademlerden ve Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Ceviz Örneklerinden Elde Edilen Total Nükleik Asitlerde RNA Miktarı ve Parametrelerinin Karşılaştırılması

Mahmut YEGÜL^{1*}, Saadettin BALOĞLU²

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü, ADANA

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, ADANA

*Sorumlu yazar: yegulmahmut@gmail.com

Geliş Tarihi: 28.11.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 22.10.2019

Kabul Tarihi: 06.11.2019

Özet

Bitkilerde hastalıkların zamanında ve doğru teşhis edilmesi için yapılan moleküler analizlerde yüksek kalitede nükleik asit elde etmek çok önemlidir. Bu çalışmada badem örneklerinden farklı zamanlarda ve ceviz örneklerinden de farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen nükleik asitlerde, RNA miktarı, 260/280 ve 260/230 oranları ölçülerek bademlerde örnek almak için en uygun dönem ve cevizlerde de en uygun ekstraksiyon yöntemi belirlenmiştir. Badem RNA konsantrasyonu, 260/280 ve 260/230 oranları ilkbaharda sırasıyla 286.6 ng/μl, 1.72, ve 1.55, sonbaharda ise, 122.32 ng/μl, 0.832 ve 0.97 olarak ölçülmüş ve moleküler çalışmalarda ilkbaharda örnek alınması daha uygun bulunmuştur. Ceviz izolatlarından, modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi ile elde edilen nükleik asitlerde RNA konsantrasyonu, 260/280 ve 260/230 oranı sırasıyla 1016.17 ng/μl, 1.329 ve 1.365, ticari ekstraksiyon kiti ile elde edilen nükleik asitlerde ise 7.678 ng/μl, 1.017 ve 0.456 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak yüksek kalitede ve miktarda RNA elde etmek için bademlerde en uygun dönemin ilkbahar ve cevizlerde ise en uygun yöntemin ise modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ceviz, badem, RNA, örnekleme zamanı.

Comparison of RNA Concentration and Parameters of Total Nucleic Acids Extracted from Almond at Different Times and From Walnut by Different Methods

Abstract

It is very important for diagnosing diseases in a timely and obtain high quality nucleic acid. In this study, total RNA quantities obtained from almond in spring and autumn and by different methods from walnut samples to determined optimal period for almond and better extraction method for walnut. RNA concentration was 286.6 ng/μl with 1.72 in 260/280 ratio and 1.55 in 260/230 ratio in spring, and RNA concentration was 122.32 ng/μl with 0.832 in 260/280 ratio and 0.97 in 260/230 ratio in fall samples from almond trees. Results of walnut isolates using modified Dellaporta total nucleic acid extraction were 1016.17 ng/μl as RNA concentration; the 260/230 ratio was 1.365; the 260/280 ratio was 1.329; and the total RNA amount obtained using the extraction kit was 7.678 ng/μl; 260/230 ratio was 0.456; 260/280 ratio was 1.017. As a result of this study, spring is the best sampling time for almond and modified Dellaporta total nucleic acid extraction method is better than using the extraction kit for walnut to obtain high quality and concentration of RNA.

Key words: Walnut, almond, RNA, sampling time.

Giriş

Sert kabuklu meyve grubunda yer alan ceviz ve bademde zarar yapan birçok biyotik ve abiyotik faktör vardır. Biyotik faktörlerden olan hastalıklar

meyve yetiştiriciliği yapılan her yerde verimi ve kaliteyi etkileyen önemli faktörlerdendir. Hastalıklarla mücadele zor olmasına rağmen mücadelenin en önemli aşamasını hastalıkların

zamanında ve doğru olarak teşhis edilmesi oluşturmaktadır. Her geçen gün gelişen teknolojiyle, çok fazla sayıdaki bitki örneklerinde hastalık etmenlerinin teşhislerinin yapılabileceği test yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde yaygın şekilde biyolojik indeksleme, serolojik testler ve elektron mikroskobu yöntemlerinin yanında son yıllarda gelişen moleküler analizlerle daha kesin ve net sonuçların alındığı biyoteknolojik teknikler kullanılmaktadır (Uyemoto ve Scott, 1992; Koç, 2010; Milne, 1993).

Nükleik asit ekstraksiyonu çoğu moleküler çalışmalarda ilk adımdır. Bunun için öncelikli olarak çalışmalarda kullanılacak olan nükleik asitlerin kısa sürede ve saf olarak elde edilmesi son derece önemlidir. Badem, ceviz, çilek ve biber gibi türlerde yüksek oranlarda bulunan fenolik bileşikler ekstraksiyon esnasında nükleik asitlerin kalitesini

bozmaktadır. Bitkilerde yapılan moleküler analizlerde başarılı sonuçlar elde etmek için yüksek kalitede nükleik asit elde etmek çok önemlidir. Bu amaçla bitki dokularından yüksek miktarda ve kalitede nükleik asit elde etmek amacıyla birçok izolasyon yöntemi geliştirilmiştir (Dellaporta ve ark, 1983, Doyle ve Doyle, 1991, Thomas ve ark. 1993, Lodhi ve ark, 1994, Lefort ve ark, 1998, Aka Kaçar, 2003). Bitkilerde moleküler çalışmalar yüksek kalitede DNA ve RNA gerektirmektedir. PCR analizleri için nükleik asitlerin kalitesi ve saflığı en önemli faktörlerden bazılarıdır. Yüksek saflıkta, inhibisyon bulaşmalarından arındırılmış nükleik asitleri elde etmek için, çalışılan ürüne ve çalışma amacına uygun ekstraksiyon yöntemleri uygulanmalıdır. Birtakım bileşenler aşağıda Çizelge 1’de özetlendiği gibi PCR analizlerini inhibe edebilmektedir (Aka Kaçar, 2003).

Çizelge 1. PCR analizlerini inhibe eden bileşenler.

| Inhibitör | Inhibisyon konsantrasyonu | Inhibitör | Inhibisyon konsantrasyonu |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) | > %0.005 | EDTA | > %0.5 mM |
| Fenol | > %0.2 | Sodyum Klorit | > 25 mM |
| Ethanol | > %1 | Hemogloblin | > %1 mg/ml |
| İsopropanol | > %1 | Heparin | > 0.15 u/ml |
| Sodyum asetat | > 5 mM | Üre | > 20 mM |
| | | Reaksiyon karışımı | > %15 |

En uygun tekniğin seçimi bazı kriterlere bağlıdır. Bunlar arasında hedef nükleik asit (DNA veya RNA), kaynak organizma, çalışma materyali (yaprak, tohum, kabuk dokusu vb.), istenilen sonuçlar (verim, saflık, saflaştırma için gereken süre vs.), ekstraksiyondan sonraki uygulamalar (PCR, klonlama, işaretleme, blotlama, RT-PCR, cDNA sentezi vs.) ve bitkisel dokuların uygun ortamlarda korunması izolasyon sonrası elde edilen DNA’nın miktar ve kalitesini olumlu şekilde etkilediği Aka Kaçar (2003) tarafından rapor edilmiştir.

Yüksek veya düşük 260/230 oranı örnekte veya ekstraksiyon yöntemindeki bir sorunu işaret etmektedir. Düşük 260/230 oranının; karbonhidrat bulaşıklığından (genellikle bitkilerden gelen bir sorundur), nükleik asit ekstraksiyonundan taşınmış olan fenol kalıntısından, ticari ekstraksiyon kiti kullanımı nedeniyle guanidin kalıntısı ve nükleik asit çöktirmede kullanılan glikojenden kaynaklanmış olabileceği bildirilirken yüksek 260/230 oranının ise bulaşık veya kirlenmiş kör (blank) kullanılmasından ve örnek ölçümü için uygun olmayan kör kullanımından kaynaklanabileceği öne sürülmüştür. Kör (blank) solüsyonu örnek sulandırmasında kullanılan solüsyon ile aynı içerikte ve aynı pH’da olmalıdır. Örneğin nükleik asit sulandırılmasında TE çözeltisi kullanılırken ölçümlerde suyun kör olarak kullanılmış olmasının 260/230 oranı düşük

çıkmasına neden olabileceği öne sürülmüştür (Wilfinger ve ark., 1997). Spittle ve ark. (2010), kontaminantların nükleik asit konsantrasyonunun ölçümünde hatalara neden olduğunu ve PCR’da (template) DNA’ya bağlanarak yanlış sonuçlar doğurduğunu bildirmiştir. Örneğin %1 SDS bulaşıklığında 260/230 oranı 2.20 ve N.A. konsantrasyonu 92.15 ng/μl, %10 bulaşıklıkta 260/230 oranı 1.51 ve N.A. konsantrasyonu 71.84 ng/μl olarak ölçüldüğünü belirtmiştir.

Bu çalışmada, badem ağaçlarından farklı örnekleme zamanlarında ve ceviz ağaçlarından ise farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen nükleik asitlere ait kalite ve kantite kriterleri karşılaştırılmış ve moleküler çalışmalar için bademde en uygun örnek alma zamanı ve cevizde de en uygun nükleik asit ekstraksiyon yöntemleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini ilkbahar (Nisan) ve sonbahar (Ekim) dönemlerinde badem ve ceviz bahçelerinden survey amaçlı toplanan yaprak örnekleri oluşturmuştur. Örnekler ağaçların dört yanından ve taze sürgünleri içerecek şekilde 5-6 yapraklı uç sürgünlerinden alınmıştır.

Bitki dokularından total nükleik asit ekstraksiyonu

Araziden toplanan ceviz ve badem ağaçlarına ait yaprak örneklerinden moleküler çalışmalarda kullanılmak üzere nükleik asit izolasyonu yapılmıştır. Bu amaçla iki farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

“Dellaporta Nükleik Asit Ekstraksiyon” metodu Presting ve ark. (1995)’nin bildirdiği yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

1. 100-400 mg örnek 1.2 ml ekstraksiyon tampon çözeltisinde (100 mM Tris, pH 8.0, 50 mM EDTA, 500 mM NaCl, 10 mM 2-mercaptoethanol) ezilmiştir,
2. 600 µl ezilmiş yaprak örneğinden alınıp 1.5 ml’lik tüplere konmuş ve üzerine %10’luk SDS’den 70 µl eklenerek 65°C’de 10 dk. bekletilmiştir. Bekleme esnasında tüpler bir veya iki kez alt üst edilmiştir.
3. 200 µl 5 M potasyum acetate tüplere eklenmiş ve buzda 10-15 dk. bekletilmiştir.
4. Buzdan alınan örnekler 10 dk. santrifüj edilmiş ve sıvı kısımdan 600 µl alınarak yeni bir 1.5 ml’lik tüpe konulmuştur.
5. 300 µl soğuk isopropanol eklenerek 25-30 dk. buzda bekletilmiştir.
6. 10 dk. 10.000 rpm de santrifüj edilmiş ve süpernatant (sıvı) dikkatlice ortamdan uzaklaştırılmıştır.
7. -20 °C’de saklanan soğuk %70’lik ethanolde 600 µl bu sıvıya eklenip karıştırıldıktan sonra 2 dk. santrifüj yapılmıştır
8. Üstte kalan sıvı tüplerden dikkatlice uzaklaştırıldıktan sonra 15 sn’lik kısa bir santrifüj daha yapıp alkol pipetle çekilmiştir.
9. Pellet 10 dk. kurutulup üzerine 400 µl steril distile su eklenip karıştırılmıştır.
10. Bu karışım 37 °C’de 15 dk. inkübe edildikten sonra bir iki kez hafifçe karıştırılmıştır.
11. 5-10 µl alınıp elektroforezde sonuç kontrolünden sonra -20 °C ya da -70 °C’de saklanmıştır.
12. Not: Orijinal yöntemde 2. aşamada kullanılan %10’luk 70 µl SDS yerine %20’lik 35 µl SDS, 5. aşamada ise isopropanol yerine ethanol kullanılarak modifikasyon yapılmıştır.

İkinci yöntem ise “Thermo Scientific Plant RNA Purifikasyon Kiti” ile RNA izolasyonudur. Firmanın önerdiği protokole göre yapılan izolasyon aşağıda verilen aşamalar takip edilerek yürütülmüştür.

1. 100 mg taze veya donmuş bitki örneği veya 20 mg liyofize doku ezilerek kullanılmıştır.

2. 1.5 ml’lik mikrosantrifüj tüpüne Plant RNA Lysis Solution’dan 500 µl eklenmiştir.
3. Üzerine ezilmiş bitki örneği eklenerek 10-20 sn. vortekslenmiştir.
4. Örnekler 56 °C’de 3 dk. inkübe edilip ve sonra 5 dk. 20.000 g (14.000 rpm)’de santrifüj edilmiştir.
5. 450-550 µl süpernatant temiz mikrosantrifüj tüpüne alınarak ve 250 µl %96’lık etanol eklenerek pipetle yavaşça karıştırılmıştır.
6. Hazırlanan karışım purifikasyon kolonu içeren toplama tüpüne aktarılarak 1 dk 12.000 g (11.000 rpm)’de santrifüj edilmiş ve içine çözelti akan tüp atılarak kolon yeni tüpe aktarılmıştır.
7. 700 µl yıkama tamponu (wash buffer 1;WB 1) (etanol eklenmiş) purifikasyon kolonuna eklenmiştir.
8. 1 dk. 12.000 g (11.000 rpm)’de santrifüj edilerek alta geçen kısım atılmış ve saflaştırma kolonu 2 ml’lik toplama tüpüne yerleştirilmiştir.
9. 500 µl yıkama tamponu II (Wash buffer II;WB II) (etanol eklenmiş) purifikasyon kolonuna eklenmiştir.
10. Tekrar 1 dk. 12.000 g (11.000 rpm)’de santrifüj edilir ve alta geçen kısım atılarak ve yeniden mikrosantrifüj tüpüne yerleştirilmiştir.
11. Bir önceki aşama tekrar edildikten sonra kolon 1 dk. maksimum hızda 20.000 g (14.000 rpm)’de yeniden santrifüj edilmiş ve alt tüpe geçen kısım atılmış ve saflaştırma kolonu 1,5 ml’lik RNase içermeyen (free) boş ependorf tüplerine aktarılmıştır.
12. RNA’yı kolondan uzaklaştırmak için purifikasyon kolonunun membranının merkezine 50 µl nükleaz içermeyen (Nuclease free) su ilave edilerek 1 dk. 12.000 g (11.000 rpm)’de santrifüj edilmiştir.
13. 30 µg’dan daha yüksek miktar RNA beklendiği zaman elution aşaması yani bir önceki aşama tekrarlanmıştır.
14. Purifikasyon kolonu atılmış, saflaştırılmış RNA kullanılıncaya kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir.

Total nükleik asit miktarı ve kalitesinin hesaplanması

Bu çalışmada ilkbahar ve sonbahar dönemi olmak üzere farklı zamanlarda bademlerden alınan yaprak örneklerinden elde edilen total RNA miktarları ve A 260/280 oranları ile A 260/230 oranları nanodrop cihazında ölçülerek en uygun dönem belirlenmiştir. Ayrıca farklı bölgelerden alınan ceviz izolatları, modifiye edilmiş Dellaporta total nükleik asit ekstraksiyonu ve Total RNA ticari

ekstraksiyon kiti kullanılarak nükleik asit ekstraksiyonu yapılmış, elde edilen nükleik asitlerin RNA miktarı ve kalite parametreleri nanodrop cihazında ölçülmüş ve bulunan değerler JMP istatistik programında Oneway-Anova testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı zamanlarda alınan badem örneklerinden

elde edilen total nükleik asit miktarı ve kalitesi

Badem örneklerinden ilkbahar ve sonbahar olmak üzere farklı zamanlarda alınan 9 adet badem örneğinden, modifiye edilmiş Dellaporta total nükleik asit ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen nükleik asitlerin total RNA konsantrasyonu (ng/μl), 260/280 ve 260/230 oranları nanodrop cihazında ölçülerek karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı zamanlarda alınan badem örneklerinden elde edilen total RNA miktarları ile 260/230 ve 260/280 oranları.

| Örnek no | İlkbahar | | | Sonbahar | | |
|-------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------|
| | Total RNA miktarı (ng/μl) | 260/230 oranı | 260/280 oranı | Total RNA miktarı (ng/μl) | 260/230 oranı | 260/280 oranı |
| 1 | 673.57 | 1.583 | 1.805 | 210.92 | 1.408 | 0.847 |
| 2 | 550.12 | 1.853 | 1.908 | 95.37 | 0.517 | 0.953 |
| 3 | 360.12 | 2.059 | 1.950 | 245.67 | 1.291 | 0.760 |
| 4 | 327.92 | 1.690 | 1.945 | 158.79 | 1.274 | 0.816 |
| 5 | 17.34 | 1.753 | 1.861 | 99.84 | 1.254 | 0.922 |
| 6 | 380.63 | 2.032 | 1.936 | 0.97 | 0.895 | 0.544 |
| 7 | 60.96 | 1.447 | 1.998 | 82.33 | 0.275 | 1.019 |
| 8 | 108.97 | 0.259 | 0.928 | 86.85 | 0.810 | 0.822 |
| 9 | 99.76 | 1.274 | 1.149 | 120.13 | 1.010 | 0.801 |
| Ort. | 286.6 | 1.55 | 1.72 | 122.32 | 0.97 | 0.832 |

Çizelge 2'ye göre total RNA konsantrasyonu ilkbaharda alınan örneklerde ortalama 286.6 ng/μl, sonbaharda alınan örneklerde ise ortalama 122.32 ng/μl olarak ölçülmüştür. Yine ilkbaharda alınan örneklerden elde edilen nükleik asitlerin 260/280 oranı ortalama 1.72, 260/230 oranı 1.55 ve sonbaharda alınan örneklerde 260/280 oranı 0.832 ve 260/230 oranı ise 0.97 olarak ölçülmüştür.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında, sonbaharda bitki dokularının yaşlanmaya başlamasıyla ölü dokuların fazla olmasından dolayı ilkbaharda toplanan örneklerde gerek kalite ve gerekse kantite olarak daha kaliteli ve fazla nükleik asit elde edildiği görülmektedir. Kaçar (2003) genel olarak en kaliteli DNA'nın en taze olan dokudan elde edildiğini bildirmiştir. Bu parametreler PCR çalışmalarında ve

elde edilen nükleik asitlerin muhafazasında önemli kriterlerdir. Buna göre moleküler çalışmalarda ilkbaharda örnek alınmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile ceviz örneklerinden elde edilen total RNA miktarı ve parametrelerinin karşılaştırılması

Farklı bölgelerden alınan ceviz örnekleri modifiye edilmiş Dellaporta total nükleik asit ekstraksiyonu ve Total RNA ticari ekstraksiyon kiti kullanılarak nükleik asit ekstraksiyonu yapılmış ve elde edilen nükleik asitlerin miktarı ve kalite parametreleri nanodrop cihazında ölçülerek karşılaştırılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile ceviz örneklerinden elde edilen Total RNA'nın miktarı ve parametreleri.

| | Total RNA miktarı (ng/μl) | | 260/280 oranı | | 260/230 oranı | |
|-------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|
| | Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | Ekst. Kiti | Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | Ekst. Kiti | Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | Ekst. Kiti |
| 1 | 1280.34 | 4.32 | 1.312 | 0.913 | 1.554 | 0.240 |
| 2 | 1160.01 | 5.12 | 1.482 | 0.795 | 1.469 | 0.346 |
| 3 | 301.02 | 15.53 | 1.008 | 0.878 | 0.779 | 0.699 |
| 4 | 441.27 | 3.41 | 0.990 | 0.954 | 0.743 | 0.626 |
| 5 | 1209.2 | 16.44 | 1.608 | 2.95 | 1.835 | 0.524 |
| 6 | 1705.2 | 1.25 | 1.572 | 0.158 | 1.807 | 0.304 |
| Ort. | 1016.17 | 7.678 | 1.329 | 1.017 | 1.365 | 0.456 |

Bu çalışmada modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi sonucu total nükleik asit konsantrasyonu ortalama 1016.17 ng/μl, ekstraksiyon kiti

kullanılarak elde edilen total RNA miktarı ise 7.678 ng/μl bulunmuş ve aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile ceviz örneklerinden elde edilen Total RNA miktarına ait varyans analiz tablosu.

| Yöntem | Ort. | Standart Hata | Konsantrasyon(ng/μl) |
|-------------------------------------|---------|---------------|----------------------|
| Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | 1016.17 | 109.7218 | 1016.17±109.7218 a |
| Ekst. Kiti | 7.678 | 2.6819 | 7.678±2.6819 b |

*P<0.05'ten küçük olduğu için konsantrasyon değerlerinde yöntemler arasında istatistiki açıdan fark önemli bulunmuştur.

Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi sonucu 260/280 oranı ortalama 1.329 ekstraksiyon kiti kullanılarak elde edilen total RNA 260/280 oranı ise 1.017 bulunmuş ve yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5).

Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi sonucu 260/230 oranı ortalama 1.365 ekstraksiyon kiti kullanılarak elde edilen total RNA 260/230 oranı ise 0.456 bulunmuş ve aradaki fark yapılan istatistiksel analizlerin sonucuna göre önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 5. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile ceviz örneklerinden elde edilen Total RNA'nın 260/280 oranına ait varyans analiz tablosu.

| Yöntem | Ort. | Standart Hata | 260/230 |
|-------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | 1.329 | 0.1123 | 1.329±0.1123 a |
| Ekst. Kiti | 1.017 | 0.3876 | 1.017±0.3876 b |

*P>0.05'ten büyük olduğu için 260/280 oranı yöntemler arasında istatistiki açıdan önemli değildir.

Çizelge 6. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile ceviz yapraklarından elde edilen Total RNA'nın 260/230 oranına ait varyans analiz tablosu.

| Yöntem | Ort. | Standart Hata | 260/230 |
|-------------------------------------|-------|---------------|----------------|
| Modifiye edilmiş Dellaporta yöntemi | 1.365 | 0.1994 | 1.365±0.1994 a |
| Ekst. Kiti | 0.456 | 0.0762 | 0.456±0.0762 b |

*P<0.05'ten küçük olduğu için 260/230 oranı yöntemler arasında istatistiki açıdan fark önemli bulunmuştur.

Proteinler 280 nm'de absorpslandığı için A₂₆₀/A₂₈₀ oranı nükleik asitin saflığını hesaplamak için kullanılan değerdir. Saf DNA yaklaşık olarak 1.8, saf RNA ise yaklaşık 2.0 değerini vermelidir. 260/280 >1.8 ise RNA kontaminasyonu, 260/230 <1.8 ise protein kontaminasyonu olduğunu gösterir. Herhangi bir kontaminasyon birçok sorunu da beraberinde getirir. Eğer kontaminasyon varsa moleküler çalışmalarda kötü sonuçlar elde edebilir hatta örneği bile kaybetmek mümkün olmaktadır. Ayrıca bulaşıklık örneğin muhafaza süresini de etkilemektedir. Böylece elde edeceğimiz nükleik asitleri daha kısa sürede kaybedebiliriz (Yörek, 2005). Spittle ve ark. (2010) ekstraksiyonda kullanılan kimyasallar, purifikasyon metodu ile çalışılan materyal ve ortamların kontaminasyona neden olabileceğini dolayısı ile 260/230 oranının düşeceğini bildirmiştir.

Şimşek ve ark. (2008) fındık, avakado, Trabzon hurması, mandarin ve portakal türlerinden, MiniPrep DNA izolasyon yöntemi ve bu yöntemin

modifiye edilmiş versiyonlarını kullanarak DNA ekstraksiyonu yapmıştır. 1) Sadece CTAB, 2) CTAB ve PVP birlikte (CTAB+PVP), 3) CTAB ve SDS (CTAB+SDS) beraber ve 4) yalnızca SDS olacak şekilde ekstraksiyon tampon çözeltilerini denemiş ve genelde tüm yöntemlerden yüksek konsantrasyonda DNA elde edilmesi ile beraber en yüksek DNA konsantrasyonu fındık ve portakal örneklerinden elde edilmiştir. Ancak, tür X yöntem interaksyonu önemli bulunmamıştır. Burada çalışılan örnekler farklı türler olduğu için farklı sonuçlar çıktığı düşünülmektedir. Çünkü ceviz gibi ikincil bileşikler (fenolik bileşikler) oldukça yüksek türlerde ekstraksiyon çözeltilerinde kullanılan tampon çözeltilerin içeriği büyük önem arz etmektedir. Yine aynı çalışmada DNA kalite sonuçlarında, meyve türleri arasındaki farklılıklar ve interaksyon önemli bulunmamıştır. Yöntemler arasında ise farklılıklar önemli bulunmuş, genotiplerden en yüksek değerler CTAB ve CTAB + SDS yöntemlerinden elde edilmiştir. Bu çalışmada

ceviz örneklerinden farklı iki yöntemle elde edilen örnekler arasında da gerek toplam RNA miktarında gerekse 260/280 oranı ve 260/230 oranı SDS'nin kullanıldığı modifiye edilmiş Dellaporta ekstraksiyon yönteminde daha yüksek bulunmuş ve benzer sonuçlar alınmıştır.

Bozkaya (2012) PCR işlemlerinde kullanılmak üzere kandan genomik DNA izolasyonu amacıyla proteinleri ortamdan uzaklaştırmak için fenol-kloroform yöntemi yerine potasyum asetat çözeltisinin daha düşük düzeyde DNA elde edildiği ancak elde edilen DNA'nın yeterli miktar ve kalitede olmasından dolayı araştırmacıların sağlığı ve çevreye zararlı olan fenol-kloroform yerine potasyum asetatın DNA izolasyonunda kullanılabileceği kanaatine varmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, badem örnekleri ile yapılacak moleküler çalışmalarda ilkbaharda örnek alınmasının daha uygun olacağı, ceviz izolatları ile yapılan nükleik asit ekstraksiyonunda ise modifiye edilmiş Dellaporta yönteminde, total nükleik asit konsantrasyonu ve elde edilen total RNA miktarı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Dolayısı ile ceviz gibi fenolik bileşikler yoğun olan örneklerle yapılan moleküler çalışmalarda modifiye edilmiş Dellaporta total nükleik asit ekstraksiyonu yönteminin Total RNA ticari ekstraksiyon kitine göre daha uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Çalışmayı destekleyen T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (ÇÜ-BAP-ZF2012D12)'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aka Kaçar, Y. 2003. Bitkilerde DNA İzolasyonu. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi 2:1-3.
- Bozkaya, F. 2012. DNA İzolasyonunda Fenol-kloroform Yerine Potasyum Asetat Kullanımının DNA Miktar ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Harran Üniv. Vet. Fak. Dergisi, 1(2):92-96, 2012.
- Dellaporta, S.L., Wood, J., Hicks, J.B., 1983. A Plant DNA Minipreparation: Version 11. Plant Molecular Biology Reporter 1:19-21.
- Doyle, J. J. Doyle, J. L. 1991. Isolation of Plant DNA Fresh Tissue. Focus 12:13-15.
- Koç, G, 2010. Doğu Akdeniz Bölgesinde Sert Çekirdekli Meyvelerde Plum pox potyvirus (PPV, Sharka)'ünün Durumunun Belirlenmesi ve Karakterizasyonu, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 227 S.

- Lefort, F., Lally, M., Thompson, D., Douglas, G. C. 1998. Morphological Traits Microsatellite Fingerprinting and Genetic relatedness of a Stand of Elite Oaks (*Q. robur* L.) at Tullnynally. *Silvae Genetica* 47:5-6.
- Lodhi, M. A., Daly, M. J., Ye, G.N., Weeden, N. F., Reisch, B. I. 1994. A simple and Efficient Method for DNA Extraction from Grapevine Cultivars and *Vitis* species. *Plant Molecular Biology Reports* 12: 6-13.
- Milne, R.G., 1993. Electron Microscopy as a Powerful Tool for Detection and Identification of Plant Viruses. XI International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants. *ISHS Acta Horticulturae*, 722: 37-40.
- Presting, G.G., Smith, O.P., Brown, C.R. 1995. Resistance to potato leafroll virus in potato plants transformed with the coat protein gene or with vector control constructs. *Phytopathology* 85:436-442.
- Spittle, K., Wang, S., Baybayan, P. 2010. Sample Quality – Effects of Contaminants on SMRTbell™ Library Preparation and Sequencing, Pacific Biosciences.
- Şimşek, Ö., Karaat, F. E., Serçe, S., Kaçar, Y. 2008. Bazı Meyve Türlerinde DNA İzolasyon Yöntemlerinin Etkinliğinin Araştırılması. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2008, 25(1):59-69.
- Thomas, M. R., Matsumoto, S., Chain, P., Scott, N.S. 1993. Repetitive DNA of Grapevine: Classes Present and Sequences Suitable for cultivar identification. *Theoretical and Applied Genetics* 86:173-180.
- Uyemoto, J.K., Scott, S.W. 1992. Important Diseases of Prunus Caused by Viruses and Other Graft-Transmissible Pathogens in California and South Carolina. *Plant Diseases*, 76: 5-11.
- Yörek, N. 2005. BİY 4008 Genetik Mühendisliğine Giriş ders notları.
- Wilfinger, W.W., Mackey, K., Chomczynski, P. 1997. Effect of pH and Ionic Strength on the Spectrophotometric Assessment of Nucleic Acid Purity: *BioTechniques*, 22:474-481 (March 1997).

Araştırma Makalesi

Çapakçur Mikro Havzası'nda (Bingöl) Mikro Havza Ölçekli Peyzaj Değerlendirmesi

Alaaddin YÜKSEL¹, Alperen MERAL^{2,*}, Yasin DEMİR¹, Engin EROĞLU³

¹Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl

²Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl

³Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orman Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce

*Sorumlu Yazar: alperenmeral@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.12.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 15.08.2019

Kabul Tarihi: 07.11.2019

Özet

Günümüzde doğal ve kültürel kaynaklar hızla tükenmekte ancak buna karşılık etkili olabilecek koruma yaklaşımları sergilenememektedir. Mevcut kaynaklar da yanlış alan kullanımları ve yoğun kullanımlar neticesinde yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Doğru ve etkili kaynak yönetimi ve plan kararlarının alınabilmesi için, ekolojik yapının korunmasını hedef alan optimal alan kullanımlarının hassas bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Doğal kaynakların en belirgin sınırlarını küçük, orta ve büyük ölçekte havzalar belirlemektedir. Havza bazında ele alınan ekolojik doğal kaynak envanteri yerel ölçekte en önemli oluşumunu da mikro havzalar özelinde ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacı; mikro havza planlamasına yardımcı olması açısından alandaki mevcut sorunlar ve alanın sahip olduğu doğal ve kültürel olanaklar alanında uzman kişiler ve mikro havza sakinlerinin görüşleri doğrultusunda belirlemek ve bu yönde öneriler geliştirilmesine olanak sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışma; Bingöl ili Çapakçur Mikro Havzası sahip olduğu doğal ve kültürel kaynakları ile tarım ve rekreasyonel açıdan önemli bir potansiyelleri araştırılmıştır. Bu kaynakların belirlenerek mikro havzanın bu veriler doğrultusunda planlanması, doğallığın korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından çok önemlidir. Sor-Sapta-Çözümle (Sor-Sap-Çöz) analizleri gerçekleştirilerek, yapılan bu çalışmanın sonucunda da alanın en belirgin sorunları; rekreasyon imkanlarının varlığına rağmen planlamaların olmadığı, sulama yapılarının yetersizliği ve bakımsızlığı, yayla yollarının kullanılamaz halde oluşu, arıcılık ve tarımsal faaliyetlerin yetersizliği, heyelan ve erozyon yapılarının eksikliği nedeniyle yaşanan toprak kayıpları ve yeterli doğal kaynaklara sahip olunmasına rağmen (rüzgar, güneş, su) yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanılamaması olarak belirlenmiştir. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı ve orman tahribatının çokluğu da mikro havzanın sürdürülebilir kullanımı açısından büyük tehdit oluşturduğu çalışmanın bir diğer önemli sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Çapakçur mikro havzası, peyzaj değerlendirme, CBS, uzaktan algılama.

Microcatchment Scale Landscape Evaluation in Capakçur Microcatchment

Abstract

Today, natural and cultural resources are rapidly consuming, but conservation approaches that can be effective cannot be exhibited. Existing sources also face the danger of extinction due to improper field uses and intensive use. In order to ensure correct and effective resource management and planning decisions, the use of optimal areas aimed at protection of ecological building must be precisely identified. The most prominent limits of natural resources are found on small, medium and large scale basins. The ecological natural resource inventory dealt with basin reveals the most important formation on the local scale in terms of microcatchments. The purpose of this study is; in terms of helping microcatchment planning, to determine the current problems in the area and the natural and cultural possibilities that the area has, in line with the opinions of experts and microhabitants, and to develop suggestions accordingly. Working towards this goal; Bingöl Province Capakçur Microcatchment has been investigated with its natural and cultural resources and potentials in terms of agriculture and recreation. Determining these sources and planning microcatchment in

the direction of these data is very important in terms of preserving nature and ensuring sustainability. The most obvious problems of the field in the result of this study which is done by performing Ask-Define-Solve (Ask-Def-Sol) analyzes are; due to lack of planning despite the availability of recreational facilities, inadequate irrigation and lack of irrigation schemes, inadequate highland roads, inadequate beekeeping activities, inadequate agricultural activities, landslides and lack of erosion structures, has been identified as the low level of energy resources. Another important consequence of the study is that the unconscious use of natural resources and the multitude of forest destruction pose a great threat to the sustainable use of microcatchments.

Key words: Capakçur microcatchment, landscape values, GIS, remote sensing.

Giriş

Peyzaj, özellikleri insan ya da doğal faktörlerin etkileşimi ve faaliyetleri sonucu oluşan alanlar olarak tanımlanmaktadır. Oluşumu itibarı ile doğal, yarı doğal ve kültürel olmak üzere üç tip peyzaj bulunmaktadır (Çepel, 1988; Anonim, 2003a; Anonim, 2003b; Anonim, 2004; Atik, 2009). Doğal peyzajların tanımlanması özellikle o peyzaja ait yönetim ve planlama politikaların oluşturulması, peyzaj kalite hedeflerinin ortaya konulması, peyzaj koruma stratejilerinin belirlenmesi ve tüm bunların ışığında oluşturulabilecek olan bir peyzaj planlamasının oluşturulmasında son derece önemlidir. Doğal peyzajı oluşturan elemanları (Forman, 1995), iklim, topoğrafik yapı, toprak ve hidrolojik oluşumlar, jeolojik ve jeomorfolojik bileşenler ve doğal bitki örtüsü olarak değerlendirmiştir. Peyzajları tanımlayan elemanlar, bileşenler ve materyaller ülkeye, bölgeye ve yöreye göre değişiklikler göstermesinin yanı sıra peyzajı oluşturan doğal ve kültürel elemanlar ile de doğrudan ilişki içerisinde. Özellikle jeoloji, hidroloji, iklim, toprak özellikleri ve doğal bitki örtüsü peyzajın karakterize edilmesinde etkin rol oynarlar (Swanwick, 2002; Yüksel ve ark., 2018). Peyzajların tanımlanması sürecinde geçmişten günümüze temel eğilim planlama yaklaşımlarının belirlenebilmesi olmuştur. Başlangıçta doğal peyzaj envanterinin neler olduğunu belirleme ve sınıflandırma amaçları güden bu tanımlamalar artık envanter belirlemenin ötesinde sürdürülebilir doğal peyzaja ait planlama ve yönetim stratejilerini belirlemek olmuştur (Atik, 2009). Günümüz koşullarında teknolojinin hızla gelişmesi, peyzajın temel unsurlarından olan hava-toprak ve su üzerine yoğun baskı kurmakta, bu baskı da çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu baskı zaman zaman flora ve faunanın yok olmasına kadar uzanmakta ve peyzaj elemanlarını yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır (Yılmaz, 2006).

Hersperger (1994)'e göre peyzaj ekolojisi ile peyzaj planlama ve tasarım birçok alanda birbirlerine benzerlik göstermektedir. Peyzaj ekolojisi değişen peyzaj içerisindeki doğa ve kullanıcılar arasındaki ilişkiler hakkındaki bilimsel

bilgiler vererek, planlamayı yapan kişilerin önünü açmaktadır. Bunun aksi durumunda yapılan planlamalar ve peyzaj tasarımlarında, peyzaj ekolojistlerinin tecrübeleri büyük önem arz etmektedir. Peyzajın ekolojik parametreler dikkate alınarak planlanması, mekânsal ve zamansal ölçeklerdeki peyzaj değişimini ve bu parametrelerin tasarlandığı süreçleri dikkate almaktadır (Forman, 1995; Uzun, 2009). Bu alandaki peyzaj ekolojisi çalışmalarının birçoğu, ekolojik temelli peyzaj planlamasına odaklanmakta, kullanıcı ve çevresinin doğru bir analizini sergilemektedir (Uzun, 2003).

Yaşayan geleneksel kültürler ve kültürel peyzaj alanları, gelecek nesillere aktarılabilmesi için korumalı ve ekolojik sürdürülebilirlik açısından detaylı olarak projelendirilip değerlendirilmelidir (Koçan, 2012). Çünkü kültürel peyzaj alanları, insanların sosyal gelişiminin, ruhsal zenginliğinin ve yaratıcılığının yansımaları olarak ortak noktalarımızın bileşenlerini oluşturmaktadırlar (Çelik ve Yazgan, 2009).

Doğal ve kültürel kaynakların bilinçsizce kullanılarak tüketilmesi ve ekolojik kirliliğin evrenselliğinin fark edilmesiyle birlikte, geri kazanımın ve eski haline getirilmesinin uzun bir sürece tabi olduğu anlaşılmış ve günümüz sorunlarının gelecek kuşakları da olumsuz yönde etkileyeceği belirlenmiştir (Atıl ve ark., 2005). Bu nedenle çözüm aranmış ve doğal alanların sürdürülebilirliği için mikro havza ölçekli planlamalar ortaya konulmuştur.

Sürdürülebilirlik kavramı, doğal kaynak verimliliğinin ve doğal kaynak kullanılabilirliğinin uzun seneler sonra da mümkün kılınmasıdır. Bu kavram ilk olarak kalkınma kavramı ile kendine yer edinmiş olup sürdürülebilir olması amaçlananların neler olması gerektiğine dair genel bir yol çizmiştir (Atıl ve ark., 2005). Çapakçur Mikro havzası, kültürel ve tarımsal peyzaj niteliğine sahip pek çok örneği bünyesinde barındırmasının yanında, mevcut peyzaj değerleri ve alternatif turizm olanakları ile birlikte çalışma açısından önemli bir örnek oluşturmaktadır.

Doğa koruma; insan sağlığının ve yaşamının devamı için, doğada bulunan flora ve faunaların

varlığı, bu flora ve faunaların yetişme ve yaşama ortamları ile belirli parametreler vasıtasıyla koruma değerine sahip olan, peyzaj elemanlarını ve doğal yapıları korumak olarak tanımlanmaktadır (Yücel ve Babuş, 2005). Yapılan rehabilitasyon projeleri ile flora ve fauna varlığının sürekliliğini, türlerin çeşitliliği ile doğal ve doğala yakın peyzaj ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmak, genetik zenginliğin korunması ve geliştirilmesi ile bilimsel çalışmaların geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Avrupa peyzaj sözleşmesinin 2003 yılında TBMM'den kabul görmesi, peyzaj planlarının ve peyzaj planlama çalışmalarının başta fiziksel planlama olmak üzere multidisipliner olarak bütünleştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Ulusal ve uluslararası ölçekteki bu gelişmelerle beraber, sürdürülebilirliği hayati öneme sahip doğal kaynaklarla ilgili ortaya çıkan sıkıntıları gidermek amacıyla çözüm yöntemleri oluşturmaya çalışan peyzaj planlama, peyzaj tasarımı ve peyzaj yönetimi çalışmalarında bilişim teknolojilerinin kullanılmasının ne kadar önemli olduğu gündeme gelmiştir (Uzun ve ark., 2010).

Peyzajın mekânsal olgusu, ulusal, bölgesel, yerel ölçeklerde ve bunların ara ölçeklerinde oluşabilmektedir (Swanwick, 2006; Eroğlu, 2012). Günümüzde, hiyerarşik olarak ilişkilendirilmiş PBS (Peyzaj Bilgi Sistemi), ulusal bilgi sistemleriyle iç içe denebilecek bir biçimde kullanılmaktadır (Uzun ve ark., 2016). Peyzaj alan kullanımı kararları için henüz çok detaylı sörvey çalışmalarının yapılmadığı peyzajlar, özellikle kırsal alanlarda koruma ve gelişim kapsamında hayati öneme sahip oluşumları içlerinde barındırmaktadır. Alan kullanım kararları ve sörvey çalışmaları geliştirilmeden önce bu peyzajlara yönelik mevcut durum potansiyeli tükenmeden hazırlanmış olacak şekildedirler (Acar, 2004; Acar ve ark., 2011). Böylece peyzajların hem günümüz hem de gelecek için en etkin kullanım

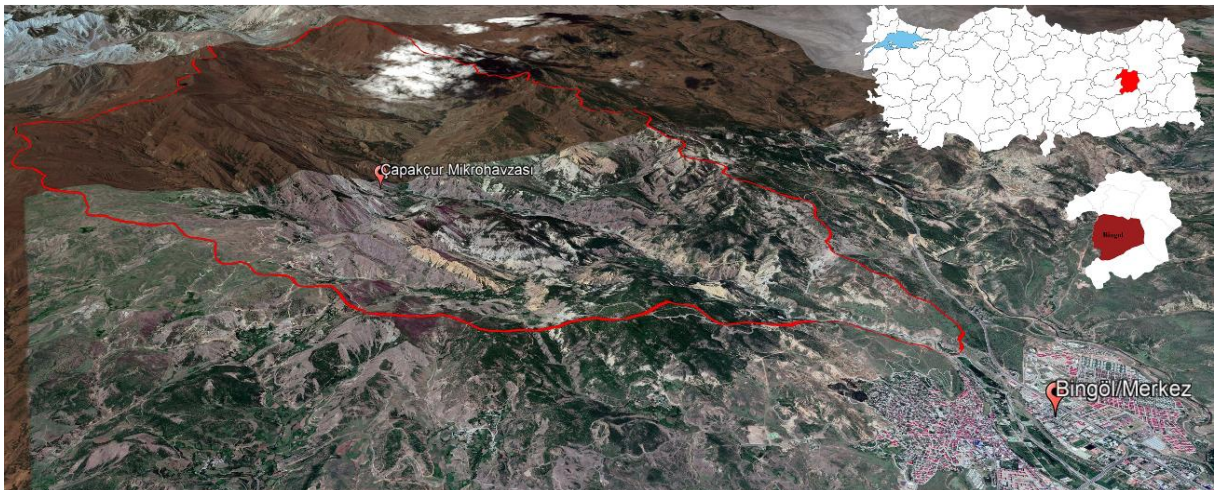
şartlarına yönelik stratejiler üretilebilecek, bu stratejilerin uygulanması için dayanak oluşturulabilecek, uygulanabilmesi için dayanak oluşturulmuş olacak ve izleme programlarında hangi kriterin nasıl kontrol altına alınabileceği belirlenecektir (Şahin ve ark., 2007).

Doğal kaynaklar ve kültürel peyzaj zenginlikleri ve alan kullanım hassasiyeti bakımından Çapakçur Mikro Havzası hem rekreasyonel, hem de arıcılık açısından oldukça yoğun bir kullanım potansiyeline sahiptir. Çalışma alanının sürdürülebilir mikro havza kriterlerine göre havza yönetim modelinin oluşmasının sağlanması ve mikro havzanın sahip olduğu biyolojik ve ekolojik yapı, jeolojik, jeomorfolojik, doğal, kültürel ve rekreasyonel peyzaj değerlerinin koruma-kollama dengesi içinde sürdürülebilirliğini sağlayacak planlama ve uygulamaların yapılması ve yönetim modellerinin oluşturulup geliştirilmesi amacı ile bu çalışma yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı

Çalışmanın ana materyalini Bingöl İli Merkez İlçe'si sınırları içerisinde yer alan Çapakçur Mikro Havzası doğal ve kültürel peyzajına ait kaynak değerleri oluşturmaktadır (Şekil 1). Alan Merkez İlçe'nin batısında yer alıp Yelesen, Şaban, Ortaköy, Eskiköy, Çiriş, Alıncık, Balpınar ve Üçyaka köylerini kapsamaktadır ve toplam 10675.70 ha alana sahiptir. Mikro havzanın ismini aldığı Çapakçur deresi, Mikro havza üst kotlarından doğup Murat Nehri'ne dökülmektedir. Mikro havzada yıllık ortalama yağışın 831.5 mm, karlı gün sayısının 117, karla kaplı gün sayısının ise 76 olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2016). Thornthwaite yöntemine göre iklim nemli Mezotermal Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan yaz buharlaşma oranı %68 olarak belirlenmiştir (Demir ve ark., 2015).



Şekil 1. Çapakçur Mikro Havzası'nın bölgedeki yeri.

Yöntem

Araştırma alanında ilk aşamada, alanında uzman kişiler tarafından yapılan arazi çalışmaları neticesinde, alana ilişkin tüm doğal ve kültürel faktör ve ekosistemlerden çalışma dahilinde kullanılacak olan veriler CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) programlarından ArcGIS 10.2, Autocad 2016 ve NetCAD 7 programları kullanılarak haritalanmıştır. Çalışma alanı sınırları belirlendikten sonra ortaya çıkan topoğrafya haritasından yükseklik grupları belirlenmiştir. Daha sonra oluşturulan DEM (Dijital Elevation Model) verisi altlık olarak kullanılarak eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Toprak haritaları yapılan örneklemeler ve analizler sonuçları veri tabanına işlenerek güncel olarak hazırlanmış ve araştırmaya dahil edilmiştir.

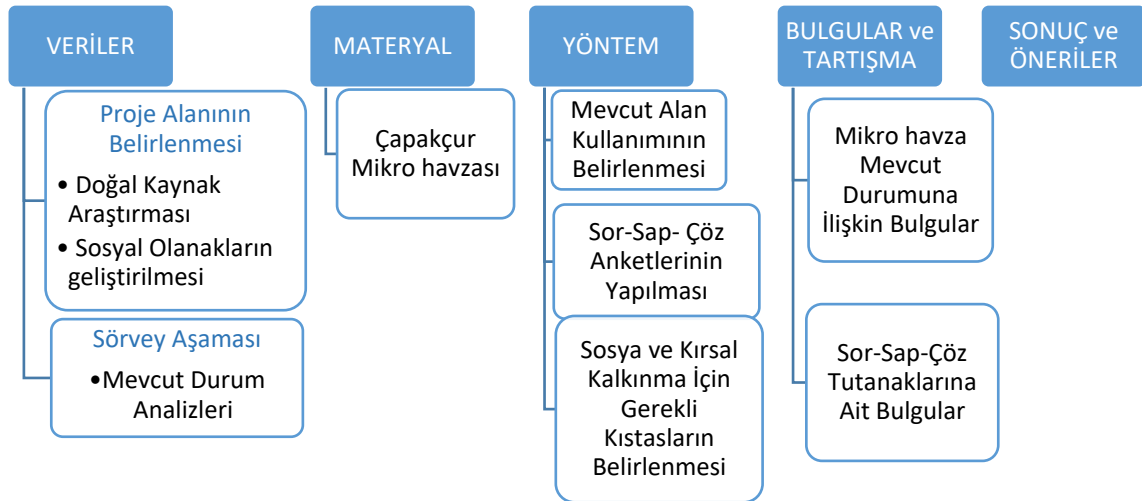
Mikro havzanın hidroloji verileri olarak çalışmaya dahil edilen dere sıklığı, drenaj yoğunluğu, havza genişliği ve uzunluğu ArcGIS 10.2 programında 'Hydrology Tool' aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra yapılan haritalar karşılaştırılarak alanın mevcut durum tespiti yapılmış ve çalışmaya dahil edilmiştir.

Temin edilen kadastro haritaları da kullanılarak köy sınırları baz alınarak mikro havza 8 bölgeye ayrılmış ve her bölge ile tek tek sorunların belirlendiği toplantılar yapılmıştır.

Ayrıca alanında uzman kişiler ve mikro havza halkı ile beraber mevcut doğal kaynak değerlerine ve bu değerlerin kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan alanın mevcut sorunları da tespit edilmiş bunların aşılması ve oluşabilecek olumsuzlukların da önlenmesi amacıyla uygulamaya konulacak alt planlar, özellikli amaçlar ve varılacak sonuçlar belirlenmiştir.

Mikro havza topraklarının tekstürel özelliklerini belirlemek için topoğrafya ve arazi kullanımı gibi faktörler göz önünde bulundurularak, toprak derinliğine bağlı her noktadan, toprak koşullarının uygunluğuna göre en çok 4 farklı derinlikten (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm) örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleme horizon esasına göre yapılmış ve her horizontan numune alınarak laboratuvara taşınmış ve analize hazır hale getirilmiştir (Demiralay, 1993). Kurutma, 2mm'lik elekten eleme işlemlerinden sonra hidrometre yöntemine göre analiz edilmiştir (Bouyoucos, 1951).

CBS ve uzaktan algılamanın Peyzaj Mimarlığı konusunda çalışılan alanlarının çok kapsamlı olmasından ötürü sadece mikro havza bazlı peyzaj değerlendirmesi ile ilişkili kullanım alanları üzerinde durulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmanın yöntem kurgusu.

Bulgular ve Tartışma

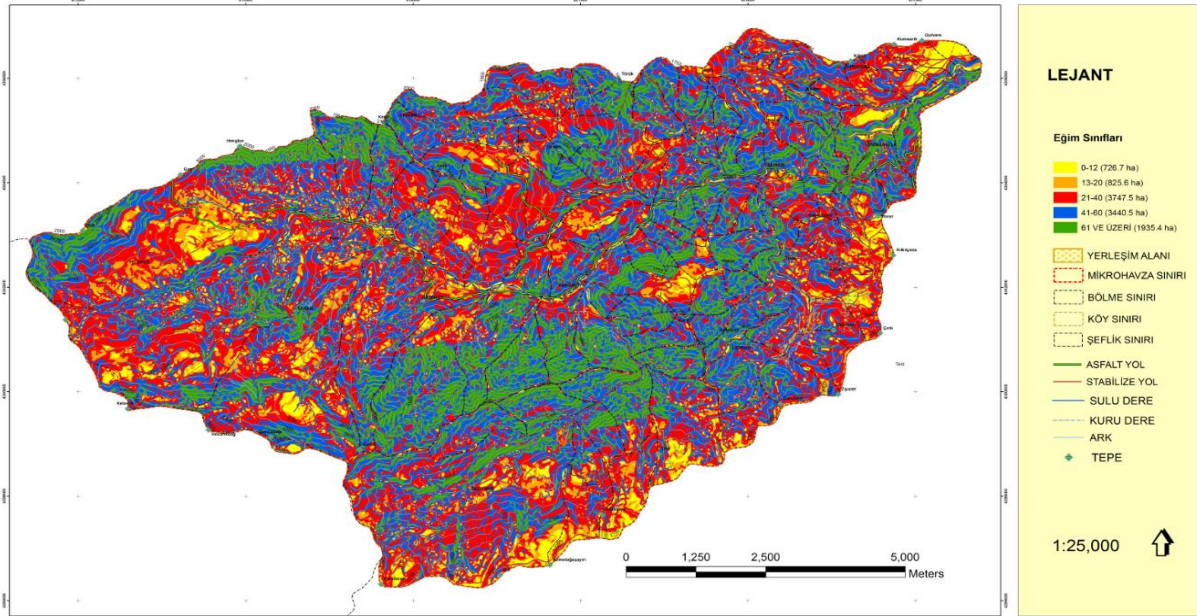
1950'li yıllarda Avrupa'da peyzaj planlama çalışmaları şeffaf haritaların çıkartılması temeline dayalı iken 1960'lı yıllarda peyzaj planlama yöntemlerinin geliştiği görülmektedir. Peyzaj planlama yöntemlerindeki gelişim ile birlikte ekolojik tabanlı yöntemler, ekosistem kavramının peyzaj planlamada kullanımının nasıl olacağı ve

havzayı temel alan planlama çalışmalarının gerekliliğini ortaya koymuştur (Ortaçesme, 2007).

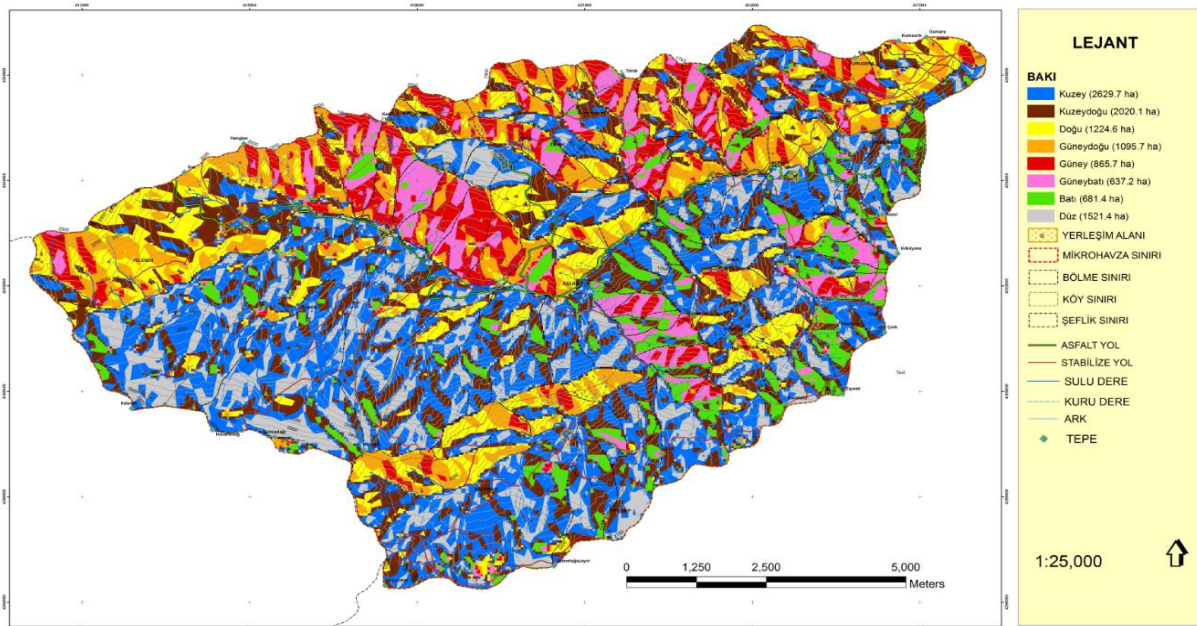
Mikro havzanın genel olarak yeterli bir drenaj ağına sahip, dere sıklığı değerinin 1.18, drenaj yoğunluğunun 3.25 olduğu, havza genişliğinin 9.93 km ve havza uzunluğunun ise 16.51 km olduğu belirlenmiştir. Mikro havza yükseltisi 1150-2500 m arasında değişmekte olup

ortalama yükseltisi 1650 m olarak belirlenmiştir. Rakımı 1988-2040 m arasında bulunan Bingöl Haserek kayak merkezine komşu olan mikro havzanın Yelesen köyü zirvesi 2250-2500 m rakım aralığında, mikro havza sahasının %5.59'uyla (596.7

ha) kayak turizmine alternatif bir alan olarak değerlendirildiğinde hem kayak turizmi, hem de bölge halkı açısından Bingöl iline önemli katkılar sağlayacaktır.



Şekil 3. Çapakçur Mikro Havzası eğim haritası.

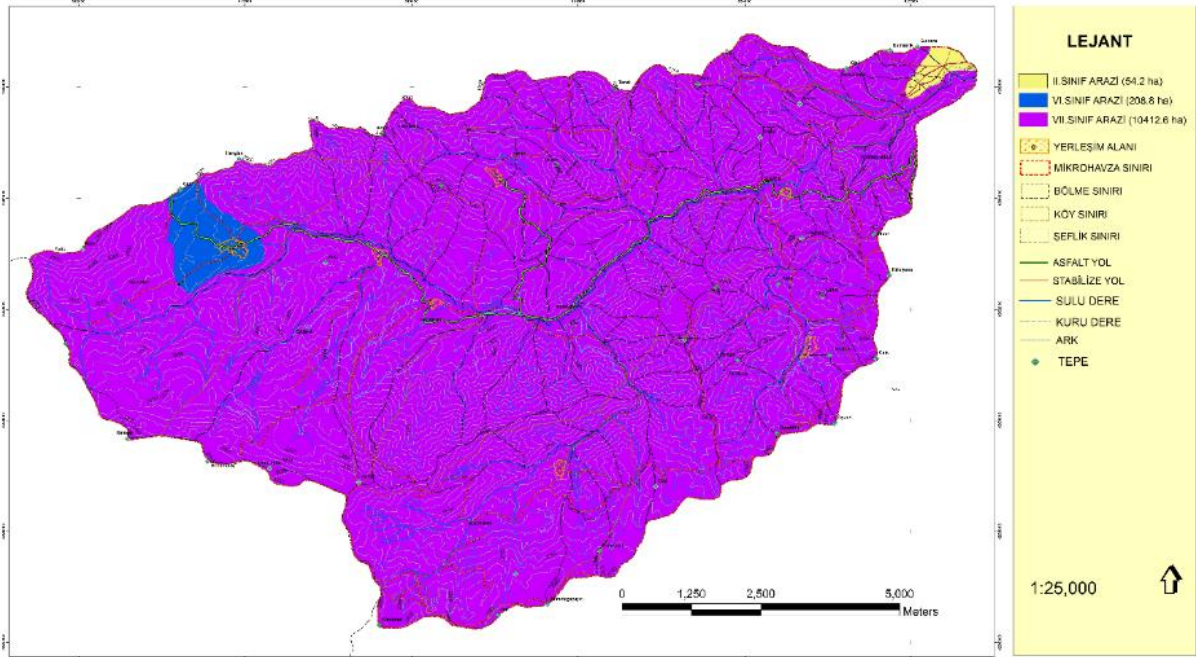


Şekil 4. Çapakçur Mikro Havzası baki haritası.

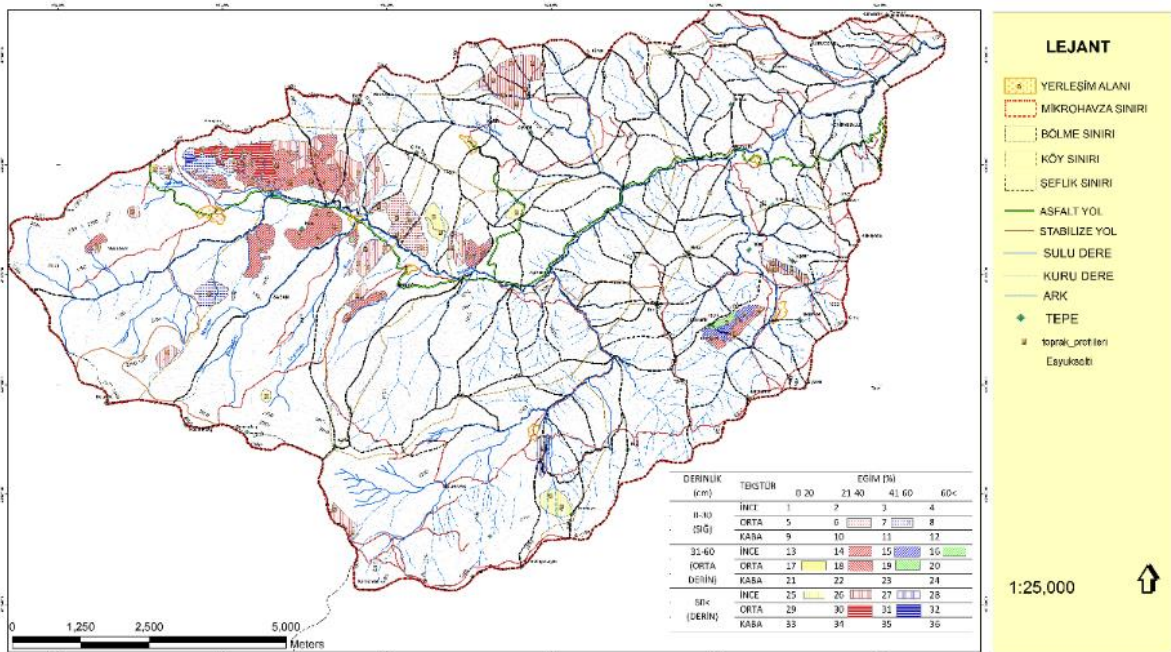
Mikro havzanın genel olarak engebeli bir topoğrafik yapıya sahip olduğu görülmektedir. Çalışma alanının %40 eğim üzerinde olan alanın mikro havza alanının %50'sinin üzerinde olduğu ve tarımsal faaliyetlerin dikkatli ve kontrollü yapılması gereken alanların (%0-20 eğim aralığı) ise toplamda %14.54'ünü oluşturduğu görülmektedir (Şekil 3).

Engelibeli bir topoğrafik yapıya sahip olan mikro havzanın baki haritası oluşturulmuştur. Baki haritasına bakıldığında havzanın Kuzey-Güney yönünde geliştiği ve genel olarak tüm bakıların dengeli bir şekilde dağıldığı gözlemlenmektedir. CBS ortamında yapılan analizlerle mikro havzada en fazla 2629.7 ha ile kuzey yöneyinin hâkim olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte güney

yöneyinin hâkim olduğu alan miktarı 1095.7 ha olarak belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 5. Çapakçur Mikro Havzası arazi kullanım kabiliyet haritası.



Şekil 6. Çapakçur Mikro Havzası toprak haritası.

Arazi kabiliyet sınıfları haritasına bakıldığında ağırlıklı olarak VII. sınıf araziye sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5). VII. sınıf araziler çok şiddetli kısıtlamalar nedeniyle toprak koruma ve amenajman çalışmalarına dahi izin veremeyecek durumda olabilen arazilerdir. Bu nedenle doğal bitki örtüsünün korunması dışında herhangi bir amenajman işlemine izin vermezler. Sarp veya çok sarp eğimli, çok sığ, çok şiddetli erozyona maruz, çok şiddetli taşlılık, tuzluluk, alkalilik veya drenaj

sorununa sahip topraklardır (Gündoğan ve ark. 2008; Meral ve ark. 2019). Arazi kabiliyet sınıfları haritasında da görüldüğü üzere tarımsal alan olarak fazla bir alana sahip olmayan Çapakçur Mikro Havzası'nda sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmek için peyzaj değerlerinin üzerinde durulması ve gerekli planlamaların yapılarak rekreasyonel açıdan alanın geliştirilmesi daha uygun olacaktır.

Çapakçur Mikro Havzası'nda toplam 24 toprak profili ve 79 inceleme noktasından örnekleme yapılmıştır. Mikro havzada toprak tekstürü genellikle kumlu tın sınıfta olup toprak işleminde herhangi bir sorun bulunmamaktadır (Şekil 6). Eğimli ve dere yatağına yakın alanlarda kumlu yapı hakimken, orta eğimli alanlarda ise tınlı topraklar egemendir. Çalışma alanının büyük bir bölümünde çok derin topraklar bulunmaktadır (>120 cm). Ancak erozyona maruz kalan özellikle

yüksek eğimli alanlarda topraklar sıdır. Yer yer ana kayanın yüzeye çıktığı noktalar gözlemlenmiştir.

CBS ortamında eğim, toprak derinliği ve toprak tekstür özellikleri birlikte analiz edilmiştir. Buna göre mikro havzada en fazla eğimi %20-40 aralığında, bünyesi tınlı ve derinliği orta derecede olan topraklar bulunmaktadır.

Mikro havza projelendirmesi kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda sahada belirlenen başlıca sorunlar ve uzman kişilerce geliştirilen çözüm önerileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mikro havzada belirlenen sorunlar ve çözüm önerileri.

| Mikro havzada belirlenen sorun | Sorunun kaynağı | Getirilebilecek çözüm önerileri |
|--------------------------------------|--|---|
| Rekreasyon alanlarının planlanmaması | Finansal yetersizlik, uzman azlığı | <ul style="list-style-type: none"> • Ekoturizm planlamaları • Agro-turizm planlamaları • Kış turizmi planlamaları • Yayla turizmi planlamaları |
| Meşe ormanlarının verimsizliği | Bilinçsiz kullanım | <ul style="list-style-type: none"> • Meşe Islah Çalışmaları • Canlandırma kesimleri • Yeni dikimler |
| Erozyon | İklim | <ul style="list-style-type: none"> • Sınai tesislerin yapımı • Şev ağaçlandırmaları |
| Bozuk ormanlar | Bilinçsiz kullanım | <ul style="list-style-type: none"> • Bozuk orman ağaçlandırmaları • Şev ağaçlandırmaları |
| Sel-heyelan-taşkın | İklim ve yağışlar | <ul style="list-style-type: none"> • Sınai tesislerin inşası • Şev ağaçlandırması |
| Sulama yapıları | Sulama kanalları | <ul style="list-style-type: none"> • Mevcut kanalların onarılması • Gereklı hallerde yeni kanalların inşası |
| | Sulama havuzları | <ul style="list-style-type: none"> • Mevcut havuzların onarılması • Gereklı hallerde yeni havuzların inşası |
| Sürdürülebilirlik | Su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametrelerinin ölçülmesi | <ul style="list-style-type: none"> • Zaman ve topografik şartlara bağılı olarak su kaynaklarında meydana gelebilecek değışimlerin ölçülmesi su kullanılabilirliğı hakkında planlar yapılmasına olanak sağlayacaktır. |
| Meraların verimsizliğı | Bilinçsiz otlatma | <ul style="list-style-type: none"> • Mera amenajman planlarının hazırlanması • Mera ıslah çalışmalarının yapılması |
| Mera yolları | Finansal yetersizlik | <ul style="list-style-type: none"> • Mera yollarının rehabilite edilmesi, gereklı hallerde yeni yolların açılması |
| Yetersiz tarım ürünleri | Eğitim eksikliğı | <ul style="list-style-type: none"> • Mikro havzada yetişebilecek yeni türler için adaptasyon çalışmalarının yapılması • Modern tarıma geçiş için halkın bilinçlendirilmesi |
| Ekoloji ve doğal kaynak tahribatı | Eğitim eksikliğı | <ul style="list-style-type: none"> • Gereklı ısı ve elektrik enerjilerinin sağlanması için doğal ve yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesi |

Çakçı ve Çelem (2009)'da yaptıkları araştırmada, peyzaj algısına dayalı olarak, hem kullanıcı görüşlerini hem de uzman değerlendirmelerini dikkate alan bir yöntem geliştirmiş ve peyzaj algısını sadece görsel boyutta ele almıştır. Yapılan bu araştırmada ise yine kullanıcı ve uzman görüşleri kullanılarak havza bazlı peyzaj algısı rekreasyonel, ekonomik ve görsel boyutta ele alınmıştır.

Uzun ve Yılmaz (2009)'da yaptıkları araştırmada havzada oluşturulacak ekolojik birimlere dayalı ekolojik analizlerin, alanın tanımlanmasında nasıl yer alacağı ve bu verilerin fiziksel planlama amacı için "Peyzaj Kırılgenliği" kavramı altında nasıl bütünleşeceğinin gösterilmesini amaçlamıştır. Yapılan bu araştırmada ise fiziksel planlama için mikro havza kullanıcılarının görüşleri alınmış ve peyzaj kırılgenliği bu görüşler doğrultusunda belirlenip planlama stratejileri oluşturulmuştur.

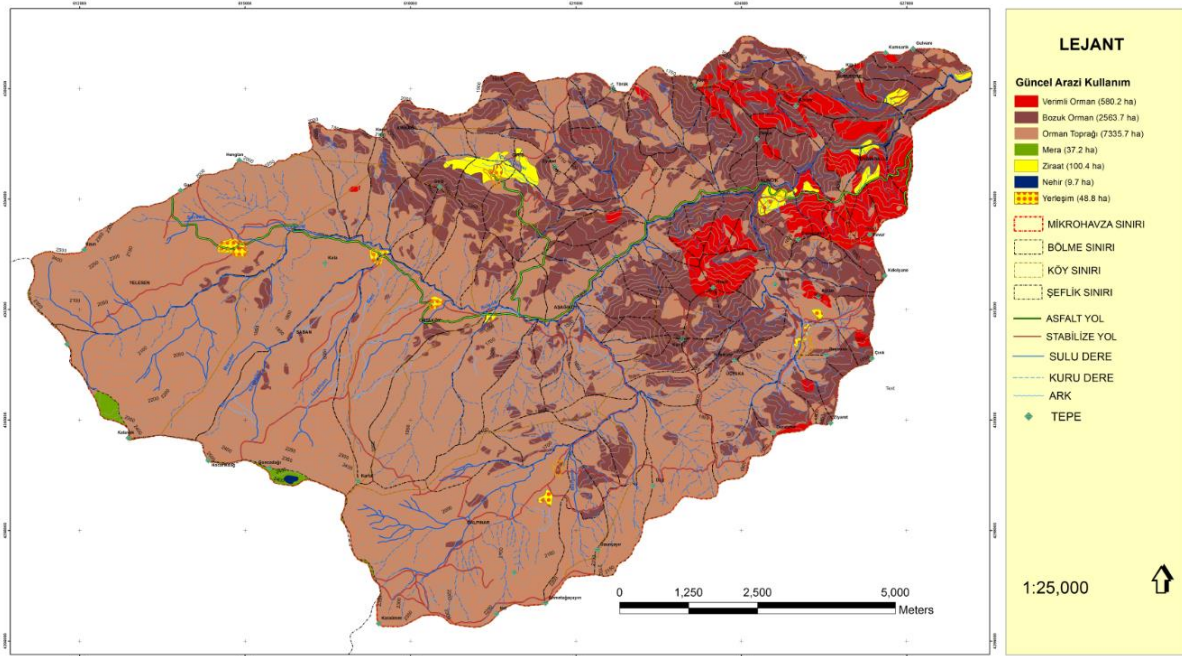
Polat ve Önder (2006)'da yaptıkları çalışmada Karapınar ilçesi çevresindeki peyzaj özelliklerini, coğrafi bilgi sistemleri ve yerinde gözlem-anket çalışmaları ile sadece ekoturizm kullanımı açısından değerlendirmiştir. Yapılan bu araştırmada ise yine aynı yöntemler kullanılarak hem turizm (ekoturizm-agroturizm), hem de

ekolojik ve ekonomik peyzaj açısından değerlendirmeler yapılmıştır.

Ayrıca araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda doğal kaynak verileri ile kullanıcı ilişkileri değerlendirilmiş ve planlama kararları bu yönde geliştirilmiştir. Yapılan bölgeleme çalışmaları (bölge sınırları köy sınırları ile çevrelenmiştir) ile planlama kararlarının tanımlanan her bölge için farklı koşullar altında geliştirilmesi planın uygulanabilirliğinin artırılması, etkin bir kullanım için zemin hazırlaması hedeflenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Peyzaj planlama çalışmalarında Uzaktan Algılama yöntemleri, mevcut floranın belirlenmesinde, farklı yıllarda peyzaj özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesinde, peyzaj içindeki süreçlerle birlikte ele alındığında mevcut peyzajda meydana gelen değişimlerin daha iyi anlaşılmasının sağlanmasında önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye'de 1990'lı yılların başlarından itibaren UA yöntemlerinin kullanımı da artmaya başlamıştır. Son yıllarda bilişim sektöründe ve teknolojide meydana gelen gelişmelerle birlikte uydu görüntülerinin işlenmesi ve yorumlanmasına ilişkin teknikler çoğalmış ve eskiye nazaran daha da kolaylaşmıştır (Uzun ve ark., 2010).



Şekil 7. Çapakçur Mikro Havzası mevcut arazi kullanımı haritası.

Sınırları içerisinde barındırdığı Şaban Köyü sınırları içerisindeki Gerindal Gölü ve Balpınar Köyü sınırları içerisindeki Kız Gölü ile Balpınar Köyü'nde kurulan bal ormanı ve çiçekleri bakımından zengin yaylaları, sınırları içerisinde yer alan Haserek Kayak

Merkezi ve geniş orman arazileri mikro havzanın görsel açıdan en etkili alanları olmakla birlikte mikro havzanın genelinde kamp yapmak için uygun orman içi açıklıklarında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlar manzara izleme, kayak,

trekking, doğa yürüyüşleri, dağ bisikleti parkurları ve kamp yapma gibi olanaklara sahiptir. Yelesen Mevkii mikro havzanın en üst kotu olduğundan yayla turizmi için oldukça önemli bir alan teşkil etmektedir. Bingöl İli'nin en önemli turizm merkezlerinden birisi olan Haserek Kayak Merkezine yakınlığıyla dikkat çeken, zengin su kaynakları ve doğal güzelliklere sahip, mikro havzanın en üst kotunda yer alan Yelesen Köyü yapılacak yayla evleriyle yazın yayla turizmine, kışın ise kayak turizmine hizmet edebilecek kapasitede bir alan olarak göze çarpmaktadır.

Mevcut durumuna bakıldığında hem doğal kaynakların kullanımı hem de rekreasyonel açıdan üst seviyedeki alanların henüz tespit edilmiş olamaması bakımından Çapakçur mikro havzası gerekli önemi ve değeri görememektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda mikro havza sakinlerinin sosyal alanlar istedikleri ancak gerek finansal yetersizlikler, gerekse bölgedeki uzman kişi azlığı nedeniyle taleplerinin karşılanamadığı alınan sonuçlar arasındadır.

Yapılan arazi çalışmaları ve haritalamalar sonucunda alanın mevcut kullanım durumu belirlenmiş olup planlamalar bu duruma göre netlik kazanmıştır (Şekil 7).

Mevcut arazi kullanımı haritasına bakıldığında mikro havza toplam alanının %24.01'i bozuk orman, %0.35'i mera, %0.09'u nehir, %68.71'i orman toprağı, %5.43'ü verimli orman, %0.46'sı yerleşim ve %0.94'ü ise ziraat alanı olarak kullanılmaktadır.

Yapılacak olan rekreasyonel planlamalar sonucunda Çapakçur mikro havzası her mevsim turizme katkı verecek potansiyele sahip olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle kayak turizmi, agro-turizm ve günümüzde popülaritesi oldukça yüksek olan yayla turizmi konuları bakımında zengin alanlara sahip olan Çapakçur mikro havzası'nda özellikle orman varlığı ve endemik bitki türleri açısından zengin olan bölgelerinde yapılacak olan rekreasyonel faaliyetlerin, alanın bugünkü mevcut doğal kaynak değerlerine ve bu değerlerin sürdürülebilirliğine zarar vermeyecek şekilde planlanması gerekmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Araştırma sonucunda yapılan alt planlar ve hedefler.

| Alt plan | Ana amaçlar | Hedefler |
|--------------------------|---|---|
| Turizm ve rekreasyon | Alanın turizm açısından geliştirilmesi ve bölge halkına ekonomik katkı sağlayacak şekilde planlanması | <ul style="list-style-type: none"> • Uygulanabilecek her türlü faaliyetin belirlenmesi • Mevcut yapılan faaliyetlerin geliştirilmesi • Mikro havza mevcut durumunun güncellenmesi ile rekreasyon alanlarının tespiti |
| Ormancılık | Meşe sahalarının ıslah edilmesi ve bozuk orman ağaçlandırmalarının ekolojik bütünlük içerisinde planlanması | <ul style="list-style-type: none"> • İl Kültür Müdürlüğü ile işbirliği yapılması • Çalışma sahalarının belirlenmesi • Orman alanları ve doğal ekolojide oluşabilecek değişimlerin izlenmesi |
| Tarım-sulama | Mevcut problemler doğrultusunda mikro havza halkına gelir sağlayacak şekilde tarım alanları ve tarımsal yapıların revize edilmesi | <ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durum analizi yapılması • Tarım alanlarının verimli olabileceği ürünlerin araştırılması ve adaptasyon çalışmaları |
| Enerji | Doğal kaynak tahribatının azaltılması | <ul style="list-style-type: none"> • Tarımsal yapıların iyileştirilmesi • Yöre halkına gerekli katkıların sağlanarak ısı, elektrik ve sıcak su ihtiyacı için doğal kaynak tahribatının önlenmesi |
| Eğitim ve bilinçlendirme | Doğal kaynak tahribatının zararlarını ve ekolojik dengeyi tanıtabilme | <ul style="list-style-type: none"> • Bölge halkına gerekli eğitim ve bilinçlendirme programlarının verilmesi • Tarımsal eğitimler ile yöre halkına kazanç sağlanması |
| İzleme-değerlendirme | İzleme değerlendirme sistemlerinin kurulması | <ul style="list-style-type: none"> • Veri güncelliğinin sağlanması • Alanda gerekli bilimsel çalışmaların yapılması • Yapılan çalışmalar neticesinde olumlu veya olumsuz verilerin incelenerek gerekli önlemlerin alınması |

Çapakçur Mikro Havzası'nın zengin doğal kaynaklarının ve rekreasyonel potansiyelinin sürdürülebilir kullanımının mümkünatı, alanın ekolojik bütünlüğünün bozulmadığı ve mevcut habitatların korunduğu bir planlama disipliniyle gerçekleştirilebilir. Diğer yandan yapılacak toprak koruma tedbirleri gibi çalışmalar eğimli alanlarda kendini gösteren toprak kayıplarının azaltılmasına katkı sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, International Fund for Agricultural Development (IFAD), Elazığ Orman Bölge Müdürlüğü ve Bingöl Orman İşletme Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Acar, C. 2004. Peyzaj Mimarlığında Ekolojik Restorasyon/Rehabilitasyon Çalışmaları ve Önemi, KTÜ Orman Fakültesi, Bahar Yarıyılı Seminerleri, 8 : 233-241, Trabzon.
- Acar, C., Kalın, A., Çakır, G. 2011. Dağlık Alan Yol Koridorlarının Peyzaj Karakterinin Belirlenmesi: Doğu Karadeniz Bölgesi Ataköy-Sultanmurat-Uzungöl Yol Güzergahı Örneği, 109Y021 TÜBİTAK-ÇAYDAG Projesi Sonuç Raporu.
- Anonim, 2003a. European landscape convention (florence convention); Sythesis of the recieved information concerning summary descriptive note on landscape policies pursued in the council of Europe mamber states, Italy.
- Anonim, 2003b. Avrupa Peyzaj Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun, T.C. Resmi Gazete Sayı: 25141,17 Haziran 2003.
- Anonim, 2004. A new look at the landscape of worcestershire, design and produced by environmantal services worcestershire county council, England.
- Anonim, 2016. Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi Çapakçur Mikro havza Planı, 184s, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Atıl, A., Gülgün, B., Yörük, İ. 2005. Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42 (2): 215-226.
- Atik, M. 2009. Avrupa birliğinde doğanın korunması ve natura 2000, Ankara, Türkiye. Peyzaj Yönetimi, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayını, Yerel Yönetimler Merkezi Yayını, 27: 119-134.
- Bouyoucos, G., J. 1951. A calibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. Agron J., 43: 434-438.

- Çakıcı, I., Çelem, H. 2009. Kent Parklarında Görsel Peyzaj Algısının Değerlendirilmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1): 88-95.
- Çelik, D.,Yazgan, M., E. 2009. Kentsel peyzaj tasarımı kapsamında tarihi çevre yenileme çalışmalarının araştırılması, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3: 235-244.
- Çepel, N. 1988. Peyzaj Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 391, 228s.
- Demir, Y., Demir, A., D., Meral, R., Yüksel, A. 2015. Bingöl Ovası İklim Tipinin Thorntwaite ve Erinç İndisine Göre Belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2(4): 332-337.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Eroğlu, E. 2012. Dağlık alan yol koridorlarında peyzaj karakterini belirleyen doğal bitki kompozisyonlarının tanımlanması; Ataköy – Sultanmurat - Uzungöl yol güzergâhı örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon.
- Forman, R., T. 1995. Land mosaics ecology of landscape and region. Cambridge, U.K., Cambridge University Press, 178s.
- Gündoğan, R., Yüksel, A., Akay, A., E., Bozali, N., Doğan, O. 2008. Arazi Kullanım Planlamasının Erozyon Kontrol Çalışmalarındaki Önemi: Kartalkaya Baraj Havzası Örneği, Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu, 29-30 Nisan 2008, Kahramanmaraş.
- Hersperger, A., M. 1994. Landscape Ecology and Its Potential Application to Planning, Journal of Planning Literature, c. 9 (1): 15-29.
- Koçan, N. 2012. Kütahya-Eskigediz tarihi kent dokusunun peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi, Ordu Üniv. Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1: 81-96.
- Meral, A., Yüksel, A., Demir, Y., Başaran, N., Doğan, T., G., Kaya, S., Eroğlu, E. 2019. Soil Stabilization and Landscape Rehabilitation Studies in Erosion Areas: Capakçur Microcatchment Example, Fresenius Environmental Bulletin, 28(7/2019): 5518-5529.
- Ortaçesme, V. 2007. Avrupa peyzaj planlama bağlamında peyzaj planlama, Avrupa peyzaj sözleşmesinin uygulanması yolunda Türkiye, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 17-20 Mayıs, Ankara.
- Polat, A., T., Önder, S. 2006. Karapınar ve Yakın Çevresi Peyzaj Özelliklerinin Ekoturizm Kullanımları Yönünden Değerlendirilmesi

- Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(40): 53-64.
- Swanwick, C. 2002. Landscape character assessment guidance to for England and Scotland, Prepared on behalf of the countryside agency and Scottish natural heritage, England.
- Swanwick, C. 2006. The role of landscape character assessment in Farming, Forestry and the National Heritage – Towards a more Integrated Future'. Davison, R. and Galbraith, C. (Eds) The Stationery Office, Edinburgh.
- Şahin, Ş., Bilgili, C., Müftüoğlu, V. 2007. Peyzaj Envanteri, Avrupa peyzaj sözleşmesinin uygulanması yolunda Türkiye, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, 17-20 Mayıs, Ankara.
- Uzun, O. 2003. Düzce Asarsuyu havzası peyzaj değerlendirmesi ve yönetim modelinin geliştirilmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Uzun, O. 2009. Peyzaj Ekolojisi, Ankara, Türkiye: Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayını, Yerel Yönetimler Merkezi Yayını, 27: 57-80.
- Uzun, O., Yılmaz, O. 2009. Düzce Asarsuyu Havzası Peyzaj Değerlendirmesi ve Yönetim Modelinin Geliştirilmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1): 79-87.
- Uzun, O.; Karadağ, A., Gültekin, P. 2010. Coğrafi bilgi sistemlerinin ve uzaktan algılamanın peyzaj planlamada kullanımı, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye, 11-13 Ekim.
- Uzun, O., Çiftçioğlu, G., Ç., Nematlı, F., E., İlke, E., F., Açıksöz, S. 2016. Deveopment of Sector Based Ecological Landscape Guides Within The Framework Of European Landscape Convention, Oxidation Communications, 39: 685-698.
- Yılmaz, B. 2006. Bartın ili yakın çevresi peyzaj özelliklerini etkileyen iklim parametrelerinin analizi ve değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9: 33-41.
- Yücel, M., Babuş, D. 2005. Doğa korumanın tarihçesi ve Türkiye'deki gelişmeler. Journal of DOA, 11: 151-175.
- Yüksel, A., Meral, A., Demir, Y., Eroğlu, E. 2018. Yamaç Mikro havzası'nda (Bingöl) Arazi Kullanım Durumunun CBS ile Belirlenmesi ve Agro-Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(3): 236-244.

Araştırma Makalesi

Ardahan Yöresinde Yetişen Kılıç Otu Bitkisinin (*Hypericum perforatum*) Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması

Vesile DÜZGÜNER*, Nurcan ERBİL

Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, 75000, Ardahan

*Sorumlu yazar: vesileduzguner@ardahan.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.06.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 12.09.2019

Kabul Tarihi: 07.11.2019

Özet

Dünyanın birçok yerinde bulunan *Hypericum perforatum* ülkemizde "kılıç otu" ya da "sarı kantaron" olarak bilinmektedir. Türkiye'nin iklimi kılıç otu için oldukça uygundur. Astım, mide ülseri, midede asit fazlalığı, akciğer hastalıkları, damar sertliği ve sinir iltihaplarında da faydalı olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada Ardahan yöresinden toplanan ve Hypericaceae familyasına ait olan kılıç otunun antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Kurutulmuş bitki numunesi etanol ve metanol ile ekstrakte edilmiştir. Kılıç otu etanol ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Yarrowia lipolytica*, *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae*'ya karşı test edilmiştir. Bitkilerin hayati mekanizmalarına katılan glutatyon (GSH) düzeyi spektrofotometrik olarak, toplam antioksidan kapasiteleri (TAK) ise ELISA yöntemi ile ölçülmüştür. Analizler sonucunda kılıç otu metanol ekstraktında etanol ekstraktına oranla daha yüksek antibakteriyel aktiviteye rastlanırken, her iki ekstraktta da antifungal etki gözlenmemiştir. Örnekler GSH düzeyi bakımından çözücülere göre farklılık göstermiştir. Toplam antioksidan kapasite ölçümlerinde ise anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, antioksidan, kılıç otu, *Hypericum perforatum*, glutatyon.

Investigation of Antimicrobial and Antioxidant Effects of Kılıç Otu Plant (*Hypericum perforatum*) in Ardahan Region

Abstract

Hypericum perforatum, which is found in many parts of the world, is known as "kılıç otu" or "sarı kantaron" in our country. The climate of Turkey is the most suitable climate for kılıç otu. It is known to be beneficial in asthma, stomach ulcer, excess acid, lung diseases, and arteriosclerosis and nerve inflammation. In this study the antimicrobial activities and antioxidant capacity of kılıç otu samples which belongs to Hypericaceae family was investigated. The dried plant samples were extracted with ethanol and methanol. Methanol and ethanol extracts of kılıç otu was tested for antimicrobial activity against *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Yarrowia lipolytica*, *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*. The measurements of glutathione (GSH) levels which participate in vital mechanism of plants were done spectrophotometrically and total antioxidant capacity (TAC) was done by ELISA method. The methanolic extract of kılıç otu exhibited higher antibacterial activity than ethanolic extract, but both extracts did not display antifungal effect. GSH levels are various in different solvents. The results showed that the all the studied species have significant results of total antioxidant capacity.

Key words: Antimicrobial, antioxidant, kılıç otu, *Hypericum perforatum*, glutathione.

Giriş

Son yıllarda tıbbi bitkilerde bulunan doğal antioksidanlara ve bitki antimikrobialerine olan

ilgi oldukça artmıştır. Bunun başlıca nedenleri arasında patojen mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesi,

antibiyotiklerin istenmeyen yan etkilere sahip olabilmesi ve oksidatif stresin kanser ve diyabet gibi birçok hastalığın epidemiyolojisinde rol aldığının tespit edilmesidir.

Hypericum perforatum L. (St. John's Wort, SJW), uzun bir farmasötik uygulama geçmişi olan, dünyada yaklaşık 450 tür ile dağılım gösteren geleneksel, çok yıllık bir tıbbi bitkidir (Altun ve ark., 2013). *Hypericum* cinsi Türkiye florasında 89 türle temsil edilmektedir (Davis ve Cullen, 1984). Anadolu'da sarı kantaron, binbirdelik otu, kılıç otu, kanotu, mayasıl otu gibi birçok yerel isimle bilinmektedir (Altun ve ark., 2013). John's Wort'un çiçekli bölümlerinin zeytinyağı özütü depresyon, peptik ülserler, kesikler, yanıklar, dispepsi, karın ağrıları, bakteriyel enfeksiyonlar, migren baş ağrıları ve siyatik ağrısına karşı kullanılan popüler bir halk ilacıdır (Süntar ve ark., 2010). Kılıç otunun antidepresan, antienflamatuar, antiepileptik, analjezik ve yara iyileşmesi etkileri olduğu bildirilmiştir (Dost ve ark., 2009). Günümüzde, hidro-alkolik ekstrele dayanarak formülasyonların yanı sıra lipofilik SJW preparatları, cilt ve deri altı doku bozukluklarının küçük inflamasyonlarının semptomatik tedavisinde de kullanılmaktadır (Heinrich ve ark., 2017).

Reaktif oksijen türleri (ROS) normalde aerobik hücrelerin metabolizmasında meydana gelen birçok redoks işlemi ile üretilir. Bu türler oldukça reaktif ve hücrelere zararlıdır. Yok edilmezlerse proteinler, DNA ve lipidler gibi önemli moleküllere zarar verebilirler. Hücreler, ROS'un zarar verici etkilerini önlemeye yardımcı olan antioksidan enzimler ve nonenzimatik bileşikler de dahil olmak üzere birçok savunma mekanizmasını barındırmaktadır (Silva ve ark., 2005). Oksidatif stres, Alzheimer hastalığı (Behl ve Mosmann, 2002) gibi nörodegradatif bozuklukların gelişiminde önemli bir rol oynayabildiği gibi; kanser, arteriyoskleroz ve romatizma gibi kronik hastalıkların gelişiminde de etkilidir (Halliwell, 1999). Yapılan çalışmalar *Hypericum perforatum* bitkisinin zengin flavonoid içeriğe sahip olduğunu ve antioksidan etkinliğinin serbest radikalleri temizleme, metal şelatı ve serbest radikalleri baskılama şeklinde olabileceğini bildirmişlerdir (El-Sherbiny ve ark., 2003; Zou ve ark., 2004).

Oksidatif hasarı önlemeye yardımcı olabilecek tıbbi ve diyet bitkilerinde bulunan fenoller, yani doğal antioksidanlara ilgi artmaktadır (Zheng ve Wang, 2001). Artan serbest radikal oluşum durumlarında, diyet antioksidanlarının alımı yoluyla endojen antioksidanların takviyesi, oksidatif olarak hasar görmüş moleküllerin kümülatif etkilerinin azaltılmasında özel önem taşıyabilir (Rahiman ve ark., 2013).

Bu bilgiler ışığında çalışmada Ardahan yöresinde yetişen ve halk arasında sıklıkla kullanılan kılıç otu bitkisinin antimikrobiyal ve antioksidan etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kılıç otu örnekleri, Haziran 2017'de Ardahan ili Posof ilçesi Türkgözü köyünün Gürcistan sınırına yakın bölgesinden (Rakım: 1218 m) toplanmıştır. Toz ve toprak kalıntılarında arındırılan bitki örnekleri oda sıcaklığında gölgede kurutulmuş ve mutfak tipi öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiştir.

Ekstraktların hazırlanması

Toz halinde getirilmiş olan bitki örneğinden 10'ar g tartılmış ve üzerlerine ayrı ayrı 300 ml metanol (pi: 6.6) ve 300 ml etanol (pi: 5.2) eklenerek 8 saat boyunca Soxhlet sistemi aracılığıyla ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt, rotary evaporatör (SciLogex RE100-Pro) ile konsantre edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar steril mikrofiltre (0.2 µm gözenek çaplı, Sartorius Minisart® Syringe Filter) ile sterilize edilmiş ve kullanıma kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi

Antimikrobiyal aktivite analizlerinde kılıç otuna ait etanol ekstraktı için disk difüzyon metodu kullanılırken, metanol ekstraktı için agar kuyu difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Collins ve ark., 1989). Test mikroorganizması olarak *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Yarrowia lipolytica*, *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae* kullanılmıştır. Test maddesi olarak herbir ekstraktan 100'er µl kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise Ampicillin disk kullanılmıştır. Petri 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiş ve oluşan inhibisyon zonları dijital kumpas ile ve mm olarak ölçülmüştür. Analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve ortalama değerleri kullanılmıştır.

Biyokimyasal analizler

Glutatyon (GSH) düzeyleri spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür (Sedlak ve Lindsay, 1968). 5,5-dithiobis-2-nitrobenzoic asit ile örneklerdeki GSH'in reaksiyonu ile oluşan son ürün 410 nm'de spektrofotometrik olarak okunmuş ve sonuçlar mmol/l olarak ifade edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasite (TAC) ticari ELISA kiti ile belirlenmiştir. Analiz, ABTS®'ye (2,2'-Azino-di-[3-etilbenzotiazolin sülfonat]), bir peroksidaz (metmyoglobin) ve H₂O₂ ile radikal katyon ABTS®'yi üretmek üzere inkübe edilir. Bu, 600 nm'de ölçülen nispeten sabit mavi-yeşil bir

renge sahiptir. Eklenen numunedeki antioksidanlar, bu renk üretiminin konsantrasyonları ile orantılı bir dereceye kadar bastırılmasına neden olur. Ekstraktların toplam oksidan kapasitesini (TOC) ölçmek için ticari ELISA kiti kullanılmıştır. Numunede bulunan oksidantlar demir iyonu-kenetleme kompleksini ferrik iyona okside eder. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bol miktarda bulunan güçlendirici moleküller tarafından uzatılır. Demir iyonu asidik bir ortamda kromojen ile renkli bir kompleks yapar. Renk dansitesi, örneklerde bulunan toplam oksidan molekül miktarı ile ilgilidir.

Numunelerin fenolik içeriği, Lister ve Wilson (2001) tarafından önerilen yöntem kullanılarak Folin-Ciocalteu reaktifi ile tespit edilmiştir. Bitki ekstraktı (100 µl) 0.2 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ve 2 ml H₂O ile karıştırılmış ve 3 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Karışıma 1 ml %20 sodyum karbonat eklendikten sonra, oda sıcaklığında 1 saat inkübasyondan sonra toplam polifenoller belirlenmiştir. Elde edilen mavi rengin

absorbansı spektrofotometrik olarak 765 nm'de ölçülmüştür. Kuantifikasyon, standart gallik asit eğrisine göre yapılmıştır. Bütün tespitler üç tekrar halinde gerçekleştirilmiştir (n = 3).

İstatistik

İstatistiksel analizler SPSS (versiyon 25) programında yapılmıştır. Sonuçlar "ortalama±SD" olarak sunulmuş olup, p<0.05 değeri anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kılıç otundan elde edilen etanol ve metanol ekstraktlarında belirlenen toplam antioksidan ve oksidan kapasite düzeyleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Metanol ekstraktında belirlenen toplam antioksidan kapasite etanol ekstraktına göre daha yüksek belirlenirken, bu durumun tam tersi olarak daha düşük bir toplam oksidan kapasite değeri tespit edilmiştir. Bu nedenle kılıç otu metanol ekstraktının oksidatif stres indeksi daha düşük çıkmıştır.

Çizelge 1. Kılıç Otunun Toplam Oksidan ve Antioksidan Kapasite Değerleri.

| | Etanol Ekstraktı | Metanol Ekstraktı |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|
| Toplam Antioksidan Kapasite(µmol/L) | 4330 ± 0.0021 | 5460 ± 0.0016 |
| Toplam Oksidan Kapasite (µmol/L) | 15.56 ± 0.07 | 14.46 ± 0.05 |
| Oksidatif Stres İndeksi (µmol/L) | 0.359 ± 0.003 | 0.264 ± 0.009 |

Çizelge 2'de görüldüğü üzere, metanol ekstraktında etanol ekstraktlarına göre daha yüksek oranda GSH içeriği saptanmıştır (sırasıyla, 470.97 mmol/l, 417.41 mmol/l, p<0.05). Ayrıca;

metanol ekstraktının toplam fenolik içeriğinin (1639.66 ± 22.73) etanol ekstraktına oranla (470.33 ± 24.83) yaklaşık 4 kat daha fazla olduğu görülmektedir (p<0.001).

Çizelge 2. Kılıç Otunun GSH ve Toplam Fenolik İçerik Düzeyleri.

| | Etanol Ekstraktı | Metanol Ekstraktı |
|------------------------------------|------------------|-------------------|
| GSH (mmol/L) | 417.41 ± 1.78 | 470.97 ± 9.91 |
| Toplam Fenolik İçerik (mGAE/ g dw) | 470.33 ± 24.83 | 1639.66 ± 22.73 |

Çalışmadan elde edilen antimikrobiyal aktivite sonuçları incelendiğinde (Tablo 3) ise kılıç otu metanol ekstraktının tüm test bakterileri üzerinde değişen oranlarda etki gösterdiği tespit edilirken, etanol ekstraktının kullanılan test mikroorganizmalarından sadece *Pseudomonas*

aeruginosa ATCC 9027'ya karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Öte yandan, metanol ve etanol ekstraktlarının her ikisinin de test mikroorganizmaları üzerinde antifungal aktivite sergilemediği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kılıç Otunun Antimikrobiyal Aktivitesi.

| Bakteri | Etanol Ekstraktı (mm) | Metanol Ekstraktı (mm) | Ampicillin (mm) |
|---|-----------------------|------------------------|-----------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 | - | 23.31±0.51 | 10.10±0.61 |
| <i>Bacillus megaterium</i> | - | 18.07±0.11 | 9.58±0.41 |
| <i>Escherichia coli</i> | - | 20.46±0.78 | 9.30±0.48 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027 | 13.28±2.69 | 19.77±1.07 | 11.71±0.97 |
| <i>Yarrowia lipolytica</i> | - | - | - |
| <i>Candida albicans</i> | - | - | - |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | - | - | - |

Çalışmamız Ardahan yöresinde yetişen kılıç otu bitkisinin antimikrobiyal ve antioksidatif etkileri üzerine odaklanmaktadır. Alt türler, habitat ve büyüme koşulları gibi çeşitli faktörler kimyasal bileşim üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Nitekim, bazı çalışmalar morfolojik karakterlerin değişkenliğini, çeşitli alt türlerin ortaya çıkmasına neden olduğunu ve aynı zamanda sınırlı alanlarda bulunan popülasyonlardaki kompozisyondaki değişiklikleri bildirmiştir (Marelli ve ark., 2014). *H. perforatum* özütlerinin fenolik içeriğinin yüksek olmasından dolayı antioksidan aktivitesinin fazla olduğu düşünülmektedir. Ancak bu antioksidan aktivitesinden hangi fenolik içerik sınıfının sorumlu olduğu tam olarak saptanamamıştır (Orsic ve ark., 2011).

Çalışmamızda metanolik ve etanolik ekstraktlarda yüksek düzeyde antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerik tespit edilmiştir. Ancak İtalya'da *Hypericum* spp. türlerinde antioksidan/antiradikal aktivite için yapılan taramalarda, test edilen tüm metanol-aseton ekstraktlarının, hafif ile orta dereceli bir antioksidan aktivite sergileyen farmakolojik olarak önemli bileşikler içerdiği saptanmıştır (Sagrati ve ark., 2008).

Hypericum perforatum'un antioksidan aktivitesini değerlendiren bir çalışmada, SJW özütlerinin, feokromositoma hücre hattında H₂O₂ kaynaklı oksidatif hasarı inhibe ettiğini göstermiştir. Ayrıca, Fe²⁺/askorbat kaynaklı sıçan beyin korteksi mitokondrisindeki lipid peroksidasyonunu da engellediği saptanmıştır (Benedi ve ark., 2004). Rotenon ile tedavi edilen sıçan beyni homojenatları üzerinde standartlaştırılmış SJW (4 mg/kg, i.p.) uygulanan başka bir çalışma, oksidatif stres kaynaklı nörodejenerasyon yaşayan yaşlı hastaların tedavisinde kullanılmasını önermiştir (Sánchez-Reus ve ark., 2007).

Karşılaştırmalı bir çalışmada SJW, sentetik antioksidanlardan daha iyi antioksidan etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Etanolik SJW'nin analizi, antioksidan aktivitenin genellikle flavonoidler ve fenolik asitlere atfedilmesine karşın, hiperisin ve hiperforinin de aynı şekilde etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Orcic ve ark., 2011; Silva ve ark., 2005).

Hypericum türlerinin, E vitamini benzeri bir antioksidan aktivitesi gösterdiği ve standartlaştırılmış *Hypericum perforatum* ekstresinin, serbest radikal ve lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği bildirilmektedir (Dost ve ark., 2009).

Çalışmamızda kılıç otu etanol ekstraktının test mikroorganizmalarından sadece *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı antibakteriyel

aktivite sergilediği, buna karşın metanol ekstraktının tüm test bakterilerine karşı antibakteriyel etki gösterdiği gözlenmiştir. Ancak; her iki ekstraktta da antifungal aktivite tespit edilememiştir. Orhan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışma da kılıç otunun antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca; farklı çalışmalar da kılıç otunun lipofilik SJW ekstraktlarının yara iyileştirme etkilerini (Lavagna ve ark., 2001; Orhan ve ark., 2006; Süntar ve ark., 2010) ortaya koymuştur.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak kılıç otu ekstraktlarında test bakterilerine değişen oranlarda antibakteriyel aktivite tespit edilirken, iyi seviyede antioksidan etki belirlenmiştir. Bu durum ise kılıç otunun halk arasında tıbbi amaçlı kullanımı düşünüldüğünde, sağlık destekleyici olarak değerlendirilebilmektedir.

Kaynaklar

- Altun, M.L., Sever Yılmaz, B., Erdogan Orhan, I., Saltan Citoglu, G. 2013. Assessment of cholinesterase and tyrosinase inhibitory and antioxidant effects of *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort). *Industrial Crops and Products*, 43: 87–92.
- Behl, C., Mosmann, B. 2002. Antioxidant neuroprotection in Alzheimer's disease as preventive and therapeutic approach. *Free Radical Biology and Medicine*, 33: 182–191.
- Benedi, J., Arroyo, R., Romero, C., Martín-Aragón, S., Villar A.M. 2004. Antioxidant properties and protective effects of a standardized extract of *Hypericum perforatum* on hydrogen peroxide-induced oxidative damage in PC12 cells. *Life Science Journal*, 75(10): 1263-76.
- Collins, C.M., Lyne, P.M., Grange, J.M. 1989. Antimicrobial sensitivity and assay tests. Collins and Lyne's Microbiological Methods. Butterworths, London.
- Davis, P.H., Cullen, J. 1984. *Hypericaceae*. In: Davis, P.H. (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 10. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 96–103.
- Dost, T., Ozkayran, H., Gokalp, F., Yenisey, C., Birincioğlu M. 2009. The Effect of *Hypericum perforatum* (St. John's Wort) on Experimental Colitis in Rat. *Digestive Diseases and Sciences*, 54:1214–1221.
- El-Sherbiny, D.A., Khalifa, A.E., Attia, A.S., Eldenshary, E.E.D.S. 2003. *Hypericum perforatum* extract demonstrates antioxidant properties against elevated rat brain oxidative status induced by amnestic dose of scopolamine. *Pharmacology*

- Biochemistry and Behavior, 76(3-4): 525-533.
- Halliwell, B. 1999. Establishing the significance and optimal intake of dietary antioxidants: the biomarker concept. *Nutrition Reviews*, 57: 104–113.
- Heinrich, M., Vikuk, V., Daniels, R., Stintzing, F.C. 2017. Characterization of *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort) macerates prepared with different fatty oils upon processing and storage. *Phytochemistry, Letters* 20: 470–480.
- Lavagna, S.M., Secci, D., Chimenti, P., Bonsignore, L., Ottaviani, A., Bizzarri, B. 2001. Efficacy of *Hypericum* and *Calendula* oils in the epithelial reconstruction of surgical wounds in childbirth with caesarean section. *Farmaco*, 56: 451-453.
- Lister, E., Wilson, P. 2001. Measurement of Total Phenolics and ABTS Assay for Antioxidant Activity (personel communication). Crop Research Institute Lincoln, New Zealand.
- Marelli, M., Conforti, F., Toniolo, C., Nicoletti, M., Statti, G., Menichini, F. 2014. *Hypericum perforatum* : Influences of the habitat on chemical composition, photo-induced cytotoxicity, and antiradical activity. *Pharmacological Biology*, 52(7): 909–918.
- Orcic, D.Z., Mimika-Dukic, N.M., Franciskovic, M.M., Petrovic, S.S., Jovin, E.D. 2011. Antioxidant activity relationship of phenolic compounds in *Hypericum perforatum* L. *Chemistry Central Journal*, 5: 34–42.
- Orhan, G., Orhan, I., Sener, B. 2006. Recent developments in natural and synthetic drug research for Alzheimer's disease. *Letters in Drug Design and Discovery*, 3: 268–274.
- Orhan, I.E., Kartal, M., Gülpinar, A.R., Cos, P., Matheussen, A., Maes, L., Tasdemir, D., 2013. Assessment of antimicrobial and antiprotozoal activity of the olive oil macerate samples of *Hypericum perforatum* and their LC-DAD-MS analyses. *Food Chemistry*, 138: 870–875.
- Rahiman, S., Tantry, B.A., Kumar, A. 2013. Variation of Antioxidant Activity and Phenolic Content of Some Common Home Remedies with Storage Time. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, 10(1): 124–127.
- Sagratini, G., Ricciutelli, M., Vittori, S., Öztürk, N., Öztürk, Y., Maggi, Y. 2008. Phytochemical and antioxidant analysis of eight *Hypericum* taxa from Central Italy *Fitoterapia*, 79: 210–213.
- Sánchez-Reus, M.I., Gómez del Rio, M.A., Iglesias, I., Elorza, M., Slowing, K., Benedí, J. 2007. Standardized *Hypericum perforatum* reduces oxidative stress and increases gene expression of antioxidant enzymes on rotenone-exposed rats. *Neuropharmacology*, 52 : 606-616.
- Sedlak, J., Lindsay, R.H. 1968. Estimation of Total protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry*, 25(1): 192-205.
- Silva, B. A., Ferreres, F., Malva, J. O., Dias, A.C.P. 2005. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. *Food Chemistry*, 90: 157–167.
- Süntar, I.P., Akkol, E.K., Yilmazer, D., Baykal, T., Kırmızıbekmez, H., Alper, M., Yeşilada, E. 2010. Investigations on the *in vivo* wound healing potential of *Hypericum perforatum* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 127: 468-477.
- Zheng, W., Wang, S. Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 5165–5170.
- Zou, Y., Lu, Y., Wei, D. 2004. Antioxidant Activity of a Flavonoid-Rich Extract of *Hypericum perforatum* L. *in Vitro*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16): 5032-5039.

Araştırma Makalesi

Yarı Kurak Koşullarda Ekim Zamanlarının Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi

Memet İNAN*

Adıyaman Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, 02400 Kâhta /Adıyaman

*Sorumlu yazar: memetinan@gmail.com

Geliş Tarihi: 19.06.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 15.10.2019

Kabul Tarihi: 07.11.2019

Özet

Ranunculaceae familyasına bağlı çörekotu (*Nigella sativa* L.) çok önemli bir baharat ve tıbbi bitkidir. Bitkinin yarı kurak koşullarda, ekim zamanlarına bağlı olarak tohum verimini belirlemek amacıyla 4 farklı zamanda (kasım, aralık, ocak ve şubat) tohum ekimleri yapılmıştır. Bu amaçla, deneme 2015- 2016 ve 2016-2017 yetiştirme sezonlarında Adıyaman Üniversitesi Kahta MYO uygulama alanında, tesadüf bloklarında 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada Çameli çörekotu çeşidinin tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Bitkilerin su ihtiyacı yağışla karşılanmış, sulama yapılmamıştır. Denemede çeşide ait bitki boyu (24.13- 44.93 cm), dal sayısı (2.67-5.30 adet/bitki), kapsül sayısı (6.08- 11.47 adet bitki⁻¹), kapsüldeki tohum sayısı (51.97- 66.13 adet kapsül⁻¹), bin tohum ağırlığı (2.50- 2.64 g) ve tohum verimleri (31.49- 49.11 kg/da) belirlenmiştir. Ekim zamanına bağlı olarak, ekimin gecikmesiyle birlikte, incelenen tüm özelliklerde azalmaların olduğu saptanmıştır. Bu nedenle yarı kurak koşullarda, sulama imkânının olmadığı durumlarda, sonbahar ilk yağışlarından hemen sonra ekimlerin, kasım ayı içerisinde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çörekotu, ekim zamanı, *Nigella sativa*, yarı kurak koşullar.

Effect of Sowing Dates on Yield and Yield Characteristics Black Cumin (*Nigella sativa* L.) in Semi-Arid Conditions

Abstract

Seeds have been sown at 4 different times (November, December, January and February) to determine the seed yield of plant in semi-arid conditions. For this purpose, the experiment has been carried out with 3 replications according to randomized block experiment design in Adıyaman University Kahta Vocational School Research and Application area in 2015- 2016 and 2016- 2017 yield seasons. In this study, seeds of Çameli black cumin seed have been used as a material. Water needs of plants have been met with precipitation, irrigation has not been done. In the experiment, plant height (24.13- 44.93 cm), number of branches (2.67- 5.30 number/plant), number of capsules (6.08- 11.47 number/plant), number of seed per capsule (51.97- 66.13 number/capsule), thousand seeds weight (2.50- 2.66 g) and seed yields (31.49- 49.11 kg/da) have been determined. Depending on the time of sowing, with the delay of sowing, there is decrease in all characteristics having been examined. Therefore, in semi-arid conditions, where irrigation is not possible, it is concluded that sowing should be carried out in November immediately after the first rainfall.

Key words: Black cumin, sowing time, *Nigella sativa*, semi-arid conditions.

Giriş

Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Ranunculaceae familyasından değerli bir ilaç ve baharat bitkisidir. Doğu Akdeniz, Güney Avrupa veya Ön Asya kökenlidir (Baydar, 2013). Bitki tohumlarının ve

tohumlardan elde edilen ekstraktların soğuk algınlığını ve oksidasyonu önleyici, kan basıncını düşürücü, iltihap kurutucu, mikrop ve tümör öldürücü, süt arttırıcı, sinek kovucu ve diyabete karşı kullanıldığı bildirilmektedir (Siddiqui and

Sharma, 1996;, D’Antuono ve ark., 2002; Tembhurne ve ark., 2014).

Bitkisel üretimde verim ve kaliteli tohum üretimi açısından ekim zamanı büyük önem taşımaktadır. Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda, ekim zamanının gecikmesiyle birlikte bitkilerin erken olgunlaşmaya çalıştığı, erken çiçek oluşumuyla birlikte erken döllenmenin olduğu, daha küçük şemsiyelerin olduğu, bu şemsiyelerdeki tohum sayısının azaldığı ve buna bağlı olarak verimin düştüğü bildirilmektedir (Kaleem ve ark., 2011; Moosavi, 2014; Sharangi ve Roychowdhury, 2014). Özel ve ark. (2002) *N. sativa* ve *N. damascena* türleri ile Şanlıurfa koşullarında yaptıkları çalışmada her iki tür içinde kasım ayı ortalarında ekimlerin yapılması gerektiğini ve bu ay içerisinde yapılan ekimlerden yüksek oranda tohum verimi (35.86-40.62 kg/da) alındığını saptamışlardır. Benzer ekolojik koşullarda yapılan bir çalışmada da kasım ayında yapılan ekimlerin (103.7-126.5 kg/da), şubat ayında yapılan ekimlerinden (62.9-69.2 kg/da) yaklaşık iki kat daha fazla tohum verimi alındığı bildirilmektedir (Kızıl ve ark., 2008). Mısır koşullarında çörekotu ekim zamanının ekim ayından, kasım ayına sarkması durumunda, incelenen tüm özelliklerde azalmaların olduğu bunun da tohum verimini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (El-Mekawy, 2012). Haq ve ark. (2015) Bangladeş’te çörekotunda ekim zamanının ekim ayından, aralık ayına sarkmasıyla kapsül sayısının, kapsüldeki tohum sayısının, bin tane ağırlığının ve bunlara bağlı olarak tohum verimlerinin önemli ölçüde azaldığını saptamışlardır. Aydın ekolojik koşullarında Kılıç ve Arabacı (2016) tarafından yürütülen çalışmada tohum verimi (80.50 kg/da) için en uygun ekim zamanının ekim ayı ortalarında olduğu

belirlenmiştir. Yukarıdaki çalışmalar göz önüne alındığında çörekotunda tohum veriminin, yetiştirildiği ekolojik faktörler, toprak koşulları, kullanılan çeşitler, ekimlerin kışık veya yazlık yapılması, kuru veya sulu koşullarda yetiştirme, gübreleme, ekim sıklığı gibi kültürel uygulamalardan önemli ölçüde etkilendiğini söyleyebiliriz.

Ülkemizde 2015 verilerine göre 4681 dekarlık alanda 425 ton çörekotu üretimi yapıldığı, buna karşılık aynı yıl 2898 ton çörek otu ithalatının gerçekleştiği bildirilmektedir (Temel ve ark., 2018). Oysaki ülkemizin iklimsel özellikleri ele alındığında ihtiyacımız olan çörekotunun tamamını üretebilme potansiyeline sahip olduğumuz sonucu ortaya çıkmaktadır. Yarı kurak iklim şartlarına sahip alanlarda sulama imkanı yoksa, yetiştirilebilecek bitki türü sayısı önemli ölçüde azalmakta ve ekimler mecburen kışık olarak yapılmaktadır. Özellikle bu tip ekolojik bölgelerde suyu etkin kullanabilen bitkiler tercih edilmelidir. Bu bitkilerden bir tanesi de çörekotudur. Bölgemizde çörekotu tarımı yapılmamakla birlikte, yöre çiftçisi bitkiyi tanımamaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak, yağışa bağlı olarak çörekotunun bölgede yetiştirilmesini ve ekimin gecikmesiyle verimin nasıl etkileneceğini saptamak amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemede Çameli çörekotu çeşidinin (*Nigella sativa* L.) tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Deneme alanı toprakları orta derinlikte olup, az kireçli sınıfında, organik madde içerikleri orta düzeyde ve çözünür tuz içerikleri çok azdır (Çelik ve Akça, 2017). Çalışmanın yapıldığı aylara ait iklimsel özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü aylar ve uzun yıllar ortalamalarına ait yağış ve sıcaklık değerleri.

| Aylar | Ortalama sıcaklık (°C) | | | | Yağış miktarı (mm) | | | |
|---------|------------------------|------|------|-------------|--------------------|-------|------|-------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | Uzun yıllar | 2015 | 2016 | 2017 | Uzun yıllar |
| Kasım | 12.9 | 11.5 | 12.0 | 11.8 | 54.2 | 52.6 | 62.8 | 83.9 |
| Aralık | 8.0 | 4.0 | 9.0 | 6.5 | 40.2 | 135.8 | 43.6 | 112.3 |
| Ocak | 4.8 | 2.9 | 3.5 | 4.6 | 176.8 | 137.8 | 45.4 | 124.0 |
| Şubat | 6.5 | 9.8 | 5.6 | 5.8 | 160.1 | 80.8 | 0.8 | 103.9 |
| Mart | 9.6 | 11.6 | 11.0 | 10.0 | 117.1 | 28.0 | 89.9 | 78.9 |
| Nisan | 13.6 | 18.5 | 14.7 | 15.3 | 42.8 | 25.2 | 71.2 | 56.1 |
| Mayıs | 21.0 | 20.8 | 20.4 | 20.7 | 13.8 | 21.0 | 33.4 | 29.8 |
| Haziran | 26.4 | 27.8 | 27.7 | 27.0 | 1.8 | 17.4 | 14.2 | 8.4 |

Denemenin ilk yılında aralık ve ocak ayında düşen yağışlar (sırasıyla 135.8 ve 137.8 mm) uzun yıllar ortalamasından yüksek olurken, ikinci yılda aynı aylarda düşen yağışlar yaklaşık üç kat daha düşük olmuştur. Ancak, ikinci yıl mart (89.9 mm) ve nisan (71.2 mm) aylarında uzun yıllar ortalamasından daha yüksek düşen yağışlar tohum verimine olumlu etki yapmıştır. İkinci yıl nisan ve

mayıs aylarındaki yüksek yağışlar, hasatların 5- 6 gün daha geç yapılmasına neden olmuştur. Deneme yıllarında bitki yetiştiriciliği açısından sıcaklık değerleri olumsuz bir etki yaratmamakla birlikte en düşük ortalama sıcaklıklar her iki yılda da ocak ayında sırasıyla 2.9 ve 3.5 °C olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ortalamalarına göre en

düşük sıcaklıklar aralık (-7.2 °C), ocak (-6.8 °C) ve şubat aylarında (-8.8 °C) gerçekleşmektedir.

Bölge şartlarında uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla, Adıyaman Üniversitesi Kahta Meslek Yüksekokulu uygulama alanında, 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştirme sezonlarında, tesadüf bloklarında üç tekerrürlü olarak, 3 x 2.4 m ebatlarında parseller oluşturulmuş, 30 cm sıra aralığında 1.5 kgda⁻¹ tohumluk gelecek şekilde 4 farklı zamanda, kasım, aralık, ocak ve şubat

aylarında, yağış durumuna bağlı olarak ekimler elle yapılmıştır. Her ekimden önce, saf etkili madde üzerinden 5 kgda⁻¹ fosfor gelecek şekilde Di Amonium Fosfat gübresi taban gübrelemesi ve çiçeklenmeden önce azot ihtiyacını karşılamak üzere geri kalan Amonium Nitrat yağışlardan önce üst gübre (4 kg/da saf azot) olarak verilmiştir. Deneme alanındaki yabancı otlar çapayla deneme alanından uzaklaştırılmıştır. Alınan gözlemler ve yapılan işlemler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Yarı kurak koşullarda ekim zamanlarının çörekotunda (*Nigella sativa* L.) tohum verimine etkisine ait alınan gözlemler ve yapılan işlemler.

| | Ekim zamanı | Ekim tarihi | İlk çıkış | Üst gübre | Çiçeklenme | Hasat |
|---------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Kasım | 1.Yıl | 25.11. 2015 | 18.12.2015 | 09.02.2016 | 15.04.2016 | 26.05.2016 |
| | 2.Yıl | 19.11.2016 | 19.12.2016 | 25.01.2017 | 17.04.2017 | 02.06.2017 |
| Aralık | 1.Yıl | 25.12.2015 | 02.02.2016 | 09.03.2016 | 22.04.2016 | 01.06.2016 |
| | 2.Yıl | 19.12.2016 | 29.01.2017 | 01.03.2017 | 23.04.2017 | 08.06.2017 |
| Ocak | 1.Yıl | 05.01.2016 | 25.02.2016 | 11.04.2016 | 26.04.2016 | 06.06.2016 |
| | 2.Yıl | 18.01.2017 | 23.02.2017 | 23.03.2017 | 25.04.2017 | 10.06.2017 |
| Şubat | 1.Yıl | 19.02.2016 | 03.03.2016 | 11.04.2016 | 01.05.2016 | 12.06.2016 |

Bitkilerin su ihtiyacı yağışla karşılanmış, sulama yapılmamıştır. Hasada gelen bitkilerden, bitkisel özellikleri belirlemek amacıyla, parselleri temsil eden 20 bitki tesadüfen seçilmiştir. Parsellerde kenar tesirleri çıkartıldıktan sonra (2.2 x 1.6 m’lik alanda) hasatlar yapılmış ve parsellerden elde edilen tohum verimleri dekara çevrilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Mstat-C paket programında yapılmış olup, oluşan guruplar EGF’ye (En Güvenilir Fark) göre yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki boyu

Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen çörekotunda bitkisel özelliklere ait, birinci yılda alınan veriler ikinci yıldan daha yüksek olmuştur. Denemenin kurulduğu her iki yılın ve iki yıl ortalamalarına ait değerler Çizelge 3’te verilmiştir. En yüksek bitki boyu değerleri (34.57-44.93 cm) her iki yılda da ilk ekimlerden, en düşük bitki boyu değerleri ise (24.13-26.07 cm) son ekimlerin yapıldığı şubat ayında belirlenmiştir. Bitki boyu değerleri incelendiğinde, bütün ekim zamanlarında, ikinci yıldan elde edilen verilerin, ilk yıldan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumun en önemli nedenlerinden birisinin, ikinci yılda, özellikle bahar yağışlarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. İlk iki ekim zamanından elde ettiğimiz bitki boyu değerleri, Tunçtürk ve ark. (2005), Kızıl ve ark. (2008) Agha ve ark. (2010), Rabbani ve ark. (2011)’larının bildirdikleri değerlerle uyum halindeyken, son iki ekim zamanında tespit ettiğimiz değerler daha düşük çıkmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda ise bitki boyunun 40.78-89.60 cm arasında değiştiği bildirilmektedir (El-Mekawy,

2012; Haq ve ark., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018). Bildirilen bu değerler elde ettiğimiz verilerden oldukça yüksektir. Bu durum, muhtemelen çalışmaların farklı ekolojilerde yapılması, uygulanan kültürel işlemler, ekim zamanları (yazlık- kışlık) ve genotipik farklılıklardan kaynaklanmıştır.

Dal sayısı

Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında, çalışmanın yürütüldüğü yıllarda saptanan dal sayısı değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Bitki başına düşen en yüksek dal sayısı, ilk yıl birinci ekim zamanında 5.30 adet/bitki olarak saptanırken, en düşük dal sayısı değeri her iki yılda da şubat ayında yapılan ekimlerde 2.67 adet/bitki olarak saptanmıştır. Her iki yılda da ekimin gecikmesiyle bitki başına düşen dal sayılarında azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Yarı kurak iklim şartlarında yapılan bazı çalışmalarda dal sayısının 2.44-6.50 adet/bitki arasında olduğu bildirilmektedir (Özel ve ark., 2002; Kızıl ve ark., 2008). Bulgularımız bildirilen bu değerler arasında olup, yapılan bir çok çalışmada bulgularımızdan daha yüksek değerler bildirilmiştir (Tunçtürk ve ark., 2005; Agha ve ark., 2010; Haq ve ark., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016). Ekolojik faktörler bitki büyüme ve gelişimi açısından oldukça önemlidir. Bununla birlikte uygulanan kültürel önlemlerin dal sayısı üzerine etkisi göz önünde tutulmalıdır.

Kapsül sayısı

Çalışmada en yüksek kapsül sayıları ilk ekim zamanı olan kasım ayında belirlenmiştir. İlk ekim zamanı ile son ekim zamanı arasında bitki başına düşen kapsül sayılarında yaklaşık yarı yarıya kadar

bir fark oluşmuştur. En yüksek kapsül sayısı (11.47 adet/bitki) ikinci yıl kasım ayında yapılan ekimlerde saptanırken, en düşük kapsül sayısı (6.08 adet/bitki), en son ekim zamanı olan şubat ayında birinci yıl yapılan ekimlerde belirlenmiştir. Dal sayısında olduğu gibi ekim zamanının gecikmesiyle kapsül sayılarında, kademeli olarak belirgin

azalmalar oluşur. Tüm ekim zamanlarında tespit ettiğimiz değerler Özel ve ark. (2002)'nin bildirdikleri değerlerden yüksek olurken, Tunçtürk ve ark. (2005), Kızıl ve ark. (2008), Agha ve ark. (2010), Haq ve ark. 2015, Kılıç ve Arabacı, (2016)'nin bildirdikleri değerlerden düşük çıkmıştır.

Çizelge 3. Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen çörekotuna (*Nigella sativa* L.) ait bazı bitkisel özellikler.

| Ekim zamanı | Bitki boyu (cm) | | | Dal sayısı (adet bitki ⁻¹) | | | Kapsül sayısı (adet bitki ⁻¹) | | |
|-------------|-----------------|------------|-------|--|--------|------|---|--------|-------|
| | 2016 | 2017 | Ort. | 2016 | 2017 | Ort. | 2016 | 2017 | Ort. |
| Kasım | 34.57c | 44.93a | 39.75 | 4.38b | 5.30a | 4.84 | 10.62a | 11.47a | 11.04 |
| Aralık | 28.47d | 39.30b | 33.88 | 3.90c | 4.20bc | 4.05 | 8.84b | 7.87bc | 8.35 |
| Ocak | 26.67d | 33.80c | 30.23 | 3.20d | 3.47d | 3.33 | 7.80c | 6.33d | 7.07 |
| Şubat | 24.13e | 26.07de | 25.10 | 2.67e | 2.67e | 2.67 | 6.08d | 6.17d | 6.13 |
| Yıl Ort. | 12.70 | 36.03 | | 3.54 | 3.91 | | 8.34 | 7.96 | |
| EGF(%1)* | | 2.47 (int) | | | 0.42 | | | 0.99 | |

*yıl x aylar interaksyonu %1 düzeyinde önemli.

Kapsülde tohum sayısı

Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen çörekotuna ait kapsüldeki tohum sayısına ilişkin saptanan değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Kapsüldeki en yüksek tohum değeri ikinci yıl, kasım ayı ekimlerinde 66.13 adet/kapsül olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise ilk yıl, şubat ayı ekimlerinde 51.97 adet/kapsül olarak saptanmıştır. Kasım ve aralık aylarında yapılan ekimlerden elde ettiğimiz kapsüldeki tohum sayıları Özel ve ark. (2002)'nin bulgularından yüksek, Kızıl ve ark. (2008) ile Agha ve ark. (2010)'nin bildirdikleri değerler arasında, bir çok araştırmacının bildirdikleri değerlerden ise daha düşük çıkmıştır (Tunçtürk ve ark., 2005; Agha ve ark., 2010; Haq ve ark., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018). Ocak ve şubat aylarında yapılan ekimlerde kapsüldeki tohum sayıları düşük çıkmıştır. Ekim ile hasat arasındaki sürenin kısalmasının kapsüldeki tohum sayısının düşmesine neden olabileceği düşünülmektedir.

Bin tohum ağırlığı

Bin tohum ağırlıkları bakımından, ekim zamanları arasında istatistiksel anlamda iki farklı grubun olduğu Çizelge 4'te görülmektedir. Buna göre istatistiksel anlamda ilk iki ekim zamanından elde edilen sonuçlar bir grup, son iki ekim zamanından elde edilen sonuçlar da bir gruba dahil olmuştur. En yüksek bin tohum ağırlıkları (2.64-2.62 g) yine ilk ekim zamanında, en düşük bin tohum ağırlıkları (2.51-2.52 g) da son ekim zamanında belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmasında çörekotunda bin tohum ağırlığının 1.48-2.73 g arasında değiştiği görülmüştür (Özel ve ark., 2002; Tunçtürk ve ark., 2005; Kızıl ve ark.,

2008; Haq ve ark., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018). Sharangi ve ark. (2014) kişniş bitkisinde ekimin gecikmesi ile birlikte sıcaklığın artmasına bağlı olarak, bitkilerin hızlı bir şekilde vejetatif dönemini geçirdiği bu nedenle bin tohum ağırlığı ve bitki başına düşen şemsiye sayısında azalmaların olduğunu bildirmektedirler. Tüm ekim zamanlarında saptadığımız bin tohum ağırlığına ait değerler bildirilen değerlerin üst sınırına çok yakındır. Çalışmamızda, her iki yılda da ekimin gecikmesi ile birlikte bin tohum ağırlığının düştüğü tespit edilmiştir.

Tohum verimi

Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen çörekotundan elde edilen tohum verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Çalışmada incelenen tüm özelliklerde olduğu gibi, en yüksek tohum verimleri ilk yıl 46.77 kg/da, ikinci yıl 49.11 kg/da olarak kasım ayında yapılan ekimlerden alınmıştır. En son ekim zamanı olan şubat ayında ise tohum verimleri sırasıyla 31.49 kg/da ve 32.05 kg/da'a kadar gerilemiştir. Çörekotu ekim zamanı ile yapılan çalışmalarda da ekim zamanının gecikmesiyle birlikte tohum verimlerinin azaldığı bildirilmektedir (Özel ve ark., 2002; Kızıl ve ark., 2008; Haq ve ark., 2015; Kılıç ve Arabacı, 2016). Çörekotunda tohum veriminin 28.5 kg/da'dan, 146.00 kg/da'a kadar ulaşabildiği ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Özel ve ark., 2002; Tunçtürk ve ark., 2005; Kızıl ve ark., 2008; Agha ve ark., 2010; Kılıç ve Arabacı, 2016; Beyzi, 2018). Tohum verimindeki bu farklılıklar muhtemelen, çalışmaların yürütüldüğü ekolojiler, özellikle ekim zamanları (kışlık- yazlık), kültürel koşullar, gübreleme, çalışmaların tescilli çeşit veya yerel

popülasyonlar ile yapılması gibi bazı nedenlerden ileri gelebilmektedir.

Çizelge 4. Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen çörekotuna (*Nigella sativa* L.) ait kapsüldeki tohum, bin tohum ağırlığı ve tohum verimine ilişkin elde edilen veriler.

| Ekim zamanı | Kapsülde tohum sayısı (adet kapsül ⁻¹) | | | Bin tohum ağırlığı (g) | | | Tohum verimi (kg da ⁻¹) | | |
|-------------|--|---------|-------|------------------------|--------|------|-------------------------------------|---------|-------|
| | 2016 | 2017 | Ort. | 2016 | 2017 | Ort. | 2016 | 2017 | Ort. |
| Kasım | 61.70bc | 66.13a | 63.92 | 2.64a | 2.62a | 2.63 | 46.77b | 49.11a | 47.94 |
| Aralık | 63.30b | 63.67ab | 63.48 | 2.59ab | 2.58ab | 2.59 | 39.42c | 39.73c | 39.58 |
| Ocak | 53.37d | 60.14b | 57.75 | 2.54bc | 2.54bc | 2.54 | 33.27d | 33.07d | 33.17 |
| Şubat | 51.97d | 54.23d | 55.60 | 2.50c | 2.52bc | 2.51 | 31.49e | 32.05de | 31.77 |
| Yıl Ort. | 57.59 | 61.04 | | 2.57 | 2.57 | | 37.74 | 38.49 | |
| EGF(%1)* | | 2.63 | | | 0.08 | | | 1.57 | |

*yıl x aylar interaksyonu %1 düzeyinde önemli.

Sonuç ve Öneriler

Yarı kurak koşullarda, farklı ekim zamanlarında ve yağışa bağlı olarak yürütülen bu çalışmada, çörekotunda kasım ayı ekimlerinin gerek bitkisel özellikler gerekse tohum verimi açısından en uygun ekim zamanı olduğu sonucuna varılmıştır. Yağışa dayalı şekilde gerçekleştirilecek olan ekimlerin zamanında yapılabilmesi için de sonbahar yağışlarının erken bir dönemde alınmasının olumlu etkisinin olacağı düşünülmektedir. Ekim zamanı geciktikçe verimde azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ilk düşen sonbahar yağışlarından hemen sonra toprak hazırlığı ve ekimlerin en kısa sürede yapılması gerekmektedir. Özellikle erken ilkbaharda yapılan ekimler ile hasat zamanı arasındaki sürenin kısılması ve yarı kurak koşullarda sıcaklıkların ani artışıyla birlikte bitkilerin erken olgunlaşmaya başlaması, bitki boyunu, dal sayısını buna bağlı olarak kapsül sayısını, kapsüldeki tohum sayısını ve dolayısıyla tohum veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak, yarı kurak iklim şartlarına sahip alanlarda kışlık ekimin, yazlık ekimlere göre daha yüksek verim verdiği, yazlık ekim yapılacaksa bile mümkün olduğu kadar erken ilkbaharda ekimlerin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Agha, Q., Ahmad, S., Islam, M., Gill, A., Athar, M. 2010. Growth and production potential of five medicinal crops in highlands of Balochistan. *Pakistan Journal of Medicinal Plants Research*, 4(20): 2159- 2163.

Baydar, H. 2013. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı)* Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No:51, Isparta, 303 s.

Beyzi, E. 2018. Çörek Otu Bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14: 245- 248.

D'Antuono, L.F., Moretti, A. and Lovato, A.F.S. 2002. Seed yield, yield components, oil Content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. *Industrial Crops and Products*, 15: 59- 69.

Çelik, A., Akça, E. 2017. Adıyaman'da Eğimli Akarsu Seki Topraklarının Sürdürülebilir Kullanımı için Öneriler, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bilimleri Dergisi*, 27(1): 139- 150.

El-Mekawy, M.A.M. 2012. Growth and Yield of *Nigella sativa* L. Plant Influenced by Sowing Date and Irrigation Treatments *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (4): 499- 505.

Haq, M.Z., Hossain, M.M., Haque, M.M., Das, M.R., Huda, M.S. 2015. Blossoming characteristics in black cumin genotypes in relation seed yield influenced by sowing time. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 1167- 1183.

Kaleem, S., Hassan, F.U., Mahmood, I., Ahmad, M., Ullah, R., Ahmad, M. 2011. Response of sunflower to environmental disparity. *Nature and Science*, 9: 73-81.

Kılıç, C., Arabacı, O. 2016. Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2) : 49 – 56.

Kızıl, S., Kırıcı, S., Çakmak, Ö., Khawar, K.M. 2008. Effects of sowing periods and P application rates on yield and oil composition of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(2) : 242- 246.

Moosavi, S.G. 2014. Fennel Morphological Traits and Yield as Affected by Sowing Date and Plant Density. *Advance in Agriculture and Biology*, 2, 45-49.

- Özel, A., Demirbilek, T., Güler, İ. 2002. Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim zamanlarının çörekotu türleri (*Nigella spp.*)'nin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3-4): 81-90.
- Rabbani, M.A., Ghafoor, A., Masood, M.S. 2011. Narc-Kalonji: an early maturing and high yielding variety of *Nigella sativa* released for cultivation in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 43: 191-195 (Special Issue).
- Sharangi, A.B., Roychowdhury, A. 2014. Phenology and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) at different sowing dates. *Journal of Plant Sciences*, 9: 32-42.
- Siddiqui, A.A. and Sharma, P.K.R. 1996. Clinical importance of *Nigella sativa* Linn. *Hamdard Medicus*, 39: 38-42.
- Tembhurne, S.V., Feroz, S., More, B. H., Sakarkar, D.M. 2014. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa* (kalonji) seeds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 8 (3): 167- 177.
- Temel, M., Tınmaz, A.B., Öztürk, M., Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye’de Tıbbi-Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Ticareti. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Tarım ve Doğa Dergisi (Özel Sayı)*, 21: 198-214.
- Tunçtürk, M., Ekin, Z., Türközü, D. 2005. Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to different seed rates growth, yield components and essential oil content. *Journal of Agronomy*, 4(3): 216- 219.

Araştırma Makalesi

Farklı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinin (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Sulu Koşullarda Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi[§]

Soner YÜKSEL^{1*}, Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA²

¹Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar: soner.yuksel@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 12.04.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 12.11.2019

Kabul Tarihi: 16.11.2019

Özet

Bu araştırma; 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme dönemlerinde Eskişehir’de Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde sulu koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada; son yıllarda ıslahı, üretimi, gıda, yem ve diğer endüstriyel uygulamalarda kullanılmasıyla önem kazanan kavuzsuz arpanın, sulu koşullarda verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; materyal olarak dokuz adet kavuzsuz arpa hattı ile bir tane tescilli kavuzsuz arpa çeşidi (Özen) kullanılmıştır. Araştırmada; m²’deki başak sayısı, sap uzunluğu, birim alan tane verimi, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve 2.5 mm elek üstü değerlerine ilişkin veriler elde edilmiştir. Ele alınan tüm özellikler yönünden yıllar arası farklılık önemli bulunmuş ve yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; sulu şartlarda birinci yıl standart olarak kullanılan Özen kavuzsuz arpa çeşidi 271 kg/da, ikinci yıl ise G6 numaralı kavuzsuz arpa hattı 242 kg/da ile en yüksek tane verimi vermiştir. Protein oranı yönünden birinci yıl sulu şartlarda %16.86 ile G9 numaralı hattından en yüksek değerler elde edilmiştir. İkinci yıl sulu şartlarda %10.17 protein oranı ile G8 numaralı kavuzsuz arpa hattı ön plana çıkmıştır. Birim alan tane verimi en yüksek olan G1 numaralı arpa hattı diğer özellikler yönünden incelendiğinde, m²’de başak sayısı, başakta tane sayısı gibi özelliklerde en iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar kelimeler: Kavuzsuz arpa, tane verimi, hat, çeşit, kalite özellikleri.

Determination of Yield and Some Quality Characteristics of Different Hulless Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) in Irrigated Conditions

Abstract

This research was carried out in 2012-2013 and 2013-2014 growing seasons in Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute in irrigated conditions. In the study, it was aimed to determine yield and some quality characteristics of hulless barley of which breeding and production has gained importance in recent years because of its increasing use in food, feed, and other industries. Nine line and one registered variety (Özen) of hulless barley were used as material with this aim. In the research, number of spikes per m², length of stem, grain yield per unit area, grain number per spike, grain yield per spike, thousand grain weight, hectoliter weight, protein content and grain amount above 2.5 mm sieven were studied. The difference between they ears was found significant regarding all the characteristics and then they ears were evaluated in dependently. According to the research results; in the first year, Özen, the standard variety gave the highest grain yield with 271 kg da⁻¹, in the second year, line G6 gave the highest grain yield with 242 kg da⁻¹ in irrigated conditions. In terms of protein content, the highest value was taken from line G9 with 16.86% in irrigated conditions in the first year. In the second year, line G8 came to forward with 10.17% protein content in irrigated conditions. When line G1 which gave the highest grain yield per unit was investigated regarding the other traits, it gave the best results in terms of number of spikes per m² and grain number per spike.

Key words: Hulless barley, grain yield, line, variety, quality characteristics.

Giriş

Ülkemiz arpanın (*Hordeum vulgare* L.) önemli gen merkezlerinden birisi olmasının yanı sıra, dünyanın da ilk 10 arpa üreticileri arasında yer almaktadır. Genelde kışlık olarak yetiştiriciliği yapılan arpa, ekiliş alanı ve üretim miktarı olarak dünya genelinde dördüncü, Türkiye’de ise ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu rakamlarına göre 2017 yılı itibari ile arpanın ekiliş alanı 2.4 milyon hektardır. Üretim miktarı 7.1 milyon ton ve 293 kg/da verim düzeyine sahiptir (TÜİK, 2018).

Kavuzsuz arpanın üretimi, ıslah çalışmaları, yem, gıda ve endüstriyel alanlarda kullanılması konularında birçok araştırmalar yapılmaktadır. Kavuzsuz arpa β -glukan ve diğer besinsel lif kaynakları bakımından zengindir (Yalçın ve ark., 2006). Yüksek sindirilebilir protein ve enerji içeriği, ekmek yapımında paçalda kullanılabilmesi, son yıllardaki çalışmalarda ortaya konan β -glukan içeriği ve yüksek çözünebilir lifler nedeniyle plazma kolesterolünü azaltıcı etkisi kavuzsuz arpaya olan dikkatleri yoğunlaştırmaktadır (Ottekin ve ark., 1996). Ayrıca, kavuz içermemesi öğütme teknolojisi bakımından birçok kolaylıklar sağlamaktadır. Klasik buğday öğütme metod ve ekipmanları ile kepek ve una kolaylıkla ayrılabilir (Karaduman, 2006). Son yıllarda artan taleple birlikte ülkemizde kavuzsuz arpa ıslahı konusunda yapılan çalışmalar sonucunda Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)’ne ait 2012 yılında

ÖZEN, 2014 tarihinde ise YALIN isimleri ile iki hat tescil edilmiştir.

Türkiye’de ıslah ve üretimi konusunda çok fazla çalışma yapılmamış olan kavuzsuz arpanın, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yer kazanmasıyla birlikte, bu araştırmada; Eskişehir koşullarında bazı kavuzsuz arpa genotiplerinin sulu koşullarda verim ve verim öğelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2012–2013 ve 2013–2014 yıllarında, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde sulu koşullarda yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu alanın denizden yüksekliği 780 m olup, 30° 31” kuzey enlemleri 39° 46” doğu boylamında yer almaktadır.

Eskişehir ili, batı geçit bölgesinde bulunmasına rağmen ilde karasal iklim görülmektedir. Yıllık yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 326.8 mm’dir. Denemenin yürütüldüğü 2012–2013 ve 2013–2014 yetiştirme dönemlerine ve uzun yıllara ait aylık sıcaklık ve yağış verileri Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2014). İklim verileri incelendiğinde, yağış açısından iki yıl arasında yaklaşık 45 mm’lik bir fark olduğu görülmektedir. Özellikle birinci yıl başaklanma dönemine rast gelen mayıs ayındaki yetersiz yağış iki yıl arasında iklimsel olarak büyük farklılıklar meydana getirmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara ait meteorolojik veriler.

| Aylar | 2012-2013 | | | 2013-2014 | | | Uzun Yıllar | |
|----------|------------|--------------|--------------------|------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|
| | Yağış (mm) | Ort. nem (%) | Ort. sıcaklık (°C) | Yağış (mm) | Ort. nem (%) | Ort. sıcaklık (°C) | Yağış (mm) | Ort. sıcaklık (°C) |
| Ekim | 16.1 | 78.1 | 14.2 | 65.0 | 65.6 | 9.8 | 25.0 | 11.4 |
| Kasım | 14.5 | 92.3 | 7.3 | 15.0 | 73.5 | 6.7 | 30.3 | 5.7 |
| Aralık | 73.2 | 95.1 | 2.2 | 1.5 | 76.0 | 1.7 | 45.7 | 1.4 |
| Ocak | 18.5 | 93.6 | 1.7 | 21.0 | 81.0 | 3.6 | 38.3 | -1.3 |
| Şubat | 25.4 | 88 | 5.6 | 5.0 | 62.3 | 5.5 | 32.3 | 0.2 |
| Mart | 30.6 | 59.8 | 7.6 | 19.1 | 69.0 | 7.9 | 33.1 | 4.6 |
| Nisan | 26.8 | 63.2 | 11.5 | 51.4 | 63.7 | 13.0 | 35.1 | 9.2 |
| Mayıs | 5.8 | 51.5 | 18.6 | 31.2 | 63.3 | 16.3 | 43.3 | 14.1 |
| Haziran | 36.5 | 53.6 | 20.2 | 63.7 | 64.1 | 19.8 | 29.1 | 18.6 |
| Temmuz | 0.8 | 52.8 | 21.6 | 20.4 | 57.8 | 23.7 | 13.8 | 21.9 |
| Toplam | 248.2 | | | 293.3 | | | 326.8 | |
| Ortalama | | | 11.05 | | | 10.80 | | 8.58 |

Bu çalışmada ICARDA (Uluslararası Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırma Merkezi) orijini 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet tescilli kavuzsuz arpa çeşidi (Özen) deneme materyali olarak

kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa hatlarının genotip melez isimleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa genotipleri.

| SIRA NO | GENOTİPLER |
|---------|---|
| 1 | SB90704 |
| 2 | ICB 100811 |
| 3 | MOLA/BERMEJO"S"//NISPERO |
| 4 | ICB 100819 |
| 5 | Bugar |
| 6 | K-247/2401-13//Radikal/Vavilon LF7 |
| 7 | Roho/Masurka//ICB-103020 |
| 8 | CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT |
| 9 | CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT |
| 10 | ÖZEN |

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüş; genotiplerin metrekarede başak sayısı (adet), sap uzunluğu (cm), birim alan tane verimi (kg/da), başakta tane sayısı (adet), başakta tane verimi (g), bin tane ağırlığı (g), hektolitre ağırlığı (kg/hl), protein oranı (%) ve 2.5 mm elek üstü (%) değerleri incelenmiştir.

Tarla denemeleri her iki yılda da Nadas'dan sonra planlanmıştır. Ekimden hemen önce kuru denemede dekara 6 kg saf N (3 kg ekimle, 3 kg sapa kalkma döneminde) ve 7.6 kg saf P205, sulu denemede 10 kg saf N (3 kg ekimle, 7 kg sapa kalkma döneminde) ve 7.6 kg saf P205 verilmiştir. Kuru ve sulu denemeler için 450 tohum/m² sıklık kullanılmıştır. Denemelerde ekim; ekim mibzeri ile sıra arası 20 cm (6 sıra) ve parsel boyutu (5x1.2) 6 m² olarak düzenlenmiştir.

Denemeler sulu koşullarda, 2012-2013 yetiştirme sezonunda 06 Mart 2013 tarihinde ve 2013-2014 yetiştirme sezonunda 18 Şubat 2014 tarihinde ekilmiştir. Sapa kalkma ve başaklanma öncesi olmak üzere iki kez sulama yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Metrekaredeki başak sayısı (adet)

Araştırmada ele alınan 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet kavuzsuz arpa çeşidinin metrekaredeki başak sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de verilirken, başak sayısına ait ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4'de belirtilmiştir.

Metrekaredeki başak sayısı ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl 354.83 adet olarak belirlenmiştir. En fazla m²'de başak sayısı, 400.00 adet ile G1 ve Özen genotiplerinde olurken, en az m²'de başak sayısı G9 numaralı hatta 320.00 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Denemenin ikinci yılında; m²'de başak sayısı ortalamaları birinci yıla benzerlik göstermiştir. Genotipler m²'de başak sayısı bakımından istatistiksel olarak 4 farklı grupta yer almıştır. İkinci yılda G6 numaralı hattan en fazla m²'de başak sayısı 446.67 adet ile elde edilmiştir. G9 hattı ise 248.33

adet ile en az m²'de başak sayısı gösteren hat olmuştur.

Her iki yetiştirme döneminde denemelerin geneline bakıldığında, Özen kavuzsuz arpa çeşidi ile G6 numaralı hat m²'de başak sayısı bakımından ilk sıralarda, G9 numaralı hat ise son sırada yer almıştır. Bu sonuçlar, Özen çeşidinin kardeşlenme dinamiğinin çok iyi olduğu, G9 numaralı hattın ise kardeşlenmesi en az hatlardan biri olduğunu ortaya koymuştur. Bulgularımız Aktaş (2017) ve Ergün ve Geçit (2005)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Birim alanda fazla sayıda başak oluşturabilme özelliğine sahip genotiplerin veriminin daha fazla olduğu, ekim normu, çeşit, ekim zamanı, yararlanılabilir su miktarına, iklim ve toprak koşullarına göre metrekarede başak sayısının değiştiği, Kılıç ve ark. (2010) ile Kızılgöçü ve ark. (2016) tarafından bildirilmiştir.

Sap uzunluğu (cm)

Sap uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de, arpa genotiplerine ait ortalamaların farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Sap uzunluğu ortalamalarına bakıldığında, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin sap uzunluğu ortalama 59.66 cm olarak belirlenmiştir. En yüksek sap uzunluğu, 72.50 cm ile G9 numaralı hatta olurken, en düşük sap uzunluğu değeri Özen kavuzsuz arpa çeşidinden (51.20 cm) elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında, sap uzunluğu ortalamaları birinci yıldan oldukça yüksek değerler göstermiştir. Bunun sebebi yağış açısından iki yıl arasında yaklaşık 45 mm'lik bir fark meydana gelmesidir. Özellikle birinci yıl başaklanma dönemine rast gelen mayıs ayındaki yetersiz yağış iki yıl arasında iklimsel olarak büyük farklılıklar meydana getirmiştir.

Denemede G9 numaralı hat 106.00 cm ile en yüksek sap uzunluğuna sahip iken, G7 numaralı hat 77.66 cm ile en düşük sap uzunluğu değeri göstermiştir.

Araştırma sonucu elde ettiğimiz sap uzunluğuna ilişkin veriler, Kılınc ve ark. (1992), Kıran

(1999), Ergün ve Geçit (2005), Sirat ve Sezer (2005), Kaydan ve Yağmur (2007), Alp ve ark. (2009), Çağlar ve ark. (2009),’nin çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Birim alan tane verimi (kg/da)

Araştırmada incelenen genotiplere ait varyans analizi değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Her iki yıl birim alan tane verimi genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Birinci yıl genotiplerin birim alan tane verimi ortalaması 199.27 kg/da olarak bulunmuştur. En yüksek verimi Özen kavuzsuz arpa çeşidinde (271.63 kg/da) olurken, en düşük birim alan tane verimi 159.37 kg/da ile G6 numaralı hatta belirlenmiştir (Çizelge 4).

Denemenin ikinci yılında; birim alan tane verimi ortalamaları birinci yıldan daha düşük değerler göstermiş, G6 numaralı hat 242.08 kg/da ile en yüksek birim alan tane verimi G9 numaralı hat ise 163.13 kg/da ile en düşük birim alan tane verimi veren genotip olmuştur. Diğer genotiplerin ortalamaları istatistiksel olarak 3 farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4).

Ergün ve Geçit (2005) tarafından bildirildiğine göre; tane verimi birbirinden farklı verim öğelerinden oluşur. Çeşitlerin verim kapasitesi, fenotip ve genotiple ilgili kantitatif özellikler ve bitkinin yetiştiği çevre ile belirlenmektedir.

Başakta tane sayısı (adet)

Kavuzsuz arpa çeşit ve hatlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de, verilmiştir. Başakta tane sayısına ilişkin ortalamalar incelendiğinde (Çizelge 4), birinci yıl genotiplerin başakta tane sayısı ortalama 20.71 adet olarak belirlenmiştir. En fazla başakta tane sayısı, G2 numaralı hatta (25.26 adet), en az başakta tane sayısı 18.26 adet ile G3 numaralı hatta bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında; G2 numaralı hattan 27.83 adet ile en fazla başakta tane sayısı elde edilirken, G9 numaralı hat 21.66 adet ile en az başakta tane sayısı değerini göstermiştir.

Verim unsurları içinde başaktaki tane sayısı önemli bir yere sahiptir. Başakta tane sayısı tane verimine doğrudan etkisi bakımından metrekarede başak sayısından sonra ikinci derecede etkili olduğu (Sönmez ve ark. 1999) belirtilmektedir.

Başakta tane verimi (g)

Araştırmada ele alınan 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet kavuzsuz arpa çeşidinin başakta tane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiş, birinci ve ikinci yıllarda başakta tane verimi genotiplere göre %1 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur. Başakta tane verimi

ortalama değerleri incelendiğinde (Çizelge 4), ilk yıl yürütülen denemede, başakta tane verimi ortalama 0.86 g olarak belirlenmiştir. En fazla başakta tane verimi, 1.07 g ile G8 numaralı hatta olurken, en az başakta tane verimi G6 numaralı hatta 0.70 g olarak belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında; başakta tane verimi ortalamaları birinci yıldan daha yüksek değerler göstermiştir. G4 numaralı hattan 1.35 g ile en fazla başakta tane verimi elde edilirken, G3 numaralı hat 0.95 g ile en az başakta tane verimi değerini göstermiştir. Sirat ve Sezer (2005), bir bölgede yapılan ıslah çalışmalarında başak verimi özelliğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bulgularımız; Yüksel ve ark. (2011), Kara ve ark. (2016)’nin bulguları ile benzerlik taşımaktadır.

Bin tane ağırlığı (g)

Araştırmada ele alınan genotiplere ait bin tane ağırlığı ortalamalarına ait varyans analizi Çizelge 3’de verilmiştir. Birinci ve ikinci yıllarda, bin tane ağırlığı genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde önemli farklılık göstermiştir. Bin tane ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, bin tane ağırlığı ortalama 42.70 g olarak belirlenmiştir. En fazla bin tane ağırlığı, 48.00 g ile G8 numaralı hatta olurken, en az bin tane ağırlığı G1 numaralı hatta 38.33 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Denemenin ikinci yılında; G9 numaralı hattan en fazla bin tane ağırlığı 45.88 g ile elde edilmiştir. G1 numaralı hat ise 36.61 g ile en az bin tane ağırlığı gösteren genotip olmuştur.

Bin tane ağırlığı, başak uzunluğu ve başaktaki tane sayısı verimi direk olarak etkileyen faktörler olup Kırtok ve Çölkesen (1985), iklim şartlarına Kün (1996), bitkideki ana sap ve kardeş sayısına Geçit (1982), kültürel uygulamalara bağlı olarak değişebilmektedir.

Hektolitre ağırlığı (kg/hl)

Hektolitre ağırlığı ortalamalarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 3’de belirtilmiştir. Her iki yıl hektolitre ağırlığı genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde, önemli bulunmuştur. Hektolitre ağırlığına ilişkin ortalamalar incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin hektolitre ağırlığı ortalama 74.93 kg/hl olarak belirlenmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı, G9 numaralı hatta (77.70 kg/hl) belirlenirken, en düşük hektolitre ağırlığı 70.02 kg/hl ile G4 numaralı hatta bulunmuştur (Çizelge 4).

Denemenin ikinci yılında; hektolitre ağırlığı ortalamaları birinci yıldan daha yüksek değerler göstermiştir. Özen kavuzsuz arpa çeşidinden 78.78 kg/hl ile en fazla hektolitre ağırlığı değeri elde

edilmiştir. G4 numaralı hat 75.42 kg/hl ile en az hektolitre ağırlığı değeri göstermiştir. Hektolitre ağırlığı bakımından genotipler istatistiksel olarak 2 farklı grupta bulunmuştur (Çizelge 4).

Farklı iklim ve yetiştirme şartlarında genotiplerin hektolitre ağırlıkları bakımından reaksiyonları farklı olmuştur. Denemede her iki yılda G4 numaralı hattın hektolitre ağırlığı en düşük düzeyde kalmıştır.

Hektolitre ağırlığına ait elde edilen değerler; Ergün ve Geçit (2005), Sirat ve Sezer (2005), Özdemir ve Yüksel (2007), Çağlar ve ark. (2009), Kara ve ark. (2016) ve Aktaş (2017)'in bulgularıyla benzerlik taşımaktadır.

Protein oranı (%)

Protein oranı ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi, her iki yıl istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur.

Protein oranı ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin protein oranı ortalama %15.99 olarak bulunmuştur. En yüksek protein oranı, %16.86 ile G9 numaralı hatta olurken, en düşük protein oranı, Özen kavuzsuz arpa çeşidinde %14.79 olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında, protein oranı ortalamaları birinci yıldan daha düşük değerler göstermiştir. İkinci yılda G8 numaralı hattın en yüksek protein oranı %10.17 ile elde edilmiştir. G5 hattı ise %7.72 ile en düşük protein oranı gösteren hat olmuştur (Çizelge 4).

Arpa'da protein içeriği çevre koşullarından çok fazla etkilenmektedir ve seleksiyonda mutlaka göz önünde bulundurması gerekir (Özdemir ve Yüksel 2007). Tahıllarda protein oranı genotip ve çevre şartlarına göre değişmektedir. Protein oranına topraktaki alınabilir azot miktarı ve iklim önemli etki yapmaktadır. Toprakta bulunan alınabilir azot miktarı arttıkça tanede bulunan protein miktarı da artar (Elgün ve ark. 2001).

Çizelge 3. Kavuzsuz arpa genotiplerin varyans analizi sonuçları.

| V.K. | S.D. | K.O | | K.O | | K.O | |
|---------|------|--|------------|-------------------------|----------|--------------------------------|-----------|
| | | m ² 'deki başak sayısı (adet) | | Sap uzunluğu (cm) | | Birim alan tane verimi (kg/da) | |
| | | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl |
| Genel | 29 | | | | | | |
| Blok | 2 | 465.83 | 1580.83 | 42.33* | 32.43 | 514.33 | 112.63 |
| Genotip | 9 | 2356.38** | 10234.81** | 175.49** | 269.18** | 3275.22** | 1622.75** |
| Hata | 18 | 585.27 | 923.42 | 9.25 | 20.76 | 166.25 | 336.8 |
| D.K.% | | 6.81 | 8.97 | 5.09 | 5.03 | 6.47 | 9.25 |
| V.K. | S.D. | K.O | | K.O | | K.O | |
| | | Başakta tane sayısı (adet) | | Başakta tane verimi (g) | | Bin tane ağırlığı (g) | |
| | | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl |
| Genel | 29 | | | | | | |
| Blok | 2 | 0.34 | 2.32 | 0.0006 | 0.04 | 12.40* | 1.07 |
| Genotip | 9 | 11.64** | 16.53** | 0.04** | 0.04** | 33.29** | 29.15** |
| Hata | 18 | 2.12 | 2 | 0.003 | 0.01 | 2.65 | 1.5 |
| D.K.% | | 7.03 | 5.65 | 7.24 | 8.91 | 3.81 | 3.05 |
| V.K. | S.D. | K.O | | K.O | | K.O | |
| | | Hektolitre ağırlığı (kg/hl) | | Protein oranı (%) | | 2.5 mm elek üstü (%) | |
| | | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl | 1. Yıl | 2. Yıl |
| Genel | 29 | | | | | | |
| Blok | 2 | 3.39* | 0.83 | 0.25 | 1.4 | 4.96 | 17.9 |
| Genotip | 9 | 14.92** | 3.08** | 1.22** | 1.87** | 461.19** | 308.89** |
| Hata | 18 | 0.83 | 0.97 | 0.17 | 0.32 | 10.79 | 24.53 |
| D.K.% | | 1.22 | 1.27 | 2.64 | 6.46 | 6.11 | 9.04 |

*:%5, **: %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4. Kavuzsuz arpa genotiplerine ilişkin ortalamalar.

| Genotipler | m ² 'deki başak sayısı (adet) | | Sap uzunluğu (cm) | | Birim alan tane verimi (kg/da) | |
|------------|---|----------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl |
| G1 | 400.00 ^{a*} | 366.67 ^b | 58.33 ^{bc} | 91.66 ^b | 175.90 ^{cd} | 218.83 ^{ab} |
| G2 | 335.00 ^b | 345.00 ^b | 61.36 ^b | 91.66 ^b | 218.38 ^b | 193.57 ^{bc} |
| G3 | 370.00 ^{ab} | 360.00 ^b | 52.43 ^c | 90.00 ^b | 199.43 ^{bc} | 193.73 ^{bc} |
| G4 | 360.00 ^{ab} | 353.33 ^b | 52.33 ^c | 93.00 ^b | 161.02 ^d | 219.68 ^{ab} |
| G5 | 336.67 ^{ab} | 365.00 ^b | 60.46 ^b | 83.33 ^{bc} | 220.63 ^b | 240.47 ^{abc} |
| G6 | 333.33 ^b | 446.67 ^a | 54.33 ^{bc} | 84.33 ^{bc} | 159.37 ^d | 242.08 ^a |
| G7 | 356.67 ^{ab} | 310.00 ^{bc} | 62.00 ^b | 77.66 ^c | 203.92 ^{bc} | 178.93 ^{bc} |
| G8 | 336.67 ^{ab} | 250.00 ^c | 71.70 ^a | 105.33 ^a | 194.03 ^{bc} | 194.47 ^{bc} |
| G9 | 320.00 ^b | 248.33 ^c | 72.50 ^{a*} | 106.00 ^a | 188.47 ^{bcd} | 163.13 ^c |
| ÖZEN | 400.00 ^a | 345.00 ^b | 51.20 ^c | 81.33 ^{bc} | 271.63 ^{a*} | 178.35 ^{bc} |
| Ortalama | 354.83 | 338.66 | 59.66 | 90.43 | 199.27 | 198.32 |
| Genotipler | Başakta tane sayısı (adet) | | Başakta tane verimi (g) | | Bin tane ağırlığı (g) | |
| | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl |
| G1 | 21.80 ^b | 26.33 ^a | 0.74 ^{de} | 1.12 ^{ab} | 38.33 ^d | 36.61 ^f |
| G2 | 25.26 ^{a*} | 27.83 ^a | 0.95 ^{abc} | 1.21 ^{ab} | 39.00 ^{cd} | 37.13 ^{ef} |
| G3 | 18.26 ^b | 21.66 ^b | 0.75 ^{de} | 0.95 ^b | 42.66 ^{bc} | 41.66 ^{bc} |
| G4 | 21.06 ^b | 26.83 ^a | 0.89 ^{bcd} | 1.35 ^a | 43.33 ^{ab} | 41.15 ^{bcd} |
| G5 | 19.80 ^b | 26.66 ^a | 0.80 ^{cde} | 1.24 ^a | 41.00 ^{bcd} | 38.41 ^{def} |
| G6 | 21.80 ^b | 27.33 ^a | 0.70 ^e | 1.09 ^{ab} | 39.66 ^{cd} | 36.76 ^f |
| G7 | 19.40 ^b | 22.66 ^b | 0.84 ^{cde} | 1.07 ^{ab} | 42.33 ^{bcd} | 40.08 ^{cde} |
| G8 | 21.26 ^b | 24.33 ^{ab} | 1.07 ^a | 1.28 ^a | 48.00 ^{a*} | 44.06 ^{ab} |
| G9 | 19.53 ^b | 21.66 ^b | 1.00 ^{ab} | 1.09 ^{ab} | 47.33 ^a | 45.88 ^a |
| ÖZEN | 19.26 ^b | 24.66 ^{ab} | 0.84 ^{cde} | 1.09 ^{ab} | 44.33 ^{ab} | 39.95 ^{cde} |
| Ortalama | 20.71 | 25.00 | 0.86 | 1.15 | 42.70 | 40.17 |
| Genotipler | Hektolitre ağırlığı (kg/hl) | | Protein oranı (%) | | 2.5 mm elek üstü (%) | |
| | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl | 1. Yıl | 2.Yıl |
| G1 | 75.68 ^{abc} | 78.40 ^a | 15.78 ^{abc} | 8.38 ^b | 34.53 ^f | 50.92 ^{bc} |
| G2 | 76.80 ^{ab} | 78.69 ^a | 15.99 ^{ab} | 7.91 ^b | 44.73 ^e | 41.73 ^c |
| G3 | 75.26 ^{bc} | 77.48 ^{ab} | 15.96 ^{ab} | 9.00 ^{ab} | 70.46 ^{a*} | 65.13 ^a |
| G4 | 70.02 ^e | 75.42 ^b | 15.26 ^{bc} | 8.91 ^{ab} | 52.93 ^d | 44.22 ^c |
| G5 | 75.02 ^{bc} | 78.00 ^a | 16.41 ^a | 7.72 ^b | 59.80 ^{bcd} | 50.22 ^{bc} |
| G6 | 75.64 ^{abc} | 78.36 ^a | 16.13 ^{ab} | 8.22 ^b | 33.86 ^f | 41.52 ^c |
| G7 | 74.13 ^{cd} | 77.73 ^{ab} | 15.94 ^{ab} | 8.80 ^{ab} | 64.80 ^{ab} | 63.62 ^a |
| G8 | 76.44 ^{abc} | 77.22 ^{ab} | 16.83 ^a | 10.17 ^a | 54.26 ^{cd} | 60.04 ^{ab} |
| G9 | 77.70 ^{a*} | 78.68 ^a | 16.86 ^{a*} | 9.90 ^a | 60.00 ^{bcd} | 66.26 ^a |
| ÖZEN | 72.60 ^d | 78.78 ^a | 14.79 ^c | 8.71 ^{ab} | 61.46 ^{bc} | 64.18 ^a |
| Ortalama | 74.93 | 77.87 | 15.99 | 8.77 | 53.68 | 54.78 |

*: Harfler %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

2.5 mm elek üstü (%)

2.5 mm elek üstü ortalamaları ve bu ortalamaların varyans analiz değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. İncelenen arpa genotiplerinin sulu koşullardaki 2.5 mm elek üstü değerlerine ait

ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları da Çizelge 4'de gösterilmiştir. 2.5 mm elek üstü ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin 2.5 mm elek üstü değeri ortalama %53.68 olarak belirlenmiştir. En yüksek 2.5 mm elek

üstü, %70.46 ile G3 numaralı hatta olurken, en düşük 2.5 mm elek üstü değeri, G6 numaralı hatta (%33.86) belirlenmiştir. Genotipler 2.5 mm elek üstü değeri yönünden istatistiksel olarak 6 değişik grupta yer almıştır.

Çalışmanın ikinci yılında; G9 numaralı hat %66.26 ile en yüksek 2.5 mm elek üstü değerine sahip iken, G6 numaralı hat %41.52 ile en düşük 2.5 mm elek üstü değeri göstermiştir. Diğer genotiplerin 2.5 mm elek üstü değeri ortalamaları sulu koşullarda bu değerler arasında 3 farklı grupta yer almıştır. Birinci yılda G3 numaralı hat en yüksek 2.5 mm elek üstü değeri gösterirken, her iki yılda G1 ve G6 numaralı hatlar ise en düşük değerlere sahip olmuşlardır.

Arpada yapılan elek analizleri ile tanenin dolgunluk ve zayıflık durumu ile tanenin homojenliği hakkında da fikir sahibi olunabilir. Yaptığı bir çalışmada Kıran (1999), bin tane ağırlığı ile verim, yatma, elek üstü, başak boyu arasında önemli bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. 2.5 mm elek üstü değerine ilişkin elde ettiğimiz bulgular; Kıran (1999), Özdemir ve Yüksel (2007), Kendal ve ark. (2010)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak araştırmada, m²'deki başak sayısı, sap uzunluğu, birim alan tane verimi, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve 2.5 mm elek üstü değerlerine ilişkin veriler elde edilmiştir.

Kavuzsuz arpa islah hatları arasında G5 nolu hat; 230.55 kg/da tane verimi ortalaması ile en yüksek verime sahip olduğu saptanmıştır. G2 kavuzsuz arpa hattına ait veriler değerlendirildiğinde; başakta tane sayısı ortalamaları (26.54 adet) en yüksek olarak belirlenmiştir. G8 kavuzsuz arpa hattından en yüksek başakta tane verimi (1.17 g) elde edilmiştir. Aynı zamanda, %13.50 ile en yüksek protein oranına sahip olan bu hattın devam eden islah çalışmaları sonucunda, 2014 yılında Yalın ismi ile tescilli gerçekleştirilmiştir. G9'nolu kavuzsuz arpa hattının, elde edilen veriler yönünden bazı önemli farklılıklar dikkati çekmiştir. Bu hattın yüksek bin tane ağırlığı (46.60 g) ve sap uzunluğuna (89.25 cm) sahip olmasının yanında, en yüksek hektolitre ağırlığı ortalaması (78.19 kg/hl) ile diğer hatlardan ayrılmıştır. Tescilli çeşidimiz olan Özen kavuzsuz arpaya ilişkin veriler incelendiğinde; yazlık özelliği ile öne çıkan bu çeşitten deneme ortalamasına yakın değerler elde edilmiştir.

Çalışmada ele alınan özellikler yönünden genotipler karşılaştırıldığında önemli farklılıklar saptanmıştır. Özellikle son yıllarda ülkemizde gıda endüstrisinde önem kazanan kavuzsuz arpanın sulu koşullara uygun yeni çeşitlerinin geliştirilmesi için

yapılacak islah çalışmalarında, denememizden elde edilen verilerin islahçılara yol gösterebileceği düşünülmektedir.

Ş: Bu makale Soner YÜKSEL'in, Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA danışmanlığındaki doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Aktaş, H. 2017. Türkiye'de yoğun ekim alanına sahip bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin destek sulamalı ve yağışa dayalı koşullarda değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(03): 86-97.
- Alp, A., Taşer, E., Turgay, İ. 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin tane ve yem verimi ile bazı verim unsurlarının belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, s. 471.
- Anonim. 2014. Aylık Hava Raporu Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous. 1994. Cereal Programme, ICARDA Annual Report 172 pp, Aleppo/Syria.
- Çağlar, Ö., Bulut, S., Öztürk, A., Molla, N. 2009. Ekim sıklıklarının Tokak 157/37 ve Tarm 92 arpa çeşitlerinde bitki gelişmesi ve verim üzerine etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, s. 520-524.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayın No:2, Konya.
- Ergün, N., Geçit, H.H. 2005. İleri kademe arpa (*Hordeum vulgare* L.) hatlarında verim ve verime etkili bazı karakterlerin incelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), s.77, Ankara.
- Geçit, H.H. 1982. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L. Em Thell) çeşitlerinde ekim sıklıklarına göre birim alan değerleri ile ana sap ve çeşitli kademedeki kardeşlerin tane verimi ve verim komponentleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi, (basılmamış), s.91, Ankara.
- Kara, R., Dalkılıç, A.Y., Gezginç, H., Yılmaz, M.F. 2016. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurları yönünden değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2):172-183.
- Karaduman, Y. 2006. Kavuzsuz Arpa Potansiyeli. *Unlu Mamuller Tek. Dergisi*, 74: 21-26.
- Kaydan, D., Yağmur, M. 2007. Van ekolojik koşullarında bazı iki sıralı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) verim

- ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3): 269-278.
- Kendal, E., Kılıç, H., Tekdal, S., Altıkıat, A. 2010. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Adıyaman kuru koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi. *Harran Üniversitesi Z.F. Dergisi*, 14(2): 49-58.
- Kılıç, H., Akar, T., Kendal, E., Sayım, I. 2010. Evaluation of grain yield and quality of barley varieties under rainfed conditions. *African Journal of Biotechnology* 9(46): 7825-7830.
- Kılıç, M., Kırtok, Y., Yağbasanlar, T. 1992. Çukurova koşullarına uygun arpa genotiplerinin geliştirilmesi üzerine araştırmalar. II. Arpa-Malt Semineri, 25-27 Mayıs, Konya, s.205-218.
- Kıran, A.K. 1999. Bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genetik kaynakları materyalinin karakterizasyonu. *Anadolu J. of AARI*, 9 (2): 72-90.
- Kırtok, Y., Çölkesen, M. 1985. Çukurova koşullarında denemeye alınan arpa çeşitlerinde önemli bazı verim unsurları üzerinde path katsayısı analizi. *Doğa Bilim Dergisi*, 9 (1).
- Kızılgöç, F., Yıldırım, M., Akıncı, C., Albayrak, Ö. 2016. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3): 161-169.
- Kün, E. 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1451. Ders Kitabı:431, Ankara.
- Ottekin, A., Akar, T., Tosun, H., Ozan, A. N., Demir, Z. 1996. Kavuzsuz arpanın tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Tebliğ Özetleri, Bursa, s.29.
- Özdemir, E., Yüksel, S. 2007. Ülkemizde kışık olarak üretimi yapılan arpa çeşitlerinin verim ve fiziksel kalite istikrarı ile kuru alanlara adaptasyonu. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum, s.158-161.
- Sirat, A., Sezer, İ. 2005. Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin belirlenmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 20 (3): 72-81.
- Sönmez, F., Ülker, M., Yılmaz, N., Ege, H., Bürün, B., Apak, R. 1999. Tir buğdayında tane verimi ile bazı verim öğeleri arasındaki ilişkiler. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, (23): 45-52.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuik.gov.tr> (Erişim tarihi 18 Şubat 2019).
- Yalçın, E., Çelik, S., Akar, T., Sayım, İ. ve Köksel, H. 2006. Kavuzsuz arpanın önemi, β -glukan ve besinsel lif içeriği. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 7-8 Eylül, Gaziantep, s. 399-403.
- Yüksel, S., İkincikarakaya Ünver, S., Akçura, M., Bolat, N., Çakmak, M., Belen, S., Karaduman, Y., Şentürk, Ş. 2011. Bazı kavuzsuz arpa (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum*) hatlarının kuru şartlarda yazlık ve kışık olarak adaptasyonlarının belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Bursa, s. 50-56.

Research Article

**Some Morphological and Pomological Characteristics of Local Mulberry (*Morus* spp.)
Selections in Adıyaman**

Fırat Ege KARAAT*

Adıyaman University, Faculty of Agricultural Science and Technologies, Adıyaman, Turkey

*Corresponding author: fkaraat@adiyaman.edu.tr

Received: 28.07.2019

Revised in Received: 15.10.2019

Accepted: 07.11.2019

Abstract

Mulberry species are counted in the fruit species that Turkey is in its origin area. Adıyaman is one of the provinces of Turkey located in the Southeastern Region of Anatolia that hosts local mulberry genotypes with different characteristics. In this study, a field survey in Adıyaman province was conducted to evaluate local mulberry genotypes and select promising ones for further evaluations. For this aim, some morphological and pomological properties of the evaluated genotypes were characterized, and totally 20 genotypes (12 white, 4 black, 4 red) were selected as promising. Fresh fruit weight varied between 1.8 and 6.2 g in white, 3.0 and 5.3 g in black, and 1.3 and 3.1 g in red mulberry genotypes. Dry fruit yield changed between 18.3 and 56.0% in the selected genotypes. As a result of the evaluations; seven white and two red mulberry genotypes were selected for drying, three white mulberries for syrup (pekmez), and three white and two red mulberries for table use, and black mulberries for fruit juice purposes.

Key words: Adıyaman, fruit quality, mulberry, selection, promising.

Adıyaman Yerel Dut (*Morus* spp.) Seleksiyonlarının Bazı Morfolojik ve Pomolojik Özellikleri

Özet

Dut türleri Türkiye'nin anavatanı sınırları içerisinde olduğu meyve türlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Adıyaman, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan illerinden biri olup, farklı özelliklerdeki dut genotiplerine ev sahipliği yapmaktadır. Bu çalışmada, yerel dut genotipleri değerlendirilerek, ümitvar olanların seçilmesi ve ileriki aşamalarda incelenmesi amacıyla Adıyaman ilinde arazi sürveyleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, incelenen genotiplerin bazı morfolojik ve pomolojik özellikleri karakterize edilmiş, toplamda üç türden 20 genotip seçilmiştir. Seçilen beyaz dutlarda taze meyve ağırlıkları 1.8 ile 6.2 g arasında, kara dutlarda 3.0 ile 5.3 g arasında, kırmızı dutlarda ise 1.3 ile 3.1 g arasında değişmiştir. İncelenen genotipler arasında kuru meyve randımanı ise %18.3 ile 56.0 arasında değişmiştir. İncelemeler sonucunda; yedi beyaz, iki kırmızı dut kurutma, üç beyaz genotip pekmez yapımı, üç beyaz ve iki kırmızı genotip taze tüketim, kara dutlar ise meyve suyu için uygun bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Adıyaman, meyve kalitesi, dut, seleksiyon, ümitvar.

Introduction

Mulberry (*Morus* spp.) is a genus of Moraceae family of Urticales order. There are more than 100 mulberry species in *Morus* genus distributed mainly temperate but also subtropical areas having various plant and fruit characteristics (De Candolle, 1967). In all those identified 10-12 species are grown for agricultural purposes, but

especially *Morus alba* L. (white mulberry), *Morus nigra* L. (black mulberry), and *Morus rubra* L. (red mulberry) are the most common mulberry species (Ercisli, 2004; USDA, 2019).

Fruits of mulberry species are usually obtained from trees that grown in house gardens or roadsides, instead of professional agricultural orchards. However, together with the increasing

interest in mulberry fruits, production has started to become widespread in mulberry orchards. Although mulberry trees have a wide spread area in the world, they are generally considered as a plant which is used for silkworm cultivation rather than fruit. This would be the probable reason of why FAO (Food and Agriculture Organization) does not provide mulberry production facts. Nevertheless, Turkish Statistical Institute (TÜİK) reports mulberry fruit production facts of Turkey which was 66.647 tons in 2018 (TÜİK, 2019).

Mulberry fruits are demanded thanks to its high nutritive value and unique aroma. Especially the suitability of mulberry plants for organic growing and the richness of mulberry fruits in terms of phenolic compounds have increased this demand. Even though, fresh market of mulberry fruits is limited because of the challenges in post-harvest management, the fruit is consumed by drying or processed to food products such as molasses, fruit leather, biscuits, ice cream, jam which significantly expand the potential of the fruit (Erturk and Gecer, 2012; Karataş and Şengül, 2018).

Anatolia is home to many fruit species with its climatic characteristics and geographical location, and it is within the natural spreading areas of mulberry species. In Turkey, where mulberry has been cultivated for centuries, 95% of the mulberry trees are white mulberry, 3% is red mulberry, and 2% is black mulberry (Ercisli, 2004; Orhan, 2009). However, almost all of the mulberry trees grown in Turkey are non-registered local genotypes. Nevertheless, various registered varieties such as Ayaş, Ulukale, Potamia, Ekşi Kara and Tatlı Kara which are suitable for different purposes are listed in Turkish national variety list (TTSM, 2019).

Selection studies, based on investigation and selection of genetic resources which are suitable for different purposes, play significant roles in improving yield and quality in plant production. In addition, detailed characterization

and preservation of genotypes with different characteristics from these genetic sources is important for the use of these genotypes as parents in cross breeding studies. In this context, some selection studies have been performed on local mulberry genotypes in Turkey, where constitutes an important genetic source for mulberry species. For example, Özgen et al. (2009) selected 86 mulberry genotypes from different regions of Turkey and investigated those genotypes in terms of their morphological, pomological and biochemical attributes. In another study, Çöçen (2017) characterized 75 mulberry genotypes selected from different regions of Turkey and preserved in a genetic resources collection orchard in Malatya. However, as far as the current knowledge, there are no previous reports on a selection study conducted in Adıyaman Province where is another important area for mulberry genetic resources with the local genotypes.

For all those reasons, this study was conducted to determine some morphological and pomological characteristics of local *Morus* selections grown in Adıyaman Province in Southeastern Region of Turkey. The results of the study can be used in the registration process of these local cultivars and may be taken into consideration in the selection of parents in future breeding programs.

Materials and Methods

This study was consisted of selection promising local mulberry genotypes from different parts of Adıyaman Province of Turkey (described in Table 1) in terms of fruit characteristics. Together with the fruit characteristics, tree growth habit and leaf characteristics were also noted. As part of the study, field surveys were conducted in 2019 and totally 20 genotypes (12 white, 4 red, 4 black) were found promising and characterized in terms of their leaf and fruit characteristics.

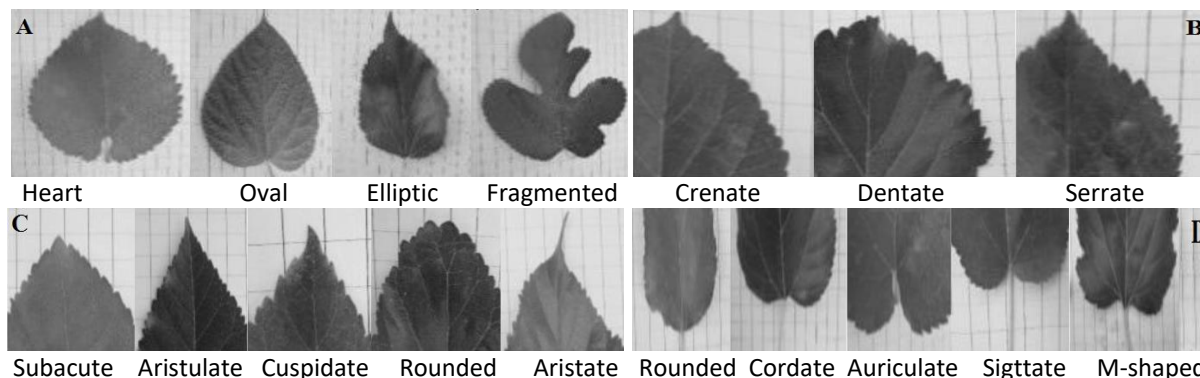


Figure 1. Classification of leaf part shapes.

In terms of leaf characteristics; shape characteristics were score according to Figure 1; leaf shape (A), leaf margin shape (B), leaf tip shape (C), and leaf base shape (D) (Çöçen, 2017). Leaf samples were categorized according to leaf blade

fragmentation status as entire (E), fragmented (F) or entire+fragmented (E+F). Besides, leaf blade length and width, petiole length and thickness were measured in mm using digital calipers.

Table 1. Definition of selection areas and codes of genotypes.

| Genotype | Selected From | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| <i>Morus alba</i> | | | |
| Ataköy 1, 2, 3 | Ataköy Village, Center/Adıyaman | N 37°45'36.13" | E 38°12'53.15" |
| Oluklu | Oluklu Village, Center/Adıyaman | N 37°50'09.45" | E 38°12'57.05" |
| Tut 1 | Center, Tut/Adıyaman | N 37°47'59.18" | E 37°55'25.86" |
| Tut 2 | Center, Tut/Adıyaman | N 37°47'15.51" | E 37°54'01.81" |
| Tut 3 | Center, Tut/Adıyaman | N 37°48'24.32" | E 37°55'10.16" |
| Kaşlıca | Kaşlıca Village, Tut/Adıyaman | N 37°49'20.27" | E 37°59'01.01" |
| Karadut | Karadut Village, Kahta/Adıyaman | N 37°55'39.33" | E 38°47'27.52" |
| Bağözü | Bağözü Village, Kahta/Adıyaman | N 37°50'59.84" | E 38°36'01.02" |
| Bağlar | Bağlar Village, Kahta/Adıyaman | N 37°46'50.53" | E 38°34'28.39" |
| Konuklu | Konuklu Village, Besni/Adıyaman | N 37°35'54.63" | E 37°57'06.72" |
| <i>Morus nigra</i> | | | |
| Dikilcik | Dikilcik Village, Merkez/Adıyaman | N 37°45'06.94" | E 38°13'30.74" |
| Oluklu | Oluklu Village, Merkez/Adıyaman | N 37°50'09.45" | E 38°12'57.05" |
| Tut | Center, Tut/Adıyaman | N 37°48'24.32" | E 37°55'10.16" |
| Karadut | Karadut Village, Kahta/Adıyaman | N 37°55'50.86" | E 38°46'54.77" |
| <i>Morus rubra</i> | | | |
| Dikilcik | Dikilcik Village, Center/Adıyaman | N 37°44'50.13" | E 38°13'57.23" |
| Ataköy | Ataköy Village, Center/Adıyaman | N 37°45'36.13" | E 38°12'53.15" |
| Oluklu | Oluklu Village, Center/Adıyaman | N 37°50'10.29" | E 38°12'59.39" |
| Karadut | Karadut Village, Kahta/Adıyaman | N 37°55'50.86" | E 38°46'54.77" |

Fruit samples were characterized in terms of shape, taste, juice yield, sizes, weight, and total soluble solids (TSS) content. Fruit shape was scored as oval, and short or long cylindrical. Fruit taste was scored as sweet, sweet-sourish, and sourish. Juice yield was scored as low (<50%), moderate (50-60%), and high (>50%) according to percentage of fruit juice obtained from 100 g of fresh fruit (Keskin, 2016). Fruit length and width were measured in mm with digital calipers. Fresh and dry fruit weights were measured by precision scales (0.1 g), and dry fruit yield percentage was obtained according to the proportion of dry fruit weight in fresh fruit weight. TSS content were detected by refractometer (ATC 0-32) and expressed in the value of percentage.

Scale assessments were performed by three agricultural professionals. All morphological and pomological characteristics were measured in multiple replicates for each selected genotype. The obtained results were evaluated according to Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$) using SPSS 23.0 for Windows software.

Results and Discussion

In this study, different parts of Adıyaman Province of Turkey were surveyed to determine

promising local genotypes for different purposes. For this aim, morphological and pomological characteristics of the surveyed genotypes were assessed and totally 20 genotypes from three species were selected for their different properties. The results of selected mulberry genotypes were reviewed separately for each species.

Results of scale evaluations of leaf and fruit samples were presented in Table 2. Accordingly, almost all types of leaf shapes in scale (Figure 1) were observed in the selected genotypes indicating a high variation between the genotypes. In white mulberry genotypes, four different leaf shape types were observed, whereas all leaves of black mulberries were heart shapes, and oval and elliptic types were observed in red mulberries. Leaf margins of most of the white mulberries were noted as serrate, but dentate for black and red mulberries. Leaf tip shape varied between the genotypes, and the white mulberries presented four different leaf tip shape, while two different leaf tips in black mulberries and three different leaf tips in red mulberries were observed. M-shape was the main leaf base shape in white and red mulberries, whereas auriculate for black mulberry genotypes.

Table 2. Scale assessments of leaf and fruit samples of selected mulberry genotypes.

| Genotype | LS | LMS | LTS | LBS | LBF | FS | FT | Juice | TGH |
|---|----------|---------|------------|------------|-------|-------|---------------|----------|--------------|
| <i>Morus alba (white (W) mulberry)</i> | | | | | | | | | |
| Ataköy W1 | Oval | Serrate | Rounded | M-shaped | E + F | Short | Sweet | Low | Umbrella |
| Ataköy W2 | Oval | Serrate | Rounded | M-shaped | E + F | Oval | Sweet | High | Umbrella |
| Ataköy W3 | Elliptic | Dentate | Aristulate | M-shaped | E | Long | Sweet | High | Weeping |
| Oluklu W | Oval | Serrate | Cuspidate | M-shaped | E | Short | Sweet | Low | Umbrella |
| Tut W1 | Oval | Crenate | Aristulate | Cordate | E | Short | Sweet | Moderate | Half-Upright |
| Tut W2 | Elliptic | Serrate | Aristulate | M-shaped | E | Short | Sweet | Moderate | Umbrella |
| Tut W3 | Oval | Serrate | Aristulate | Cordate | E | Short | Sweet | Moderate | Half-Upright |
| Kaşlıca W | Heart | Crenate | Subacute | Subacute | E | Long | Sweet | High | Umbrella |
| Karadut W | Elliptic | Serrate | Aristulate | M-shaped | E | Short | Sweet | Low | Umbrella |
| Bağözü W | Elliptic | Dentate | Aristulate | M-shaped | E | Short | Sweet | Moderate | Half-Upright |
| Bağlar W | Oval | Serrate | Aristulate | M-shaped | E | Short | Sweet | Low | Umbrella |
| Konuklu W | Oval | Crenate | Subacute | Cordate | E | Short | Sweet | Moderate | Umbrella |
| <i>Morus nigra (black (B) mulberry)</i> | | | | | | | | | |
| Dikilcik B | Heart | Dentate | Cuspidate | Auriculate | E + F | Oval | Sweet-Sourish | High | Weeping |
| Oluklu B | Heart | Dentate | Cuspidate | Auriculate | E | Short | Sweet-Sourish | High | Weeping |
| Tut B | Heart | Serrate | Subacute | Auriculate | E | Oval | Sweet-Sourish | High | Weeping |
| Karadut B | Heart | Dentate | Subacute | Auriculate | E | Short | Sourish | High | Weeping |
| <i>Morus rubra (red (R) mulberry)</i> | | | | | | | | | |
| Dikilcik R | Oval | Crenate | Aristulate | Cordate | E | Short | Sweet-Sourish | High | Weeping |
| Ataköy R | Elliptic | Dentate | Aristate | M-shaped | E | Oval | Sweet-Sourish | Low | Half-Upright |
| Oluklu R | Oval | Dentate | Rounded | Rounded | E | Long | Sweet-Sourish | High | Half-Upright |
| Karadut R | Oval | Dentate | Aristate | M-shaped | E + F | Oval | Sweet-Sourish | Low | Weeping |

LS: Leaf Shape, LMS: Leaf Margin Shape, LTS: Leaf Tip Shape, LBS: Leaf Base Shape, FS: Fruit Shape, FT: Fruit Taste, TGH: Tree Growth Habit.

Results of morphological and pomological measurements were given in Table 3 and significant differences between the results were signed with different

letters. All of the assessed characters significantly varied between the genotypes, except dry fruit yield values of black mulberry genotypes.

Table 3. Results of morphological and pomological measurements of selected mulberry genotypes.

| Genotype | LL | LW | PL | PT | FL | FW | FSL | FFW | DFW | DFY | TSS |
|---|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|
| <i>Morus alba (white (W) mulberry)</i> | | | | | | | | | | | |
| Ataköy W1 | 78.4 e | 53.6 e | 39.8 def | 1.4 de | 21.2 e | 12.2 fg | 6.9 fg | 1.8 f | 0.9 bc | 48.1 ab | 27.1 ab |
| Ataköy W2 | 111.6 c | 88.1 c | 61.6 ab | 2.2 c | 28.2 b | 19.5 a | 6.6 g | 5.2 b | 1.7 a | 33.1 c | 20.9 cd |
| Ataköy W3 | 142.6 ab | 92.1 bc | 64.2 a | 2.5 bc | 32.3 a | 17.1 b | 7.6 efg | 5.3 b | 1.8 a | 32.1 c | 22.1 c |
| Oluklu W | 88.3 de | 52.3 e | 34.7 ef | 1.1 ef | 21.8 de | 13.2 ef | 8.4 def | 2.3 ef | 0.9 bc | 30.2 c | 25.5 b |
| Tut W1 | 88.0 de | 55.0 e | 33.0 ef | 1.3 def | 22.8 cde | 13.1 ef | 13.4 a | 2.0 f | 0.6 c | 31.7 c | 28.9 a |
| Tut W2 | 97.1 cd | 56.2 e | 29.5 f | 1.0 f | 24.4 c | 14.9 cd | 7.6 efg | 3.0 d | 1.2 b | 39.5 bc | 30.2 a |
| Tut W3 | 136.1 b | 85.4 cd | 55.9 abc | 2.5 bc | 28.8 b | 15.5c | 6.1 g | 4.2 c | 1.6 a | 37.5 bc | 27.5 ab |
| Kaşlıca W | 144.8 ab | 133.5 a | 38.4 def | 3.5 a | 32.4 a | 16.1 bc | 9.9 bcd | 6.2 a | 1.8 a | 29.8 c | 27.5 ab |
| Karadut W | 103.9 cd | 76.7 d | 49.9 bcd | 1.6 d | 24.0 cd | 13.5 def | 11.3 b | 2.9 de | 1.2 b | 43.4 abc | 28.7 ab |
| Bağözü W | 99.9 cd | 50.3 e | 33.5 ef | 1.4 de | 20.5 e | 13.8 de | 8.4 def | 2.2 f | 0.9 bc | 38.9 bc | 28.6 ab |
| Bağlar W | 156.6 a | 100.2 b | 48.7 bcd | 2.8 b | 21.1 e | 11.5 g | 10.3 bc | 1.8 f | 1.0 bc | 56.0 a | 22.4 c |
| Konuklu W | 101.6 cd | 75.2 d | 43.8 cde | 1.7 d | 20.7 e | 12.6 efg | 8.7 cde | 2.1 f | 0.9 bc | 40.6 bc | 18.7 d |
| <i>Morus nigra (black (B) mulberry)</i> | | | | | | | | | | | |
| Dikilcik B | 128.5 a | 138.5 a | 21.7 ab | 3.7 a | 14.6 c | 6.6 c | 3.3 bc | 3.0 b | 0.7 b | 22.6 | 21.0 a |
| Oluklu B | 131.3 a | 132.5 a | 28.0 a | 2.5 b | 29.2 a | 18.8 a | 2.6 c | 5.3 a | 1.4 a | 23.6 | 23.9 a |
| Tut B | 112.8 ab | 124.8 a | 30.9 a | 3.5 ab | 25.4 b | 17.3 a | 5.8 a | 3.7 b | 0.8 b | 22.8 | 23.3 a |
| Karadut B | 88.5 c | 99.5 b | 16.8 b | 2.6 ab | 24.8 b | 13.7 b | 4.8 ab | 3.0 b | 0.6 b | 18.6 | 15.7 b |
| <i>Morus rubra (red (R) mulberry)</i> | | | | | | | | | | | |
| Dikilcik R | 135.3 a | 86.8 a | 34.0 b | 2.2 | 23.8 b | 14.8 a | 8.5 b | 2.0 b | 0.4 b | 18.3 b | 20.7 a |
| Ataköy R | 91.0 b | 54.6 b | 29.9 b | 1.6 | 18.0 c | 11.3 b | 6.0 c | 1.3 c | 0.6 a | 41.0 a | 16.4 b |
| Oluklu R | 99.7 b | 63.9 b | 50.1 a | 3.6 | 27.4 a | 13.8 a | 11.9 a | 3.1 a | 0.8 a | 25.3 b | 20.9 a |
| Karadut R | 127.4 a | 99.0 a | 62.4 a | 2.0 | 17.1 c | 10.8 b | 9.8 b | 1.3 c | 0.6 ab | 43.7 a | 16.3 b |

LL: Leaf Length, LW: Leaf Width, PL: Petiole Length, PT: Petiole Thickness, FL: Fruit Length, FW: Fruit Width, FSL: Fruit Stalk Length, FFW: Fresh Fruit Weight, DFW: Dry Fruit Weight, DFY: Dry Fruit Yield, TSS: Total Soluble Solids.

Differences between values signed with different letters within the rows of species are significant at $P \leq 0.05$.

Fruit shape were mostly characterized as short cylindrical together with oval (1 white, 2 black, and 2 red) and long cylindrical (2 white, 1 red) fruit shaped genotypes. All white mulberries were sweet tasted, whereas all black and red mulberries were sweet-sourish, except one sourish black mulberry genotype. Fruit juice yields were high in all black mulberry genotypes. Three white and two red mulberry genotypes were also characterized as high juice yielding. There were no significant difference in tree growth habits of black mulberry genotypes, where as three habits (half-upright, umbrella, and weeping) in white and two habits (half-upright and weeping) in red mulberries were observed.

In white mulberry genotypes, leaf length and width varied between 78.4 mm (Ataköy W1) and 156.6 mm (Bağlar W), and 50.3 mm (Bağözü W) and 133.5 mm (Kaşlıca W), respectively. Petiole length and thickness were between 29.5 mm (Tut W2) and 64.2 mm (Ataköy W3), and 1.0 mm (Tut W2) and 3.5 mm (Kaşlıca W). Fruit length and width changed between 20.5 mm (Bağözü W) and 32.4 mm (Kaşlıca W), and 11.5 mm (Bağlar W) and 19.5 mm (Ataköy W2). The highest fruit stalk length was found in Tut W1 (13.4 mm), whereas Tut W3 presented the lowest value (6.1 mm). Kaşlıca W was the leading white mulberry genotype in terms of fresh and dry fruit weight with 6.2 and 1.8 g average weight values. Kaşlıca W was also in the leading dry fruit weight significance group together with Ataköy W3. However, instead of these genotypes Bağlar W gave the highest dry fruit yield with 56.0% dry fruit of unit fresh fruit weight. The highest total soluble solids content was found in Tut W2 and Tut W1 (30.2 and 28.9%).

Black mulberry genotypes presented bigger leaves when compared with other species in terms of leaf area. The difference in leaf length and width values between Dikilcik B, Oluklu B, and Tut B was not significant, whereas Karadut B presented significantly lower leaf length and width values (88.5 and 99.5, respectively). Petiole length varied between 16.8 and 30.9 mm (Karadut B and Tut B), and petiole thickness were between 2.6 and 3.7 mm (Karadut B and Dikilcik B). Fruits of Dikilcik B were smaller in terms of fruit length and width when compared to other black mulberry genotypes. Oluklu B was the highest fruit length and width (29.2 and 18.8 mm) presenting black mulberry. Fruit stalk length varied between 2.6 and 5.8 mm (Oluklu B and Tut B, respectively). Fresh and dry fruit weight were highest in Oluklu B (5.3 and 1.4 g, respectively), and the lowest in Karadut B (3.0 and 0.6 g, respectively), whereas the difference in dry fruit yield values were not found significant between the black mulberry genotypes.

Total soluble solids content varied between 15.7 and 23.9% (Karadut B and Oluklu B, respectively).

Leaf length and width in red mulberry genotypes were highest in Dikilcik R and Karadut R (135.3 and 127.4 mm, and 86.8 and 99.0 mm, respectively). The highest petiole length values were found in Karadut R and Oluklu R (62.4 and 50.1 mm, respectively), whereas no significant difference between the red mulberry genotypes were detected in terms of petiole thickness. Oluklu R gave the highest fruit length value (27.4 mm), and stated in the leading fruit width genotypes together with Dikilcik R. Fruit stalk length varied between 6.0 and 11.9 mm (Ataköy R and Oluklu R, respectively). Oluklu R was the highest fresh and dry fruit weighted red mulberry genotype with the values of 3.1 g fresh and 0.8 g dry average fruit weight. On the other hand, Karadut W (43.7%) and Ataköy W (41.0%) were the highest dry fruit yielding red mulberry genotypes. Total soluble solids content varied between 16.3 and 20.9% (Karadut R and Oluklu R, respectively).

As a result of the overall fruit quality evaluations; Ataköy W1, Tut W2, Tut W3, Karadut W, Bağözü W, Bağlar W, Konuklu W, Ataköy R, and Karadut R were concluded to be suitable for drying purposes, and Ataköy W2, Ataköy W3, and Kaşlıca W for syrup (pekmez). Tut W1, Tut W3, Konuklu W, Dikilcik R, and Oluklu R were selected for table use. Black mulberry genotypes were selected for fruit juice.

One of the most comprehensive studies regarding morphological and pomological characterization of mulberry genotypes in Turkey has been performed by Çöçen (2017) who assessed more than 60 local mulberry genotypes (white, black and red mulberries) from different parts of Turkey and reported leaf length between 71.2 and 160.4 mm, leaf width between 48.6 and 121.1 mm, petiole length between 16.8 and 46.9 mm, and petiole thickness between 1.2 and 5.1 mm. Özkaya Erkaleli and Dalkılıç (2016) investigated leaf characteristics of black mulberry genotypes selected from Ulubey county of Uşak Province, and reported leaf length between 87.3 and 125.0 mm, leaf width between 81.0 and 119.0 mm, and petiole length between 17.7 and 28.3 mm which indicated smaller leaves when compared with our results. Uzun and Bayır (2009) surveyed black mulberry genotypes in Antalya Province and reported mean leaf length as 105.3 mm, leaf width as 84.4 cm, and petiole length as 28.7 mm. Orhan (2009) selected 26 mulberry genotypes from Olur and Oltu counties of Erzurum Province and leaf length were between 107.3 - 139.9 mm, leaf width 70.8 - 110.8 mm, petiole length 21.2 - 58.2 mm, and petiole thickness 1.6 - 2.9 mm. Our results

were within these results except leaf width and petiole length that genotypes with wider leaves and longer petioles reported as part of this study.

Fruit length and fruit width were reported between 16.4 - 32.0 mm and 8.9 - 18.3 mm by Çöçen (2017). Aslan (1998) surveyed Malatya Province and found white, black and red mulberry genotypes having fruit length between 18.4 - 24.4 mm and fruit width 9.9 - 21.1 mm. When compared with these results, longer and wider white mulberries were detected in our study. On the other hand, Yılmaz (2004) surveyed Adana Province of Turkey and found white, black and red mulberry genotypes having fruit length between 22.0 - 34.3 mm and fruit width between 15.0 - 21.0 mm which include longer and wider fruits when compared with our results. Fruit stalk length were measured between 1.3 and 11.1 mm by Çöçen (2017), whereas longer white and red mulberry genotypes were observed in our study.

The highest fresh fruit weight found in the previous white, black and red mulberry selection studies in Turkey was 8.7 g Güneş and Çekiç (2004), and 0.3 g Gündoğdu et al. (2012) was the lowest. Our results were within these limits. The highest dry fruit yield mentioned by Çöçen (2017) was 41.5%, and higher dry fruit yielding white mulberry genotypes were found in this current study.

In the previous studies, total soluble solid contents of mulberry selections varied between 5.1% (Gündoğdu et al., 2012) and 33% (Türemiş et al., 2004). Our results were within the limits of previous studies which were between 15.7% and 30.2%.

Conclusion

In this study local mulberry genotypes in different parts of Adıyaman Province of Turkey were evaluated in terms of their morphological and pomological characteristics. When compared to the previous mulberry selection studies performed in Turkey, this current study resulted with white, black and red mulberry genotypes having wider leaf blade, longer petioles and fruit stalk, and higher dry fruit yield were determined. As a result of this study, mulberry genotypes especially for drying purposes were remarked in the selected local white genotypes. Together with white mulberry genotypes, red mulberry genotypes that would be suitable for drying purposes were also distinguished which would be a new product for mulberry consumption market.

References

Aslan, M.M. 1998. Malatya, Elazığ, Erzincan ve Tunceli İllerine Bağlı İlçelerden Ümitvar Dut Tiplerinin Seçimi. Çukurova University,

Institute of Science, Department of Horticulture, MSc Thesis, Adana.

Çöçen, 2017. Malatya Dut Genetik Kaynakları Parselinde Bulunan Dut Genotiplerinin Fenolojik, Pomolojik ve Morfolojik Karakterizasyonu. Erciyes University, Institute of Science, Department of Horticulture, MSc Thesis, Kayseri.

De Candolle, A.1967. Origin of Cultivated Plants. New York and London. p. 149-153.

Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4); 419-435.

Ertürk Y.E., Gecer M.K. 2012. Economy of berries. IV. National Berry Symposium, 3-5 October, Antalya.

Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Geçer, M.K., Kayaker, U. 2012. Van Gölü Havzasındaki dut türlerinin farklı olgunluk dönemlerindeki (*Morus nigra* L., *Morus alba* L. ve *Morus rubra* L.) bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. IV. National Berry Symposium, 3-5 October, Antalya.

Güneş, M., Çekiç, Ç. 2004. Tokat yöresinde yetiştirilen farklı dut türlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Symposium of Kiwifruit and Small Fruits, 23-25 October, Ordu.

Karataş, N., Şengül, M. 2018. Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 34-43.

Keskin, S. 2016. Gümüşhane İli Dutlarının (*Morus* spp.) Seleksiyonu ve Moleküler Karakterizasyonu, Gaziosmanpaşa University, Institute of Science, Department of Horticulture, Phd Thesis, Tokat.

Orhan, E. 2009. Oltu ve Olur İlçelerinde Yetiştirilen Dutların (*Morus* Spp.) Seleksiyon Yoluyla Seçimi Ve Seçilen Tiplerde Genetik Akrabalığın Rapd Yöntemiyle Belirlenmesi, Atatürk University, Institute of Science, Department of Horticulture, Phd Thesis, Erzurum.

Özgen, M., Güneç, M., Akça, Y., Türemiş, N., Ilgın, M., Kızılcı, G., Erdoğan, Ü., Serçe, S. 2009. Morphological characterization of several *Morus* species from Turkey. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 50(1): 9-13.

Özkaya Erkaleli, Z., Dalkiliç, Z. 2016. Uşak ili Ulubey ilçesinde yetişen karadutların (*Morus nigra* L.) morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1); 89-106.

- TTSM, 2019. Registration List. Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Variety Registration and Seed Certification Center. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Menu/30/Kayit-Listeleri> (Available Date: 16.07.2019)
- Türemiş, N., Pırlak, L., Eşitgen, A., Erdoğan, Ü., Tümer, A., İmrak, B. 2004. Akdeniz ve Doğu Anadolu’ da Yetişen Dutların Seleksiyonu ve Seçilen Tiplerin Muhafazası, TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu, Proje No: TOGTAG-2600.
- USDA, 2019. Classification for Kingdom Plantae Down to Genus *Morus* L. <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=MORUS> (Available Date: 16.07.2019)
- Uzun, H.İ., Bayır, A. 2009. Farklı dut genotiplerinin bazı kimyasal özellikleri ve antiradikal aktiviteleri. III. National Berry Symposium, 10-12 June, Kahramanmaraş.
- Yılmaz, A. 2004. Adana İli ve Çevre İlçelerinde Yetişen Sofralık ve Sanayiye Uygun Dutların Seleksiyonu. Çukurova University, Institute of Science, Department of Horticulture, MSc Thesis, Adana.

Araştırma Makalesi

Mardin ve Şırnak İllerinde Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Zeytin Genotiplerinin Meyve ve Yağ Özelliklerinin Belirlenmesi

Nevzat SEVGİN*, Saim CANER

Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak

*Sorumlu yazar: nsevgin@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.04.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 16.11.2019

Kabul Tarihi: 18.11.2019

Özet

Bu çalışmada Şırnak/Kumçatı, Şırnak/Kızılsu, Şırnak/Cizre, Mardin/Kızıltepe ve Mardin/Derik' ten alınan genotipler Ayvalık ve Gemlik gibi önemli zeytin çeşitleriyle pomolojik ve yağ analizleri bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışmada, meyvelerde meyve eni, meyve boyu, meyve indeksi, meyve şekli, meyve ağırlığı, meyve eti oranı ve olgunluk indeksine bakılarak pomolojik özellikleri incelenmiş ve mekanik yolla elde edilen zeytinyağı analizlerinde iyot sayısı, peroksit sayısı, toplam fenol miktarı değerlerine bakılmış olup bu özellikler Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan ölçümlerde meyve eni bakımından Ayvalık (18.85 mm) ve Gemlik (18 mm) çeşitlerine en yakın değeri Kızıltepe (17.63 mm), meyve boyu bakımından Ayvalık (23.09 mm) ve Gemlik (22.57 mm) çeşitlerine en yakın değeri Kızıltepe (22.56 mm) ve 100 meyve ağırlığı bakımından yine Ayvalık (498.44 g) ve Gemlik (537.35 g) çeşitlerine en yakın değeri Kızıltepe (372.19 g) genotipi göstermiştir. Yağ analizleri sonucunda ise iyot sayısı ve toplam fenol miktarı bakımından Ayvalık ve Gemlik çeşitlerine en yakın değeri Derik genotipi gösterirken peroksit sayısı bakımından ise Kızılsu genotipinin bu çeşitlere yakın değer sergilediği görülmüştür. Bu çalışma ile Şırnak/Kumçatı, Şırnak/Cizre, Şırnak/Kızılsu, Mardin/Kızıltepe ve Mardin/Derik'teki zeytin ve zeytinyağı özellikleri incelenmiş bu illerimizdeki zeytin yetiştiriciliğinin ve farkındalığın artırılması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Zeytin, zeytinyağ, pomoloji, meyve indeksi, olgunluk indeksi.

The Determination of Fruit and Oil Properties of Some Olives Which are Cultivated in Mardin and Şırnak

Abstract

This study was carried out genotypes obtained from Şırnak / Kumçatı, Şırnak / Kızılsu, Şırnak / Cizre, Mardin / Kızıltepe and Mardin / Derik were compared with important olive varieties such as Ayvalık and Gemlik in terms of pomological and oil analyzes. In the study, pomological characteristics of fruit were examined by looking at fruit width, fruit height, fruit index, fruit shape, fruit weight, fruit pulp rate and maturity index. In the analysis of olive oil obtained by mechanical method, iodine number, peroxide number, total phenol amount, were examined and compared with Ayvalık and Gemlik olive varieties. In the measurements made, Kızıltepe genotype (17.63 mm) showed the closest value to Ayvalık (18.85 mm) and Gemlik varieties (18 mm) in terms of fruit width and Kızıltepe genotype (22.56 mm) showed the closest value to Ayvalık (23.09 mm) and Gemlik varieties (22.57 mm) in terms of fruit length. Also, Kızıltepe genotype (372.19 g) showed the closest value to Ayvalık (498.44 g) and Gemlik (537.35 g) in terms of fruit weight. As a result of oil analysis, Derik genotype showed the closest value to Ayvalık and Gemlik varieties in terms of iodine number and total phenol amount whereas Kızılsu genotype showed a close value to these varieties in terms of peroxide number.

Key words: Olive, olive oil, pomology, fruit index, maturity index.

Giriş

Dünyanın en eski kültür bitkilerinden olan zeytin (*Olea europaea L.*) meyvesini tüketimi ,yağ üretimi ve depolanabilme özelliği bakımından dünyanın en önemli meyveleri arasında yer almaktadır (Kaniewski ve ark., 2012). Sistematik literatüründe *Oleaceae* familyasının, *Olea* cinsinin, *Olea europaea L.* türü olarak bilinir (Kiritsakis ve Markakis, 1987). Zeytin yetiştiriciliğinin ilk insanlarla birlikte başladığı kabul edilmekte ve "Zeytin bütün ağaçların ilkidir" denilmektedir. Zeytinin insanlık tarihindeki önemine tüm kutsal kitaplarda, yaratılış ve kuruluş efsanelerinde yer verilmektedir. Arkeolojik ve jeolojik buluntular da zeytinin M.Ö. 6000 yılından beri kullanıldığını göstermektedir (Çavuşoğlu ve Çakır, 1988). Antik dönemde, sofralık yemek, yemek pişirmek, aydınlatmada kullanımının yanı sıra zeytinyağı tıbbi amaçlar için de kullanılmıştır (Zohary ve ark., 2012; Mercuri ve ark., 2013; Valamoti ve ark., 2018). Bugün Türkiye topraklarında yer alan zeytinin anavatanı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. Buradan tüm Akdeniz havzasına ve daha sonra Amerika'yı da içine alan çok geniş bir alana yayılmıştır (Şeker ve ark., 2008). Türkiye sahip olduğu Akdeniz iklim özellikleri ve bulunduğu coğrafi konum nedeniyle İspanya, İtalya, Tunus ve Yunanistan gibi diğer Akdeniz ülkeleriyle birlikte dünyanın önde gelen zeytin üreticileri içerisinde yer almaktadır. Günümüzde kaliteli ve yüksek verimli zeytin çeşitleriyle bahçe kurulması ve olgun meyveden zeytinyağının üretimi Akdeniz ülkelerinde zeytincilik uygulamalarının en önemli parçasını oluşturmaktadır (Owen ve ark., 2000). Türkiye'de özellikle Ege ve Akdeniz kıyılarında Akdeniz ikliminin hâkim olduğu yerlerde yaygın olan zeytin üretimi, bu bölgelerdeki tarım işletmelerinin ana üretim dallarından birini oluşturmaktadır. Ege Bölgesi Türkiye sofralık ve yağlık zeytin çeşitlerinin ana üretim bölgesini oluşturmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi zeytin çeşitliliği bakımından en zengin bölgemiz olmasına rağmen zeytin üretim potansiyeli bakımından istenilen seviyenin çok gerisinde kalmaktadır. Bunun sebeplerinden biri bölgeye uygun özellikte çeşitlerle bahçelerin kurulmamasından kaynaklanmaktadır. Son yıllarda piyasada bulunan türlerle bahçelerin kurulması ve mevcut zeytinliklerin yeni çeşitlere çevrilmesinden dolayı yerel zeytin çeşitlerinin orijin bölgelerinde giderek azalması ve hatta yok olması tehlikesiyle karşıya kalmıştır. Zeytinin gen merkezlerinden biri olarak kabul edilen Şırnak ve Mardin illerimizde de uzun yıllardan beri geleneksel bir biçimde yerel genotiplere ile kısmi olarak zeytincilik yapılmaktadır. Ancak bölgede mevcut zeytin

genotiplerinin meyve ve yağ kalitesi üzerine yeterli çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, Mardin ve Şırnak illerinde zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerde yetiştirilen zeytin genotiplerinin pomolojik özellikleri ve yağ karakterizasyonu yapılmıştır. Ayrıca, her genotipe ait zeytinyağı örneğinde iyot sayısı, peroksit sayısı, kırılma indeksi ve fenolik bileşik miktar analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmadaki genotiplerin meyve ve yağ özellikleri Ayvalık ve Gemlik çeşitlerinin özellikleriyle karşılaştırılıp benzerlikler ve farklılıklar belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan zeytin genotipleri Şırnak/Kumçatı, Şırnak/Kızılsu, Şırnak/Cizre, Mardin/Kızıltepe ve Mardin/Derik ilçelerinden temin edilerek zeytinler pomolojik ve zeytinyağı analizleri için soğuk zincirde laboratuvara getirilmiştir. Temin edilen bu zeytin genotiplerinin olgunlaşma zamanları ve olgunluk indeksi dikkate alınarak hasat edilmiştir. Tüm zeytin örneklerinin pomolojik analizleri Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Pomolojik analizlerin yapılması aşamasında her grupta 15 meyvenin bulunduğu 3 yineleme kullanılmıştır. Pomolojik analizlerin tamamlanmasının ardından tüm zeytinlerden yaklaşık 300-500 g örnek kullanılarak zeytinyağı elde edilmiştir. Zeytin örnekleri çekirdeklerinden ayrılarak elde edilen meyve eti iyice ezildikten sonra +25 °C'de santrifüj yardımı ile zeytin yağı ayrıştırılmıştır. Elde edilen zeytinyağlarında yağ asitleri bileşenleri dışında kalan diğer tüm analizler, Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

Belirlenen çeşitlerin pomolojik özelliklerinin belirlenmesinde; her bir çeşitten tesadüfi olarak alınan 100 meyvede, meyve tane ağırlığı, 100 meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı, 100 çekirdek ağırlığı (0.1 g'a duyarlı terazi ile), meyve boyu, meyve eni, meyve indeksi (boy/en), Çekirdek boyu, çekirdek eni (0.01 mm'ye duyarlı kumpas ile), Meyve şekli (Canözer, 1991)'e göre tespit edilmiştir.

Olgunluk indeksi; Olgunluk indeksi; her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 100 zeytinde Şeker ve arkadaşlarına (2008) göre tanımlanarak saptanmıştır. Zeytinler ikiye kesilerek; 0= Meyve kabuğu koyu yeşil, 1= Meyve kabuğu sarı ya da sarımsı yeşil, 2= Meyve kabuğu sarımsı yeşil ancak üzeri kırmızımsı noktalı, 3= Meyve kabuğu kırmızımsı ya da hafif violet, 4= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen yeşil, 5= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti çekirdeğin yarısına doğru violet renkte, 6= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti hemen çekirdeğe kadar violet, 7= Meyve kabuğu siyah ve

mevye eti tamamen siyah olmak üzere 8 kategoriye göre sınıflandırılmıştır. Olgunluk indeksi; her sınıfa giren meyve adedi o sınıf değeri ile çarpılarak toplanıp, değerlendirilen toplam meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunluk indeksi} = \frac{(0x_n0) + (1x_n1) + (2x_n2) + (3x_n3) + (4x_n4) + (5x_n5) + (6x_n6) + (7x_n7)}{100}$$

Zeytin meyvelerinin yağı, soğuk ekstraksiyon yöntemi ile çıkarılarak, zeytinyağı kalite analizleri yapıncaya kadar +4°C'de saklanmıştır.

iyot sayısı: Wijs metoduna göre belirlenmiştir. (AOAC, 1990). 0.2 g örnek 15 ml CCl₄'de çözülmüştür. Üzerine 10 ml %5'lik Civa II Asetat ve 25 ml Wijs çözeltisi ilave edilerek örneğin ağız kapatılmış ve karanlıkta 3 dakika bekletilmiştir. Üzerine daha sonra 1.990 g potasyum iyodür ve 100 ml saf su ilave edilmiş, 0.1 Na₂S₂O₃ ile renk açık sarı oluncaya kadar titre edilmiştir. Üzerine 1-2 damla nişasta çözeltisi eklenerek 0.1 Na₂S₂O₃ ile renk beyaz oluncaya kadar titre edilmiş ve harcanan Na₂S₂O₃ miktarı saptanmıştır. Aynı işlemler kontrol için yapılarak toplam iyot sayısı belirlenmiştir.

Peroksit sayısı: Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit, oksijenin miliekivalan gram olarak miktarıdır (Anonim, 1973; Nas ve ark., 1992). Bu değer zeytinyağında 20 meq O₂/kg yağ aşmamalıdır. Yağ örneği kloroformda çözülüp asetik asit ve potasyum iyodür ilave edildikten sonra 1 dakika çalkalanarak karanlık odada 5 dakika bekletilmiş ve bu süre sonunda ayarlı sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Araştırma numunesinden analiz için alınacak örnek miktarı, numunenin tahmin edilen peroksit değerine göre Peroksit değeri skalasından faydalanılarak belirlenmiştir.

Toplam fenolik bileşikler: Rastgele seçilen meyvelerden alınan örneklerde Folin Ciocalteu ayırıcı ile spektrofotometrik yöntem kullanılarak mg/kg olarak Gallik asit cinsinden belirlenmiştir (Zheng ve Wang, 2001).

Denemeden elde edilen veriler JMP.5.01 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, her çeşidin kendi içindeki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi (P≤0.05) ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında kullanılan Zeytin meyvesinin pomolojik özellikleri incelendiğinde Meyve eni bakımından Ayvalık 18.85 mm ve Gemlik 18 mm olarak ölçülmüş olup bunlara 17.63 mm ile Kızıltepe genotipi en yakın değere sahip olurken bunu sırasıyla Derik 16.36 mm, Kumçatı 16.31 mm, Cizre 15.92 mm ve Kızılsu genotipi 15.72 mm ile takip etmiştir. Kızılsu genotipi bu değeri ile Ayvalık

ve Gemlik çeşitlerine en uzak değeri göstermiştir (Çizelge 1). Daha önceki çalışmalarda ülkemizde yetiştirilen zeytin çeşitlerinin pomolojik özellikleri incelenmiş ve meyve enini Gemlik çeşidinde 17.91 mm, Ayvalık çeşidinde 19.14 mm, Memecik çeşidinde 19.40 mm olarak saptamıştır (Canözer 1991). Kaynaş ve ark. (1996) Gemlik çeşidinin meyve enini 16,50 mm Halhalı çeşidinin meyve enini ise 16.80 mm olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen değerler literatürdeki değerlerden daha düşük bulunmuştur. Meyve boyu değerlerine bakıldığında Ayvalık 23.09 mm ve Gemlik 22.57 mm olarak ölçülmüş olup 22.56 mm ile Kızıltepe genotipi bu çeşitlere en yakın değerleri gösterirken 24.16 mm ile Kızılsu genotipi bu iki çeşitten yüksek bir değer sergilemiştir. Diğer genotipler ise sırasıyla Derik 22.10 mm, Cizre 21.74 mm ve Kumçatı 21.49 mm olarak ölçülmüştür. Meyve indeksi meyve boyunun meyve enine bölünmesi ile elde edilen değer olarak kabul görmektedir. Bu kapsamda hesaplanan meyve indeksine göre Ayvalık 1.22 ve Gemlik 1.25 olarak hesaplanmış ve meyve şekilleri yuvarlağa yakın oval olarak bulunmuştur. Kızıltepe 1.27 ve Kumçatı 1.31 meyve indeksi ile bu iki çeşide yakın değerler gösterip meyve şekli bakımından Ayvalık ve Gemlik çeşitleriyle aynı sınıfta yer almışlardır. Kızılsu genotipi 1.53 meyve indeksi ile her iki çeşidin üzerinde bir değer sergilemiş olup meyve şekli uzun oval olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada boy en oranı 1.38 (Canözer, 1991) ile 1.53 (Tutar, 2010) arasında belirlenmiştir. Cizre 1.36 ve Derik 1.35 meyve indeksi ile birbirine yakın değerler sergilemiş meyve şekilleri ise oval olarak belirlenmiştir. Meyve tane ağırlıkları bakımından Gemlik 5.37 g, Ayvalık 4.98 g olarak ölçülmüştür. Diğer genotiplerimiz ise sırasıyla Kızıltepe 3.72 g, Kızılsu 3.55 g, Derik 3.38 g, Cizre 3.26 g ve Kumçatı 3.25 g olarak belirlenmiştir. 100 dane meyve ağırlıklarına bakıldığı zaman ise Gemlik 537.35 g, Ayvalık 498.44 g olarak belirlenmiştir. Denemeye esas alınan örneklerimiz ise bu her iki çeşitten daha düşük fakat birbirlerine yakın değerler sergilemişlerdir. Buna göre Kızıltepe 372.19 g, Kızılsu 354.71 g, Derik 338.45 g, Cizre 326.21 g ve Kumçatı 324.93 g olarak belirlenmişlerdir.

Meyvelerde et oranı sofralık zeytinlerde kaliteyi belirleyen unsurlardandır. Et oranı çalışmada ele alınan seleksiyon kriterleri arasındadır. Seçilen genotipler arasında et oranı %88.06-81.74 arasında değişim göstermiştir. %88.06 ile en yüksek et oranına sahip Kumçatı genotipi çıkmıştır. Kızıltepe (%84.02) genotiplerinin Ayvalık (%85.38) ve Gemlik (%85.36) çeşitlerine yakın değerler sergilediği, Kızılsu (%81.74) genotipinin ise meyve et oranının bu çeşitlerden az olduğu görülmüştür. Çekirdek eni bakımından 9.4

mm ile Kızılsu genotipi ilk sırada gelmekte ve Ayvalık (8.18 mm) ve Gemlik (8.58 mm) çeşitlerinden daha yüksek bir değer göstermiştir. Kızıltepe 7.88 mm, Cizre 7.72 mm, Kumçatı 7.48 mm ölçüleriyle birbirlerine yakın değerler sergilerken Derik 5.01 mm ile en düşük, aynı zamanda Ayvalık ve Gemlik çeşitlerine en uzak değeri sergilemiştir. Çekirdek boyu bakımından yine ilk sırayı 19.8 mm ile Kızılsu genotipinin aldığı ve Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinden ise boy bakımından daha yüksek değer göstermiştir. Bunu sırasıyla Kızıltepe, Ayvalık, Gemlik, Cizre, Kumçatı ve Derik takip etmiştir. Çekirdek tane ağırlıkları bakımından ise Ayvalık 0.72 g ve Gemlik 0.69 g olarak ölçülmüş olup bunlara en yakın değeri 0.64 g ile Kızılsu genotipi göstermiştir. Diğer genotiplerin çekirdek tane ağırlıkları ise sırasıyla Kızıltepe 0.59 g, Cizre 0.46 g, Derik 0.42 ve Kumçatı 0.38 g olarak ölçülmüştür. 100 dane çekirdek ağırlıklarına bakıldığı zaman ise Kızılsu genotipi 64.75 g ağırlığı ile Ayvalık (72.85) ve Gemlik (69.05) çeşitlerine daha yakın değer sergilemiştir. Diğer genotipler ise sırasıyla Kızıltepe 59.45 g, Cizre 46.44 g, Derik 42.43 g ve Kumçatı 38.78 g olarak ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan zeytin genotiplerinden elde edilen zeytinyağlarında belirlenen iyot sayısı, Peroksit sayısı ve toplam Fenol miktarı Çizelge 2 verilmiştir. genotiplerden elde edilen zeytinyağlarının iyot sayıları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek iyot sayısı Kızıltepe genotipinde (89.36) en yüksek olur iken en düşük değer (80,20) Ayvalık çeşidinde görülmüştür.

Peroksit sayılarına bakıldığında en yüksek değer 18.53 meq g/kg ile Cizre genotipinde gözlenmiş bunu sırası ile Kızıltepe (16.53), Kumçatı (12.70) ve Derik (12.36) genotipi izlemiştir. En düşük değer Ayvalık (10.93 meq g/kg) çeşidinde gözlenmiştir. Toplam Fenol içerikleri bakımından en yüksek toplam fenol miktarının Ayvalık (374.33) ve Gemlik (359.67) çeşitlerinden sonra Derik (292.3) genotipinde olduğu saptanır iken en düşük değer Kızıltepe (153 mg/kg) genotipinde gözlenmiştir. Fenolik bileşikler zeytinyağının kendine özgü aroması ve tadı üzerine etkisi olan bileşiklerdendir. Zeytinyağının stabilite ve kalitesini arttırmırlar. Garcia ve ark. (2003)'na göre ticari sızma zeytinyağlarının toplam fenol içeriği ortalama 30-400 mg/kg'dır. Bulunan bütün genotiplerin fenol içeriği bakımından verilen aralıkta yer aldığını göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmalar sonucunda pomolojik özellikler bakımından önemli sofralık çeşitlerimiz olan Ayvalık ve Gemlik çeşitlerimize Kızıltepe genotipinin daha yakın değer sergilediği görülmüştür. Bu nedenle Kızıltepe genotipinin sofralık olarak değerlendirilmek üzere bölgedeki yetiştiriciliği artırılabilir. Zeytinyağı analiz

sonuçlarına baktığımız zaman ise iyot sayısı ve fenol miktarı bakımından Ayvalık ve Gemlik çeşitlerine en yakın değeri Derik genotipi sergilemiştir. Fenol miktarı bilindiği üzere depolama süresince oksidasyona karşı yağı korur. Zeytinyağının stabilite ve kalitesini arttırır. Peroksit sayısı en düşük olan genotip ise Kızılsu genotipi olmakla beraber çalışmadaki tüm genotiplerimizin peroksit sayısı değeri 20 nin altında bulunmuştur. Peroksit sayısı zeytinyağının yağa işlenme öncesi oksidasyonun ve zeytinyağının muhafaza durumunun göstergesidir. Kaliteli yağ eldesinde ise Derik ve Kızılsu genotiplerinin yetiştiriciliği artırılabilir. Çalışmanın yapıldığı bölge zeytinin gen merkezlerinden biri olarak bilinmektedir (Şeker ve ark., 2008). Çalışmanın yapıldığı Şırnak ve Mardin illerinde de yaşlı zeytin ağaçlarına rastlanması bu bilgiyi doğrulamaktadır. Bu da bu illerimizde zeytin yetiştiriciliğinin yapılabilir olduğunun bir kanıtıdır fakat buna rağmen bölgedeki zeytin tarımı ne yazık ki hak ettiği şekilde gelişmemiştir. Bunun temel nedeni, bölgedeki özellikle çalışmanın yapıldığı Şırnak ve Mardin illerimizdeki tarımsal teknik ve teknolojideki gelişmelerin zeytin tarımına yansıtılmamasıdır. Bu illerimizde toprak analizi yapmak suretiyle yeni tesis edilecek zeytinliklerde mutlaka modern zeytin yetiştiriciliğinin esasları göz önünde bulundurulmalı, adaptasyon çalışmaları artırılmalı, başta sulama ve beslenme olmak üzere bakım işlemlerine de gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu illerimizde bölgede yetiştiriciliği yapılan Kilis yağlık, Nizip yağlık ve Halhalı gibi bölgenin önemli çeşitlerinin de bu illerimizde yetiştiriciliğinin denemesi gerekmektedir.

Çalışmamızda Mardin ve Şırnak illerindeki bazı zeytin genotiplerinin meyve ve yağ özellikleri belirlenmiştir, ancak bölgedeki zeytinciliğin gelişmesi için bu tür çalışmalar artırılmalı ayrıca çalışmada yapılmayan yağ asitleri bileşenleri, tokoferol analizleri ve sterol analizlerinde yapılması gerekmektedir. Bölge zeytinin gen merkezlerinden biri olması nedeniyle Bölgedeki yerel genotiplerin standart zeytin çeşitleriyle akrabalık ilişkilerinin ortaya çıkması için moleküler düzeyde DNA analizlerinin de yapılması ve ıslah çalışmalarında kullanılması gerekmektedir. Bölgeye kurulacak bir zeytin ve zeytinyağı işletme tesisi ile bölge halkının zeytin yetiştiriciliğine teşvik edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 1. Zeytin genotiplerinin meyve ve çekirdeklerinin pomolojik değerleri.

| Genotip | Çekirdek Boyu (mm) | Çekirdek Eni (mm) | 100 Çekirdek Ağırlığı (g) | Çekirdek Ağırlığı (g) | Olgunluk İndeksi | Meyve Et Oranı (%) | Meyve Şekli | Meyve İndeksi | Meyve Boyu (mm) | Meyve Eni (mm) | 100 Meyve Ağırlığı (g) | Meyve Ağırlığı (g) |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------------|--------------------|
| Kızılsu | 19.8±0.4 | 9.4±2.1 | 64.75±5.1 | 0.64 ±0.2 | 4.01±1.1 | 81.74±3.5 | Uzun oval | 1.53±0.6 | 24.16±0.9 | 15.72±0.4 | 354.71±4.5 | 3.55±2.4 |
| Kumçatı | 13.1±0.3 | 7.48±0.9 | 38.78±4.3 | 0.38±0.1 | 2.92±1.0 | 88.06±5.4 | Yuvarlağa yakın oval | 1.31±1.1 | 21.49±0.7 | 16.31±0.9 | 324.93±6.2 | 3.25±0.8 |
| Cizre | 14.28±0.2 | 7.72±0.9 | 46.44±4.2 | 0.46±±0.6 | 2.04±0.5 | 85.76±0.9 | Oval | 1.36±1.0 | 21.74±0.7 | 15.92±1.5 | 326.21±4.4 | 3.26±1.0 |
| Derik | 11.55±0.1 | 5.01±0.4 | 42.43±3.01 | 0.42±0.3 | 2.1±1.6 | 87.46±5.3 | Oval | 1.35±0.4 | 22.10±1.1 | 16.36±0.8 | 338.45±5.1 | 3.38±2.03 |
| Kızıltepe | 17.56±0.3 | 7.88±3.02 | 59.45±5.1 | 0.59±0.1 | 3.27±3.0 | 84.02±2.4 | Yuvarlağa yakın oval | 1.27±1.1 | 22.56±0.3 | 17.63±1.1 | 372.19±3.1 | 3.72±3.2 |
| Ayvalık | 15.59±0.2 | 8.18±2.3 | 72.85±5.0 | 0.72±0.1 | 3.9±0.2 | 85.38±3.0 | Yuvarlağa yakın oval | 1.22±1.0 | 23.09±0.5 | 18.85±0.8 | 498.44±6.01 | 4.98±0.9 |
| Gemlik | 14.84±0.2 | 8.58±2.4 | 69.05±2.1 | 0.69±0.3 | 5.56±0.6 | 85.36±2.1 | Yuvarlağa yakın oval | 1.25±2.0 | 22.57±0.2 | 18±1.3 | 537.35±4.8 | 5.37±0.3 |

Çizelge 2. Zeytin genotiplerinden elde edilen zeytin yağlarının kimyasal özellikleri

| Genotip | Peroksit (meq g/kg) | Toplam Fenol miktarı (mg/kg) | Toplam İyot sayısı |
|-----------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Cizre | 18.53±0.35 | 247.66±11.24 | 88.40±0.40 |
| Kızıltepe | 16.53±0.15 | 153.00±12.12 | 89.36±0.58 |
| Kumçatı | 12.70±0.10 | 232.66±27.32 | 84.20±0.71 |
| Derik | 12.36±0.15 | 292.33±8.08 | 81.00±0.35 |
| Gemlik | 11.43±0.21 | 359.66±33.65 | 81.40±0.30 |
| Kızılsu | 11.13±0.31 | 228.00±3.00 | 87.90±0.44 |
| Ayvalık | 10.93±0.84 | 374.33±9.07 | 80.20±0.17 |

Kaynaklar

- Anonim, 1973. T.S.E. Yemeklik Zeytinyağı Muayene Metotları. TS-342, Dördüncü Baskı, Ankara.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, DC., USA.
- Canözer, Ö. 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Mesleki Yayınlar, No: 334-16, Ankara. 107 s.
- Çavuşoğlu, A., Çakır, M. 1988. Modern Zeytincilik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Mesleki Yayınlar, No.1, Ankara. 303 s.
- Garcia, A., Brenes, M., Gaicia, P., Romero, C., Garrido, A. 2003. Phenolic Content of Commercial Olive Oils. Eur. Food Res. Technol. 216:520-525.
- Kaniewski D., Van Campo E., Boiy T. 2012 Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: Palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East. Biological Reviews 87: 885–899 the American Oil Chemists’ Society, 91:385-394.
- Kaynaş N., Sütçü A. R., Fidan A. E. 1996. Zeytinde Adaptasyon (Marmara Bölgesi). Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. Yayın No: 82, Yalova, 27 s.
- Kiritsakis, A., Markakis, P. 1987. *Olive Oil: A Review*. Department of Food Science and Human Nutrition. Michigan State University. East Lansing. Michigan 48824.
- Mercuri AM, Mazzanti MB, Florenzano A. 2013. Olea, Juglans and Castanea: The OJC group as pollen evidence of the development of human-induced environments in the Italian peninsula. Quaternary International 303: 24–42.1576.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M. 1992. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:723, Erzurum.
- Owen, R.W., Mier, W., Giacosa, A., Hul, W.E., Spiegelhalder, B., Barsch, H. 2000. Phenolic Compounds and Squalene in Olive Oils: The Concentration and Antioxidant Potential of Total Phenols, Simple Phenols, Secoiridoids, Lignans and Squalene, *Food and Chemical Toxicology*. 38:647-659.
- Şeker, M., Gül, M.K., İpek, M., Kaleci, N., Yüzel, Z., Yılmaz, E., Topal, U. 2008. Zeytin (*Olea europaea L.*) Çeşitlerinin AFLP VE SSR Markörleri Polimorfizminin Yağ Asitleri ve Tokoferol Düzeyleri ile İlişkilendirilmesi. Proje No: TOVAG-3358. Temmuz 2008, Çanakkale.
- Valamoti, S.M., Gkatzogia, E., Ntinou, M. 2018. Did Greek colonisation bring olive growing to the north? An integrated archaeobotanical investigation of the spread of *Olea europaea* in Greece from the 7th to the 1st millennium bc. *Vegetation History and Archaeobotany* 27:177–195.
- Zheng W., Wang S.Y. 2001. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *J. Of Agr. And Food Chem.*, 49: 5165-5170.
- Zohary D., Hopf M., Weiss E. 2012. Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. 4th Edition, Oxford University Press.

Araştırma Makalesi

***Aphis gossypii* Glover (*Hemiptera: Aphididae*)'nin Biyolojik Özelliklerine Ana Yaşının Etkileri**

Alime BAYINDIR EROL^{1*}, Ali Kemal BİRGÜCÜ²

¹Pamukkale Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, 20600, Çivril-Denizli, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar: abayindir@pau.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 11.11.2019

Kabul Tarihi: 16.11.2019

Özet

Pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover (*Hemiptera: Aphididae*) pamuk, kabak, turunçgiller ve örtüaltı sebzelerinde önemli zararlar meydana getiren yaprak bitlerinden biridir. Bu çalışmada pamuk yaprak bitinin en iyi gelişme, üreme ve canlı kalma oranlarının hangi ana yaşında doğan yavrularından elde edildiği araştırılmıştır. Bu amaçla ana bireyin 1., 2., 3. günlerde, 7., 8., 9. günlerde ve 13., 14., 15. günlerde doğurduğu yavru bireylerden genç, orta ve yaşlı popülasyon grupları oluşturulmuştur. Her bir popülasyon grubu için yaşa bağlı yaşam çizelgesi parametreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda genç, orta ve yaşlı popülasyon gruplarının hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri; kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0,292, 0,363 ve 0,305 dişi/dişi/gün, net üreme gücü (R_o) 22,207, 23,425 ve 22,881 dişi/dişi, ortalama döl süresi (T_o) 10,610, 8,673 ve 10,259 gün, toplam üreme oranı (GRR) 37,509, 43,174 ve 44,525 dişi/dişi, artış oranı sınırı (λ) 1,339, 1,438 ve 1,356 dişi/gün olarak bulunmuştur. Ergin ömrü 12,10, 11,14 ve 10,26 gün, preovipozisyon süresi tüm popülasyon gruplarında 0,00 gün, ovipozisyon süresi sırasıyla 14,00, 13,33 ve 14,12 gün, postovipozisyon süresi sırasıyla 1,60, 1,47 ve 1,80 gün ve döl süresi sırasıyla 7,52, 6,75 ve 7,25 gün olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aphis gossypii*, pamuk yaprakbiti, yaşam çizelgesi, zararlı.

Effects of Maternal Age on Biological Characteristics of *Aphis gossypii* Glover (*Hemiptera: Aphididae*)

Abstract

Cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (*Hemiptera: Aphididae*) is one of the aphids that cause significant damage to cotton, cucurbits, citrus fruits and greenhouse-grown vegetables. In this study the best developmental, reproduction and survival rates of cotton aphids were investigated from the offspring at which maternal age. For this purpose, young, middle and older-aged group populations were constituted offspring bred at the 1st, 2nd, 3rd days, 7th, 8th, 9th days and 13th, 14th, 15th days of oviposition period of maternal aphids, respectively. Age dependent life table parameters were calculated separately for each population group. As a result of the study parameters obtained for intrinsic rate of increase (r_m) 0.292, 0.363 and 0.305 females/ female/ day, net reproductive rates (R_o) 22.207, 23.425 and 22.881 females/ female, mean generation time (T_o) 10.610, 8.673 and 10.259 days, gross reproduction rate (GRR) 37.509, 43.174 and 44.525 females/ female, finite rate of increase (λ) were found to be 1.339, 1.438, and 1.356 females/ days respectively for *Aphis gossypii* young, middle and older-aged population groups. The adult life times were 12.10, 11.14 and 10.26 days, the preoviposition period all population groups were 0.00 days, the oviposition period were 14.00, 13.33 and 14.12 days, the postoviposition period were 1.60, 1.47 and 1.80 days respectively and the generation time were 7.52, 6.75 and 7.25 days, respectively.

Key words: *Aphis gossypii*, cotton aphid, harmful, life table.

Giriş

Ana bireyin fenotipi ve çevresi yavrular üzerinde etkili olmaktadır (Beckerman ve ark., 2002; Muller, ve ark., 2017). Özellikle ana bireyin yaşı, yavruların yaşam süresine, gelişme ve üremesi üzerine etkilidir (Hercus ve Hoffmann, 2000; Priest ve ark., 2002; Opit ve Throne, 2007). Yaşlı ana bireylerden meydana gelen yavrular, genç ana bireylerden meydana gelen yavrulara göre daha küçük Fox (1993), Perez- Mendoza ve ark (2004), gelişme süresi uzun, canlı kalma ve üreme oranının düşük olduğu belirlenmiştir (Fox ve Dingle, 1994; Fox ve Czesak, 2000; Kern ve ark., 2001; Benton ve ark., 2005). Birçok böcek türünde ana yaşına bağlı olarak yumurta büyüklüğü ve sayısının azaldığı kaydedilmiştir (Tanaka, 1990; Jann ve Ward, 1999). Artan ana yaşı ile birlikte *Callosobruchus chinensis* ve *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) bireylerinde yumurta büyüklüğü ve yumurta sayısında azalma belirlenmiştir (Fox, 1993; Yanagi ve Miyatake, 2002). Ana yaşının etkilerinin bilinmesi ile biyolojik mücadele çalışmalarında doğal düşmanların avlarının kitlesel üretiminde etkili yaş grubunun belirlenmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), kabakgiller, turunçgiller (*Citrus* spp.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), patates (*Solanum tuberosum* L.), bamya [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] ve birçok süs bitkisinde zarar oluşturan (Rahsepar ve ark., 2016) *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin en iyi gelişme, üreme ve canlı kalma oranlarının hangi ana yaşında doğan yavrularından elde edildiği araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki ve yaprakbiti üretimi

Pamuk yaprakbiti Flash pamuk çeşidi üzerinde üretilmiştir. Pamuk bitkileri ve yaprakbitleri 25±1 °C, %60±5 orantılı nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında yetiştirilmiştir. Her iki stok kültürünün sürekliliği için haftalık periyotlar ile yeni yetiştirilen temiz bitkiler yaşlanmış bitkilerle yer değiştirilerek popülasyonların devamlılığı sağlanmıştır. Denemelerde kullanılan yaprak bitleri, Pamukkale Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Organik Tarım İşletmeciliği laboratuvarında iklimlendirme dolaplarında üretimi yapılan stok kültürden temin edilmiştir.

Denemelerin kurulması ve yaş gruplarının oluşturulması

Denemelerde 9 cm çapında etrafı yükseltilmiş petri kapları kullanılmıştır. Her bir petri kabının tabanına suyu muhafaza etmesi için ince sünger yerleştirilmiştir. Sünger üzerine kurutma

kağıdı ve yaprak konulmuştur. Her bir yaprak yüzeyi üzerine 5x4 cm ebatlarında üzerinde 4 cm açıklık bulunan hücreler yerleştirilerek deneme gruplarına göre yaprakbitleri aktarılmıştır. Bu hücrelerin içerisinden yaprakbitlerinin kaçışını önlemek için cam malzemedan oluşan kapaklar kullanılmıştır. Denemelerde *A. gossypii* stok kültüründen üçüncü dönem nimfler ayrı ayrı deneme petri kaplarına aktırılarak nimflerin ergin olması ve doğurganlığa başlamaları beklenmiştir. Buradan elde edilen erginlerin 1., 2., 3. günlerde, 7., 8., 9. günlerde ve 13., 14., 15. günlerde doğurduğu yavru bireylerden genç, orta ve yaşlı popülasyon grupları oluşturulmuştur. Her bir popülasyon grubu 50 tekerrür olarak yürütülmüştür. Tüm yaş gruplarında yavru bireyler doğdukları günden ölüncüye kadar gözlenerek, her bir gelişme dönemleri ve günlük verdikleri yavru sayıları kaydedilmiştir. Denemeler 25±1 °C, %60±5 orantılı nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında yürütülmüştür.

Verilerin analizi

Denemelerde veriler günlük olarak kaydedildikten sonra aşağıdaki yaşam çizelgesi parametreleri RmStat-3 programı yardımıyla (Özgökçe ve Karaca, 2010) hesaplanmıştır.

Yaşam çizelgesi parametreleri,

Yaşa bağlı canlılık oranı (l_x) ve üreme oranı

(m_x), (Birch 1948),

Net üreme oranı (dişi/dişi), $R_0 = \sum l_x \cdot m_x$

(Birch 1948),

Kalıtıl üreme yeteneği (dişi/dişi/gün) (r_m),

$\sum e^{(-r_m \cdot x)} \cdot l_x \cdot m_x = 1$ (Birch 1948),

Ortalama döl süresi (gün), $T_0 = \frac{\ln R_0}{r_m}$

(Birch 1948),

Brüt üreme oranı (dişi/dişi),

$GRR = \sum m_x$ (Birch 1948),

Artış oranı sınırı (dişi/gün), $l = e^{r_m}$ (Birch 1948),

Popülasyonu ikiye katlama süresi (gün),

$T_2 = \frac{\ln 2}{r_m}$ (Kairo ve Murphy 1995),

Üreme değeri (dişi/dişi),

$\sum (e^{r_m \cdot y} \cdot l_y \cdot m_y)$

$V_x = \frac{y=x}{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}}$ (Imura 1987),

Beklenen yaşam uzunluğu (gün),

$$E_x = \frac{\sum_{y=x}^{l_y + l_{y+1}} 2}{l_x} \quad (\text{Southwood 1978; Carey 1993}),$$

Sabit yaş dağılımı,
$$C_x = \frac{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}}{\sum_{x=0} (l_x \cdot e^{-r_m \cdot x})}$$

(Birch 1948),

Yaşam çizelgesi parametreleri sonucunda elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanarak Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Verilerin istatistiki analizlerinde SPSS® (Version 20.0, August 2011, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Aphis gossypii ana bireyinin 1., 2., 3. günlerde, 7., 8., 9. günlerde ve 13., 14., 15. günlerde doğurduğu yavru bireylerden I. (genç), II. (orta) ve III. (yaşlı) yaş grubu popülasyonları oluşturulmuştur. Bu yaş gruplarının gelişme dönemleri ve toplam gelişme süreleri Çizelge 1’de verilmiştir. Birinci, ikinci ve dördüncü nimf dönemlerinin, farklı yaş gruplarında benzer sürede gelişme kaydedilmiştir ($P < 0,05$). Sadece üçüncü nimf döneminde, III. yaş grubunun diğer iki yaş grubuna göre daha uzun sürede gelişme gösterdiği belirlenmiştir ($P < 0,05$). Toplam gelişme sürelerini tamamlayan yaş gruplarında en uzun gelişme süresi I. yaş grubunda görülmüştür ($P < 0,05$).

Çizelge 1. *Aphis gossypii*’nin farklı ana yaşlarda bıraktığı bireylerin gelişme süreleri.

| Biyolojik dönemler | n | I. yaş grubu | n | II. yaş grubu | n | III. yaş grubu |
|-----------------------|----|---------------|----|---------------|----|----------------|
| I. dönem nimf | 50 | 1,480±0,082 | 50 | 1,440±0,099 | 50 | 1,640±0,113 |
| II. dönem nimf | 48 | 1,417±0,093 | 45 | 1,378±0,079 | 45 | 1,267±0,080 |
| III. dönem nimf | 44 | 1,477±0,110ab | 43 | 1,209±0,078b | 37 | 1,595±0,105a |
| IV. dönem nimf | 39 | 2,077±0,153 | 37 | 1,784±0,190 | 33 | 2,061±0,162 |
| Toplam gelişme süresi | 50 | 5,860±0,237 | 50 | 5,041±0,257 | 49 | 5,320±0,241 |

*Her bir satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey Testi; $P < 0,05$; $F_{\text{Birinci dönem nimf}}=1,138$, $df=2$, 147 , $P=0,323$; $F_{\text{ikinci dönem nimf}}=0,835$, $df=2$, 135 , $P=0,436$; $F_{\text{Üçüncü dönem nimf}}=3,927$, $df=2$, 121 , $P=0,022$; $F_{\text{Dördüncü dönem nimf}}=0,955$, $df=2$, 106 , $P=0,388$; $F_{\text{Toplam gelişme süresi}}=2,876$, $df=2$, 146 , $P=0,060$).

Ergin dönemde yaş gruplarının canlılık oranları ana yaşı arttıkça azaldığı gözlenmiştir. I. grupta canlılık oranı %76, II. grupta %72 ve III. grupta %60 kaydedilmiştir. Tüm yaş grubu popülasyonlarının üreme, döl ve yaşam süreleri Çizelge 2’de verilmiştir. Tüm yaş gruplarında preovipozisyon süresi 0,00 olarak kaydedilmiştir. Ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri açısından yaş grupları arasında fark önemsiz bulunmuş ve en

uzun süre III. yaş grubunda kaydedilmiştir ($P < 0,05$). Döl süresi en kısa olan 6,750 gün ile II. grup, ergin yaşam süresi en uzun olan 12,100 gün ile I. grup olarak kaydedilmiştir ($P < 0,05$). Gruplarda günlük yavru doğurma sayıları birbirine benzerlik göstermiştir ($P < 0,05$). Toplam yavru sayıları arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmazken, yavru verimi 26,737-33,613 birey aralığında kaydedilmiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 2. *Aphis gossypii*’nin farklı ana yaşlarda bıraktığı bireylerin ovipozisyon süreleri, döl ve ergin yaşam süreleri ile günlük ve toplam yavru sayıları.

| Gelişme ve üreme süreleri | n | I. yaş grubu | n | II. yaş grubu | n | III. yaş grubu |
|---------------------------|----|--------------|----|---------------|----|----------------|
| Preovipozisyon süresi | 38 | 0,000±0,000 | 36 | 0,000±0,000 | 31 | 0,00±0,000 |
| Ovipozisyon süresi | 38 | 14,000±0,674 | 36 | 13,333±0,829 | 31 | 14,129±0,926 |
| Postovipozisyon süresi | 38 | 1,605±0,201 | 36 | 1,472±0,140 | 31 | 1,807±0,326 |
| Döl süresi | 38 | 7,526±0,175a | 36 | 6,750±0,246b | 31 | 7,258±0,240ab |
| Ergin yaşam süresi | 50 | 12,100±1,023 | 49 | 11,143±1,073 | 50 | 10,260±1,191 |
| Toplam yaşam süresi | 50 | 17,960±1,192 | 50 | 16,060±1,184 | 50 | 15,580±1,349 |
| Günlük yavru sayısı | 50 | 1,340±0,123 | 49 | 1,3670±0,153 | 50 | 1,324±0,170 |
| Toplam yavru sayısı | 38 | 26,737±1,305 | 36 | 27,611±2,485 | 31 | 33,613±2,551 |

*Her bir satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey Testi; $P < 0,05$; $F_{\text{Ovipozisyon süresi}}=0,281$; $df=2$, 102 ; $P=0,756$; $F_{\text{Postovipozisyon süresi}}=0,528$, $df=2$, 102 , $P=0,592$; $F_{\text{Döl süresi}}=3,339$, $df=2$, 102 , $P=0,039$; $F_{\text{Ergin yaşam süresi}}=0,706$, $df=2$, 146 , $P=0,495$; $F_{\text{Toplam yaşam süresi}}=1,023$, $df=2$, 147 , $P=0,362$; Günlük yavru sayısı=0,023, $df=$, 146 , $P=0,978$; $F_{\text{Toplam yavru sayısı}}=2,900$, $df=2$, 102 , $P=0,060$).

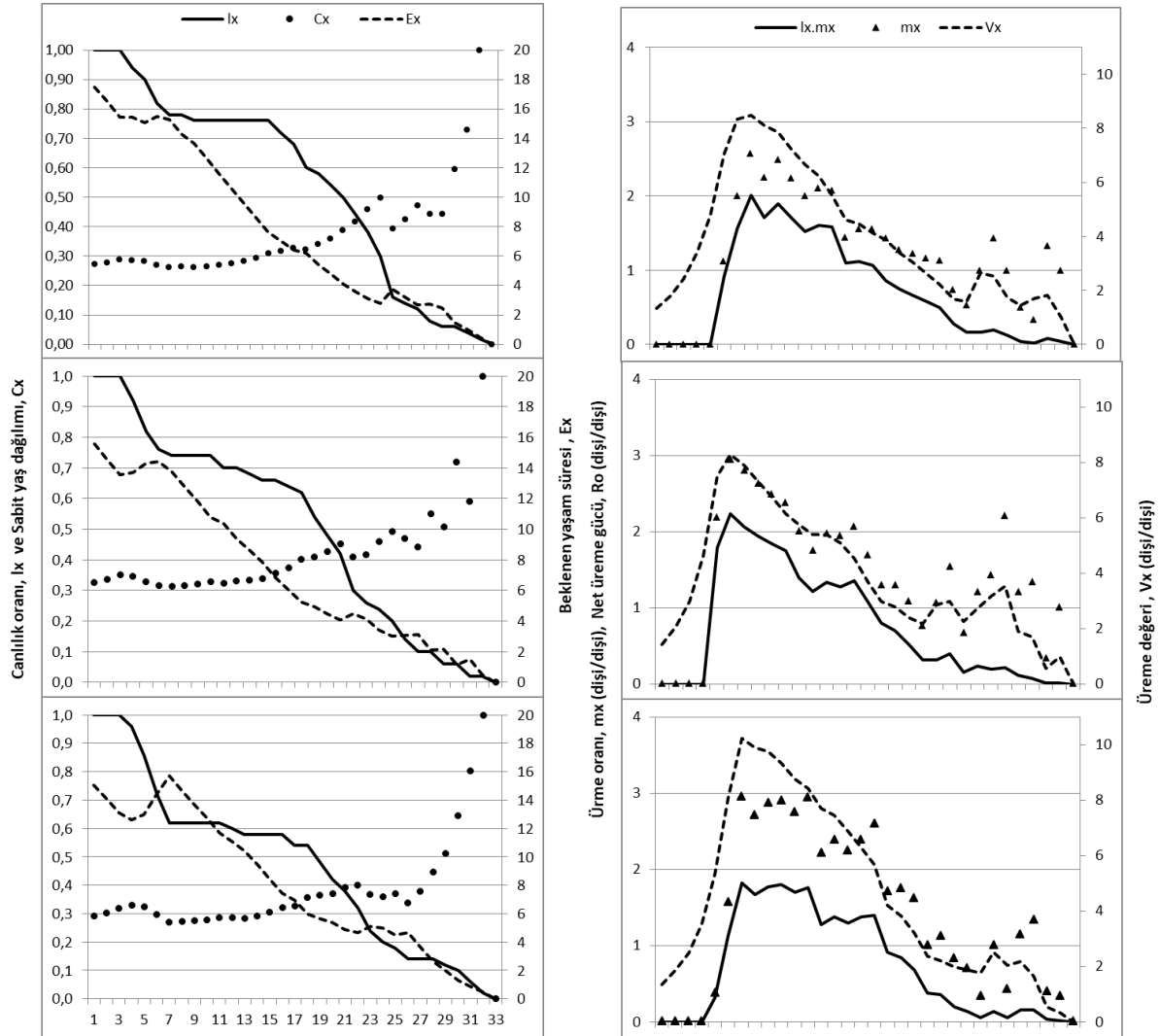
Her bir yaş grubunda hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 3’de verilmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) en yüksek 0,364 dişi/dişi/gün ile II. yaş grubunda, en düşük 0,292 dişi/dişi/gün ile I. yaş grubunda kaydedilmiştir ($P<0,05$). Net üreme gücü (R_o) 23,425 dişi/dişi ve

artış oranı sınırı (λ) 1,439 dişi/gün ile en yüksek II. yaş grubunda kaydedilmiştir ($P<0,05$). Ortalama döl süresi (T_o) 8,674 gün ve popülasyonu ikiye katlama süresi (T_2) 1,907 gün ile en düşük II. yaş grubunda belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 3. *Aphis gossypii*’nin farklı ana yaşlarda bıraktığı bireylerin yaşam çizelgesi değerleri

| Parametreler | I. yaş grubu | II. yaş grubu | III. yaş grubu |
|---|---------------|---------------|----------------|
| Kalıtsal üreme yeteneği, r_m | 0,292±0,000c | 0,364±0,001a | 0,305±0,000b |
| Net üreme gücü, R_o | 22,208±0,043c | 23,425±0,059a | 22,882±0,064b |
| Ortalama döl süresi, T_o | 10,611±0,005a | 8,674±0,006c | 10,260±0,007b |
| Brüt üreme oranı, GRR | 37,509±0,035c | 43,174±0,076b | 44,525±0,060a |
| Popülasyonu ikiye katlama süresi, T_2 | 2,372±0,002a | 1,907±0,003c | 2,272±0,003b |
| Artış oranı sınırı, λ | 1,339±0,000c | 1,439±0,001a | 1,357±0,005b |
| n | 50 | 50 | 50 |

*Her bir satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey Testi; $P<0,05$; $F_{\text{Kalıtsal üreme yeteneği}}=88885,681$, $df=2, 147$, $P=0,000$; $F_{\text{Net üreme gücü}}=117,117$; $df=2, 147$; $P=0,000$; $F_{\text{Ortalama döl süresi}}=22469,813$, $df=2, 147$, $P=0,000$; $F_{\text{Brüt üreme oranı}}=3878,617$, $df=2, 147$, $P=0,000$; $F_{\text{Popülasyonu ikiye katlama süresi}}=8883,215$, $df=2, 147$, $P=0,000$; $F_{\text{Artış oranı sınırı}}=9527,649$, $df=2, 147$, $P=0,000$).



Şekil 1. *Aphis gossypii*’nin farklı ana yaşlarındaki bıraktığı bireylerin canlı kalma oranı (l_x), sabit yaş dağılımı (C_x), beklenen yaşam süresi (Ex), üreme oranı (m_x), net üreme gücü (R_o) ve üreme değeri (V_x).

Yaş gruplarının canlı kalma oranları (l_x), sabit yaş dağılımı (C_x), beklenen yaşam süreleri (E_x), üreme oranları (m_x), net üreme gücü (R_0) ve üreme değeri (V_x) Şekil 1'de verilmiştir. Canlılık oranlarının (l_x) yaşa bağlı olarak ergin döneme kadar 0,80-0,60 değerlerine kadar azalış göstermiş, ergin dönemde kısmen sabit kaldığı kaydedilmiştir. Beklenen yaşam süreleri (E_x) yaş gruplarında canlılık oranlarına benzer bir durum göstermiştir. Yaş gruplarında sabit yaş dağılımı (C_x) başlangıçta yaklaşık 0,30 değerinde iken, 31-32 gün arasında değişen günlerde 1 değerine ulaşmıştır. Üreme oranları (m_x), yaş gruplarında 6-8 gün arasında değişen günlerde 2,94 değeriyle en yüksek düzeye ulaşmıştır. Üreme değerleri (V_x) en yüksek değerlerini bu günlere bağlı olarak sağlamıştır. En yüksek değere en erken ulaştığı grup orta yaşlı bireylerden oluşan II. yaş grubu olmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Ana yaşına bağlı olarak yavruların gelişme süreleri uzamaktadır. (Mills ve Hardmann-Goldstein, 1985; Mohaghegh ve ark., 1998; Moore ve Harris, 2003). Bu çalışmada genç, orta ve yaşlı ana bireylerden oluşan nimflerin gelişme süreleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ana birey tarafından bırakılan yavruların canlı kalma oranları yaşa bağlı olarak azaldığı bildirilmektedir (Fox ve Dingle, 1994). Çalışmada ergin döneme geçen yaş gruplarının canlılık oranları, yaş gruplarında sırasıyla %76, %72 ve %60 oranında kaydedilmiştir. En yüksek üreme oranı ise orta yaşlı ana bireylerin oluşturduğu popülasyon grubunda belirlenmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) genç, orta ve yaşlı ana bireylerde sırasıyla 0,292, 0,364 ve 0,305 dişi/dişi/gün olarak belirlenmiştir. Orta yaş grubunda en yüksek net üreme gücü (R_0) 23,425 dişi/dişi ve artış oranı sınırı (λ) 1,439 dişi/gün kaydedilmiştir ($P<0,05$). Yine orta yaş grubunda en düşük ortalama döl süresi (T_2) 8,674 gün ve popülasyonu ikiye katlama süresi (T_2) 1,907 gün belirlenmiştir. Birçok böcek türünde orta yaşlı ana bireylerin bıraktıkları yumurtaların canlılık ve üreme oranı yüksek bulunmuştur (Obata, 1987; Mishra ve Omkar, 2004; Pandey ve Omkar, 2013). Elde edilen sonuçlara göre pamuk yaprakbitinin orta yaşlı ana bireylerin bıraktığı yavrulardan oluşan popülasyonları en yüksek üreme potansiyeline sahip bulunmuştur. Sonuç olarak ana yaşının etkilerinin bilinmesi ile biyolojik mücadele çalışmalarında, doğal düşmanların avlarının kitlesel üretiminde en etkili yaş grubunun belirlenmesi açısından önemli olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2019KKP076 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Beckerman, A., Benton, T.G., Ranta, E., Kaitala, V., Lundberg, P. 2002. Population dynamic consequences of delayed life-history effects. *Trends in Ecology Evolution*, 17 (6), 263-269.
- Benton, T.G., Plaistow, S.J., Beckerman, A.P., Lapsley, C.T., Littlejohns, S. 2005. Changes in maternal investment in eggs can affect population dynamics. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272 (1570), 1351-1356.
- Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17 (1), 15-26.
- Carey, J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, Oxford, UK, 206p.
- Fox, C.W. 1993. The influence of maternal age and mating frequency on egg size and offspring performance in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Oecologia*, 96 (1), 139-146.
- Fox, C.W., Dingle, H. 1994. Dietary mediation of maternal age effects of offspring performance in seed beetle (Coleoptera: Bruchidae). *Functional Ecology*, 8, 600-606.
- Fox, C.W., Czesak, M.E. 2000. Evolutionary ecology of progeny size in arthropods. *Annual Review of Entomology*, 45, 341-369.
- Hercus, M.J., Hoffmann, A.A. 2000. Maternal and grandmaternal age influence offspring fitness in *Drosophila*. *Proceeding of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267 (1457), 2105–2110.
- Imura, O. 1987. Demographic attributes of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera: Tenebrionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 22 (4), 449-455.
- Jann, P., Ward, P.I. 1999. Maternal effects and their consequences for offspring fitness in the yellow dung fly. *Functional Ecology*, 13 (1), 51-58.
- Kairo, M.T.K., Murphy, S.T. 1995. The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in innoculative releases against *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119, 487-491.
- Kern, S., M. Ackermann, Stearns, S.C., Kawecki, T.J. 2001. Decline in offspring viability as a

- manifestation of aging in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, 55 (9), 1822- 1831.
- Mills, A., Hardmann-Goldstein, I. 1985. Maternal age, development time, position effect variegation in *Drosophila melanogaster*. *Genetic Selection Evolution*, 17 (1), 171–178.
- Mishra, G., Omkar. 2004. Influence of parental age on reproductive performance of an aphidophagous ladybird, *Propylea dissecta* (Mulsant). *Journal of Applied Entomology*, 128 (9-10), 605–609.
- Mohaghegh, J., DeClercq, P., Tirry, L. 1998. Effects of maternal age and egg weight on developmental time and body weight of offspring of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of Entomological Society of America*, 91 (3), 315–322.
- Moore P.J., Harris, W.E. 2003. Is a decline in offspring quality a necessary consequence of maternal age. *Proceeding of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270 (2), 192–194.
- Muller, D., Giron, D., Desouhant, E., Rey, B., Casas, J., Lefrique, N., Visser, B. 2017. Maternal age affects offspring nutrient dynamics. *Journal of Insect Physiology*, 101, 123–131.
- Obata, S. 1987. Mating behaviour and sperm transfer in the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Applied Entomology and Zoology*, 22 (4), 434–442.
- Opit, G.P., Throne, J. E. 2007. Influence of maternal age on the fitness of progeny in the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 36 (1), 83-89.
- Özgökçe, M.S., Karaca, İ. 2010. Yaşam Çizelgesi: Temel Prensipler ve Uygulamalar. Türkiye Entomoloji Derneği 1. Çalıştayı, Ekoloji Çalışma Grubu, 11-12 Haziran 2010, Isparta.
- Pandey, P., Omkar. 2013. Age based mate choice improves reproductive performance and offspring attributes in parthenium beetle, *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Canadian Entomologist*, 145 (3), 292–301.
- Perez-Mendoza, J., Throne, J.E., Baker, J.E. 2004. Ovarian physiology and age- grading in the rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Product Research*, 40 (2), 179-196.
- Priest, N.K., Mackowiak, B., Promislow, D.E.L. 2002. The role of parental age effects on the evolution of aging. *Evolution* 56 (5), 927-935.
- Rahsepar, A., Haghani , M., Sedaratian-Jahromi, A., Ghane-Jahromi, M., Farrar, N. 2016. Different cucumber (*Cucumis sativus*) varieties could affects biological performance of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), a case study at laboratory condition. *Entomofauna*, 37 (21), 353-364.
- Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods. Halsted Press, Chapman and Hall. London, 524 pp.
- Tanaka, Y. 1990. Age specificity of inbreeding depression during a life of *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Researches on Population Ecology*, 32 (2), 329-335.
- Yanagi, S.I., Miyatake, T. 2002. Effects of maternal age on reproductive traits and fitness components of the offspring in the bruchid beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Physiological Entomology*, 27 (4), 261-266.

Research Article

Lactic Acid Bacteria Isolation and Determination of Their Silage Fermentation Capabilities⁵

Mustafa KIZILŞİMŞEK*, Tuğba GÜNAYDIN

Kahramanmaraş Sutcu Imam Univ. Agric. Fac. Field Crops Dep. Kahramanmaraş, Turkey

*Corresponding author: mkizil@ksu.edu.tr

Received: 18.11.2019

Revised in Received: 12.12.2019

Accepted: 16.12.2019

Abstract

Usage of high quality forage that enhances the production efficiency in the livestock industry is a quite important issue. During a famine period or when it is unavailable to reach fresh forage due to seasonal factors, the ensiled forage becomes a vital role for feeding ruminants. Lactic Acid Bacteria (LAB) is the most important microorganisms in silage for desired fermentation. In this work, LAB isolation in epiphytic flora from diverse field forage crops and ecologies in Turkey were made in order to determine their fermentative capacity and to develop a high-quality silage inoculant. For this purpose, the forage crops were collected from several rangelands from different altitudes of 39 to 1516 m and isolations were made from both fresh forage and ensiled material. Total acid production capacities of isolates were determined and 70 isolates were selected in terms of acid zone creation in growth media containing CaCO₃. Then, LA production levels in MRS broth media of isolates were determined and final 10 isolates were selected for inoculation trials. Also, morphological, physiologic, biochemical properties of selected 10 isolates were analyzed and identified by the BIOLOG kit on species level. Isolates that have outstanding properties about lactic acid productivity are left to use further inoculation research work.

Key words: Silage, LAB isolation, selection.

LAB İzolasyonu ve Silaj Fermentasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi

Özet

Yüksek kaliteli yem kullanımı, hayvansal üretimi artıran en önemli konuların başında gelmektedir. Yemin kıt olduğu veya iklimsel nedenlerden dolayı kaliteli taze yem elde edilmesinin mümkün olmadığı dönemlerde, silolanmış yemler ruminant beslenmesinde hayati bir öneme sahiptir. Laktik asit bakterileri (LAB), silaj içerisinde arzu edilen fermentasyonun sağlanmasında en önemli rolü üstlenmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de farklı ekolojilerde yetişen yem bitkileri üzerinden LAB izolasyonu yapılmış, izolatların fermentatif özellikleri belirlenmiş ve silaj kalitesini geliştirebilecek izolatların seçimi yapılmıştır. Bu amaçla, 39-1516 m rakımlı bölgelerdeki farklı ekolojilerden yem bitkileri toplanmış ve aynı zamanda silajları yapılmış ve LAB bu materyallerden izole edilmiştir. Tüm izolatların toplam asit üretim kapasiteleri belirlenmiş ve CaCO₃ içeren besi yerinde oluşan transparan alan dikkate alınarak, en yüksek oranda asit üreten 70 adet izolat seçilmiştir. Daha sonra, Malt Extract Agar (MRS broth besi yerinde geliştirilen izolatların, besi yeri içerisindeki laktik asit (LA) üretim miktarları belirlenmiş ve en yüksek LA üreten 10 izolat seçilmiştir. Ayrıca, bu 10 izolatın morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri incelenmiş ve BIOLOG kiti kullanılarak tanımlamaları yapılmıştır. Seçilen ümit var izolatlar daha sonraki inokulasyon çalışmalarında kullanılmak üzere stok solüsyonda saklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Silaj, LAB izolasyonu, seleksiyon.

Introduction

Silage making has been practiced from ancient times (Sifeeldein et al., 2018) and it has been turned into an agricultural discipline since the last few decades. As a fermentative product, silage has many advantageous such as keeping a long time with a high quality, palatability, digestibility and feed intake of ruminants compared to hay. Besides, ensiling forages may help meeting water-rich feed of ruminants in the winter period in which quality feed shortage occurs (Kaplan et al., 2014; Sengul and Aydin, 2019). Microorganism diversity in epiphytic microflora, their counts and activities in the silo (McDonald et al., 1991; Lin et al., 1992; Wang et al., 2017) and their development during the fermentation period has a vital role on determining the quality of resulting silage. The fermentative properties lactic acid bacteria (LAB) on ensiled material and their lactic acid production capacity for lowering the pH and inhibiting the growth of spoilage microorganisms (McDonald et al., 1991) is also important (Wang et

al., 2017). In many cases, LAB content in epiphytic microflora or their effectiveness in fermenting silage is poor, and so it is necessary to inoculate rapid-growing and high lactic acid producer LAB isolates in order to obtain successful silage.

The main purpose of inoculating crop material before ensiling with LAB is promoting lactic acid fermentation and improving forage preservation by decreasing pH around 4 as soon as possible. In recent decades, many LAB has been isolated, identified and used as microbial silage inoculant. Isolation from the natural environment and identification of LAB is a routinely employed process (Sifeeldein et al., 2018). Isolation from silage itself may help to discover a really good strain due to isolation among strains that they have already competed with other epiphytic microorganisms.

This study was set out in order to isolate LAB strains that have high lactic acid production capacity and that can lower silage pH rapidly and improve silage quality.

Table 1. Sample collection points, geographic positions and altitudes.

| Stop Place* | Latitude | Longitude | Altitude | Stop Place* | Latitude | Longitude | Altitude |
|--------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|-----------|----------|
| Sivricehüyük | 37.43318 | 37.01522 | 559 | Kocalar | 37.53984 | 36.79523 | 587 |
| Sivricehüyük | 37.43274 | 37.01550 | 560 | Önsen | 37.53304 | 36.86102 | 449 |
| Kocalar | 37.44900 | 36.96523 | 601 | KSU Kamp. | 37.58799 | 36.81675 | 525 |
| Kocalar | 37.44919 | 36.96463 | 605 | KSU Kamp. | 37.58807 | 36.81605 | 523 |
| Kurtlar | 37.53945 | 36.79492 | 589 | Mehmetbey | 38.09591 | 36.46378 | 1403 |
| Kurtlar | 37.53993 | 36.79542 | 586 | Mehmetbey | 38.09618 | 36.46486 | 1409 |
| Alahanlı | 37.10460 | 36.18147 | 70 | Mehmetbey | 38.09672 | 36.46884 | 1402 |
| Alahanlı | 37.10714 | 36.18249 | 86 | Çağlayan | 38.04386 | 36.46706 | 1353 |
| Cevdetiye | 37.13226 | 36.20511 | 78 | Çağlayan | 38.03785 | 36.4654 | 1350 |
| Kümbet | 37.31991 | 36.04134 | 45 | Aritaş | 38.33974 | 36.79556 | 1340 |
| Orhaniye | 37.20502 | 36.07150 | 44 | Aritaş | 38.33864 | 36.79456 | 1342 |
| Cevdetiye | 37.12361 | 36.21626 | 108 | Emirilyas | 38.30264 | 36.88521 | 1224 |
| Tecirli | 37.16460 | 36.10163 | 43 | Demir | 38.22424 | 37.39218 | 1279 |
| Sivricehüyük | 37.43339 | 37.01542 | 560 | Demir | 38.22862 | 37.32680 | 1208 |
| Kocalar | 37.44854 | 36.96599 | 596 | Püren | 37.95105 | 36.54704 | 1516 |
| Alahanlı | 37.10517 | 36.18203 | 74 | Göksun | 37.98116 | 36.49930 | 1341 |
| Alahanlı | 37.10717 | 36.18262 | 88 | Göksun | 37.98005 | 36.49945 | 1342 |
| Alahanlı | 37.10033 | 36.18018 | 71 | Çağlayan | 38.04050 | 36.46621 | 1351 |
| Cevdetiye | 37.13167 | 36.20474 | 76 | Mehmetbey | 38.09607 | 36.46414 | 1405 |
| Osmaniye | 37.20512 | 36.07189 | 45 | Aritaş | 38.04326 | 36.54971 | 1362 |
| Kümbet | 37.32054 | 36.04581 | 46 | Çardak | 38.33937 | 36.79582 | 1338 |
| Hemite | 37.19930 | 36.08156 | 39 | Aritaş | 38.31415 | 36.87013 | 1244 |
| Tecirli | 37.17094 | 36.09192 | 43 | Emirilyas | 38.30285 | 36.88500 | 1224 |
| Kocalar | 37.53963 | 36.79515 | 587 | Çardak | 38.04326 | 36.54971 | 1362 |

*:Sivricehuyuk, Kocalar, Kurtlar, Kumbet, Onsen, KSU Kampus, Mehmetbey, Çağlayan, Aritas, Emirilyas, Demir, Püren, Goksun, and Cardak are belong to Kahramanmaraş province, Alahanlı, Cevdetiye, Orhaniye, Tecirli and Hemite are belong to Osmaniye province.

Material and Methods

In this study, lactic acid bacteria (LAB) strains were isolated from rangeland crops, corn and alfalfa fresh plants grown in different ecologies

with altitudes from 39 m to 1516 m of Turkey, and from their silages. There were 48 sample points in total and they were visited in order from early spring to late autumn starting from number 1 to

48. First of all, fresh plants were collected from 48 sample collection stops (Table 1), put in a thermos, and then carried to the laboratory. Dilution series were prepared for growing LAB in MRS agar media. Also, some of the collected plants were cut, filled 400±50 g for any individual plastic packets, and ensiled in vacuum packed for 60 days. After the ensiling period, silages were opened, 20 g of silage samples were homogenized in 180 ml Ringer solution by using a blender for 1 minute at high speed. Then, extracts were filtered through 5 layer of cheesecloth and dilution series were prepared. Then LAB were grown in MRS agar. After 48 hours of incubation at 32 °C, 695 isolations were made in total, 423 of which from fresh crop samples while 272 from silage samples.

All isolates were kept in 80 °C for the further studies but only 531 of them could regenerate, so the rest were destroyed. Regenerated 531 isolates were grown in MRS media two times for purifying isolates. The purified isolates were grown again in MRS agar containing CaCO₃ in order to determine their total acid production abilities. In this procedure, the colony is formed, a transparent area, which is an indicator of acid production, is located all around the colony. The areas of transparent locations were calculated and 70 isolates that have the highest transparent area were selected for the former studies.

Table 2. LAB counts of fresh crops and silages from which LAB isolations were made

| Sample No | LAB in Fresh Crop Samples cfu log ₁₀ g ⁻¹ | LAB in Silage Samples cfu log ₁₀ g ⁻¹ | Silage pH | Silage DM | Sample No | LAB in Fresh Crop Samples cfu log ₁₀ g ⁻¹ | LAB in Silage Samples cfu log ₁₀ g ⁻¹ | Silage pH | Silage DM |
|-----------|---|---|-----------|-----------|-----------|---|---|-----------|-----------|
| 1 | 2.00 | 3.70 | 5.20 | 15.26 | 25 | <2 | 5.70 | 5.47 | 21.53 |
| 2 | <2 | 4.11 | 4.86 | 18.36 | 26 | <2 | 6.11 | 4.49 | 23.06 |
| 3 | <2 | 3.08 | 5.12 | 14.18 | 27 | 9.59 | 5.36 | 4.49 | 19.57 |
| 4 | 2.00 | 3.45 | 4.94 | 21.95 | 28 | 9.59 | 3.70 | 4.47 | 15.51 |
| 5 | <2 | 3.18 | 5.11 | 16.74 | 29 | 5.08 | 5.94 | 5.39 | 24.96 |
| 6 | <2 | 3.41 | 4.89 | 17.74 | 30 | 3.72 | 5.45 | 5.44 | 36.76 |
| 7 | 2.11 | 7.34 | 5.28 | 13.91 | 31 | 6.11 | 7.04 | 5.42 | 26.55 |
| 8 | 2.18 | 6.36 | 3.97 | 22.21 | 32 | 5.34 | 6.15 | 5.45 | 31.28 |
| 9 | <2 | 8.11 | 5.29 | 18.01 | 33 | 5.04 | 6.20 | 5.40 | 26.32 |
| 10 | 2.67 | 6.28 | 3.59 | 19.82 | 34 | 4.23 | 4.00 | 4.88 | 32.51 |
| 11 | 3.41 | 7.30 | 5.28 | 16.44 | 35 | <2 | <2 | 4.64 | 25.97 |
| 12 | 2.54 | 4.83 | 4.66 | 23.00 | 36 | 3.51 | 6.60 | 5.51 | 26.81 |
| 13 | 3.45 | 8.74 | 4.26 | 22.65 | 37 | 4.89 | 5.97 | 5.50 | 31.32 |
| 14 | 3.18 | 6.48 | 3.96 | 24.16 | 38 | 4.49 | 5.53 | 5.23 | 27.90 |
| 15 | 2.30 | 5.71 | 4.04 | 18.73 | 39 | <2 | 4.70 | 4.99 | 29.22 |
| 16 | 5.53 | 5.54 | 4.81 | 14.25 | 40 | <2 | 5.43 | 5.50 | 34.32 |
| 17 | 4.94 | 5.04 | 5.30 | 13.03 | 41 | 4.56 | 5.61 | 5.56 | 14.94 |
| 18 | 5.15 | 6.70 | 4.21 | 27.16 | 42 | 6.63 | 5.26 | 5.49 | 18.15 |
| 19 | 5.40 | 4.78 | 5.50 | 13.39 | 43 | 3.75 | 5.83 | 5.51 | 21.08 |
| 20 | <2 | 6.71 | 4.49 | 11.56 | 44 | 5.96 | 5.51 | 5.02 | 16.92 |
| 21 | 5.60 | 7.46 | 4.43 | 21.44 | 45 | 6.08 | 6.74 | 5.42 | 16.35 |
| 22 | 3.74 | <2 | 4.06 | 24.65 | 46 | 4.08 | 4.45 | 5.49 | 17.13 |
| 23 | 4.40 | 6.52 | 5.36 | 15.13 | 47 | 3.63 | 6.48 | 5.48 | 13.50 |
| 24 | <2 | 5.32 | 5.67 | 15.09 | 48 | 5.69 | 5.00 | 5.48 | 15.96 |

Biochemical, morphological and cultural test were applied for selected 70 isolates and identifications were made by using the BIOLOG kit (Jones et al., 1993). Selected isolates were inoculated to MRS broth media, incubated for 18 hours at 32 °C and bacterial intensity was calculated by spectrophotometer. Bacteria numbers in unit MRS broth were stabled considering calculated numbers of bacteria, inoculated to a second set of MRS broth media for 18 hours at 32 °C. After the

Results and Discussion

LAB isolation

LAB counts, pH and dry matter (DM) contents of fresh crops or silage samples from which LAB isolation was made are given in Table 1. High rate of contamination with molds were determined at the samples that were taken from the places especially on which ruminants were grazed. Besides, enterobacteria and yeast were counted as high as 10^7 and 10^{10} cfu \log_{10} g^{-1} , respectively, in many samples; however, they were less than 10^2 cfu \log_{10} g^{-1} in some samples (Data not given). It may be speculated that epiphytic flora was hypervariable depending on the environment as well as the time point of the season. Similarly, as shown in Table 2, LAB counts on samples were less than 10^2 cfu \log_{10} g^{-1} for the fresh samples taken in early spring and higher than 10^9 cfu \log_{10} g^{-1} for the samples taken in summer time. This shows clearly that LAB counts in epiphytic microflora are highly depended on the time of the year due to LAB number on crops is affected by temperature. Pahlow et al., (2003) stressed that LAB contents of any plant material is affected by environmental factors. It was determined that LAB counts were stabilized around 10^4 - 10^6 when the fresh crops were ensiled for 60 days, moreover, these strains were competed with other microorganisms for limited amounts of water soluble carbohydrate

incubation period, bacteria is separated by using filter and the filtrate extract were analyzed for lactic, acetic, butyric and propionic acid by using HPLC, at 41 °C, 0.6 ml/min flow rate and using H_2SO_4 as mobile phase. According to HPLC results, 10 the highest lactic acid producer isolates were selected for silage inoculation studies for alfalfa and corn silage, but the data for silage inoculation studies is not given in this paper.

(WSC) during ensiling. After counting, LAB colonies were isolated randomly at various numbers for any petri dishes regardless of fresh or ensiled material. Totally 695 LAB colonies were isolated, 423 of them from fresh forage samples which is 61% of total, while 272 from silage samples which is 39% of total isolates. All regenerated 531 isolates were purified twice (Zhang et al., 2015) and kept at -80 °C for further studies. Silage pH values changed from 3.59 to 5.56 depending on the crops botanical composition and epiphytic flora. The contamination rate before ensiling may be the major factor determining the silage acidity level. The DM content of silages were ranged from 13.03 – 34.32% depending on the botanical composition of crop material and collection time points which determine the plants phenological stage.

Determining the total acid production capacity of LAB isolates

The 531 LAB isolates regenerated from the stock solution were point contaminated in MRS growth media containing $CaCO_3$ in order to determine the total acid production capacity of individual isolates. The isolate colonies formed two separate nested circles and the area in between the circles was bright in color as seen in Figure 1.

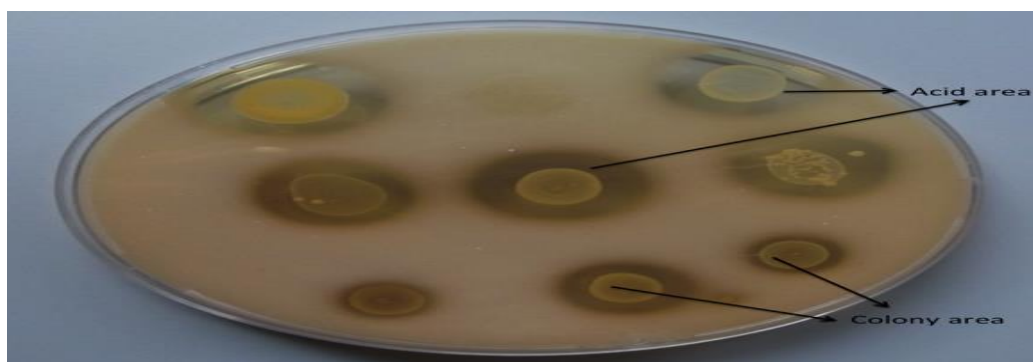


Figure 1. LAB colonies grown in MRS media containing $CaCO_3$ and their acid zones.

All 531 isolates produced acid at low or high volume. The 57 isolates which produced 150 mm^2 acid zone area were selected. However, making

selection considering the acid zone only may not be adequate, due to 3.14 pi constant number, for selecting the bacteria which has very low colony

diameter but relatively high acid production area. Therefore, acid zone diameter is directly divided into colony diameter in order to select the isolates, which has lower colony diameter and relatively high acid zone. Another 13 isolates were selected

which has small colony size but relatively high acid zone. In total, 70 isolates were selected for further studies.

Table 3. Fermentation profile of selected 70 isolates according to total acid production level.

| Isolat No | Morphology* | SA (mmol/L) | LA (mmol/L) | AA (mmol/L) | PA (mmol/L) | ETOH (mmol/L) | LA Rate in Total Product (%) | Isolat No | Morphology* | SA (mmol/L) | LA (mmol/L) | AA (mmol/L) | PA (mmol/L) | ETOH (mmol/L) | LA Rate in Total Product (%) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------------------------------|
| 1 | B | 0.000 | 43.62 | 0.74 | 0.10 | 0.00 | 98.10 | 36 | C | 0.000 | 31.67 | 1.74 | 0.05 | 0.00 | 94.66 |
| 2 | B | 0.433 | 70.02 | 6.61 | 0.01 | 8.53 | 81.79 | 37 | B | 0.087 | 30.78 | 9.98 | 0.01 | 35.73 | 40.19 |
| 3 | C | 0.000 | 50.16 | 0.58 | 0.12 | 0.84 | 97.02 | 38 | C | 0.000 | 27.78 | 9.71 | 0.02 | 32.02 | 39.95 |
| 4 | C | 0.201 | 43.34 | 2.20 | 0.06 | 4.30 | 86.50 | 39 | B | 0.300 | 49.49 | 1.85 | 0.19 | 1.33 | 93.10 |
| 5 | SB | 0.000 | 32.23 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 99.90 | 40 | C | 0.267 | 29.94 | 2.51 | 0.04 | 7.16 | 74.98 |
| 6 | DC | 0.015 | 28.56 | 1.88 | 0.02 | 0.38 | 92.57 | 41 | B | 0.262 | 51.10 | 1.09 | 0.09 | 3.01 | 92.00 |
| 7 | B | 0.000 | 48.52 | 0.00 | 6.81 | 0.00 | 87.69 | 42 | B | 0.019 | 54.00 | 1.64 | 0.10 | 1.72 | 93.94 |
| 8 | C | 0.027 | 48.03 | 0.88 | 0.07 | 1.40 | 95.27 | 43 | C | 0.293 | 35.01 | 3.46 | 0.04 | 0.02 | 90.15 |
| 9 | B | 0.264 | 53.85 | 1.71 | 0.11 | 1.20 | 94.24 | 44 | B | 0.000 | 35.30 | 8.58 | 0.05 | 14.36 | 60.56 |
| 10 | SB | 0.044 | 52.39 | 1.54 | 0.08 | 0.00 | 96.93 | 45 | C | 0.000 | 30.37 | 1.29 | 0.08 | 3.07 | 87.24 |
| 11 | SB | 0.023 | 51.15 | 2.20 | 0.11 | 3.20 | 90.24 | 46 | B | 0.000 | 48.39 | 0.54 | 0.06 | 0.00 | 98.77 |
| 12 | B | 0.060 | 44.42 | 4.61 | 0.11 | 18.97 | 65.17 | 47 | B | 0.063 | 48.95 | 1.94 | 0.04 | 0.00 | 96.00 |
| 13 | B | 0.000 | 28.13 | 0.93 | 0.03 | 0.00 | 96.70 | 48 | C | 0.000 | 51.85 | 1.85 | 0.14 | 0.00 | 96.31 |
| 14 | SB | 0.040 | 52.96 | 2.15 | 0.09 | 2.35 | 91.96 | 49 | B | 0.245 | 48.71 | 1.40 | 0.13 | 3.49 | 90.23 |
| 15 | B | 0.349 | 49.64 | 6.00 | 0.00 | 11.17 | 73.91 | 50 | B | 0.160 | 37.47 | 0.61 | 0.06 | 2.27 | 92.37 |
| 16 | C | 0.063 | 53.47 | 4.24 | 0.06 | 0.60 | 91.51 | 51 | C | 0.000 | 20.83 | 4.45 | 0.04 | 21.14 | 44.83 |
| 17 | C | 0.015 | 52.69 | 2.39 | 0.19 | 1.95 | 92.05 | 52 | SB | 0.023 | 27.40 | 2.87 | 0.02 | 14.67 | 60.92 |
| 18 | B | 0.296 | 56.65 | 1.69 | 0.15 | 1.07 | 94.66 | 53 | C | 0.013 | 22.52 | 2.41 | 0.03 | 11.66 | 61.49 |
| 19 | C | 0.000 | 18.69 | 5.62 | 0.00 | 15.04 | 47.49 | 54 | C | 0.020 | 47.40 | 0.00 | 0.05 | 1.18 | 97.43 |
| 20 | B | 0.080 | 49.59 | 2.95 | 0.16 | 1.86 | 90.77 | 55 | B | 0.000 | 51.84 | 3.72 | 0.01 | 4.78 | 85.89 |
| 21 | C | 0.000 | 22.11 | 2.90 | 0.01 | 25.81 | 43.49 | 56 | B | 0.032 | 49.22 | 1.83 | 0.09 | 4.04 | 89.15 |
| 22 | B | 0.000 | 42.05 | 0.00 | 0.12 | 0.14 | 99.37 | 57 | C | 0.000 | 49.33 | 6.75 | 0.03 | 7.27 | 77.83 |
| 23 | SB | 0.000 | 50.01 | 1.56 | 0.11 | 1.43 | 94.17 | 58 | C | 0.000 | 24.13 | 0.50 | 0.05 | 0.00 | 97.78 |
| 24 | B | 0.000 | 43.94 | 0.00 | 0.10 | 4.01 | 91.46 | 59 | SB | 0.047 | 46.49 | 0.50 | 0.05 | 8.44 | 83.72 |
| 25 | SB | 0.000 | 25.30 | 2.06 | 0.10 | 4.41 | 79.39 | 60 | B | 0.000 | 27.60 | 7.44 | 0.04 | 32.18 | 41.03 |
| 26 | B | 0.000 | 41.41 | 4.44 | 0.04 | 2.68 | 85.25 | 61 | B | 0.281 | 59.08 | 7.78 | 0.04 | 2.22 | 85.12 |
| 27 | B | 0.239 | 35.30 | 2.18 | 0.01 | 0.06 | 93.39 | 62 | B | 0.000 | 44.55 | 0.16 | 0.07 | 1.85 | 95.56 |
| 28 | C | 0.000 | 51.57 | 7.17 | 0.02 | 5.28 | 80.53 | 63 | DC | 0.059 | 44.19 | 1.86 | 0.01 | 1.54 | 92.71 |
| 29 | DC | 0.000 | 30.65 | 0.97 | 0.11 | 0.00 | 96.60 | 64 | DC | 0.028 | 51.42 | 1.28 | 0.09 | 3.61 | 91.13 |
| 30 | B | 0.219 | 54.59 | 2.57 | 0.10 | 3.01 | 90.26 | 65 | B | 0.175 | 30.34 | 9.81 | 0.03 | 15.25 | 54.57 |
| 31 | B | 0.000 | 35.89 | 4.38 | 0.03 | 28.76 | 51.97 | 66 | B | 0.216 | 32.49 | 4.80 | 0.03 | 23.51 | 53.21 |
| 32 | C | 0.000 | 31.87 | 2.45 | 0.01 | 0.56 | 91.34 | 67 | B | 0.000 | 49.80 | 0.34 | 0.15 | 2.35 | 94.62 |
| 33 | C | 0.021 | 50.03 | 0.61 | 0.14 | 1.31 | 96.00 | 68 | B | 0.060 | 41.75 | 0.22 | 0.12 | 1.03 | 96.68 |
| 34 | B | 0.000 | 30.39 | 5.69 | 0.01 | 30.73 | 45.48 | 69 | B | 0.000 | 25.47 | 1.44 | 0.11 | 22.29 | 51.65 |
| 35 | SB | 0.000 | 30.08 | 0.72 | 0.05 | 0.00 | 97.52 | 70 | B | 0.014 | 49.39 | 0.70 | 0.09 | 0.00 | 98.40 |

*:B: *Bacillus*, C: *Coccus*, SB: Short *Bacillus*, DC: *Diplococcus*.

All selected 70 isolates were oxidase-negative, catalase-negative and gram-positive strains, which reflect the general properties of LAB. According to colony morphology, 36 isolates were bacillus, 9 isolates were short bacillus, 21 isolates were coccus and 4 isolates were diplococcus in

shape. In order to determine the fermentation profile of the selected 70 isolates, they were grown in MRS broth media for 18 hours then samples were analyzed for succinic acid (SA), lactic acid (LA), acetic acid (AA), butyric acid (BA), propionic acid (PA) and ethanol (ETOH) (Table 4).

Table 4. Selected 10 isolates and their fermentation profile and LA rate in total product.

| Isolat No | Isolat Name | LA mmol L ⁻¹ | AA mmol L ⁻¹ | PA mmol L | Etoh mmol L ⁻¹ | LA in total product (%) |
|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| 2 | LS-55-2-2 | 70.02 | 6.61 | 0.01 | 8.53 | 81.79 |
| 9 | LS-51-2-1 | 53.85 | 1.71 | 0.11 | 1.20 | 94.24 |
| 16 | L-70-6-1 | 53.47 | 4.24 | 0.06 | 0.60 | 91.51 |
| 17 | LS-8-1 | 52.69 | 2.39 | 0.19 | 1.95 | 92.05 |
| 18 | LS-65-2-1 | 56.65 | 1.69 | 0.15 | 1.07 | 94.66 |
| 19 | L-70-7-1 | 18.69 | 5.62 | 0.00 | 15.04 | 47.49 |
| 30 | LS-3-3 | 54.59 | 2.57 | 0.10 | 3.01 | 90.26 |
| 41 | LS-49-2-1 | 51.10 | 1.09 | 0.09 | 3.01 | 92.00 |
| 61 | LS-31-1-4 | 59.08 | 7.78 | 0.04 | 2.22 | 85.12 |

The 10 isolates that have the highest LA production level were selected. The isolate numbers, LA production, LA rate in total product and physiological characters of the selected isolates were given in Table 5. Pitt (1990) stressed that the most common bacteria species is *Lactobacillus* and *Streptococcus* genera. *L. plantarum* species are generally grown late, but are the most colony forming species in number compared to others. Eight isolates were belong to *Lactobacillus* while one was *Leuconostoc* and one was *Pediococcus* species. *L. plantarum* species was the most common among selected 10 species with four strains. Only *L. brevis* and *L. buchneri* were heterofermentative while others were

homofermentative according to their fermentation profile explained by Bolsen et al. (1996). When isolation sources were taken into consideration, it is clearly seen that the most LA producer bacteria strains were selected from the isolation from silage. At the first isolation, silage source strain numbers were 39% of total isolates while at the final selection, in total, selected 9 isolates in 10 were from silage sources. This indicates that it is good way to isolate LAB strains from fermented silages among the strains that are already competed with each other and other microorganisms in order to catch a really good strain as silage inoculation.

Table 5. Species names, fermentative characters and isolation source of selected 10 isolates.

| No | Isolat Name | Species | Physiological Characters | Isolation Source |
|----|-------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 2 | LS-55-2-2 | <i>Lactobacillus brevis</i> | Heterofermentatif | Silage |
| 9 | LS-51-2-1 | <i>Lactobacillus gasseri</i> | Homofermentatif | Silage |
| 10 | LS-71-2-3 | <i>Lactobacillus plantarum</i> | Homofermentatif | Silage |
| 14 | LS-2-4-1 | <i>Lactobacillus plantarum</i> | Homofermentatif | Silage |
| 16 | L-70-6-1 | <i>Leuconostoc citerum</i> | Homofermentatif | Fresh crop |
| 17 | LS-8-1 | <i>Pediococcus citerum</i> | Homofermentatif | Silage |
| 18 | LS-65-2-1 | <i>Lactobacillus bif fermentans</i> | Homofermentatif | Silage |
| 30 | LS-3-3 | <i>Lactobacillus plantarum</i> | Homofermentatif | Silage |
| 42 | LS-72-2 | <i>Lactobacillus plantarum</i> | Homofermentatif | Silage |
| 61 | LS-31-1-4 | <i>Lactobacillus buchneri</i> | Heterofermentatif | Silage |

Conclusion

These isolates were transferred for corn and alfalfa silage inoculation studies, but the data have not been given in this paper. The most important result of this study is that isolation should be made from the silage instead of isolation from fresh crop due to increased possibility to select a successful isolate that has already competed the other microorganisms. At the final, %90 of the selected isolates were originally isolated from silage samples, however the rate of isolation from silage was %39 at the beginning. This clearly shows that isolation from silage could be much more successful instead of isolation from epiphytic flora.

§: MSc thesis, this study is financially supported by TUBITAK project number 110O694

References

- Bolsen, K., Ashbell, G., Weinberg, Z. 1996. Silage fermentation and silage additives (a review). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9(5), 483–494.
- Jones, J.B, Chase, A.R, Haris, G.K. 1993. Evaluation of the biolog GN microplate system for identification of some plant pathogenic bacteria. *Plant Disease*, 77, 553-558. DOI: 10.1094/PD-77-0553.
- Kaplan, M., Kökten, K., Akçura, M. 2014. Determination of silage characteristics and nutritional values of some triticale genotypes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(2):102-107.
- Lin C, Bolsen K.K., Brent, B.E., Fung, D.Y.C. 1992. Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and maize. *J. Appl. Microbiol.*, 73: 2484-2493.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J. 1991. Microorganisms. In: McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J. (Eds.), *The Biochemistry of Silage*, 2nd Edition. *Chalcombe Publications, Aberystwyth*, pp. 81-152.
- Pahlow, G., Muck, R., Driehuis, F., Oude Elferink, S., Spoelstra, A. 2003. Microbiology of ensiling. In D. Buxon, R. Muck, ve J. Harrison (Eds.) *In Silage science and technology*. 31-93.
- Pitt, R.E. 1990. The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. *American Society of Agricultural Engineering*. 33:1771-1778.
- Sengul, A.Y., Aydin, R. 2019. Use of fartmatan as an additive to make alfalfa silage. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(3): 579-587.
- Sifeeldein, A., Yuan, X., Dong, Z., Li, J., Youns, H., Shao, T. 2018. Characterization and Identification of Lactic Acid Bacteria by 16S rRNA Gene Sequence and Their Effect on the Fermentation Quality of Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*) Silage. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 24 (1): 123-130.
- Wang, S., Yuan, X., Dong, Z., Li, J., Shao, T. 2017. Isolating and evaluating lactic acid bacteria strains for effectiveness on silage quality at low temperatures on the Tibetan Plateau. *Animal Science Journal*. 88, 1722-1729.
- Zhang, Q., Yu, Z., Wang, X. 2015. Isolating and evaluating lactic acid bacteria strains with or without sucrose for effectiveness of silage fermentation. *Japanese Society of Grassland Science*, *Grassland Science*, 61: 167-176.

Araştırma Makalesi

Yarı Kurak İklim Koşullarında Farklı Anaçlar Üzerinde Yetiştirilen Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Bazı Çekirdek Özellikleri ile Yağ Asidi Kompozisyonlarının Belirlenmesi⁹

M. İlhan ODABAŞIOĞLU*, Sadettin GÜRSÖZ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu yazar: milhanodabasioglu@harran.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 18.11.2019

Kabul Tarihi: 18.11.2019

Özet

Üzüm çekirdeklerinin kayda değer bir yağ içeriğine sahip olduğu uzun yıllardır bilinmesine karşın; üzüm çekirdeği yağının ticari olarak üretimi ancak son yıllarda yaygınlaşmıştır. Farklı üzüm çeşitlerinin yağ asitleri kompozisyonlarının ve çekirdek özelliklerinin incelendiği çalışmalar literatürde yaygın olmasına karşın; bağda kullanılan anacın bunlar üzerine etkilerinin ortaya konduğu araştırmalar kısıtlıdır. Bu çalışmada; farklı anaçlar (1103 P ve 110 R) üzerine aşılanmış sofralık üzüm çeşitlerinin (Red Globe, Trakya İlkeren, Ata Sarısı, Hatun Parmağı ve Horoz Karası) bazı çekirdek özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonları incelenmiştir. Bağda kullanılan anacın; 1 kg'daki çekirdek sayısı, çekirdek nemi ve protein miktarı üzerinde etkili olduğu ancak çekirdek boyutları, sabit yağ içeriği, kül miktarı ve 100 çekirdek ağırlığını değiştirmediği belirlenmiştir. Bu özelliklerin genellikle çeşide bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Bununla birlikte en yüksek sabit yağ içeriği 1103 P anacına aşılı Ata Sarısı üzüm çeşidinde (%16.30 w/w) tespit edilmiştir. İncelenen tüm çeşitlerde en yüksek miktarda bulunan yağ asidinin Linoleik asit (C18:2n-6) olduğu ve bunu sırasıyla Oleik (C18:1), Palmitik (C16:0), Stearik (C18:0) ve Bütirik (C4:0) asitlerin izlediği belirlenmiştir. En yüksek Linoleik asit içeriği (%67.97) 1103 P anacına aşılı Trakya İlkeren üzüm çeşidinde saptanmıştır. Bu araştırmada çeşitlerin yağ asitleri üzerinde mutlak bir etkisinin olduğu, bununla birlikte anaçların yağ asitlerini sınırlı düzeyde etkilediği ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Üzüm çekirdeği, yağ asitleri, üzüm çeşitleri, asma anaçları.

Determination of Some Seed Properties and Fatty Acid Composition of Table Grape Genotypes Grown on Different Rootstocks in Semi-Arid Climate Conditions

Abstract

Although it has been known for a long time that grape seeds have a significant oil content, commercial production of grape seed oil has only become widespread in recent years. Although, the studies examining the fatty acid compositions and characteristics of seeds on different grape varieties are common in the literature; research on the effects of rootstock used in the vineyard on them is limited. In this study; some seed characteristics and fatty acid compositions of table grape varieties (Red Globe, Trakya İlkeren, Ata Sarısı, Hatun Parmağı, Horoz Karası) grafted on different rootstocks (1103 P and 110 R) were investigated. It was found that the number of seeds per 1 kg, seed moisture and protein content of seeds was vary by the rootstock, but seed sizes, total oil content, ash amount and seed weight not affected by them. However, it was revealed that these characteristics generally vary depending on the grape genotype. In addition, the highest oil content was found in Ata Sarısı (16.30% w/w) which grafted onto 1103 P rootstock. Linoleic acid (C18: 2n-6) was found to be the highest amount of fatty acid in all cultivars and it was respectively followed by Oleic (C18:1), Palmitic (C16:0), Stearic (C18:0) and Butyric (C4:0) acids. The highest Linoleic acid content (67.97%) was found in Trakya İlkeren variety grafted onto 1103 P rootstock. Also, it was revealed that rootstocks had a limited effect on fatty acid compositions of grape seeds but varieties had an absolute effect on them.

Key words: Grape seed, fatty acids, grape varieties, grape rootstocks.

Giriş

Dünyada önemli bitkisel üretim kollarından biri bağcılıktır. 2017 verilerine göre dünyada toplam 6 931 353 ha alanda yıllık 74 276 583 ton üzüm üretilmektedir (FAO, 2019). Bu üretimin önemli bir bölümü (%52) şarap endüstrisinde ham madde olarak kullanılmaktadır (Göktürk Baydar ve Akkurt, 2001; Akın ve Altındişli, 2010; Bashimov, 2017; OIV, 2019). Nitekim dünyada yıllık 249 804 000 hL şarap üretiminin yapılıyor olması bu verileri desteklemektedir. Türkiye ise üzüm üreten ülkeler arasında üretim miktarı bakımından 6. sırada yer almaktadır. 2017 yılında yaklaşık 416 907 ha alanda yıllık 4.2 milyon ton üzüm üretimi gerçekleştirilen Türkiye’de; toplam üzüm üretiminin % 12’sini şaraplık üzüm çeşitleri oluşturmaktadır. Üzüm üretiminin kalan bölümü ise sofralık (%50) ve kurutmalık (%38) üzüm çeşitlerinden oluşmaktadır (TÜİK, 2019). OIV (2019) verilerine göre ise Türkiye’de toplam üzüm üretiminin sadece %2’si şarap yapımında kullanılmaktadır. Bu bilgiler ışığında ülkemizde üretilen üzümlerin yaklaşık %10’luk bir kısmının şıralık olarak farklı yöresel ürünlerin yapımında kullanıldığı söylenebilir. Nitekim araştırmacılar bu oranın yıllara ve üzüm şırasından elde edilen gıda ürünlerine olan talebe bağlı olarak değişmekle birlikte %10-40 arasında seyredebildiğini aktarmışlardır (Gök Tangolar ve ark., 2009; Akın ve Altındişli, 2010; Çelik ve ark., 2010; Sabır ve ark., 2012).

Dünya genelinin aksine, ülkemizde şaraplık ve şıralık üzüm çeşitlerinin üretim oranı sofralık ve kurutmalık üzüm çeşitlerine kıyasla çok daha az gerçekleşmesine rağmen önemli miktarlarda cibre atık olarak ortaya çıkmaktadır (Bekar, 2016). Ağırılık olarak; yaş üzüm tanesinin yaklaşık %2 - 6’sını (Mironeasa ve ark., 2010; Sabır ve ark., 2012; Fernandes ve ark., 2013; Kamiloğlu ve Üstün, 2014) ve yaş üzüm salkımının ise yaklaşık %1-4’ünü (Mironeasa ve ark., 2010; Fernandes ve ark., 2013) çekirdeklerin oluşturduğuna ilişkin önceki çalışmalar dikkate alındığında, 2017 yılı itibarıyla ülkemizde minimum 4 880 ton, maksimum 29 280 ton üzüm çekirdeğinin; gerek şarap endüstrisinin gerekse üzüm şırasından diğer gıda mamullerini üreten endüstri kollarının atığı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Nitekim üst sınır olarak belirttiğimiz miktar Gök Tangolar ve ark. (2009) tarafından belirtilen değerle paralellik göstermektedir. Bu denli yüksek miktarlarda ve her yıl ortaya çıkan üzüm çekirdeğinin endüstriye ve ekonomiye yeniden kazandırılması son derece önemlidir.

Son yıllarda gıda endüstrisinde farklı bitkisel ürünlerin yağları üzerine yapılan araştırmalar artmış ve alternatif bitkisel yağlar daha detaylı olarak

incelenmeye başlamıştır. Üzüm çekirdeği; içeriğinde bulunan %3.91-24.76 yağ içeriği ile gerek araştırmacıların gerekse gıda sanayinin dikkatini çeken bitkisel kökenli yağ kaynaklarından biridir (Yoo ve ark., 1984; Lachman ve ark., 2015). Bununla birlikte doymamış yağ asitlerince zengin olması, üzüm çekirdeği yağını diğer bitkisel yağlar içerisinde öne çıkarmaktadır (Garavaglia ve ark., 2016). Özellikle oleik (%9.97-31.20) ve linoleik (%49.0-80.5) asitlerce zengin yapısı üzüm çekirdeği yağına olan ilginin temel sebeplerindendir (Ohnishi ve ark., 1990; El-Shami ve ark., 1992; Sabır ve ark., 2012; Lachman ve ark., 2015). Bununla birlikte toplam doymuş ve doymamış yağ asitlerinin içeriği; pek çok araştırmacının sağlık kaynağı olarak ifade ettikleri zeytin yağına yakın seviyelerde seyretmektedir (Stefanoudaki ve ark., 1999; Kamal-Eldin ve Andersson, 1997). Nitekim araştırmacılar kolesterol kaynaklı oluşan yüksek tansiyonun düşürülmesinde üzüm çekirdeği tüketiminin olumlu etkilerinin olduğunu bildirmektedirler (Sivaprakasapillai ve ark., 2009; Asadi ve ark., 2010).

Günümüz endüstri kolları arasında üzüm çekirdeği yağının kullanımı en çok kozmetik, ilaç ve gıda sanayilerinde yoğunlaşmıştır (Gök Tangolar ve ark., 2009). Üzümün son yüzyılda yeniden keşfedilen iyileştirici ve sağlığı koruyucu özellikleri eski çağlarda da bilinmekte ve kullanılmaktaydı. Ayurvedik tedavide kullanımının devam etmesi bunun en güzel örneklerinden biridir (Singh ve ark., 2015). Son yıllarda, üzüm çekirdeğinden elde edilen ekstraktların; canlılardaki oksidatif stresin olumsuz etkilerinin azaltılmasında, merkezi sinir sisteminin kuvvetlendirilmesinde ve DNA yapısında oluşan hasarların onarılmasında olumlu etkilerinin saptanması, çekirdekli üzüm çeşitlerine olan ilgiyi canlı tutmaktadır (Balı ve ark., 2005; Balı ve ark., 2006; Feng ve ark., 2007; Matthaus, 2008; Çetin, 2010).

Üzüm çekirdeklerinden elde edilen yağ miktarı üzüm çeşidine göre değişim göstermektedir. Ayrıca üzüm çekirdeklerinin protein içerikleri %6.53-16.71 arasında değişmekle birlikte farklı çeşitlerin farklı protein içeriğine sahip olduğu da önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur (Gök Tangolar ve ark., 2009; Santos ve ark., 2011). Nitekim üzüm çekirdeği katkılı yemlerin kullanımının hayvan beslemede hayvan canlı ağırlığını, yumurta tavukçuluğunda ise yumurta ağırlığını arttırması; üzüm çekirdeğinin önemli bir protein kaynağı olduğunu göstermektedir (Trushenski ve ark., 2009; Hajati ve ark., 2015; Kara ve ark., 2016).

İnsan sağlığında doğrudan ve dolaylı olarak, ayrıca hayvan beslemede yem katkısı olarak göz ardı edilemeyecek olumlu etkilere sahip olan üzüm çekirdeğinin yağ asitleri profili ile toplam yağ

içeriğinin çeşitli çevresel ve içsel etkenlere bağlı olarak değişim gösterdiği bilinmektedir. Nitekim önceki araştırmalarda; genotipin (Yoo ve ark., 1984; Ohnishi ve ark., 1990; Göktürk Baydar ve Akkurt, 2001; Beveridge ve ark., 2005; Göktürk Baydar ve ark., 2007; Rababah ve ark., 2008; Pardo ve ark., 2009; Gök Tangolar ve ark., 2009; Yi ve ark., 2009; Akın ve Altındişli, 2010; Santos ve ark., 2011; Sabır ve ark., 2012; Fernandes ve ark., 2013; Demirtaş ve ark., 2013; Lachman ve ark., 2015); yetiştiricilik yapılan yörenin ekolojik özelliklerinin (Crews ve ark., 2006; Mironeasa ve ark., 2010), tane olgunlaşmasının farklı dönemlerinin (Rubio ve ark., 2009), hasat sonrası üzümlere- çekirdeklere uygulanan farklı kurutma tekniklerinin (Oomah ve ark., 1998; Özkaya ve ark., 2014), çekirdeklerin temin edildiği ya da saklandığı koşulların (Mironeasa ve ark., 2010) ve yağ ekstraksiyon yönteminin (Rabak, 1921; Yoo ve ark., 1984; Beveridge ve ark., 2005) toplam yağ ve yağ asitleri kompozisyonunu değiştirebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte çekirdeklerin nem, protein ve kül içeriklerinin de benzer etkenlere bağlı olarak değişebileceği farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Yoo ve ark., 1984; Oomah ve ark., 1998; Rababah ve ark., 2008; Yi ve ark., 2009; Gök Tangolar ve ark., 2009; Rubio ve ark., 2009; Mironeasa ve ark., 2010; Santos ve ark., 2011). Ancak farklı anaçlar üzerine aşılı

üzüm çeşitlerinin çekirdeklerindeki sabit yağ içeriği, yağ asitlerinin kompozisyonu ve protein içeriği vb. çekirdek özelliklerine ilişkin araştırmalar oldukça sınırlı düzeydedir.

Bu çalışmada, iki farklı Amerikan asma anacı (1103 P ve 110 R) üzerine aşılı 5 farklı sofralık üzüm çeşidinden elde edilen üzüm çekirdeklerinin bazı pomolojik özellikleri ile sabit yağ içerikleri, yağ asitleri kompozisyonları ve protein içerikleri incelenmiştir. Asma anaçlarının; üzerlerine aşılı olan çeşitlerin çekirdek özelliklerine ve çekirdeklerin yağ asidi kompozisyonlarına etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

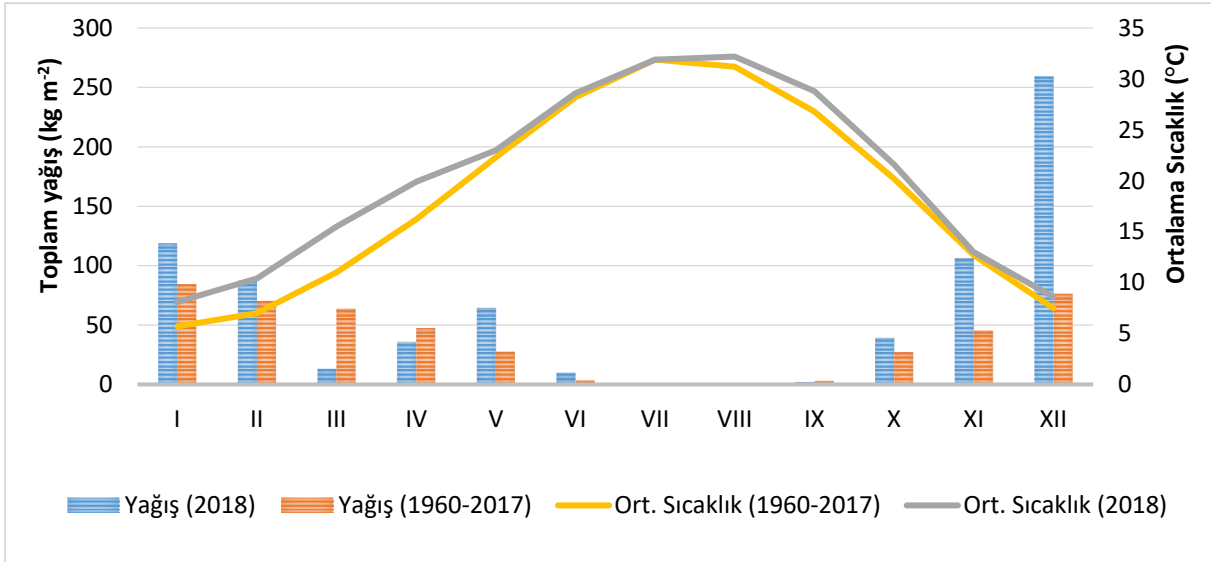
Materyal ve Yöntem

Deneme alanı

Çalışma, Harran Üniversitesi Ar-Ge bağında çift kollu kordon terbiye şekli verilmiş omcaldan üzüm hasadı döneminde çıkarılmış çekirdeklere yürütülmüştür. Omcalar 1,5 m. x 3 m. sıra üzeri ve sıra arası mesafelerde yetiştirilmiş olup, çeşitler 3 yaşında iken örnekler alınmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında bağda sulama yapılmamıştır.

Deneme alanının iklim verileri

Deneme alanının yağış ve sıcaklık verileri Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü bağın toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri.

Materyal

Araştırmada iki farklı Amerikan asma anacı (1103 P ve 110 R) üzerine aşılınmış sofralık üzüm çeşitlerinin çekirdekleri incelenmiştir. İncelenen çeşitler; Red Globe, Trakya İlkeren, Ata Sarısı, Hatun Parmağı ve Horoz Karası üzüm çeşitleridir. Çeşitlere ait çekirdekler her çeşidin hasat olgunluğuna ulaştığı tarihte çıkarılmıştır. Üzümlerden çıkarılan

çekirdekler, üzerlerinde pulp ve şıra artıkları kalmaması için saf suda yıkanmış ve havlu kâğıt yardımıyla kurulandıktan sonra oda şartlarında (+24 °C) gölgede 3 gün süreyle karıştırılarak kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra çekirdekler analizler yapılmaya kadar cam desikatörde muhafaza edilmiştir.

Yöntemler

100 çekirdek ağırlığı

Her anaç-çeşit kombinasyonuna ait çekirdekler 4 tekerrürlü olarak ayrılmıştır. Her tekerrürde tesadüfi olarak seçilmiş 100'er adet çekirdek yer almıştır. Gruplandırılmış olan çekirdekler daha sonra 0.01 g hassasiyetle ölçüm yapan hassas terazide tartılmıştır (Uslu ve Dardeniz, 2009).

1 kg çekirdek sayısı

Tesadüfi olarak anaç-çeşit kombinasyonlarından 4 tekerrürlü olarak alınan 20 g'lık çekirdekler el ile sayılıp kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen çekirdek sayısı 50 ile çarpılarak 1 kg'daki çekirdek sayısı elde edilmiştir.

Çekirdek nemi

Her anaç-çeşit kombinasyonuna ait çekirdeklerden 3 tekerrürlü olmak üzere alınan çekirdek örneklerinin nemleri KERN marka DBS 60-3 model tohum nem tayini cihazında tespit edilmiştir.

Çekirdek eni ve boyu

Anaç-çeşit kombinasyonlarına ait çekirdekler, her tekerrürde 30'ar adet olmak üzere 4 tekerrürlü olarak ayrılmış ve 0.001 mm hassasiyette ölçüm yapan dijital kumpas yardımıyla en-boy ölçümleri yapılmıştır. Çekirdek eni ölçümleri, çekirdeklerin en geniş iki noktası arasında yapılmıştır. Çekirdek boyu ölçümleri ise çekirdeklerin en uzun iki noktası arasında yapılmıştır (Ağaoğlu, 1999; Uslu ve Dardeniz, 2009; Mironeasa ve ark., 2010) (Şekil 1).

Sabit yağ tayini

Etüvde 65 °C'de 72 saat kurutulmuş olan çekirdeklerden, her tekerrürde 10 g çekirdek yer alacak şekilde 3 tekerrürlü olarak çekirdekler ayrılmıştır. Çekirdekler kahve değirmeninde öğütülmüş, öğütülen çekirdekler Soxhlet cihazında 6 saat süre ile sıvı heksanla yağ ekstraksiyonuna tabi tutulmuştur (Göktürk Baydar ve ark., 2007; Akin ve Altındışli, 2010; Sabir ve ark., 2012; Canbay ve Bardakçı, 2011). Ekstraksiyon sonlandırıldıktan sonra balon jöjelerde biriken yağ-heksan karışımından heksanın ayrılması için balon jöjeler etüvde 60 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Sabit yağ miktarı ağırlık yüzdesi (%w/w) olarak saptanmıştır (Lachman ve ark., 2015).

Yağ asitleri tayini

Daha önce Soxhlet cihazında ekstraksiyonu yapılan yağlar ışık geçirmez vida kapaklı tüplerde +4 °C'de yağ asitlerinin tayini yapılabilmek üzere muhafaza edilmiştir. Türevlendirme işlemi Slover ve Lanza (1979)'a göre yapılmıştır (Akin ve Altındışli, 2010).

Yağ asitleri tayini Shimadzu Nexis GC-2030 marka gaz kromatografisi-külte spektrometresinde yapılmıştır. FID dedektör ve TR-CN100 (100m x 0,25mm x 0,20um) kolon kullanılmıştır. 1µL enjeksiyon hacmi ve 1 ml dk⁻¹lık akış hızında, 240 °C dedektör sıcaklığında okumalar yapılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Hidrojen kullanılmıştır. Yağ asitleri tayini 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Protein tayini

Etüvde 65 °C'de 72 saat kurutulmuş olan üzüm çekirdekleri kahve değirmeninde toz haline gelene kadar öğütülmüş daha sonra toz haline getirilmiş olan çekirdek örnekleri; 3 tekerrürlü olarak, her tekerrürde 0.5 g örnek yer alacak şekilde yağ yakma yöntemiyle yakılmıştır. Khejdal metoduyla %N miktarı tespit edilmiştir. Elde edilen %N değeri 6.25 katsayısı ile çarpılarak toplam protein miktarı tespit edilmiştir (Kaçar, 1972; Mironeasa ve ark., 2010).

Endosperm gelişimini tamamlamış çekirdek oranı

Endosperm gelişimini tamamlamış çekirdek oranının belirlenmesinde Ağaoğlu (2002)'nin bildirdiği yüzdürme metodu kullanılmıştır. Çalışmada incelenen anaç-çeşit kombinasyonlarına ait çekirdekler 3 tekerrürlü olarak her tekerrürde rastgele alınmış 50 çekirdek yer alacak şekilde ayrılmıştır. 50 ml hacimli Falkon tüplerine saf su eklenmiş ve çekirdekler Falkon tüplerine bırakılmıştır. 5 dk beklenmiş ve dibe çöken çekirdekler sayılmıştır. Dibe çöken çekirdeklerin, tüplere konan toplam çekirdeklere oranı (%) saptanmıştır.

Kül miktarı

Anaç-çeşit kombinasyonlarına ait çekirdekler 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 0,5 g örnek yer alacak şekilde porselen krozelere aktarılmıştır. Krozelere aktarılan örnekler önce +200 °C'de 2 saat daha sonra +500 °C'de 4 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra soğutulmaya bırakılan örnekler hassas terazide tartılmış ve kül miktarı (%w/w) tayin edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Analiz ve ölçümlere ait veriler Minitab 18 bilgisayar paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılarak ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı anaçlar üzerine aşılı sofralık üzüm çeşitlerinin 100 çekirdek ağırlığının 2.628-3.833 g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En ağır çekirdekler 1103 P anacı üzerine aşılı Ata Sarısı üzüm çeşidinden, en hafif çekirdeklerin ise 110 R anacı

üzerine aşılı Trakya İlkeren üzüm çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 1). Anaç-çesit interaksyonlarının 100 çekirdek ağırlığını değiştirdiği saptanmıştır. Yetiştiricilikte tercih edilen anacın; 100 çekirdek ağırlığı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

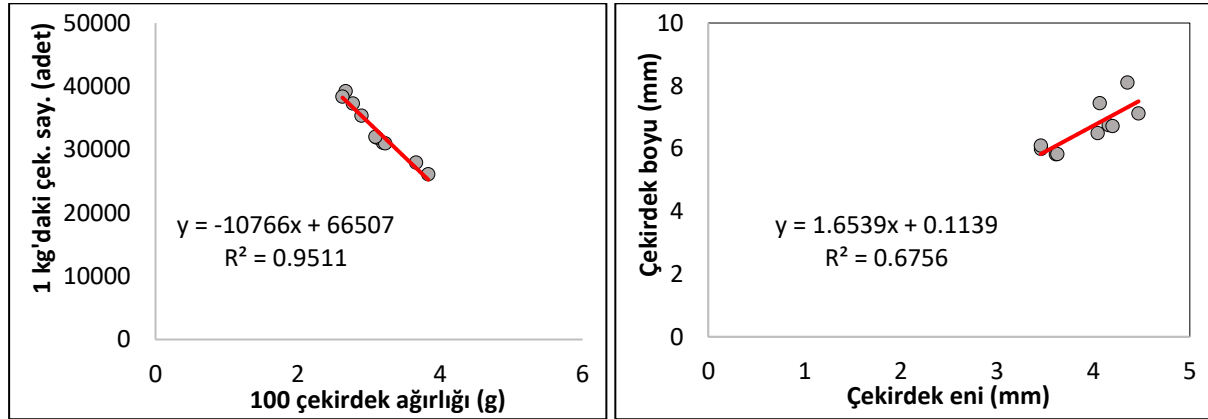
1 kg'daki çekirdek sayısı bakımından anaç-çesit interaksyonlarının birbirlerinden farklılık gösterdiği saptanmıştır. 1 kg'ında en fazla çekirdek içeren çeşit 1103 P anacı üzerine aşılı Trakya İlkeren, en az çekirdek içeren çeşit ise 110 R anacı üzerine

aşılı Ata Sarısı üzüm çeşididir. 100 çekirdek ağırlığı ile 1 kg'daki çekirdek sayısının tespiti, birbirini tamamlayan iki farklı özelliktir. Nitekim iki özelliğin birbiri ile negatif yönde kuvvetli bir korelasyon gösterdiği Şekil 2'de de görülmektedir. Buna karşın 100 çekirdek ağırlığından farklı olarak 1 kg'daki çekirdek sayısına anacın etki ettiği görülmektedir. 1103 P anacına aşılı çeşitlerin ortalama 1 kg'daki çekirdek sayısı, 110 R anacına aşılı olanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 1. Farklı anaçlar üzerine aşılı sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin pomolojik özellikleri.

| Anaç | Çesit | 100 çek. ağı. (g) | 1 kg çek. say. (adet) | Çekirdek nemi (% w/w) | Çekirdek eni (mm) | Çekirdek boyu (mm) |
|-------------------|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| 1103 P | Red Globe | 3.198 b* | 31083.3 f | 5.78 a | 4.07 abc | 7.45 b |
| | Trakya İlkeren | 2.673 e | 39241.7 a | 2.18 e | 3.61 cd | 5.82 e |
| | Ata Sarısı | 3.833 a | 26108.3 h | 3.70 c | 4.16 ab | 6.75 d |
| | Hatun Parmağı | 3.110 b | 31916.7 e | 4.53 b | 3.46 d | 5.99 e |
| | Horoz Karası | 2.773 de | 37300.0 c | 5.61 a | 4.47 a | 7.12 c |
| 110 R | Red Globe | 3.228 b | 31000.0 f | 4.00 c | 4.35 a | 8.11 a |
| | Trakya İlkeren | 2.628 e | 38383.3 b | 3.04 d | 3.63 bcd | 5.82 e |
| | Ata Sarısı | 3.663 a | 27966.7 g | 2.75 d | 4.04 abc | 6.49 d |
| | Hatun Parmağı | 3.090 bc | 32025.0 e | 4.10 bc | 3.45 d | 6.09 e |
| | Horoz Karası | 2.895 cd | 35358.3 d | 5.73 a | 4.20 a | 6.72 d |
| Genel Ort. | 1103 P | 3.117 ÖD | 33130.0 A | 4.36 A | 3.95 ÖD | 6.62 ÖD |
| | 110 R | 3.101 | 32946.7 B | 3.92 B | 3.93 | 6.65 |

*Her bir sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).



Şekil 2. Anaç-çesit interaksyonlarına ait 1 kg'daki çekirdek sayısı ile 100 çekirdek ağırlığı ilişkisi (a), çekirdek boyu-çekirdek eni ilişkisi (b).

Çekirdek neminin farklı anaçlara aşılı üzüm çeşitlerinde birbirinden farklılık gösterdiği ve %2.18 ile %5.78 arasında değiştiği saptanmıştır. Anaçların üzerlerine aşılanmış üzüm çeşitlerinin çekirdeklerinde su birikimine etki ettiği görülmektedir. 1103 P anacına aşılı çeşitlerin çekirdeklerinde daha fazla nem bulunduğu tespit edilmiştir. Literatürde 110 R anacının, 1103 P anacına göre kuraklığa daha toleranslı olduğunu

belirten çalışmalar olmasına karşın (Serra ve ark., 2014); elde ettiğimiz çekirdek nemi bulguları bu durumun verim çağına ulaşmış sulanmayan bağlarda farklı olabileceğini göstermektedir. Nitekim McCarthy ve ark. (1997), sulı koşullarda bu iki anacın üzerlerine aşılanan çeşitte benzer verimliliği sağladıklarını ancak kuraklık stresi altında 1103 P anacının 110 R anacına kıyasla daha yüksek verim verdiğini bildirmişlerdir.

Çekirdek eni ve çekirdek boyunun anaç-çeşit interaksiyonlarına göre farklılık gösterdiği saptanmış olup; çekirdek eninin 3.45-4.47 mm, çekirdek boyunun ise 5.82-8.11 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Her iki özelliğe de bağda kullanılan anacın etkisinin olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte çekirdek eni ile boyu arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Uslu ve Dardeniz (2009)'de bu iki özellik arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen üzüm çeşitlerinin üzerlerine aşılandıkları anaçlardan bağımsız olarak 100 çekirdek ağırlıkları incelendiğinde en ağır çekirdeklere sahip çeşidin Ata Sarısı (3.748 g), en hafif çekirdeklere sahip çeşidin ise Trakya İlkeren (2.650 g) üzüm çeşidi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen sonuçlar; daha önce şaraplık

üzüm çeşitlerini inceleyen Uslu ve Dardeniz (2009)'e paralellik göstermesine karşın Fernandes ve ark. (2013) ile Kamiloğlu ve Üstün (2014)'ün bildirdikleri alt sınır değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ancak her iki çalışmada da, çekirdek ağırlığının incelenen üzüm çeşidine göre değişim gösterebileceği vurgulanmıştır.

1 kg'daki çekirdek sayısının incelenen üzüm çeşitlerinde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Anaç çeşit interaksiyonlarında da belirlenen; 100 çekirdek ağırlığı ile 1 kg'daki çekirdek sayısı arasındaki negatif ilişki çeşitlerde de gözlemlenmiştir. Çeşitler kabuk rengine göre sınıflandırıldığında; hem 100 çekirdek ağırlığı hem de 1 kg'daki çekirdek sayısı bakımından farklılık gösterdikleri saptanmıştır. Beyaz çeşitlerin, renkli çeşitlere kıyasla daha ağır çekirdeklere sahip oldukları görülmüştür.

Çizelge 2. Sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin pomolojik özellikleri.

| Çeşit | 100 çek. ağı. (g) | 1 kg çek. say. (adet) | Çekirdek nemi (% w/w) | Çekirdek eni (mm) | Çekirdek boyu (mm) |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Red Globe | 3.213 b* | 31041.7 d | 4.89 b | 4.21 a | 7.78 a |
| Trakya İlkeren | 2.650 d | 38812.5 a | 2.61 e | 3.62 b | 5.82 e |
| Ata Sarısı | 3.748 a | 27037.5 e | 3.22 d | 4.10 a | 6.62 c |
| Hatun Parmağı | 3.100 b | 31970.8 c | 4.32 c | 3.45 b | 6.04 d |
| Horoz Karası | 2.848 c | 36329.2 b | 5.67 a | 4.33 a | 6.92 b |
| Renkli çeşitler ort. | 2.899 B | 35394.4 A | 4.39 ÖD | 4.05 A | 6.84 A |
| Beyaz çeşitler ort. | 3.424 A | 29504.2 B | 3.77 | 3.78 B | 6.33 B |

*Her bir sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çekirdeklerin nem içeriklerinin üzüm çeşidine göre değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek nem içeriği Horoz Karası çeşidinde (%5.67), en düşük nem içeriği ise Trakya İlkeren çeşidinde (%2.61) bulunmuştur. Çeşidin kabuk renginin; çekirdeklerin nem içeriğini etkilemediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular (özellikle Horoz Karası çeşidinin incelenen diğer çeşitlere göre daha yüksek nem içerdiği bulgusu); Gök Tangolar ve ark. (2009) ile paralellik göstermektedir. Ayrıca çekirdeklerin nem içeriklerinin çeşide göre değiştiğini bildiren önceki çalışmalarla da uyum göstermektedir (Rababah ve ark., 2008; Yi ve ark., 2009; Mironeasa ve ark., 2010; Santos ve ark., 2011).

Çekirdek boyutlarının (en-boy); anaçtan bağımsız olarak çeşitlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Red Globe üzüm çeşidinde en yüksek çekirdek boyu değeri (7.78 mm) elde edilmiştir. Bu çeşidin çekirdeklerinde gaga kısmının uzun olması bu durumun temel sebebidir. İncelenen çeşitlerde kabuk renginin çekirdek boyutlarını etkilediği; renkli çeşitlerin daha büyük çekirdeklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Uslu ve Dardeniz, 2009; Mironeasa ve ark., 2010).

Üzüm çekirdeklerinin sabit yağ içeriğinin %3.91 ile %24.76 arasında değiştiğini bildiren önceki çalışmalarla; araştırmamızda elde edilen sonuçlar uyuşmaktadır. Nitekim farklı anaçlar üzerine aşıllı sofralık üzüm çeşitlerinin çekirdeklerinde sabit yağ içeriğinin %9.92-16.30 (w/w) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). En yüksek sabit yağ miktarı; 1103 P anacına aşıllı Ata Sarısı üzüm çeşidi çekirdeklerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte en düşük yağ miktarı; aynı anaç üzerine aşıllı bir başka çeşit olan Horoz Karası üzüm çeşidinde saptanmıştır. Ayrıca 110 R anacı üzerine aşıllı Ata Sarısı üzüm çeşidinin de sabit yağ içeriğinin, aynı anaç üzerine aşıllı diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek bulunması; bu çeşidi diğer çeşitlerden ayıran genotipik bir özellik olarak öne çıkmaktadır. Anaçların çekirdeklerin sabit yağ içeriğine olan etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çekirdeklerin kül miktarı bakımından anaç-çeşit interaksiyonlarından elde edilen örnekler arasında istatistik olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca anaçlar da çeşitlerden bağımsız değerlendirildiğinde; çekirdeklerin kül miktarı üzerine etkilerinin olmadığı görülmüştür.

Farklı anaçlar üzerine aşıllı üzüm çeşitlerinin protein miktarlarının birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Hatun Parmağı üzüm çeşidi

çekirdeklerinin protein miktarı; her iki anaç üzerinde de diğerlerine göre yüksek bulunmuş olup, kullanılan anacın bu çeşidi etkilemediği tespit edilmiştir. Her ne kadar Hatun Parmağı üzüm çeşidinin çekirdeklerinde protein miktarı anaç farklılığından etkilenmemişse de; 1103 P anacına aşılı çeşitlerin ortalama protein miktarı, 110 R anacına aşılana göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çeşitlerin topraktan su ya

da bitki besin elementi alımlarındaki değişkenlikten kaynaklanmış olabilir.

İncelenen anaç-çeşit kombinasyonlarının endosperm gelişimini tamamlamış çekirdek oranı bakımından birbirlerinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu özellik bakımından en yüksek değer (%96.67) incelenen her iki anaçta da Ata Sarısı üzüm çeşidinden elde edilmiştir. Anaçlar arasında ise önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 3. Farklı anaçlar üzerine aşılı sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin kül miktarı, endosperm gelişimi, sabit yağ ve protein içeriği.

| Anaç | Çeşit | Sabit yağ (% w/w) | Kül miktarı (% w/w) | Protein mikt. (% w/w) | Endosperm geliş. tam. çek. (%) |
|-------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1103 P | Red Globe | 14.65 ab* | 3.08 ÖD | 6.87 ef | 53.34 cde |
| | Trakya İlkeren | 14.41 ab | 3.07 | 8.05 c | 78.34 abc |
| | Ata Sarısı | 16.30 a | 3.01 | 9.00 b | 96.67 a |
| | Hatun Parmağı | 14.70 ab | 2.83 | 9.62 a | 81.67 ab |
| | Horoz Karası | 9.92 d | 2.97 | 7.51 d | 41.67 e |
| 110 R | Red Globe | 13.19 bc | 2.81 | 6.47 f | 51.67 de |
| | Trakya İlkeren | 14.51 ab | 2.89 | 8.21 c | 68.34 bcd |
| | Ata Sarısı | 15.56 ab | 3.70 | 8.82 b | 96.67 a |
| | Hatun Parmağı | 13.17 bc | 3.13 | 9.95 a | 88.34 ab |
| | Horoz Karası | 11.28 cd | 2.65 | 6.96 e | 66.67 bcde |
| Genel Ort. | 1103 P | 14.00 ÖD | 2.99 ÖD | 8.21 A | 70.34 ÖD |
| | 110 R | 13.54 | 3.04 | 8.08 B | 74.34 |

*Her bir sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

İncelenen çeşitlerden Ata Sarısı; çekirdekte en yüksek (%15.93 w/w) sabit yağ içeriğine sahip üzüm çeşidi olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu çeşidi sırasıyla Trakya İlkeren, Hatun Parmağı, Red Globe ve Horoz Karası üzüm çeşitleri takip etmiştir. Çalışmada yer alan bütün çeşitlerin sabit yağ içerikleri; daha önce farklı çalışmalarda belirtilen sınır değerlerinin içerisinde bulunmuştur. Red Globe çeşidi çekirdeklerinin, Horoz Karası çeşidinin çekirdeklerine göre daha fazla sabit yağ içerdiği bulgusu Sabır ve ark. (2012) tarafından da bildirilmiştir. Benzer bir şekilde Hatun Parmağı çeşidinin, Horoz Karası çeşidine göre çekirdekte

daha yüksek miktarda sabit yağ içerdiği bulgusu Sağdıçoğlu (2018) tarafından da bildirilmiştir. Bununla birlikte Horoz Karası çeşidinin incelendiği bir başka çalışmada; bu çeşidin çekirdeklerinde %14.29 yağ bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda daha düşük değerlerin tespiti; yetiştiricilik yapılan ekolojilerin ya da bağlarda uygulanan kültürel işlemlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Sabit yağ içeriğinin; incelenen üzüm çeşidinin kabuk rengine göre değişim gösterdiği, beyaz üzüm çeşitlerinin renklilere kıyasla daha fazla yağa sahip oldukları saptanmıştır.

Çizelge 4. Farklı anaçlar üzerine aşılı renkli ve beyaz sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin kül miktarı, endosperm gelişimi, sabit yağ ve protein içeriği.

| Çeşit | Sabit yağ (% w/w) | Kül miktarı (% w/w) | Protein mikt. (% w/w) | Endosperm geliş. tam. çek. (%) |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Red Globe | 13.92 b* | 2.95 ÖD | 6.67 e | 52.50 c |
| Trakya İlkeren | 14.46 ab | 2.98 | 8.13 c | 73.34 b |
| Ata Sarısı | 15.93 a | 3.36 | 8.91 b | 96.67 a |
| Hatun Parmağı | 13.94 b | 2.98 | 9.78 a | 85.00 ab |
| Horoz Karası | 10.60 c | 2.81 | 7.24 d | 54.17 c |
| Renkli çeşitler ort. | 12.99 B | 2.91 ÖD | 7.35 B | 60.01 B |
| Beyaz çeşitler ort. | 14.93 A | 3.17 | 9.35 A | 90.84 A |

*Her bir sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

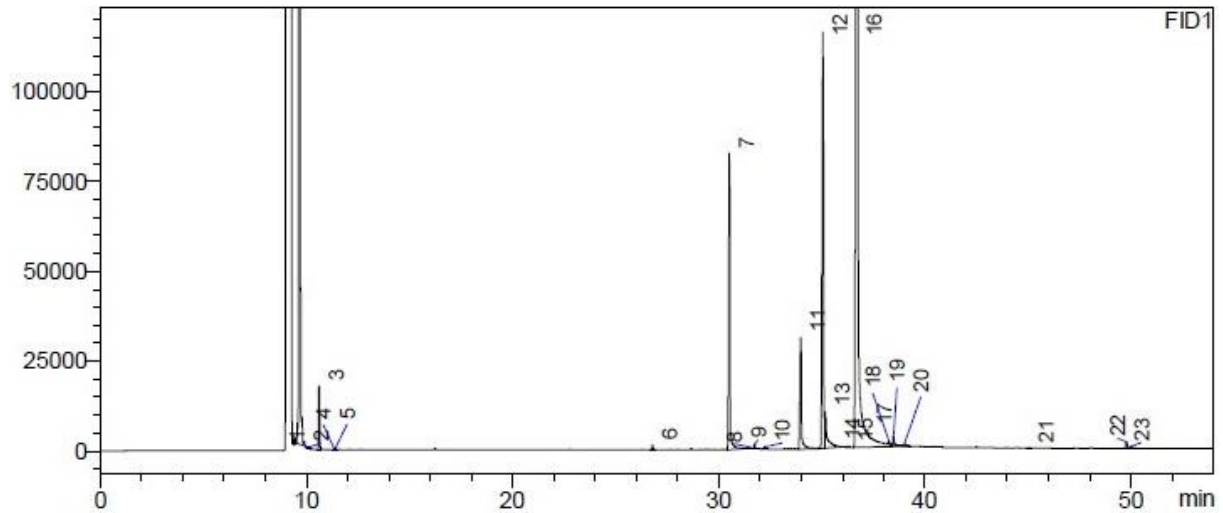
Çekirdeklerin kül miktarının tek başına çeşide ve anaca göre önemli bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Ayrıca tespit edilen kül miktarları daha önceki araştırmalarda elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir (Yoo ve ark., 1984; Kamel ve ark., 1985; Rababah ve ark., 2008; Santos ve ark., 2011).

Protein miktarı bakımından çeşitlere ait çekirdeklerin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Hatun Parmağı üzüm çeşidi çekirdeklerinde en yüksek (%9.78 %w/w) protein miktarı saptanmıştır. Beyaz üzüm çeşitlerinin çekirdeklerinde, renklilerinkine kıyasla daha yüksek miktarda protein bulunduğu görülmüştür. Benzeri bulguları; Yoo ve ark. (1984), Kamel ve ark. (1985), Gök Tangolar ve ark. (2009), Mironeasa ve ark. (2010), Santos ve ark. (2011), Sağdıçoğlu (2018)'da bildirmiştir.

Endosperm gelişimini tamamlamış çekirdeklerin oranı, incelenen üzüm çeşidine bağlı olarak değişim göstermiştir. Bununla birlikte yüksek

yağ ve protein oranına sahip çeşitlerin çekirdeklerinin aynı zamanda da yüksek endosperm gelişimi gösterdikleri görülmüştür. Bu özellik bakımından beyaz üzüm çeşitlerinin çekirdeklerinin renklilere göre daha yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Yağ asidi tayinlerinde elde edilen örnek bir kromatogram Şekil 3'te sunulmuştur. Farklı anaçlar üzerine aşılınmış sofralık üzüm çeşitlerinde 18 farklı yağ asidi tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ancak tespit edilen yağ asitlerinin tamamı; incelenen tüm anaç-çeşit interaksiyonlarında mevcut bulunmamaktadırlar. Daha önce bu konuda çalışmış olan araştırmacılar; üzüm çekirdeği yağ asidi kompozisyonunun 5-34 farklı yağ asidini içerdiğini bildirmişlerdir (Göktürk Baydar ve ark., 2007; Yi ve ark., 2009; Özkaya ve ark., 2014). Çekirdeğin içerdiği yağ asitlerinin incelenen üzüm çeşitlerine göre farklılık gösterdiği bulgusu; önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.



Şekil 3. 1103 P anacına aşılı Trakya İlkeren çeşidinin yağ asidi tayinine ait kromatogram.

1-2-3-Bütirik asit (C4:0) **4-5-**Kaproik asit (C6:0) **6-**Miristik asit (C14:0) **7-**Palmitik asit (C16:0) **8-9-**Palmitoleik asit (C16:1) **10-**Heptadekanoik asit (C17:0) **11-**Stearik asit (C18:0) **12-13-**Oleik asit (C18:1n-9c) **14-15-**Trans-linoleladik asit (C18:2n-6t) **16-** Linoleik asit (C18:2n-6c) **17-**Araşidik asit (C20:0) **18-19-**Eikosenoik asit (C20:1) **20-**Heneikosanoik asit (C21:0) **21-**Dokosadienoik asit (C22:2) **22-**Eikosapentaenoik asit (C20:5n-3) EPA **23-**Dakosahexaenoik asit (C22:6n-3)DHA.

Çalışmada, incelenen farklı anaçlar üzerine aşılı sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin; bütirik asit (C4:0), kaproik asit (C6:0), heptadekanoik (margarik) asit (C17:0), eikosenoik (gadoleik) asit (C20:1), heneikosanoik asit (C21:0), eikosapentaenoik asit (C20:5n-3), nervonik asit (C24:1) içerikleri değişim göstermesine karşın; bu farklılıklar istatistikî olarak P<0.05 önem seviyesinde anlamsız bulunmuştur.

İncelenen bütün anaç-çeşit interaksiyonlarında en yüksek miktarda (%53.84 -

67.97) bulunan yağ asidi linoleik asit (C18:2n-6) olarak saptanmıştır. Bunu sırasıyla Oleik asit (C18:1n-9) %16.09 - 31.52, palmitik asit (C16:0) %8.16 - 10.40 ve stearik asit (C18:0) %2.94 - 4.39 takip etmiştir. Yağ asitleri arasında saptanan bu sıralama (linoleik >oleik>palmitik>stearik) daha önce yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir. En yüksek linoleik asit miktarı 1103 P anacı üzerine aşılı Trakya İlkeren üzüm çeşidinde, en yüksek oleik asit miktarı 110 R anacı üzerine aşılı Hatun Parmağı üzüm çeşidinde saptanmıştır. Her iki anaç üzerine

aşılı Horoz Karası üzüm çeşidinin çekirdeklerindeki palmitik asit ve linoleik asit içerikleri, Hatun Parmağı üzüm çeşidi çekirdeklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, Hatun Parmağı üzüm çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen sabit yağlarda stearik asit ve oleik asit içerikleri; her iki anaç üzerinde de Horoz Karası üzüm çeşidinden elde edilen sabit yağlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA), toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) miktarlarının anaç-çeşit interaksiyonlarına göre değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre Σ SFA %13.75-17.22, Σ MUFA %16.61-31.99 ve Σ PUFA %53.99-68.40 arasında değişim göstermiştir. Benzer bir şekilde toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) miktarının da (%82.78-86.26) anaç-çeşit interaksiyonlarına göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu özellik bakımından en yüksek değer 110 R anacına aşılı Ata Sarısı üzüm çeşidinden elde edilmiştir. Ayrıca her iki anaç üzerinde de Hatun Parmağı üzüm çeşidinden elde edilen Σ UFA miktarlarına ait ortalamalar hem birbirleri ile hem de 110 R-Ata Sarısı ile benzer bulunmuştur. Σ PUFA/ Σ SFA oranı; anaç-çeşit interaksiyonlarına göre değişim göstermemektedir.

Elde ettiğimiz bulgular; anaçtan bağımsız olarak değerlendirildiğinde de incelenen tüm çeşitlerde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğunu (%54.05-67.40) ortaya koymuştur (Çizelge 6). En yüksek linoleik asit miktarı Trakya İlkeren üzüm çeşidinin çekirdeklerinde saptanmıştır. Ayrıca çeşitlerin çekirdeklerinde linoleik asit içeriğinin birbirinden farklı olduğu da belirlenmiştir. Bu yönüyle çalışmamız, önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir (Yoo ve ark., 1984; Ohnishi ve ark., 1990; Göktürk Baydar ve Akkurt, 2001; Beveridge ve ark., 2005; Göktürk Baydar ve ark., 2007; Yi ve ark., 2009; Pardo ve ark., 2009; Uslu ve Dardeniz, 2009; Sabır ve ark., 2012; Demirtaş ve ark., 2013; Fernandes ve ark., 2013; Lachman ve ark., 2015). Çalışmanın yürütüldüğü ekolojik koşullarda benzeri bir çalışma yapan Sağdıçoğlu (2018); Hatun Parmağı üzüm çeşidi çekirdeklerinin, Horoz Karası çekirdeklerine göre daha yüksek miktarda linoleik asit içerdiğini bildirmiştir. İki çalışmadan elde edilen bulguların farklı olmasının; örneklerin alındığı bağlarda uygulanan kültürel işlemlerin (sulama, budama, gübreleme vb.) değişiklik göstermesinden ya da örnek alınan yılın etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin yağ asidi kompozisyonları.

| Yağ Asidi (%) | Red Globe | Trakya İlkeren | Ata Sarısı | Hatun Parmağı | Horoz Karası |
|-------------------|-----------|----------------|------------|---------------|--------------|
| C4:0 | 2.51 ab* | 1.58 ab | 1.51 b | 1.72 ab | 2.78 a |
| C6:0 | 0.13 ÖD | 0.14 | 0.08 | 0.08 | 0.12 |
| C14:0 | 0.10 a | 0.09 a | 0.11 a | 0.06 b | 0.08 a |
| C16:0 | 9.66 ab | 8.76 bc | 9.24 abc | 8.46 c | 9.93 a |
| C16:1 | 0.20 a | 0.14 b | 0.20 a | 0.16 b | 0.22 a |
| C17:0 | 0.06 ÖD | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| C17:1 | 0.00 c | 0.01 bc | 0.02 ab | 0.03 a | 0.00 c |
| C18:0 | 3.53 b | 4.32 a | 3.17 c | 3.55 b | 3.15 c |
| C18:1 cis (n-9) | 19.52 c | 16.42 d | 25.41 b | 31.30 a | 20.00 c |
| C18:2 trans (n-6) | 0.01 b | 0.10 a | 0.03 ab | 0.02 b | 0.00 b |
| C18:2 cis (n-6) | 63.36 b | 67.40 a | 59.50 c | 54.05 d | 63.09 bc |
| C20:0 | 0.10 a | 0.08 ab | 0.06 b | 0.07 ab | 0.05 b |
| C20:1 | 0.36 ab | 0.35 ab | 0.33 ab | 0.30 b | 0.38 a |
| C20:2 | 0.00 ÖD | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| C21:0 | 0.03 ÖD | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| C20:5 (n-3) | 0.00 ÖD | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| C22:6 (n-3) | 0.41 ab | 0.46 a | 0.29 abc | 0.14 c | 0.16 bc |
| C24:1 | 0.03 ÖD | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| Σ SFA | 16.12 a | 15.07 ab | 14.20 b | 14.01 b | 16.15 a |
| Σ MUFA | 20.10 c | 16.96 d | 25.99 b | 31.78 a | 20.60 c |
| Σ PUFA | 63.78 b | 67.97 a | 59.82 c | 54.21 d | 63.25 bc |
| Σ UFA | 83.88 b | 84.93 ab | 85.80 a | 85.99 a | 83.85 b |
| PUFA/SFA | 4.01 ab | 4.56 a | 4.23 ab | 3.88 b | 3.94 ab |

*Her bir satırda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 5. Farklı anaçlar üzerine aşılı sofralık üzüm çeşitlerine ait çekirdeklerin yağ asidi kompozisyonları.

| Yağ asidi (%) | 1103 P | | | | | 110 R | | | | |
|---------------|-----------|----------------|------------|----------|--------------|-----------|----------------|------------|---------------|--------------|
| | Red Globe | Trakya İlkeren | Ata Sarısı | Hatun P. | Horoz Karası | Red Globe | Trakya İlkeren | Ata Sarısı | Hatun Parmağı | Horoz Karası |
| C4:0 | 2.00 ÖD* | 1.39 | 1.36 | 1.30 | 2.45 | 3.02 | 1.78 | 1.66 | 2.14 | 3.11 |
| C6:0 | 0.10 ÖD | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.09 | 0.10 | 0.13 |
| C14:0 | 0.09 ab | 0.09 ab | 0.10 ab | 0.06 b | 0.08 ab | 0.12 a | 0.09 ab | 0.12 a | 0.05 b | 0.09 ab |
| C16:0 | 9.19 b-d | 8.86 cd | 9.74 abc | 8.76 cd | 10.40 a | 10.13 ab | 8.66 cd | 8.73 cd | 8.16 d | 9.46 abc |
| C16:1 | 0.19 a-e | 0.14 e | 0.20 a-d | 0.16 b-e | 0.21 ab | 0.20 a-d | 0.15 de | 0.20 abc | 0.15 cde | 0.23 a |
| C17:0 | 0.05 ÖD | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.03 |
| C17:1 | 0.00 b | 0.01 ab | 0.02 ab | 0.04 a | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.02 ab | 0.02 ab | 0.00 b |
| C18:0 | 3.49 bcd | 4.39 a | 3.27 bcd | 3.65 b | 3.36 bcd | 3.57 bc | 4.25 a | 3.06 cd | 3.45 bcd | 2.94 d |
| C18:1 c (n-9) | 19.43 cde | 16.09 e | 27.46 ab | 31.08 a | 20.59 cd | 19.60 cde | 16.75 de | 23.36 bc | 31.52 a | 19.41 cde |
| C18:2 t (n-6) | 0.02 b | 0.16 a | 0.03 b | 0.03 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.04 ab | 0.02 b | 0.00 b | 0.00 b |
| C18:2 c (n-6) | 64.56 ab | 67.97 a | 57.18 cd | 54.25 d | 62.23 abc | 62.15 abc | 66.83 ab | 61.83 bc | 53.84 d | 63.94 ab |
| C20:0 | 0.10 a | 0.08 ab | 0.06 ab | 0.07 ab | 0.07 ab | 0.10 a | 0.08 ab | 0.05 ab | 0.08 ab | 0.04 b |
| C20:1 | 0.36 ÖD | 0.36 | 0.33 | 0.30 | 0.37 | 0.36 | 0.34 | 0.33 | 0.30 | 0.38 |
| C20:2 | 0.00 b | 0.01 a | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b |
| C21:0 | 0.00 ÖD | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| C20:5 (n-3) | 0.00 ÖD | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| C22:6 (n-3) | 0.39 ab | 0.25 ab | 0.14 b | 0.13 b | 0.07 b | 0.43 ab | 0.67 a | 0.44 ab | 0.15 b | 0.25 ab |
| C24:1 | 0.02 ÖD | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| ∑ SFA | 15.03 ab | 14.99 ab | 14.65 ab | 13.99 b | 16.52 ab | 17.22 a | 15.14 ab | 13.75 b | 14.02 b | 15.78 ab |
| ∑ MUFA | 20.01 cde | 16.61 e | 27.99 ab | 31.58 a | 21.18 cd | 20.20 cde | 17.32 de | 23.97 bc | 31.99 a | 20.02 cde |
| ∑ PUFA | 64.97 ab | 68.40 a | 57.35 cd | 54.42 d | 62.30 bc | 62.58 bc | 67.54 ab | 62.28 bc | 53.99 d | 64.19 ab |
| ∑ UFA | 84.98 ab | 85.01 ab | 85.35 ab | 86.00 a | 83.48 ab | 82.78 b | 84.86 ab | 86.26 a | 85.98 a | 84.22 ab |
| PUFA/SFA | 4.37 ÖD | 4.60 | 3.91 | 3.89 | 3.77 | 3.64 | 4.52 | 4.54 | 3.86 | 4.10 |

*Her bir satırda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

İncelenen çeşitlerin en yüksek miktarda içerdikleri ikinci yağ asidi; oleik asit (%16.42-31.30) olarak belirlenmiştir. Linoleik asidin tersine; oleik asit içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip çekirdekler Hatun Parmağı üzüm çeşidinden, en düşük olanlar ise Trakya İlkeren üzüm çeşidinden elde edilmiştir. Çekirdeklerindeki oleik asit miktarı bakımından, üzüm çeşitleri birbirinden farklılık göstermiştir. Yağ asidi miktarı bakımından oleik asidi sırasıyla palmitik asit (%8.46-9.93), stearik asit (%3.15-4.32) ve bütirik asit (%1.51-2.78) takip etmiştir. Çeşitlerin, çekirdeklerinde tespit edilen yağ asitlerinden kaproik asit (C6:0), heptadekanoik (margarik) asit (C17:0), eikosadienoik asit (C20:2), heneikosanoik asit (C21:0), eikosapentaenoik asit (C20:5n-3), nervonik asit (C24:1) içerikleri bakımından birbirlerinden farklı olmadığı saptanmıştır.

Toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asidi kompozisyonları bakımından Red Globe ve Horoz Karası üzüm çeşitleri arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek Σ MUFA değeri Hatun Parmağı üzüm çeşidinde, en yüksek Σ PUFA değeri ise Trakya İlkeren üzüm çeşidinde belirlenmiştir.

Hatun Parmağı (%85.99) ve Ata Sarısı (%85.80); Σ UFA içeriklerinin diğerlerine göre yüksek bulunması sayesinde öne çıkan çeşitler olmuşlardır. Ayrıca PUFA/SFA oranının üzüm çeşitlerine göre değişim gösterdiği belirlenmiştir.

İncelenen çekirdeklerde yağ asitleri miktarının büyük çoğunluğunu bağda kullanılan anacın etkilemediği saptanmıştır. Özellikle üzüm çekirdeği yağında yoğun olarak bulunan; linoleik asit, oleik asit, palmitik asit ve stearik asidin farklı anaçların etkisi altında değişmediği tespit edilmiştir (Çizelge 7). Bununla birlikte daha az oranlarda bulunan; bütirik asit (C4:0), kaproik asit (C6:0), heptadekanoik (margarik) asit (C17:0), eikosapentaenoik asit (C20:5n-3), dokosaheksaenoik asit (C22:6n-3) ve nervonik asit (C24:1) anacın etkisiyle değişim göstermiştir. Bu yağ asitlerinden bütirik asit ve eikosapentaenoik asidin değişimi dikkat çekmektedir. Her iki yağ asidi de 110 R anacı üzerine aşılı çeşitlerde daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Ayrıca Σ SFA, Σ MUFA, Σ PUFA, Σ UFA ve PUFA/SFA bakımından da anaçlar arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 7. Asma anaçlarının ve çeşitlerin renkliliklerinin çekirdeklerin yağ asidi kompozisyonlarına üzerine bağımsız etkileri.

| Yağ Asidi (%) | 1103 P | 110 R | Renkli çeşitler | Beyaz çeşitler |
|-------------------|----------|--------|-----------------|----------------|
| C4:0 | 1.70 b* | 2.34 a | 2.29 a | 1.62 b |
| C6:0 | 0.08 b | 0.14 a | 0.13 ÖD | 0.08 |
| C14:0 | 0.08 ÖD | 0.09 | 0.09 ÖD | 0.08 |
| C16:0 | 9.39 ÖD | 9.03 | 9.45 a | 8.85 b |
| C16:1 | 0.18 ÖD | 0.18 | 0.19 ÖD | 0.18 |
| C17:0 | 0.05 a | 0.04 b | 0.05 ÖD | 0.05 |
| C17:1 | 0.01 ÖD | 0.01 | 0.00 b | 0.02 a |
| C18:0 | 3.63 ÖD | 3.45 | 3.67 ÖD | 3.36 |
| C18:1 cis (n-9) | 22.93 ÖD | 22.13 | 18.65 b | 28.35 a |
| C18:2 trans (n-6) | 0.05 ÖD | 0.01 | 0.04 ÖD | 0.02 |
| C18:2 cis (n-6) | 61.24 ÖD | 61.72 | 64.61 a | 56.77 b |
| C20:0 | 0.08 ÖD | 0.07 | 0.08 ÖD | 0.07 |
| C20:1 | 0.34 ÖD | 0.34 | 0.36 a | 0.32 b |
| C20:2 | 0.00 ÖD | 0.00 | 0.00 ÖD | 0.00 |
| C21:0 | 0.02 ÖD | 0.01 | 0.02 ÖD | 0.01 |
| C20:5 (n-3) | 0.01 a | 0.00 b | 0.00 ÖD | 0.00 |
| C22:6 (n-3) | 0.19 b | 0.39 a | 0.34 ÖD | 0.21 |
| C24:1 | 0.01 b | 0.04 a | 0.02 ÖD | 0.02 |
| Σ SFA | 15.04 ÖD | 15.18 | 15.78 a | 14.10 b |
| Σ MUFA | 23.47 ÖD | 22.70 | 19.22 b | 28.89 a |
| Σ PUFA | 61.49 ÖD | 62.12 | 65.00 a | 57.01 b |
| Σ UFA | 84.96 ÖD | 84.82 | 84.22 b | 85.90 a |
| PUFA/SFA | 4.11 ÖD | 4.14 | 4.17 ÖD | 4.05 |

*Her bir satırda farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Üzüm çeşitleri kabuk renklerine göre karşılaştırıldıklarında; bütirik, palmitik, heptadekanoik, oleik, linoleik ve eicosenoik asitlerin renkli ve beyaz çeşitlerde birbirinden farklı

miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Diğer yağ asitlerinin ise çeşit rengine bağlı olarak değişim göstermediği belirlenmiştir. Linoleik, palmitik ve bütirik asit renkli üzüm çeşitlerinde, oleik asit ise

beyaz üzüm çeşitlerinde daha yüksek miktarlarda saptanmıştır. Toplam doymamış yağ asidi miktarının beyaz çeşitlerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu farkın; tekli doymamış yağ asitlerinin beyaz çeşitlerde çok daha yüksek olmasından kaynaklandığı açığa çıkarılmıştır. Nitekim çoklu doymamış yağ asitlerinin toplamı; renkli çeşitlerde, beyaz çeşitlere oranla daha yüksek seyretmiştir. PUFA/SFA oranının ise çeşit rengine bağlı olarak değişmediği de belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çekirdeklerin pomolojik özelliklerinin anaç-çeşit interaksyonuna göre değiştiği saptanmıştır. Bunlardan çekirdek eni ve boyu arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda 1 kg'daki çekirdek sayısı ile 100 çekirdek ağırlığı arasında negatif yönde doğrusal bir ilişkinin varlığı da saptanmıştır. Çekirdeklerin kül miktarı hem anaç-çeşit interaksyonlarına hem de anaçlara göre değişim göstermemiştir. Bağda kullanılan anacın aynı zamanda 100 çekirdek ağırlığı, çekirdek boyutları ve endosperm gelişimi üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur. Çekirdek nemi ve kül miktarı hariç, incelenen tüm pomolojik özellikler üzerine çeşitlerin kabuk renginin etkisi olduğu belirlenmiştir.

Üzüm çekirdeklerinde yağ içeriğinin; çeşide göre değişim gösterdiği ancak bağda kullanılan anacın sabit yağ miktarını etkilemediği tespit edilmiştir. En yüksek sabit yağ oranı 1103 P anacı üzerine aşılansın Ata Sarısı üzüm çeşidinden elde edilmiştir. Aynı zamanda bu çeşit anaçlardan bağımsız bir değerlendirme yapıldığında da en yüksek yağ içeriğine sahip çeşit olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular; yarı kurak iklim koşullarında üzüm çekirdeği yağı üretimi için bu çeşidin oldukça uygun olduğunu düşündürmektedir. Kabuk rengine göre bir değerlendirme yapıldığında ise beyaz üzüm çeşitlerinin, renklilere kıyasla çekirdeklerinde daha yüksek oranda sabit yağ içerdiği belirlenmiştir.

İncelenen çeşitlerin tamamında; her iki anaç üzerinde de en yüksek miktarda bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğu, bunu sırasıyla oleik, palmitik, stearik ve bütirik asidin takip ettiği saptanmıştır. Linoleik asit içeriği bakımından 1103 P anacına aşılı Trakya İlkeren üzüm çeşidi öne çıkmıştır. Benzer bir şekilde anaçlardan bağımsız bir değerlendirme yapıldığında da, Trakya İlkeren üzüm çeşidi en yüksek linoleik asit içeriğine sahip çeşit olmuştur. Anaçların ise tek başına linoleik asit miktarına etki etmedikleri tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; bağda kullanılan anacın çekirdeklerin pomolojik özellikleri ve yağ asidi kompozisyonları üzerine etkilerinin sınırlı olduğu ancak çeşitlerin bu özellikler üzerinde mutlak bir

etkilerinin olduğu söylenebilir. Ayrıca çeşitlerin kabuklarının renkliliklerine göre de söz konusu özelliklerin farklılık gösterdikleri araştırmamızda ortaya çıkarılmıştır.

Teşekkür

⁵: Bu çalışma M. İlhan ODABAŞIOĞLU'nun doktora tezinden türetilmiştir. Çalışmanın yapılmasına destek sağlayan HÜBAK (Proje no: 19022)'a araştırmacılar teşekkür eder.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S. 1999. *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık Cilt:1 Asma Biyolojisi*. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No:1, Ankara, 205s.
- Ağaoğlu, Y.S. 2002. *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık Cilt:2 Asma Fizyolojisi-I*. Kavaklıdere Eğitim Yayınları, No:5, Ankara, 445s.
- Akın., A., Altındışli, A. 2010. Emir, Gök Üzüm ve Kara Dimrit Çeşitlerinin Çekirdek Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 8(6): 19-23.
- Asadi, F., Shahriari, A., Chahardah-Cheric, M. 2010. Effect of long-term optional ingestion of canola oil, grape seed oil, corn oil and yogurt butter on serum, muscle and liver cholesterol status in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2454-2457.
- Balu, M., Sangeetha, P., Murali, G., Panneerselvam, C. 2005. Age-related oxidative protein damages in central nervous system of rats: modulatory role of grape seed extract. *Int. J. Devl. Neuroscience*, 23: 501-507.
- Balu, M., Sangeetha, P., Murali, G., Panneerselvam, C. 2006. Modulatory role of grape seed extract on age-related oxidative DNA damage in central nervous system of rats. *Brain Research Bulletin*, 68: 469-473.
- Bashimov, G. 2017. Türkiye'de Üzüm Üretimi ve İhracat Performansı. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 57-68.
- Bekar, T. 2016. Bağcılıkta Atık Teknolojisi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 6(1): 17-24.
- Beveridge, T.H.J., Girard, B., Kopp, T., Drover, J.C.G. 2005. Yield and Composition of Grape Seed Oils Extracted by Supercritical Carbon Dioxide Petroleum Ether: Varietal Effects. *J. Agric. Food Chem.*, 53(5): 1799-1804.
- Canbay, H.S., Bardakçı, B. 2011. Determination of Fatty Acid, C, H, N and Trace Element Composition in Grape Seed by GC/MS, FTIR, Elemental Analyzer and ICP/OES. *SDU Journal of Science (E-Journal)*, 6(2): 140-148.
- Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., Winkelmann, W. 2006. Quantitation of the Main Constituents of

- Some Authentic Grape-Seed Oils of Different Origin. *J. Agric. Food Chem.*, 54(17): 6261-6265.
- Çelik, H., Kunter, B., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G., Atak, A. 2010. Bağcılığın Geliştirilmesi Yöntemleri ve Üretim Hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1. 11-15 Ocak, Ankara, s.493-513.
- Çetin, A. 2010. *İyileştirir, Güzelleştirir Üzüm*. Hayykitap, Genel Yayın No:117. Tabiatın Gelen Şifa Serisi No:2, İstanbul, 192s.
- Demirtas, I., Pelvan, E., Özdemir, İ.S., Alasalvar, C., Ertas, E. 2013. Lipid characteristics and phenolics of native grape seed oils grown in Turkey. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 115: 641-647.
- El-Shami, S.M., El-Mallah, M.H., Mohamed, S.S. 1992. Studies on the lipid constituents of grape seeds recovered from pomace resulting from White grape processing. *Grasas y Aceites*, 43(3): 157-160.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Official Website. Grape production. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim tarihi: 25.09.2019).
- Feng, Y., Liu, Y.M., Leblanc, M.H., Bhatt, A.J., Rhodes, P.G. 2007. Grape Seed Extract Given Three Hours After Injury Suppresses Lipid Peroxidation and Reduces Hypoxic-Ischemic Brain Injury in Neonatal Rats. *Pediatric Research*, 61(3): 295-300.
- Fernandes, L., Casal, S., Cruz, R., Pereira, J.A., Ramalhosa, E. 2013. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. *Food Research International*, 50: 161-166.
- Garavaglia, J., Markoski, M.M., Oliveira, A., Marcadenti, A. 2016. Grape Seed Oil Compounds: *Biological and Chemical Actions for Health. Nutrition and Metabolic Insights*, 2016(9): 59-64.
- Gök Tangolar, S., Özoğul, Y., Tangolar, S., Torun, A. 2009. Evaluation of fatty acid profiles and mineral content of grape seed oil of some grape genotypes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(1), 32-39.
- Göktürk Baydar, N., Akkurt, M. 2001. Oil Content and Oil Quality Properties of Some Grape Seeds. *Turk. J. Agric. For.*, 25: 163-168.
- Göktürk Baydar, N., Özkan, G., Çetin, E.S. 2007. Characterization of grape seed and pomace oil extracts. *Grasas y Aceities*, 58(1): 29-33.
- Hajati, H., Hassanabadi, A., Golian, A., Nassiri-Moghaddam, M., Nassiri, M.R. 2015. The Effect of Grape Seed Extract and Vitamin C Feed Supplementation on Some Blood Parameters and HSP70 Gene Expression of Broiler Chickens Suffering from Chronic Heat Stress. *Italian Journal of Animal Science*, 14(3): 3273-3281.
- Kaçar, B. 1972. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II Bitki Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:453. Ankara, 464s.
- Kamal-Eldin, A., Andersson, R. 1997. A Multivariate Study of the Correlation Between Tocopherol Content and Fatty Acid Composition in Vegetable Oils. *JAOCS*, 74(4): 375-380.
- Kamel, B.S., Dawson, H., Kakuda, Y. 1985. Characteristics and Composition of Melon and Grape Seed Oils and Cakes. *JAOCS*, 62(5): 881-883.
- Kamiloğlu, Ö., Üstün, D. 2014. Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinin Hasat Sonrası Kalite Özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3): 361-368.
- Kara, K., Kocaoğlu Güçlü, B., Baytok, E., Şentürk, M. 2016. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1): 303-310.
- Lachman, J., Hejtmankova, A., Taborsky, J., Kotikova, Z., Pivec, V., Stralkova, R., Vollmannova, A., Bojnanska, T., Dedina, M. 2015. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. *LWT-Food Science and Technology*, 63: 620-625.
- Mccarthy, M.G., Ciriame, R.M., Furkaliev, D.G. 1997. Rootstock response of Shiraz (*Vitis vinifera*) grapevines to dry and drip-irrigated conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3: 95-98.
- Matthaus, B. 2008. Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? *Eur. J. Lipid Sci.*, 110: 645-650.
- Mironeasa, S., Leahu, A., Codina, G.G., Gabriel Stroe, S., Mironeasa, C. 2010. Grape Seed: physico-chemical, structural characteristics and oil content. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 16(1): 1-6.
- Ohnishi, M., Hirose, S., Kawaguchi, M., Ito, S., Fujino, Y. 1990. Chemical Composition of Lipids, Especially Triacylglycerol, in Grape Seeds. *Agric. Biol. Chem.*, 54(4): 1035-1042.
- OIV, 2019. International Organisation of Vine and Wine Official Website. Grape production.

- <http://www.oiv.int/en/statistiques/recherche> (Erişim tarihi: 25.09.2019).
- Oomah, B.D., Liang, J., Godfrey, D., Mazza, G. 1998. Microwave Heating of Grapeseed: Effect on Oil Quality. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 4017-4021.
- Özkaya, A., Bakır, C., Şahin, Y., Uzun, K. 2014. Adıyaman'da Güneşte Kurutulan Üzüm ve İşlenmiş Kuru Üzümlerin Yağ Asitlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1): 18-26.
- Pardo, J.E., Fernandes, E., Rubio, M., Alvarruiz, A., Alonso, G.L. 2009. Characterization of grape seed oil from different grape varieties (*Vitis vinifera*). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 111: 188-193.
- Rababah, T.M., Ereifej, K.I., Al-Mahasneh, M.A., Ismaeel, K., Hidar, A.G., Yang, W. 2008. *International Journal of Food Properties*, 11: 472-479.
- Rabak, F. 1921. Grape-Seed Oil. *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 13(10): 919-921.
- Rubio, M., Alvarez-Orti, M., Alvarruiz, A., Fernandes, E., Pardo, J.E. 2009. Characterization of Oil Obtained from Grape Seeds Collected during Berry Development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(7): 2812-2815.
- Sabir, A., Unver, A., Kara, Z. 2012. The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis* spp.). *J. Sci. Food Agric.*, 92: 1982-1987.
- Sağdıçoğlu, H. 2018. *Investigation of Different Quality Parameters of Some Grapes in Sanliurfa Conditions*. MSc, Harran University, Sanliurfa, Turkey.
- Santos, L.P., Morais, D.R., Souza, N.E., Cottica, S.M., Boroski, M., Visentainer, J.V. 2011. *Food Research International*, 44: 1414-1418.
- Serra, I., Strever, A., Myburgh, P.A., Deloire, A. 2014. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20: 1-14.
- Singh, C.K., Liu, X., Ahmad, N. 2015. Resveratrol, in its natural combination in whole grape, for health promotion and disease management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1348(2015): 150–160.
- Sivaprakasapillaia, B., Edirisinghe, I., Randolph, J., Steinberg, F., Kappagodaa, T. 2009. Effect of grape seed extract on blood pressure in subjects with the metabolic syndrome. *Metabolism Clinical and Experimental*, 58: 1743-1746.
- Slover, H.T., Lanza, E. 1979. Quantitative Analysis of Food Fatty Acids by Capillary Gas Chromatography. *JAOCS*, 56: 933-943.
- Stefanoudaki, E., Kotsifaki, F., Koutsaftakis, A. 1999. Classification of Virgin Olive Oils of the Two Major Cretan Cultivars Based on Their Fatty Acid Composition. *JAOCS*, 76(5): 623-626.
- Triushenski, J.T., Boesenberg, J., Kohler, C.C. 2009. Influence of Grow-Out Feed Fatty Acid Composition on Finishing Success in Nile Tilapia. *North American Journal of Aquaculture*, 71: 242-251.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi Web sitesi. Bitkisel Ürün Denge Tabloları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> (Erişim tarihi: 25.09.2019).
- Uslu, A., Dardeniz, A. 2009. Bazı Üzüm Çeşitlerinin Çekirdeklerindeki Yağ Asitleri Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48): 13-19.
- Yi, C., Shi, J., Kramer, J., Xue, S., Jiang, Y., Zhang, M., Ma, Y., Pohorly, J. 2009. Fatty acid composition and phenolic antioxidants of winemaking pomace powder. *Food Chemistry*, 114: 570-576.
- Yoo, J.Y., Shin, D.H., Min, B.Y. 1984. Composition of Grape Seed Oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(3): 257-260.

Research Article

Selection of Advanced Mutant Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines Based on Yield and Quality Parameters

İrfan ÖZTÜRK^{1*}, Ayşe ŞEN², Tuğba Hilal KILIÇ¹, Şahinde ŞİLİ¹

¹Trakya Agricultural Research Institute, Edirne, TURKEY

²Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul, TURKEY

*Corresponding author: ozturkirfan62@yahoo.com

Received: 22.02.2019

Revised in Received: 17.11.2019

Accepted: 18.11.2019

Abstract

In the presented research, conventional gamma ray mutagenesis was used to develop new mutant line(s), which have such characters moderate and/or high yielding, semi dwarf and early maturing. Thus, Selimiye cultivar, TCI2066 and three sisters' line of TCI2021 were irradiated with 200 Gy gamma rays and segregated up to sixth generations. 15 advanced mutant lines from M₆ generation and their parent and five commercial wheat cultivars, which have superior characters than others were evaluated according to some agronomic parameters, such as grain yield (GY), thousand kernel weight (TKW), test weight (TW), protein content (PRT), hardness (HARD), days of heading and plant height, under field condition during 2012-2014 growing years in Edirne, Turkey. As a result of study, the highest grain yield was determined from the mutant lines derived from Selimiye wheat cultivar than commercial cultivars. The mutant lines of TCI2021-21M4-2 and TCI2021-23M5-2 were given the highest value in terms of protein content, and the highest hardness values were determined from the mutant lines of TCI2066-9M2-3, TCI2066-9M2-1 and TCI2021-21M4-2, respectively. The mutant line of TCI2021-12M3-8 was measured the shortest one among them. Additionally, a strong positive correlation was determined between GY and TKW, and TW in both growing season. In conclusion, gamma ray mutagenesis had efficiently used in local bread wheat improving programmes to develop mutant lines with superior characters, and TKW and TW could be used as selection criteria for maintaining grain yield under divers rainfall conditions of Trakya Region.

Key words: Bread wheat, gamma ray mutagenesis, grain yield, quality characters.

İleri Kademe Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Mutant Hatlarının Verim ve Kalite Parametrelerine Göre Seleksiyonu

Özet

Araştırmada, orta veya yüksek verimli, yarı cüce ve erken olgunlaşmaya sahip olan yeni mutant hatlar geliştirmek için geleneksel gamma ışını mutagenesi kullanılmıştır. Selimiye çeşidi, TCI2066 ve TCI2021'in üç hattı 200 Gy gama ışınları ile ışınlanmış ve M₆ generasyonu elde edilmiştir. M₆ generasyonundan seçilen on beş ileri kademe mutant hattı ve ebeveyn hatları ve beş buğday çeşidi dane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein, sertlik, başaklanma gün sayısı ve bitki boyu gibi agronomik parametrelere göre Edirne'de 2012-2014 yılları arasında tarla koşullarında değerlendirilmiştir. Araştırma sonucuna göre en yüksek verim Selimiye çeşidinin mutant hatlarında belirlenmiştir. TCI2021-21M4-2 ve TCI2021-23M5-2 hatlarında en yüksek protein oranı, tane sertliği ise TCI2066-9M2-3, TCI2066-9M2-1 ve TCI2021-21M4-2 hatlarında belirlenmiştir. TCI2021-12M3-8 mutant hattında en kısa bitki boyu ölçülmüştür. Tane verimi ile bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı arasında her iki ekim yılında da olumlu ve önemli ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak gamma ışını mutagenesi ekmeklik buğday programında iyi karakterlere sahip mutant hatları geliştirmede etkili bir şekilde kullanılmıştır. Bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı Trakya Bölgesinde farklı yağış koşullarında tane verimi için seleksiyon kriteri olarak kullanılabilen karakterler olmuştur.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, gama ışını mutagenesi, tane verimi, kalite karakterleri.

Introduction

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important cereal crops in the world due to adapting to diverse environments from -35 °C in the vegetative stage to 40 °C during grain filling period (Shewry, 2009). Turkey is among one of the ten wheat producer countries. Wheat production has over 20 million tons by annually in Turkey and about 10% of this production is compensated by Trakya Region (Sağlam et al., 2015). Grain yield is an important trait as it measures the economic productivity in wheat. Yield quantity and grain quality in elite wheat cultivars are divers throughout the region depending on cropping season due to environmental conditions (Öztürk and Korkut, 2011; Öztürk and Korkut, 2018). For example, the amount of annual rainfall is one of the restricted factors in this region. Although, the average annual rainfall is enough during the cropping season, distribution of this rainfall mostly is not regular. Due to this fluctuation of rainfall in some growing years cause to decrease in grain yield and quality of annual wheat production. Thereby, to manage the sustainable wheat production in Trakya Region should be based on developing new elite bread wheat cultivar(s), which maintain yield stability under the climatic conditions in the region. There is considerable variation of what yields among years and they are mainly result of weather impacts, particularly precipitation quantities and their distribution as well as temperature regimes. However, precise connections are impossible to explain based on their monthly values only although there are indications that the higher precipitation and the lower temperatures during winter period could be negative influencing factors (Öztürk and Korkut, 2011; Sostaric et al., 2014).

Mutation is a heritable change in genes and chromosomes, and occurs at random, either spontaneous or induced with mutagenic agents (Şen et al., 2017). Induced mutations are necessary to enhance rate of genetic variability since spontaneous mutation rate is very low and that prevents breeders to exploit them in plant breeding programmes. Selecting new cultivar(s) against tolerance to drought stress is generally evaluated using phenotypic observations. Thus, effective stress related biomarkers are needed to identify and implement in breeding programmes for screening of drought tolerant genotypes (Şen and Öztürk, 2018). Mutation breeding is one of the breeding tools based on artificially inducing hereditary changes in plants using either physical or chemical mutagen, which has been successfully used to develop diverse and valuable materials in

several crops with agronomical important traits (Thapa, 2004; Borzouei et al., 2010; Shah et al., 2012). Therefore, mutagenesis is applied to amend few blemishes in a cultivar that has several agronomic traits preferable by farmer. In wheat breeding, Sakin et al., (2004, and 2005) obtained superior mutant types having better agronomic values in term of yield and yield components. Gamma rays in particular, is well known physical mutagen and often used in mutation breeding program to induce desirable mutants with different genotypes (Konzak, 1987; Knott, 1991). To predict the selection effects precisely, heritability accompanied by genetic advance is more useful than heritability alone. Genotypic differences were highly significant for grain yield and all quality characters except particle size index (Akçura, 2009). The genotypic correlation values were slightly higher than their corresponding phenotypic values, which might have been due to the modified effect of growing seasons on character association at genetic level (Akçura, 2009). Significant differences among cultivars for characters in bread wheat genotypes and significant and positive correlations between grain yield and plant height, grain number per spike, grain weight per spike, 1000-kernel weight and test weight were found while insignificant but positive correlations between spike length, heading period and vegetative period were observed (Kara et al., 2016). In addition, previous studies carried out for both bread wheat cultivars and landraces generally showed a negative relationship between thousand kernel weight with protein content and sedimentation (Akçura, 2011). The genetic correlation analysis indicated that positive and important relations were found between grain yield and grain weight/spike, test weight, plant weight, grains/spike, spikelets/spike, 1000 grain weight and spike length. Days to 50% flowering showed negative and important correlation coefficient with grain yield (Bilgin et al., 2011).

The objectives of this work were to apply gamma ray irradiation to obtain mutant wheat populations (i) and to select new mutant bread wheat line(s) from among these populations, which have superior characters, such as moderate or high yielding, semi dwarf, early maturing, etc. (ii).

Materials and Methods

Experimental Design:

In this study; Selimiye cultivar, TCI2066 and three sisters' line pedigree number of TCI2021 genotypes (Table 2) were irradiated with 200 Gy gamma rays installed at Turkish Atomic Energy

Authority in Ankara, in 2005. Irradiated seeds were grown in rows spacing of 30 cm up to obtain the M₆ mutant wheat populations in the experimental field of Trakya Agriculture Research Institute, Edirne, Turkey, which is located in geographic latitude of 41°40' N and longitude of 26°34' S, altitude is 48 m. During the two-year trial, the mean annual rainfall for this region was measured to be 614.9 mm (high rainfall condition) in 2012-2013 wheat growing season and to be 486.2 mm (low rainfall condition) in 2013-2014 wheat growing season. The mean values of humidity and temperature recorded at similar values in both cropping years, even if the distributions between the months were different. The experiment carried

out under rainfed condition and did not irrigate (Table 1). Then, 15 advanced mutant lines from M₆ generation and their parent (as a control) and five commercial wheat cultivars, which have superior characters than others and, thus, are widely growth in this region were evaluated based on agronomical parameters, such as GY, TKW, TW, PRT, HARD, DH and PH under field condition during 2012-2013 and 2013-2014 wheat growing seasons. For each cropping season, the experiment was carried out a randomized complete block design with four replications. Trial plots were 5 m x 1.2 m sizes with 6 rows and sowing density was 500 seed/m². Agronomic parameters were recorded along the plant growth.

Table 1. Some climatic parameters during the wheat growing season in 2012-2013 and 2013-2014 cropping years in Edirne.

| Months | Rainfall (mm) | | Relative humidity (%) | | Mean temperature (°C) | |
|------------|---------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2013 | 2013-2014 |
| October | 46.1 | 30.7 | 73.3 | 77.5 | 18.9 | 12.8 |
| November | 12.4 | 73.9 | 83.4 | 86.7 | 12.2 | 11.0 |
| December | 165.8 | 2.3 | 95.6 | 82.2 | 3.6 | 2.7 |
| January | 134.6 | 74.9 | 90.2 | 87.4 | 4.2 | 5.5 |
| February | 104.5 | 3.8 | 88.3 | 86.0 | 6.8 | 7.6 |
| March | 62.9 | 124.5 | 77.0 | 81.4 | 9.8 | 10.1 |
| April | 51.0 | 36.8 | 71.1 | 81.6 | 16.3 | 13.6 |
| May | 11.0 | 61.7 | 66.7 | 76.6 | 20.8 | 18.6 |
| June | 26.6 | 68.8 | 70.1 | 73.8 | 23.3 | 22.9 |
| Total/Mean | 614.9 | 486.2 | 79.5 | 78.8 | 12.9 | 12.6 |

Table 2. Cross and pedigree number of the parent genotypes used in this study.

| No | Parents Genotypes | Pedigree |
|----|-----------------------------------|---|
| 1 | Selimiye | Lau/Agd/3/Odes95//Olv/B16 TE5402-4T-1T-2T-0T |
| 2 | LAGOS-10/MIRLEBEN// BLUEGIL-2 | TCI2066-030YE-30YE-3T-2T-0T |
| 3 | SARKA/3/AGRI/NAC//MLT/4/BLUEGIL-2 | TCI2021-030YE-030YE-9T-2T-2T-0T |
| 4 | SARKA/3/AGRI/NAC//MLT/4/BLUEGIL-2 | TCI2021-030YE-030YE-4T-3T-2T-0T |
| 5 | SARKA/3/AGRI/NAC//MLT/4/BLUEGIL-2 | TCI2021-030YE-030YE-9T-2T-1T-0T |

Measurement of Agronomic Parameters:

Agronomical attributes addressed in this study TKW, TW, HARD, PRT was measured according to Peterson et al., (1998) and Köksel et al., (2000), Pena (2008), Tosun et al., (2006), Elgün et al., (2001). Days of heading and plant height were also measured (Tosun et al., 2006).

Statistical Analysis:

The data for the four replications were combined and statistically analyzed using analysis of variance (Gomez and Gomez, 1984). The significance of differences among means was compared by using Least Significant Difference test (L.S.D.) at P<0.05 (Kalaycı, 2005). Coefficients of

the regression equations were calculated according to (Finlay and Wilkinson, 1963; Eberhart and Russell, 1969). Regression graphs were drawn to predict adaptability of genotypes.

Results and Discussion

The aim of wheat breeding programs is to improve the genotypes adaptation to target environment(s). In most case, grain yield and yield-related traits are the most important economic traits in wheat improvement. Thus, they constitute the major selection criteria in breeding programs. However, yield is a polygenic trait with low inheritance. Induced genetic variability with mutation technique brings about heritable changes

in plants and offer new genetic varieties to plant breeders. Kenzhebayeva et al., (2017) used gamma radiation to generate genetic variation in wheat and tested the linkage between various important grain parameters in fifth generation mutants. In this study, we have created the mutant wheat populations using 200 Gy gamma irradiation and promising mutant lines were successfully selected under target environment from M₆ generation of the mutant populations. The ANOVA results for grain yield, agronomic, physiological and quality characteristics of wheat genotypes were given in Table 3 and 4. Analysis of variance for two seasons indicated statistically significant differences ($P<0.01$ and $P<0.05$) for all traits measured in presented study (Table 3 and 4). These results have also addressed us to proceed further analysis such as correlation and regression using entire data. To compare commercial cultivars, the highest grain yield were determined from the mutant lines of Selimiye M1-2, Selimiye M1-3, Selimiye M1-11, and Selimiye M1-6 derived from Selimiye cultivar with yield of 822.9, 810.4, 805.2 and 802.5 kg da⁻¹, respectively (Table 3). The traits such as 1000-kernel weight, days of heading and plant height are among the several contributing factors of grain yield. In presented work, there was no promising results that mutant lines have improved in terms of TKW and DH traits, whereas the mutant line of TCI2021-12M3-8 was measured the shortest one among them. Grain protein ratio and hardness are important factors affecting grain quality and thus a key determinant of both end use and market value in bread wheat (Atlı, 1999; Tosun et al., 2006; Mızrak, 2011; Niu et al., 2010). The mutant lines of TCI2021-21M4-2 and TCI2021-23M5-2 were given the highest value in terms of protein ratio (11.5%) and the highest hardness value were determined from the mutant lines of TCI2066-9M2-3, TCI2066-9M2-1 and TCI2021-21M4-2, respectively (Table 4). Kenzhebayeva et al., (2017) reported that gamma ray mutagenesis increased the protein content in some advanced mutant lines than parents. To reveal the relationship between each pair of the traits from all genotypes was calculated simple correlation analysis and the results of correlation analysis were summarized in Table 5 and 6, respectively. Correlation studies are useful in measuring the strength and direction of the relationships among the different agronomic characters Grain yield is one of the major important characters. Güngör and Akgöl, (2015) and Bilgin et al., (2008) revealed that a high significant correlation of 1000 grain weight with grain yield implies that 1000 grain weight plays a very important role in the possible increase of the grain yield of new wheat genotypes in the Thrace

Region. Öztürk and Korkut, (2017) and Tekdal et al., (2014) reported that TKW and TW had a positive effect on grain yield. The higher grain yields were found in examined varieties with the higher 1000-grain weight. In the present study a strong positive correlation was determined, in this study, between GY and TKW ($r=0.551^{**}$, $r=0.776^{**}$), and TW ($r=0.701^{**}$, $r=0.833^{**}$) in both cropping season under high and low rainfall conditions, respectively. These results are accordance with those of Bilgin et al., (2008), and Yağdı and Sözen, (2009). TKW and TW can be used to determine the potential flour yield in wheat grain, which accepted as the main quality factors by the milling industry (Boz et al., 2012). Grain protein content is another important factor affecting of both end use and market value in wheat. However, it is known that grain protein is negatively correlated with grain yield (Atlı, 1987; Atlı, 1999; Aydoğan and Soylu, 2017). This result was confirmed with in our study, as well. Hardness is among the major components affecting the quality of wheat and related to the protein content (especially gluten) of the grain. The increase in protein content results in increasing rigidity or hardness (Atlı, 1999; D'Egidio, 2001). Öztürk and Korkut, (2017) and Boz et al., (2012) indicated that hardness was positively correlated with protein content in wheat. The correlation ratios in this study were calculated as 0.313 in 2012-2013 growing year and as 0.388 in 2013-2014 growing year. These results showed that high and low rainfall conditions did not create huge correlation differences between grain hardness and protein content. According to result of the study grain yield was shown significant negative correlation with days of heading in 2012-2013 ($r=-0.575^{**}$) under high rainfall condition, and in 2013-2014 ($r=-0.845^{**}$) under low rainfall condition in our study. This result showed that early genotypes had higher grain yield. These results are substantiated with those of Bilgin et al., (2008), and Yağdı and Sözen, (2009). Plant height is a major agronomic trait in wheat breeding because of its association with lodging, seedling growth capacity, and weed control. Aydın et al., (2010) reported that plant height had the greatest direct effect on grain yield and they, thus, suggested that it was a one of the primarily selection criteria for improving grain yield in wheat under high and low rainfall conditions. However, we found low positive correlation between GY and PH in both cropping seasons to be $r=0.137$ (in 2012-2013) and $r=0.130$ (in 2013-2014), respectively. These results revealed that how the target environment and genotype have the determinative effect on the selection, which was done using yield components.

Table 3. The mean grain yield of the genotypes in terms of growing years.

| No | Genotypes | 2012-2013 Growing year | 2013-2014 Growing year | Mean grain yield (kg da ⁻¹) |
|------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| 1 | Aldane (Local check) | 720.5 a-d | 789.5 b-f | 755.0 cde |
| 2 | Selimiye M1-2 | 764.6 a | 881.2 a | 822.9 a |
| 3 | Selimiye M1-3 | 749.9 ab | 871.0 ab | 810.4 ab |
| 4 | Selimiye M1-6 | 739.5 abc | 865.5 ab | 802.5 a-d |
| 5 | Selimiye (Parent-Local Check) | 680.6 d-g | 825.5 abc | 753.0 def |
| 6 | Selimiye M1-9 | 683.8 c-g | 864.7 ab | 774.2 a-e |
| 7 | Selimiye M1-11 | 745.8 ab | 864.6 ab | 805.2 abc |
| 8 | TCI2066-9M2-1 | 657.0 f-i | 588.6 jk | 622.8 kl |
| 9 | TCI2066-9 (Parent-Local Check) | 609.2 ij | 573.3 k | 591.3 lm |
| 10 | Bereket (Local Check) | 738.8 abc | 794.3 b-e | 766.6 b-e |
| 11 | TCI2066-9M2-3 | 638.0 g-j | 672.3 hij | 655.2 h-k |
| 12 | TCI2021-12 (Parent-Local Check) | 645.8 f-i | 705.0 fgh | 675.4 hij |
| 13 | TCI2021-12M3-3 | 699.3 b-f | 728.4 d-h | 703.5 fgh |
| 14 | TCI2021-12M3-4 | 664.0 e-i | 701.1 f-i | 670.2 h-k |
| 15 | Pehlivan (Local Check) | 719.1 a-e | 779.3 c-g | 749.2 ef |
| 16 | TCI2021-12M3-5 | 668.6 d-h | 698.4 ghi | 683.5 hi |
| 17 | TCI2021-12M3-6 | 657.6 f-i | 662.7 hij | 660.2 h-k |
| 18 | TCI2021-12M3-8 | 654.0 f-i | 725.7 e-h | 689.9 ghi |
| 19 | TCI2021-12M3-10 | 651.0 f-i | 720.2 e-h | 685.6 ghi |
| 20 | Gelibolu (Local Check) | 648.3 f-i | 885.6 a | 767.0 b-e |
| 21 | TCI2021-21(Parent-Local Check) | 623.2 hij | 657.6 h-k | 640.4 i-l |
| 22 | TCI2021-21M4-2 | 582.6 jk | 668.7 hij | 625.7 jkl |
| 23 | TCI2021-23 (Parent-Local Check) | 538.1 kl | 588.6 jk | 563.4 m |
| 24 | TCI2021-23M5-2 | 526.0 l | 604.7 ijk | 565.3 m |
| 25 | Kate A-1 (Local Check) | 652.9 f-i | 815.4 a-d | 734.1 efg |
| Mean | | 666.3 | 742.1 | 702.9 |
| LSD (0.05) | | 56.4 | 84.8 | 50.2** |
| CV (%) | | 6.0 | 8.1 | 7.2 |
| F | | 9.51** | 11.24** | 18.18** |

Note: * and ** represented significance at: P<0.05 and: P<0.01, respectively.

The results of regression equation (R^2) were given in Figure 1 and 2. In presented study, the highest significant association was found between TW and TKW ($R^2=0.888$). On the other hand, regression analysis indicated that TW was the trait most related to GY ($R^2=0.697$). TKW was followed it with the rate of ($R^2=0.552$). The positive association between these traits could be emphasized that by increasing the amount of TW and TKW would be increased the amount of GY under changing rainfall conditions of Trakya Region. In this study, it was found negatively relationship between DH with TW ($R^2=0.820$), TKW ($R^2=0.732$), and GY ($R^2=0.634$). These results suggested that early genotypes had higher amount of test weight, 1000-kernel weight and grain yield.

Conclusions

In conclusion, the presented data based on a two-year trial revealed that the highest grain

yield was determined from the mutant lines derived from Selimiye wheat cultivar. The mutant lines of TCI2021-21M4-2 and TCI2021-23M5-2 were given the highest value in terms of protein ratio and the highest hardness value were determined from the mutant lines of TCI2066-9M2-3, TCI2066-9M2-1 and TCI2021-21M4-2, respectively. The mutant line of TCI2021-12M3-8 was measured the shortest one among others. Additionally, a strong positive correlation was determined between GY and TKW, and TW in both cropping season. The data obtained from this study also showed that gamma-irradiated mutation recourses could be successfully integrated in local wheat breeding programs to improve yield and yield related components (i) and TKW and TW could be used as selection criteria for maintaining grain yield content under the climate conditions of Trakya Region (ii).

Table 4. The mean values of the genotypes in terms of agronomic, and quality characters.

| No | Genotypes | TKW | TW | PRT | HARD | DH | PH |
|------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | Aldane (Local check) | 48.6 ^a | 80.0 ^{abc} | 11.4 ^{ab} | 45.5 ^{cde} | 112.5 ^{de} | 115.0 ^{de} |
| 2 | Selimiye M1-2 | 46.6 ^{abc} | 80.8 ^a | 10.2 ^{ag} | 44.5 ^{de} | 112.5 ^{de} | 116.0 ^{cde} |
| 3 | Selimiye M1-3 | 46.6 ^{ab} | 80.9 ^a | 10.4 ^{ag} | 46.0 ^{be} | 112.0 ^e | 116.5 ^{cde} |
| 4 | Selimiye M1-6 | 47.6 ^{ab} | 80.1 ^{abc} | 10.1 ^{ah} | 46.0 ^{be} | 112.0 ^e | 114.5 ^{de} |
| 5 | Selimiye (Parent- Local Check) | 49.4 ^a | 80.1 ^{abc} | 9.8 ^{dh} | 46.5 ^{bcd} | 112.0 ^e | 115.0 ^{de} |
| 6 | Selimiye M1-9 | 49.4 ^a | 80.3 ^{ab} | 9.6 ^{eh} | 47.0 ^{bcd} | 111.5 ^e | 115.5 ^{de} |
| 7 | Selimiye M1-11 | 47.5 ^{ab} | 80.5 ^{ab} | 9.3 ^{gh} | 46.5 ^{bcd} | 112.0 ^e | 114.5 ^{de} |
| 8 | TCI2066-9M2-1 | 34.0 ^{hi} | 74.4 ^{fg} | 9.7 ^{eh} | 49.0 ^{ab} | 125.5 ^{ab} | 108.5 ^e |
| 9 | TCI2066-9 (Parent-Local Check) | 33.5 ⁱ | 74.9 ^{fg} | 10.2 ^{ag} | 48.5 ^{abc} | 125.0 ^{abc} | 110.0 ^e |
| 10 | Bereket (Local check) | 43.1 ^{bcd} | 79.6 ^{abc} | 9.1 ^{gh} | 44.5 ^{de} | 115.0 ^d | 121.0 ^{ad} |
| 11 | TCI2066-9M2-3 | 34.9 ^{ghi} | 74.4 ^{fg} | 11.0 ^{ae} | 50.5 ^a | 125.0 ^{abc} | 113.5 ^{de} |
| 12 | TCI2021-12 (Parent- Local Check) | 37.1 ^{fi} | 76.1 ^{d-g} | 10.8 ^{af} | 48.5 ^{abc} | 125.5 ^{ab} | 96.5 ^f |
| 13 | TCI2021-12M3-3 | 36.5 ^{fi} | 75.7 ^{efg} | 10.9 ^{ae} | 48.0 ^{abc} | 126.0 ^a | 96.0 ^f |
| 14 | TCI2021-12M3-4 | 37.6 ^{ei} | 76.5 ^{def} | 10.3 ^{ag} | 48.5 ^{abc} | 125.5 ^{ab} | 95.5 ^f |
| 15 | Pehlivan (Local check) | 49.4 ^a | 80.2 ^{abc} | 9.3 ^{fgh} | 46.5 ^{bcd} | 115.0 ^d | 120.0 ^{bcd} |
| 16 | TCI2021-12M3-5 | 36.7 ^{fi} | 75.2 ^{fg} | 10.4 ^{ag} | 47.0 ^{bcd} | 126.0 ^a | 95.5 ^f |
| 17 | TCI2021-12M3-6 | 34.4 ^{hi} | 74.0 ^g | 11.3 ^{abc} | 47.5 ^{ad} | 126.0 ^a | 95.5 ^f |
| 18 | TCI2021-12M3-8 | 37.1 ^{fi} | 76.8 ^{def} | 10.0 ^{bh} | 47.0 ^{bcd} | 125.5 ^{ab} | 94.0 ^f |
| 19 | TCI2021-12M3-10 | 38.1 ^{eh} | 76.6 ^{def} | 10.4 ^{ag} | 48.0 ^{abc} | 126.0 ^a | 95.0 ^f |
| 20 | Gelibolu (Local check) | 45.5 ^{abc} | 80.1 ^{abc} | 8.6 ^h | 43.0 ^e | 111.5 ^e | 109.0 ^e |
| 21 | TCI2021-21(Parent-Local Check) | 36.7 ^{fi} | 74.5 ^{fg} | 10.6 ^{ag} | 48.5 ^{abc} | 127.0 ^a | 99.0 ^f |
| 22 | TCI2021-21M4-2 | 35.2 ^{ghi} | 75.1 ^{fg} | 11.5 ^{ab} | 49.0 ^{ab} | 126.5 ^a | 98.0 ^f |
| 23 | TCI2021-23 (Parent-Local Check) | 42.0 ^{cde} | 77.8 ^{cde} | 11.3 ^{ad} | 39.5 ^f | 123.0 ^{bc} | 129.5 ^a |
| 24 | TCI2021-23M5-2 | 40.4 ^{def} | 75.4 ^{efg} | 11.5 ^a | 37.5 ^f | 122.5 ^c | 126.5 ^{ab} |
| 25 | Kate A-1 (Local check) | 39.1 ^{dg} | 78.3 ^{bcd} | 9.8 ^{ch} | 45.5 ^{cde} | 108.0 ^f | 124.5 ^{abc} |
| Mean | | 41.1 | 77.5 | 10.3 | 46.3 | 119.6 | 109.4 |
| CV (%) | | 5.4 | 1.5 | 7.1 | 3.4 | 1.1 | 3.9 |
| LSD (0.05) | | 4.4 | 1.6 | 1.5 | 3.3 | 2.8 | 8.8 |
| F | | 13.03 ^{**} | 8.64 ^{**} | 2.34 [*] | 6.36 ^{**} | 49.94 ^{**} | 13.64 ^{**} |

Note: * and ** represented significance at: P<0.05 and: P<0.01, respectively. TKW: 1000-kernel weight (g), TW: Test weight (kg), PRT: Protein ratio (%), HARD: Hardness (PSI), DH: Days of heading, PH: Plant height (cm).

Table 5. The correlation coefficients among tested parameters in 2012-2013 season.

| Traits | GY | TKW | TW | PRT | HARD | DH |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------|----------------------|
| TKW | 0.551 ^{**} | | | | | |
| TW | 0.701 ^{**} | 0.904 ^{**} | | | | |
| PRT | -0.549 ^{**} | -0.679 ^{**} | -0.683 ^{**} | | | |
| HARD | 0.288 | -0.398 [*] | -0.273 | 0.313 | | |
| DH | -0.575 ^{**} | -0.754 ^{**} | -0.768 ^{**} | 0.683 ^{**} | 0.203 | |
| PH | 0.137 | 0.502 ^{**} | 0.417 [*] | -0.321 | -0.365 | -0.660 ^{**} |

Note: * and ** represented significance at: P<0.05 and: P<0.01, respectively. GY: Grain yield (kg da⁻¹), TKW: 1000-kernel weight (g), TW: Test weight (kg), PRT: Protein ratio (%), HARD: Hardness (PSI), DH: Days of heading, PH: Plant height (cm).

Table 6. The correlation coefficients among tested parameters in 2013-2014 season.

| Traits | GY | TKW | TW | PRT | HARD | DH |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|----------------------|
| TKW | 0.776 ^{**} | | | | | |
| TW | 0.833 ^{**} | 0.941 ^{**} | | | | |
| PRT | -0.285 | -0.154 | -0.299 | | | |
| HARD | -0.039 | -0.360 | -0.353 | 0.388 | | |
| DH | -0.845 ^{**} | -0.890 ^{**} | -0.930 ^{**} | 0.196 | 0.404 [*] | |
| PH | 0.130 | 0.519 ^{**} | 0.521 ^{**} | 0.177 | -0.804 ^{**} | -0.589 ^{**} |

Note: * and ** represented significance at: P<0.05 and: P<0.01, respectively. GY: Grain yield (kg da⁻¹), TKW: 1000-kernel weight (g), TW: Test weight (kg), PRT: Protein ratio (%), HARD: Hardness (PSI), DH: Days of heading, PH: Plant height (cm).

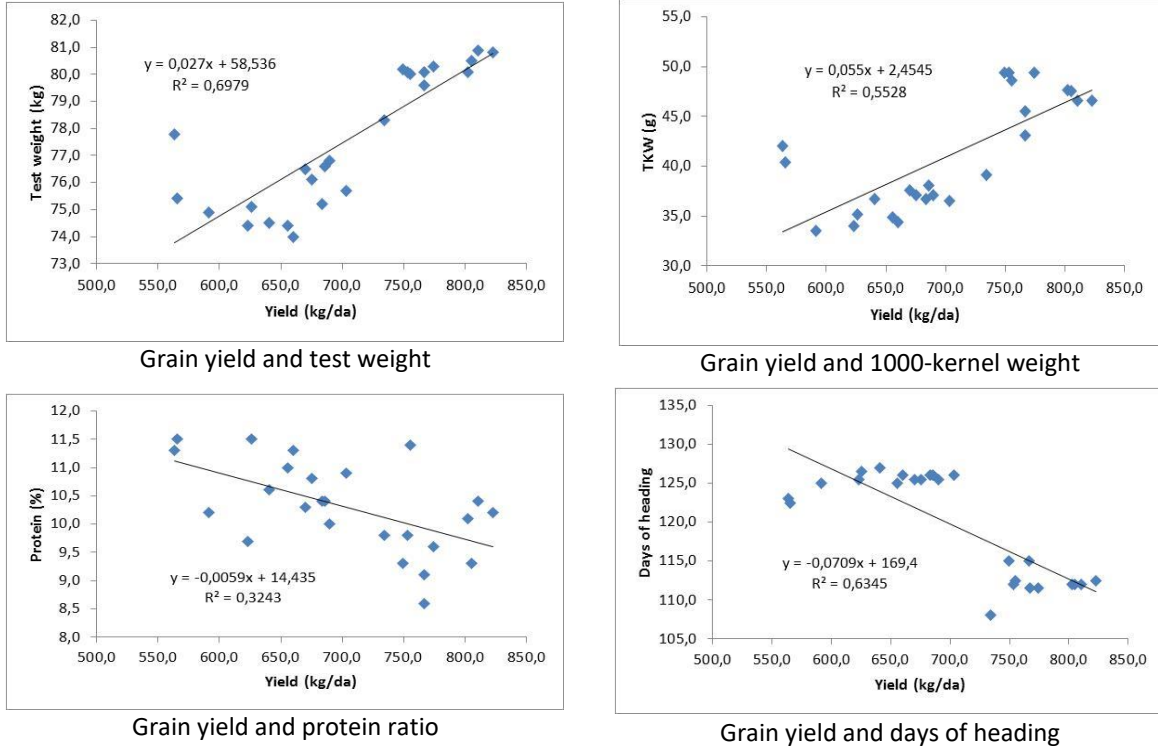


Figure 1. Relationship between grain yield and quality parameters and days of heading.

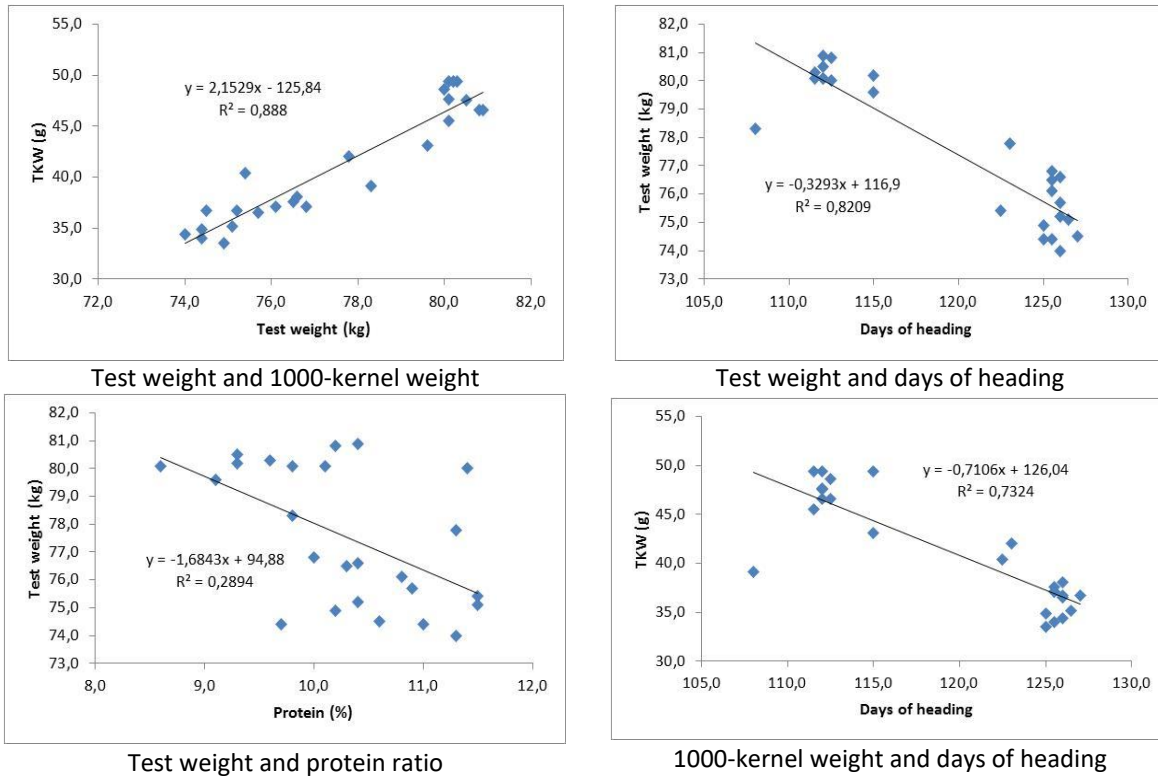


Figure 2. Regression analysis among quality and other parameters in two-year trial.

References

Akçura, M. 2009. Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in Turkish winter durum

wheat landraces. Turk J. Agric. For 33 (2009) 547-556. doi:10.3906/tar-0903-5.

Akçura, M. 2011. The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. Turk. J. Agric. For., 35(2): 115-125.

- Atlı, A. 1987. Kışlık Tahıl Üretim Bölgelerimizde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kaliteleri ile Kalite Karakterlerinin Stabilitesi Üzerine Araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu, s: 443-455. Bursa.
- Atlı, A. 1999. Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Hububat Sempozyumu. 8-11 Haziran 1999. Konya. S. 499-502.
- Aydoğan, S., Soylu, S. 2017. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. (Determination of Yield, Yield Components and Some Quality Properties of Bread Wheat Varieties). Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (1): 24-30.
- Aydın, N., Şerment, C., Mut, Z., Bayramoğlu, H.O., Özcan, H. 2010. Path analysis of yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under different environments. African J Biotech. 9:5131-5134.
- Bilgin, O., Korkut, K.Z., Başer, İ., Dağlıoğlu, O., Öztürk, İ., Kahraman, T. 2008. Determination of Variability between Grain Yield and Yield Components of Durum Wheat Varieties (*Triticum durum* Desf.) in Thrace Region. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty). P: 101-109. Tekirdağ, Turkey.
- Bilgin, O., Korkut, K. Z., Başer, İ., Dağlıoğlu, O., Öztürk, İ., Kahraman, T., Balkan A. 2011. Genetic Variation and Inter-Relationship of Some Morpho-Physiological Traits in Durum Wheat (*Triticum durum* L. Desf.). Pak. J. Bot., 43(1): 253-260, 2011.
- Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H., Naseryan, B., Majdabadi, A. 2010. Effects of gamma radiation on germination and physiological aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. Pak. J. Bot., 42 (4): 2281-2290.
- Boz, H., Gerçekaslan, K.E., Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G. 2012. Differences in some physical and chemical properties of wheat grains from different parts within the spike. Turk. J. Agric. For 36: 309-316.
- D'Egidio, M.G. 2001. Composition and quality of durum wheat and pasta products. In: Durum Wheat Samolina and Pasta Quality: Recent Achievement and New Trends (Eds. J Abecais, JC Autran, P Feillet). INRA, Paris, pp: 93-112.
- Eberhart, S.A. Russell, W.A. 1969. Yield stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. Crop Sci. 9, 357-361.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü. Yayın No: 2, Konya.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. 1963. The Analysis of Adaptation in a Plant Breeding Programme. Aust. J. Agric.Res., 14: 742-754.
- Gomez, K.A., Gomez, A.A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Ed. John Willey and Sons, Inc. New York. 641.
- Güngör, H., Akgöl, B. 2015. Kırklareli Ekolojik Koşullarında Makarnalık Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Biplot Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. (Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences) Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(3): 256–267.
- Kalaycı, M. 2005. Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma için Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Yayın No: 21, Eskişehir.
- Kara, R., Dalkılıç, A.Y., Gezginc, H., Yılmaz, M.F. 2016. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi. (Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences) Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 3(2): 172–183.
- Kenzhebayeva, S.S., Doktyrbay, G., Capstaff, N.M., Sarsu, F., Omirbekova, N.Z., Eilam, T., Tashenev, D.K. Miller, A.J. 2017. Searching a spring wheat mutation resource for correlations between yield, grain size and quality parameters. J Crop Improvement 31: 209-228.
- Knott, D.R. 1991. What determines the success of mutation breeding? IAEA, V.1. p. 111-118.
- Konzak, C.F. 1987. Mutations and Mutation Breeding. In: E.G. Heyne (ed.), Wheat and Wheat Improvement, Second Edition, 428-443, ASA. CSSA. SSSA. Inc. Press, Madison, WI, USA.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, O., Başman, A., Karacan, H.D. 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üni. Müh. Fak. Yay. No:47, Ankara, Türkiye. (Handbook of the Cereal Laboratory. Hacettepe Uni. Fac. of Eng. No: 47, Ankara, Turkey).
- Mızrak, G. 2011. Buğdayın Hikayesi. Türkiye Ziraat Odaları Birliği. Yayın No: 227. Şubat 2011, Ankara. ISBN: 978-975-8629-69-5.
- Niu, N., Arief, V.N., DeLacy, I.H., Lush, D., Sheppard, J., Zhang, G., Dieters, M.J. 2010. Genetic gain in yield protein over two cycles of a wheat recurrent selection program. Breeding Sci. 60: 181-186.

- Öztürk, İ., Korkut, K.Z. 2011. Characterization of Drought Resistance and Its Relations with Quality in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. Ph. D. Thesis, Sep. 2011. Tekirdağ, Turkey.
- Öztürk, İ., Korkut, Z.K. 2017. Drought Effect in Different Level of Plant Development Stage on Quality Characters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. Journal of Central Research Institute for Field Crops, 2017, 26 (2): 170–179.
- Öztürk, İ., Korkut, Z.K. 2018. Effect of Drought Stress Condition on Different Plant Growth Stages on Some Physiological Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5(4): 375-385, 2018.
- Pena, R.J. 2008. Improving or preserving bread making quality while enhancing grain yield in wheat. International Symposium on Wheat Yield Potential: Challenges to International Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT. p: 171-174.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Shelton, D.R., Baenziger, P.S. 1998. Baking quality of hard red winter wheat: Response of cultivars to environments in the Great Plains. Euphytica 100 (1-3): 157-162.
- Sağlam, A.C., Özdemir, G., Çinkılıç, L. 2015. TR21 Trakya Bölgesi Tarımsal Üretiminde Yer Alabilecek Tibbi-aromatik Bitkiler ve Süs Bitkileri, Tekirdağ, <http://trakya2023.com/uploads/docs/1442016V3qk6z.pdf>.
- Sakin, M. A., Yıldırım, A., Gökmen, S. 2004. The evaluation of agronomic traits of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) mutants. Pak. J. Biol. Sci., 7(4): 571-576.
- Sakin, M. A., Yıldırım, A., Gökmen, S. 2005. Determining some yield and quality characteristics of mutants induced from a durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar. Turk. J. Agric. For., 29: 61-67.
- Shah, T.M., Atta, B.M., Mirza, J.I., Haq, M.A. 2012. Radio-Sensitivity of various chickpea genotypes in M1 generation II-field studies. Pak. J. Bot., 44(2): 631-634.
- Shewry, P.R. 2009. Wheat. J. Exp. Bot. 60: 1537-1553.
- Sostaric, J., Begic, S., Salkic, B., Kovacevic, V., Markovic, M. 2014. Variation of winter wheat yields in Croatia and Bosnia and Herzegovina among years with aspect of climatic changes. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue: 1, p: 1364-1368.
- Şen, A., Öztürk, İ., Yayılcı, O., Alikamanoğlu, S. 2017. Drought Tolerance in Irradiated Wheat Mutants Studied by Genetic and Biochemical Markers, Journal of Plant Growth Regulation, DOI: 10.1007/s00344-017-9668-8.
- Şen, A., Öztürk, İ. 2018. Drought tolerance level in BC2F2 wheat individuals using stress related biomarkers. Proceeding Book. International Congress on Agricultural and Animal Science. P: 642-645. 7-9 Nov 2018. Alanya. Turkey.
- Tekdal, S., Kendal, E., Ayana, B. 2014. İleri Kademe Makarnalık Buğday Hatlarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Biplot Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. (Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences) Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(3): 322-330.
- Thapa, C.B. 2004. Effect of acute exposure of gamma rays on seed germination and seedling growth of *Pinus kesiyi* Gord and *P. wallichiana* A.B. Jacks. Our Nature, 2: 13-17.
- Tosun, M., Yüce, S., Erkul, A., Ege, H. 2006. Kuru ve Sulu Koşullarda Yetiştirilen Buğdayın Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Direkt Seleksiyona Karşı İndirekt Seleksiyon Etkinliği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2006, 43(2): 53-62.
- Yağdı, K., Sözen, E. 2009. Heritability, variance components and correlations of yield and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Pak. J. Bot., 41(2): 753-759.

Araştırma Makalesi

Hatay İli Zeytin Üretim Alanlarında Zeytin Dal Kanseri (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) Hastalığının Belirlenmesi

Senem FİLİZ DOKSÖZ¹, İ. Adem BOZKURT^{2*}

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Hatay

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

*Sorumlu yazar: iabozkurt@mku.edu.tr

Geliş Tarihi: 26.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 15.11.2019

Kabul Tarihi: 18.11.2019

Özet

Pseudomonas savastanoi pv. *savastanoi* (Psv)'nin neden olduğu zeytin dal kanseri hastalığı Hatay ili zeytin üretim alanlarındaki en önemli problemlerden birisidir. Hastalık yoğun enfeksiyonlarda özellikle genç fidanların tamamen kurummasına neden olmaktadır. Bu çalışma ile Hatay bölgesi zeytin üretim alanlarında zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlık ve bulunma oranları belirlenmiştir. Hastalığın en yüksek yaygınlık oranı %90 ile Samandağ, İskenderun ve Arsuz ilçelerinde belirlenmiş olup, Hassa, Kırıkhan, Reyhanlı ve Kumlu ilçelerinde ise hastalık saptanmamıştır. Diğer ilçelerde ise hastalığın %15 ile %50 arasında yaygınlık gösterdiği tespit edilmiştir. Hastalığın enfekteli bahçelerdeki bulunma oranları ise %4.5-75 arasında değişiklik göstermiştir. Taze urlardan izole edilen hastalık etmeninin tanısı Gram boyama, LOPAT (Levan oluşumu, Oksidaz, Patates yumuşak çürüklük testi, Arginin dehidrolaz, Tütün aşırı duyarlılık) testleri, MALDI-TOF ve moleküler yöntemler ile yapılmıştır. Yapılan testler sonucu toplam 14 izolat *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi* olarak tanılanmıştır. Patojenisite testlerinde tüm izolatlara ve Ayvalık1 referans izolata 1 yıllık Gemlik zeytin fidanlarında hastalığın tipik belirtisi olan urlara neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Zeytin dal kanseri, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, zeytin, MALDI-TOF, PCR.

Determination of Olive Knot Disease (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) in Olive Production Areas of Hatay Province

Abstract

Olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Psv) is one of the most important problems in olive production areas of Hatay province. The disease causes full drying of young seedlings in intensive infections. The aim of this study was to determine the prevalence and incidence of olive knot disease in Hatay province. The highest prevalence rate of the disease was determined in Samandağ, İskenderun and Arsuz districts with 90% and no disease was detected in Hassa, Kırıkhan, Reyhanlı and Kumlu districts. In other districts, the prevalence of the disease was found to be between 15% and 50%. The incidence of the disease in infected gardens varied between 4.5-75%. The pathogenic bacteria isolated from fresh knots was identified by Gram stain, LOPAT (Levan, Oxidase, Potato pectolytic activity, Arginine dehydrolase, Tobacco hypersensitive reaction), MALDI-TOF and molecular techniques. All strains were determined as gram negative, levan negative, oxidase negative, pectolytic activity negative, arginine dehydrolase negative, but tobacco hypersensitivity reaction was positive. According to the test results, a total of 14 isolates were identified as *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi*. Pathogenicity tests were performed with 14 strains and a reference strain (Ayvalık1). All isolates caused knot formation on one-year-old olive seedling (cv. Gemlik).

Key words: Olive knot, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, olive, MALDI-TOF, PCR.

Giriş

Özellikle Akdeniz ülkelerinde yoğun şekilde yetiştiriciliği yapılan zeytinin anavatanı Güney ön Asya olup Hehn, (2000) bu bölgenin günümüzde Doğu Akdeniz ile ülkemiz sınırları içerisinde yer alan Hatay, Kahramanmaraş ve Gaziantep olduğu bildirilmektedir (Dara, 2010, Kaplan ve Arihan, 2012). Dünya zeytin üretimi 2017 yılı verilerine göre 20873000 ton olup Türkiye 2100000 ton ile İspanya, Yunanistan ve İtalya'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2018). Hatay ili ise 537711 da alanda 91000 ton zeytin üretimi ile ülkemiz zeytin üretiminde önemli bir yere sahiptir (TÜİK, 2018). Gerek zeytinyağı olarak gerekse sofralık olarak tüketilen zeytin üretimini ve kalitesini olumsuz etkileyen birçok biyotik ve abiyotik faktörler bulunmaktadır. Biyotik faktörler içerisinde *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi* (Smith 1908)'nin neden olduğu zeytin dal kanseri önemli bir bakteriyel hastalıktır (Janse 1981). Patojen zeytin dışında Yasemin (*Jasminium officinale* L.), Ligistrum (*Ligustrum vulgare*), Akçakesme (*Phillyrea* spp), Brezilya yasemini (*Mandevilla sander*), Forzitya (*Forsythia* spp), Murt çalısı (Myrtle sp.), Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Cılbırtı (*Fontenesia* sp.), Zakkum (*Nerium oleander* L.) ve Nar (*Punica granatum*) gibi bitkilerde de hastalık oluşturabilmektedir (Janse, 1981, Bradbury, 1986, Etlbany ve ark., 2012, Mirik ve ark., 2011, Bozkurt ve ark., 2014). Ülkemizde hastalığın varlığı ilk olarak Ege bölgesinde Azeri (1993) tarafından bildirilmiş olup, sonraki yıllarda Aydın ve Muğla illerinde, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Marmara ve Karadeniz bölgesinde hastalığın tespit edildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Basım ve Ersoy, 2000, Mirik ve ark., 2004, Tatlı ve Benlioğlu, 2004, Mirik ve Aysan, 2011). Patojen genel olarak zeytinlerin gövde ve dallarında belirti oluşturmakla beraber bitkinin kök boğazında, yaprak ve meyve üzerinde de ur oluşturabilmektedir. Ur ve siğiller enfeksiyonun ilk dönemlerinde yeşil renkli, üzeri düz ve sünger gibi yumuşak olup ilerleyen dönemlerde urların üzeri pürüzleşmekte ve odunlaşarak siyah renge dönüşmektedir. Hastalık özellikle genç bitkilerde ve yoğun enfeksiyonlarda bitkinin tamamen kurumasına neden olurken, yaşlı bitkilerde hastalık şiddetine bağlı olarak bitki gelişiminde gerileme ve verim kaybına neden olmaktadır (Mirik ve ark., 2019).

Ur oluşumunda bakteri tarafından üretilen ve bitki hormonu olan indol-3 asetik asit (IAA) önemli rol oynamaktadır. Bakteri tarafından IAA üretimi sonucu enfekteli alanlardaki bitki hücreleri aşırı çoğalarak büyümekte ve tipik ur veya siğil belirtilerinin meydana gelmesine neden olmaktadır (Iacobellis ve ark., 1998). Yaprak, dallar ve gövde üzerinde epifitik olarak yaşamını

sürdürebilen hastalık etmeni özellikle sıcak ve bol yağışlı dönemlerde yüksek popülasyonlara ulaşmaktadır (Qesada ve ark., 2007, Ponce ve ark., 2017). Bitkilere hasat sırasında oluşan yaralar, dolu yaraları, don çatlakları, budama sonucu oluşan yaralar, yaprakların dökülmesi ile oluşan yaralar, rüzgar sonucu dalların birbirine sürtünmesi ile oluşan yaralar ve böcek zararı sonucu oluşan yaralardan giriş yaparak hastalık oluşturmaktadır (Mirik ve ark., 2019).

Bu çalışma ile Hatay ili ve ilçelerinde zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlık ve bulunma oranları saptanarak hastalığın özellikle son 20 yıl içerisinde zeytin alanlarının artmasına paralel olarak bölgedeki durumu hakkında güncel bilgiler elde edilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Survey çalışmaları

Survey çalışmalarında örnekleme Tarım Bakanlığı tarafından bildirilen survey talimatına göre yapılmıştır (Anonim 2017). Survey sonuçlarının sağlıklı olabilmesi için bölgeyi temsil edecek kadar bahçe incelenerek hastalığın yaygınlık oranı, her bahçenin köşegenleri doğrultusunda tesadüfî olarak ağaç sayısının en az %10'u incelenerek ise hastalığın bulunma oranları belirlenmiştir.

Enfekteli bitkilerden patojen izolasyonu

Patojen izolasyonunda 3 farklı yöntem uygulanmıştır.

İlk yöntemde, arazi koşullarında urlu örnekler %70'lik etil alkol ile steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrası urlu kısmın dış yüzeyi uzaklaştırılmış ve aseptik olarak iç kısımlardan 1-2 mm'lik hastalıklı doku parçaları alınmıştır. Alınan doku parçaları 3 ml nutrient broth içeren cam tüplere konulmuş ve arazi çalışması boyunca tüpler buz kutusunda muhafaza edilmiştir (Mirik ve Aysan, 2011). Sörvey sonrası laboratuvara getirilen tüplerdeki süspansiyondan steril öze ile alınarak KB besi ortamı içeren besi yerine çizilmiştir. İkinci yöntemde ise yüzey sterilizasyonu yapılan ve steril bistiiri ile dış kısmı uzaklaştırılan örneklerden alınan doku parçaları doğrudan KB besi yeri içeren steril petrilere çizilmiş ve petrilerin kenarları parafilm ile kapatılmıştır. Üçüncü yöntemde ise laboratuvara getirilen taze urlar yüzey sterilizasyonu sonrası içerisinde steril saf su bulunan havan içerisinde ezilmiştir. Oluşan süspansiyondan öze dolusu alınarak KB besi yerine çizim yapılmıştır. Besi yerleri 24-26 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Bakteri izolatlarının morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlerle tanısı

Bakteri izolatlarının morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlerle tanısı Lelliot ve Stead (1987)

ile Schaad ve ark., (2001)'na göre geleneksel yöntemlerle yapılmıştır. Bu yöntemler içerisinde bakteri izolatlarının floresan pigment oluşumları, KOH (potasyum hidroksit) testi ile gram reaksiyonlarının belirlenmesi ve LOPAT testleri ile levan oluşumu, oksidaz testi, patates dilimlerinde pektolitik aktivitenin belirlenmesi, arginin dehidrolaz ve tütünde aşırı duyarlılık tepkimesi gibi özellikleri incelenmiştir.

Urlardan izole edilerek saflaştırılan izolatların Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization- Time of Flight MassSpectrometry (MALDI-TOF) yöntemiyle tanısı

Tanısı yapılacak olan bakteri izolatları nutrient agar (NA) besi yerinde 27 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Besi yerinde gelişen bakteri kolonisinden steril bir kürdan ile alınarak doğrudan metal plaka üzerindeki kuyucuklara sürme işlemi ile izolatlar eklenmiş oda sıcaklığında 1-2 dk. kuruması beklenmiştir. Kuruma işlemi sonrası örneklerin üzerine 1µl formik asit (%70) eklenip kurutulmuş ve daha sonra üzerine 1µl matriks solüsyonu eklenerek tekrar oda sıcaklığında kurutulduktan sonra metal plaka MALDI-TOF cihazına yerleştirilerek tanısı yapılmıştır (Pavlovic ve ark., 2012).

Bakteri izolatlarının moleküler tanısı

Tanısı yapılacak olan bakteri izolatlarından genomic DNA'ları GenJET Genomic DNA Purification (ThermoScientific) kiti ile izole edilerek saflaştırılmış ve PCR çalışmalarında kullanılmak üzere -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

PCR çalışmaları için Psv'ye spesifik PsvF (5'-GGCGATGTTCTCAGCGGATTTG-3'), PsvR (5'-GATCAAGTGCCAAGGAAGTGAAGG-3') (Tegli ve ark., 2010) ve IAALF (5'-GGCACCAGCGGAACATCAA-3'), IAALR (5'-CGCCCTCGCAACTGC CATAC-3') (Penyalver ve ark., 2000) primerleri kullanılmıştır.

PCR aşamasında PsvF ve PsvR primerleri ile DNA amplifikasyonu Tegli ve ark. (2010), IAALF ve IAALR primerleri ile DNA amplifikasyonu ise Penyalver ve ark. (2000)'e göre yapılmıştır. PCR ürünlerinin görüntülenmesi için %1' lik Agaroz Jel Elektroferez işlemi yapılmıştır. Jel üzerindeki kuyucuklara yüklenen PCR ürünleri 150V elektrik akımında 50 dakika yürütülmüştür. Elektroferez işlemi sonrası jel 100 ml Ethidium Bromid (0.5 µg/ml) içerisinde 5-6 dakika bekletilerek bantların UV ışık altında görünür hale gelmesi sağlanmıştır. Jel üzerinde oluşan bantlar jel görüntüleme cihazı ile fotoğraflanmıştır.

Patojenisite testleri

Patojenisite testlerinde, Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen 1

yıllık Gemlik çeşidi fidanlar kullanılmıştır. Fidanlar üzerine steril bistüri ile V şeklinde açılan yaralara 10 µl (10⁸ hücre/ml) bakteri süspansiyonu inokule edilmiştir ve inokulasyon noktaları parafilm ile kaplanmıştır. Pozitif kontrol olarak Psv Ayvalık1 izolatı kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak ise açılan yaralara 10 µl steril saf su inokule edilmiştir. Her izolat için 3 bitki kullanılmış olup deneme 3 kez yinelenmiştir. Değerlendirmeler inokulasyondan 60 gün sonra yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

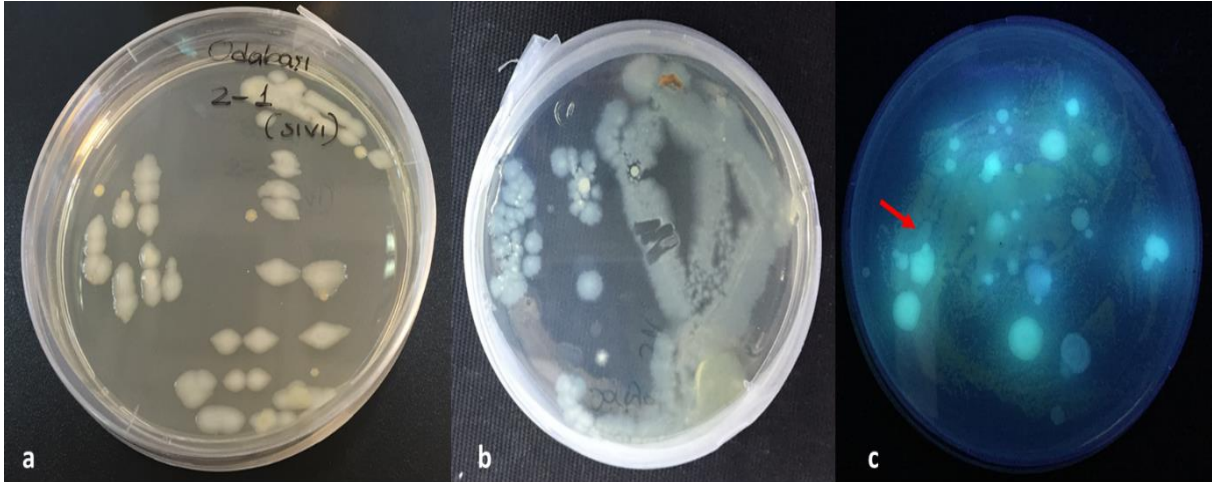
Survey ve izolasyon çalışmaları

Survey çalışmaları 2018 yılı nisan mayıs aylarında yapılmış olup toplam 447 zeytin bahçesi incelenmiştir ve 150 bahçede hastalık saptanmıştır. Hastalığın en yüksek yaygınlık oranı % 90 ile Samandağ, İskenderun ve Arsuz ilçelerinde belirlenmiş olup, Hassa, Kırıkhan, Reyhanlı ve Kumlu ilçelerinde ise hastalık saptanmamıştır. Diğer ilçelerde ise hastalığın %50 ile %15 arasında yaygınlık gösterdiği tespit edilmiştir. Hastalığın enfekteli bahçelerdeki bulunma oranı incelendiğinde ise ilk sırayı Arsuz (%75) ilçesi alırken bunu sırası ile Samandağ (%68) ve İskenderun (%67,5) ilçeleri izlemektedir. Survey sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Hatay ili zeytin üretim alanlarında zeytin dal kanseri hastalığının yüksek düzeyde yaygınlık gösterdiği saptanmış olup her üç bahçeden birinde hastalık tespit edilmiştir. Zeytin dal kanseri, zeytin üretimini olumsuz etkileyen hastalıkların başında gelmekte olup yoğun enfeksiyonlarda önemli ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Ülkemizde zeytin üretimi yapılan birçok bölgede hastalık rapor edilmiş olup Karaca (1941) özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde hastalığın daha yoğun enfeksiyonlara neden olduğunu bildirmiştir. Servi (2009), Aydın ili ve ilçelerinde yapmış olduğu çalışmada elde etmiş olduğu verilere göre, zeytin dal kanseri hastalığının il genelinde %44.9 oranında yaygınlık gösterdiğini bildirmiştir. Hatay ilinde ise bu oran yapmış olduğumuz çalışma kapsamında biraz daha düşük olup %35 olarak saptanmıştır. Sivri (2012) tarafından Gaziantep, Kahramanmaraş ve Kilis illerinde yapılan bir çalışmada ise zeytin dal kanseri hastalığının Gaziantep'in bazı ilçelerinde %100, Kilis'te %80 Kahramanmaraş'ta ise %85 oranlarında yaygınlık gösterdiği belirlenmiştir. Marmara bölgesinde ise hastalığın, Çanakkale'de %100, Balıkesir'de %81, Tekirdağ'da %66, Bursa'da %4 oranlarında yaygınlık gösterdiği saptanırken, Yalova'da zeytin dal kanseri hastalığı saptanmamıştır (Mirik ve Aysan, 2011).

Survey çalışmaları kapsamında enfekteli bitkilerden yapılan izolasyon çalışmalarında 3 farklı yöntem denenmiştir. Yüze sterilizasyonu sonrası,

urlu dokudan alınan doku parçalarının doğrudan besi yerine ekildiği ve steril sıvı besi yeri içeren tüplere aktarılan urlardan yapılan izolasyon yöntemlerinde, inkübasyon sonrası daha saf koloniler elde edilmiştir (Şekil 1 a, b). Steril havan içerisinde ezme yöntemi ile yapılan izolasyonlarda ise inkübasyon sonrası besi yerinde kısa sürede sarı koloniler oluşturan *Pantoea agglomerans* bakterisi gelişmiştir. Bu bakterinin kısa sürede gelişmesi Mirik ve Aysan (2011) tarafından da bildirildiği üzere patojen bakterinin saflaştırılmasını zorlaştırmıştır (Şekil 1c). Araştırmacıların geliştirmiş olduğu bir yöntem olan süspansiyonun petrilere yayılmasını takiben petrilere 25 °C'de 24 saat inkübasyonu ve daha sonrasında 2 gün buzdolabında bekletilmesi ile patojen bakterilerin saf olarak elde edilebileceğini bildirmişlerdir (Mirik ve Aysan 2011). Epifitik bir bakteri olan *Pantoea agglomerans*'ın zeytin ve zakkum üzerinde *Psv*'nin neden olduğu urlar

içerisinde kolonize olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Surico ve Lavermicocca, 1989; Azad ve Cooksey, 1995; Fernandes ve Marcelo, 2002). Marchi ve ark. (2006) zeytin dal kanseri etmeni ile ilgili yapmış oldukları çalışma da izolasyon sonrası nutrient sukroz agar (SNA) üzerinde sık sık sarı renkli koloniler geliştiğini ve bu kolonilerin yoğun olduğu durumlarda *Psv* kolonilerinin saflaştırılmasının çok zor olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı aynı bakterinin Savastano (1886) ve Peglion (1905) tarafından zeytin ve zakkumlarda oluşan urlar içerisinde *Psv* ile birlikte bulunduğunu saptadıklarını ve bu nedenle o dönemlerde *Pantoea agglomerans*'ın (*Ascobacterium luteum*= *Bacterium (Erwinia) herbicola*) zeytin ve zakkumlarda oluşan urların nedeni olabileceği gibi bir yanılgıya düştüklerini belirtmiştir.



Şekil 1. Yüze sterilizasyonu sonrası urlu dokuların sıvı besi yerinde bekletildikten sonra (a), doğrudan besiyerine ekimi (b) ve havan içerisinde ezilmesi (c) gibi üç farklı izolasyon yöntemi sonrası KB besi yerinde gelişen *Psv* kolonileri ve ezme ile izolasyon sonrası *Psv* kolonileri etrafında gelişen sarı renkli *P. agglomerans* kolonileri (ok).

İzolasyonlar sonucu 5 tanesi Antakya ilçesini (Karaali, Karaksı, Gülderen, Ekinci, Odabaşı) ve 9 tanesi diğer ilçeleri temsil edecek şekilde toplam 14 izolat saflaştırılmış ve tanı testleri bu izolatlar ile yapılmıştır. Tanı testlerinde referans izolat olarak Prof. Dr. Mustafa MİRİK'ten temin edilen Ayvalık1 izolatı kullanılmıştır.

Bakteri izolatlarının morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlerle tanısı

Bakteri izolatlarının UV ışık altında pigment üretimleri incelendiğinde, KB besi yerinde geliştirilen 14 izolattan 8 tanesi floresan pigment üretirken 6 izolat ise pigment üretmemiştir. Potasyum hidroksit (KOH) testleri sonucu ise tüm izolatların Gram negatif karakterde olduğu saptanmıştır. LOPAT testlerinde, tüm izolatlar Levan negatif, Oksidaz negatif, Patates dilimlerinde

pektolitik aktivite negatif, Arginin dehidrolaz negatif, Tütün yapraklarında aşırı duyarlılık pozitif olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Lelliot ve Stead (1987), Sands (1990) ve Schaad ve ark., (2001) ile benzerlik göstermiştir.

Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization- Time of Flight MassSpectrometry (MALDI-TOF) yöntemiyle tanı

MALDI-TOF cihazı tarafından seçilen 14 izolatın tanısı firma tarafından önerilen değerlere göre yapılmıştır. Teşhis sonucunda ortaya çıkan skor değeri 2.30-3.0 aralığında ise tanının tür düzeyinde oldukça güvenilir olduğu; 2.00-2.299 aralığında kesin cins düzeyinde güvenilir, tür düzeyinde yüksek güvenilir olduğu; 1.70-1.999 arasında tanının cins düzeyinde güvenilir, tür olarak muhtemel düzeyde olduğu; 1.7 değerinden aşağı olan değerler ise

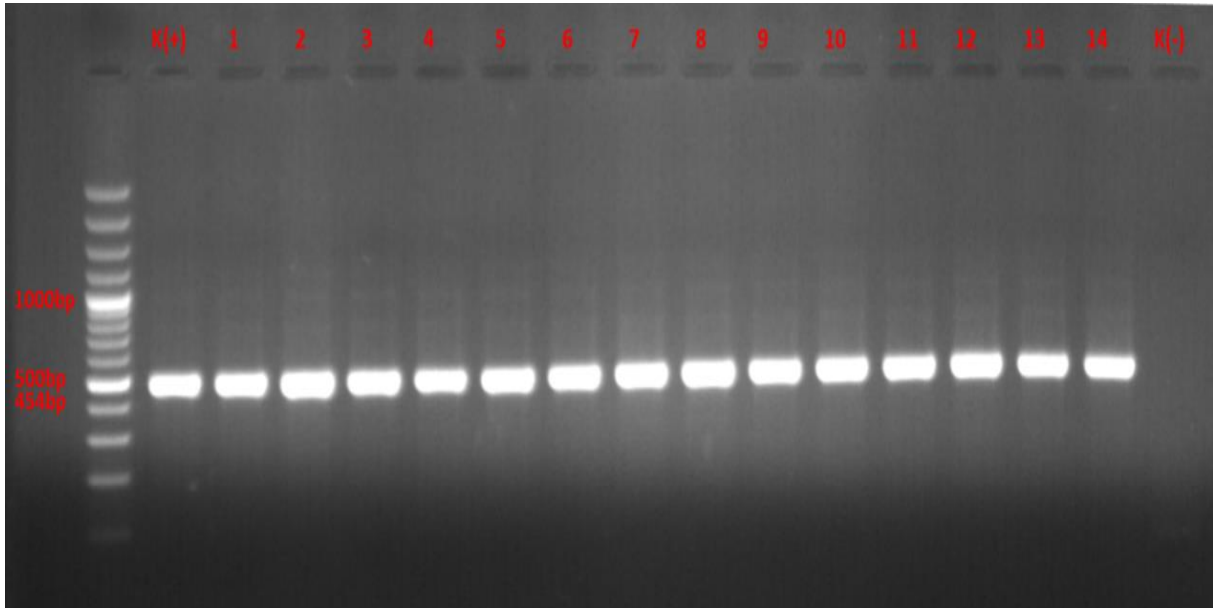
güvensiz tanı olarak kabul edilmiştir. Tanı sonucunda 13 izolat 2 ve üzeri benzerlik indeksi ile, 1 izolat ise 1.89 benzerlik indeksi değeri ile

Pseudomonas savastanoi pv *savastanoi* olarak tanılanmıştır. MALDI-TOF tanı sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. MALDI-TOF ile tanısı yapılan izolatlar ve benzerlik indeksi değerleri.

| izolat | Bakteri tür ismi | MALDI-TOF benzerlik indeksi |
|-------------------|---|-----------------------------|
| Karaali (HZP6) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 1.89 |
| Odabaşı (HZP4) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.09 |
| Karakısı (HZP12) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.57 |
| Gülderen (HZP10) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.14 |
| Ekinci (HZP7) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.57 |
| Altınözü (HZP2) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.22 |
| Arsuz (HZP5) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.09 |
| Belen (HZP3) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.32 |
| Defne (HZP11) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.21 |
| Dörtyol (HZP14) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.31 |
| Erzin (HZP9) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.00 |
| İskenderun (HZP8) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.42 |
| Samandağ (HZP1) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.31 |
| Yayladağı (HZP13) | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.40 |
| Ayvalık1 | <i>P. savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> | 2.42 |

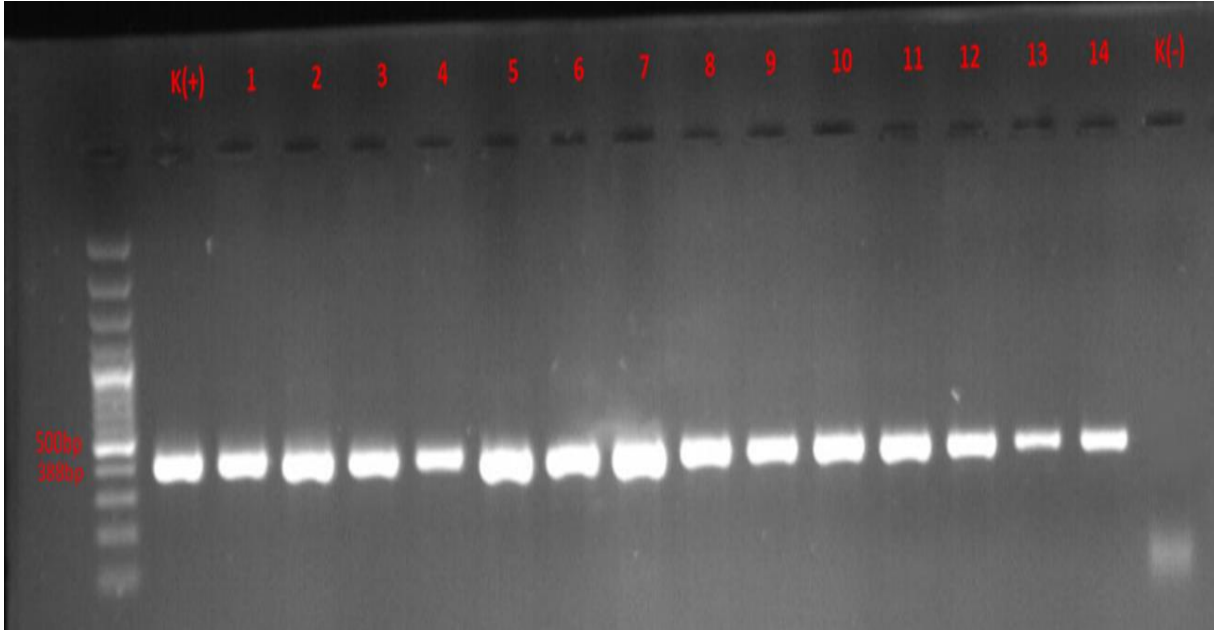
Bakteri izolatlarının moleküler tanısı



Şekil 2. Hatay ili zeytin izolatlarının IAALF ve IAALR primerleri kullanılarak yapılan moleküler tanısında agaroz jel üzerinde oluşan bantlar. K(+): *Psv* Ayvalık1, 1:HZP1, 2:HZP2, 3:HZP3, 4: HZP4, 5:HZP5 6:HZP6, 7:HZP7, 8:HZP8, 9:HZP9, 10: HZP10, 11:HZP11, 12: HZP12, 13:HZP13, 14:HZP14, K(-): Steril saf su.

Biyokimyasal, morfolojik, fizyolojik testler ve MALDI-TOF ile tanı yöntemi ile elde edilen sonuçları teyit etmek amacı ile bakteri izolatları 2 farklı primer çifti kullanılarak moleküler olarak tanılanmıştır. IAALF ve IAALR primerleri ile yapılan PCR çalışmalarında 454 bp’lik bantlar elde edilmiştir (Şekil 2). *Psv*’nin IAALF ve IAALR primerleri

kullanılarak moleküler tanısıyla ilgili birçok çalışmada benzer şekilde bantlar elde edilmiştir (Penyalver ve ark., 2000, Mirik ve Aysan, 2011). Bir diğer primer çifti olan *PsvF* ve *PsvR* ise *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*’ye spesifik bir primer olup 388 bp’lik bant profili (Şekil 3) ile Tegli ve ark. (2010) ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3. Hatay ili zeytin izolatlarının PsvF ve PsvR primerleri kullanılarak yapılan moleküler tanısında agaroz jel üzerinde oluşan bantlar. K(+): *Psv* Ayvalık1, 1:HZP1, 2:HZP2, 3:HZP3, 4: HZP4, 5:HZP5 6:HZP6, 7:HZP7, 8:HZP8, 9:HZP9, 10: HZP10, 11:HZP11, 12: HZP12, 13:HZP13, 14:HZP14, K(-): Steril saf su.

Patojenisite testleri

Patojenisite testlerinde değerlendirmeler inokulasyondan 60 gün sonra yapılmıştır. Kontrol pozitif ve bölge izolatlarının tümü inokulasyon noktalarında hastalığın tipik belirtisi olan gallere neden olmuştur. Steril saf su inokule edilen alanlarda ise herhangi bir hastalık belirtisi görülmemiştir (Şekil 4). Patojenisite testleri sonrası oluşan urlardan tekrar izolasyonlar yapılmış ve elde edilen reizolatlar *Psv* olarak tanılanmıştır. Patojenisite testleri birçok bitki patojeni ile yapılan çalışmalarda önemli bir aşamadır. Koch postulatı

(Koch, 1884) kapsamında, herhangi bir bitkiden izole edilen bitki patojeninin tanısı sonrası son aşamada mutlaka ilk izole edildiği konukçuya inokule edilmesi ve inokulasyon sonrası hastalığın tipik belirtilerinin gözlenerek yeniden izole edilebilmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile de tanı testlerinde *Psv* olarak tanılanan izolatlar patojenisite testleri ile hastalığın orijinal konukçusu olan zeytin fidanlarına inokule edilmiştir. İnokulasyon sonrası fidanlarda hastalığın tipik belirtileri gözlemlenmiş ve bu alanlardan patojen bakteri tekrar izole edilerek *Psv* olarak tanılanmıştır.



Şekil 4. Patojenisite testi amacıyla yapılan inokulasyonlar sonrası Pozitif kontrol (*Psv* Ayvalık1), HZP14 (Dört Yol) ve Negatif kontrol uygulamalarında oluşan belirtiler.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak bu çalışma ile zeytin dal kanseri hastalığının Hatay ili zeytin üretim alanlarındaki mevcut durumu belirlenmiştir. Elde edilen veriler hastalığın bölgemizde son derece yaygın olduğunu ve daha fazla yayılma göstermemesi için hem mevcut bahçelerde hem de yeni tesis edilmesi düşünülen bahçelerde gerekli önlemlerin alınmasının son derece önemli olduğunu göstermektedir. Patojen enfekteli zakkum ve narlardan zeytin bitkisine geçiş yapabildiği için, özellikle yeni tesis edilecek bahçelerin *Psv* ile enfekteli zakkum ve nar bahçelerinden uzak alanlara kurulması önemlidir.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. (<https://www.tarimorman.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 20.05.2019).
- Azad, H.R., Cooksey, D.A. 1995. A semiselective medium for detecting epiphytic and systemic populations of *Pseudomonas savastanoi* from oleander. *Phytopathology* 85, 740–5.
- Azeri, T. 1993. Research on olive leaf spot, olive knot and Verticillium wilt of olive in Turkey. *EPPO Bulletin* 23: 437-440.
- Basim, H., Ersoy, A. 2000. Batı Akdeniz Bölgesinde zeytin ağaçlarında *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* tarafından oluşturulan bakteriyel dal kanseri hastalığının yayılışı ve hastalık etmeninin tanısı. *Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu* 310-315. 6-9 Haziran 2000, Bursa.
- Bozkurt, A., Soylu, S., Mirik, M., Ulubas Serce, C., Baysal, Ö. 2014. Characterization of bacterial knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* on pomegranate (*Punica granatum* L.) trees: A new host of the pathogen. *Letters in Applied Microbiology* 59 (5):520–27.
- Caballo-Ponce, E., Murillo, J., Martínez-Gil, M., Moreno-Pérez, A., Pintado, A., Ramos, C. Knots untie: molecular determinants involved in knot formation induced by *Pseudomonas savastanoi* in woody hosts. *Front Plant Sci.* 2017;8:1089.
- Bradbury, J.F. 1986. *Guide to the Plant Pathogenic Bacteria*. CAB International Mycological Institute, Kew, UK.
- Dara, R. 2010. *Sofralara Geldi Bahar Baharatlar-Kokulu Otlar Yerel ve Evrensel Tatlar*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Eltlbany, N., Prokscha, Z-Z, Castaneda-Ojeda, MP, Krögerrecklenfort, E., Heuer, H., Wohanka, W., Ramos, C., Smalla, K. 2012. A new bacterial disease on Mandevilla sanderi, caused by *Pseudomonas savastanoi*: Lessons

learned for bacterial diversity studies. *Appl Environ Microbiol* 78:8492–8497.

- FAOSTAT, 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi:25.09.2019).
- Fernandes, A., Marcelo, M. 2002. A possible synergistic effect of *Erwinia* sp. on the development of olive knot symptoms caused by *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* in *Olea europaea*. *Acta Horticulture* 586, 729–31.
- Hehn, V. 2000. *Zeytin Üzüm ve İncir- Kültür Tarihi ve Eskizleri*. çev. Necati Aça Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.
- Iacobellis, N S., Caponero, A., Evidente, A. 1998. Characterization of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* strains isolated from ash. *Plant Pathology*, 47: 73-78.
- Janse, JD. 1981. The bacterial disease of ash (*Fraxinus excelsior*) caused by *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *fraxini*. II. Etiology and taxonomic considerations. *Eur. J. For. Pathol.*, 11: 425-438.
- Kaplan, M., Arıhan, K. Seda. (2012). “Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytinyağının Halk Tıbbında Kullanımı”, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 52:2, 41-56.
- Koch, R. 1884. Die Aetiologie der Tuberkulose. *Mitt Kaiser Gesundh.* 2, 1–88. (Google Scholar).
- Leliott, R. A., Stead, D. E. 1987. Diagnostic procedures for bacterial plant diseases In: *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. p:58-59. Blackwell Scientific Publications.
- Marchi, G., Sisto, A., Cimmino, A., Andolfi, A., Cipriani, M.G., Evidente, A., Surico, G. 2006. Interaction between *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* and *Pantoea agglomerans* in olive knots. *Plant Pathology* 55: 61.
- Mirik, M., Aysan, Y., Cinar, O., Sahin, F. 2004. Türkiye’de çeşitli bitkilerden izole edilen *Pseudomonas savastanoi* izolatlarının fenotipik karakterizasyonu. *Türkiye 1. Bitki Koruma Kongresi* 139. 8-10 Eylül 2004, Samsun.
- Mirik, M., Aysan, Y., Sahin, F. 2011. Characterization of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* strains isolated from several host plants in Turkey and report of fontanesia as a new host. *Journal of Plant Pathology* Vol. 93, No. 2, 263-270.
- Mirik, M., Aysan, Y. 2011. Marmara Bölgesinde Zeytin Dal Kanseri Hastalığının Yaygınlığı ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*

- izolatlarının Fenotipik ve Genotipik Karakterizasyonu. Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 279-290.
- Mirik, M., Aysan, Y., Soylu, S. 2019. Zeytin Dal Kanseri, Nar Dal Kanseri, Bacterial Knot Diseases, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Alınmıştır: Bitki Bakteri Hastalıkları, (ed) Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M., 113-115.
- Pavlovic, M., Konrad, R., Iwobi, A.N., Sing, A., Busch, U., and Huber, I., 2012. A dual approach employing MALDI-TOF MS and real-time PCR for fast species identification within the *Enterobacter cloacae* complex. FEMS Microbiology Letters 328: 46-53.
- Penyalver, R., Garcia, A., Ferrer, A., Bertolini, E., Lopez, M. M. 2000. Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in olive plants by enrichment and PCR. Applied and Environmental Microbiology 66:2673-2677.
- Quesada, J.M., García, A., Bertolini, E., López, M.M., and Penyalver, R. 2007. Recovery of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* from symptomless shoots of naturally infected olive trees. Int Microbiol 10: 77– 84.
- Schaad, N. W., Jones, J. B., Lacy, G. H. 2001. Gram negative bacteria, *Pseudomonas*. p: 84-117. In:Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria (Third Edition). APS Press. St. Paul, Minnesota.
- Servi, D. 2009. Aydın İlinde Zeytin Dal Kanseri (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*)'nin Yaygınlığının Belirlenmesi ve PCR ile Tanısı. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 105 s.
- Sivri, N. 2012. Kahramanmaraş, Gaziantep ve Kilis illerindeki Zeytin Üretim alanlarında Görülen Zeytin Dal Kanseri Hastalığı Etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* Tanılanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89s.
- Surico, G., Lavermicocca, P, 1989. A semiselective medium for the isolation of *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*.Phytopathology 79,185–90.
- Tatli, B., Benlioglu, K. 2004. Aydın ve Muğla illeri zeytin alanlarında zeytin ağacı uru hastalığı (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) üzerine çalışmalar. Türkiye 1. Bitki Koruma Kongresi. 147. 8-10 Eylül 2004, Samsun.
- Tegli, S., Cerboneschi, M., Marsili, I., Libelli, I.M., Santilli, E. 2010. Development of a versatile tool for the simultaneous differential detection of *Pseudomonas savastanoi* pathovars by End Point and Real-Time PCR. BMC Microbiology 10:156-169.
- TUİK, 2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&loca=tr> (Erişim tarihi:12.02.2018).

Research Article

Effects of Priming with Copper, Zinc and Phosphorus on Seed and Seedling Composition in Wheat and Barley

Bekir ATAR¹, Veli UYGUR^{2*}, Enise SUKUŞU²

¹Süleyman Demirel University, Agricultural Research and Application Centre, Isparta, TURKEY

²Süleyman Demirel University, Agricultural Faculty, Soil Sciences and Plant Nutrition Department, Isparta, TURKEY

*Corresponding author: veliuygur@sdu.edu.tr

Received: 05.04.2019

Revised in Received: 19.11.2019

Accepted: 19.11.2019

Abstract

Priming the seeds with plant nutrients containing solutions is economically feasible and easy way of preventing plants from future nutrient deficiency problems by enriching seed nutrition content; therefore, it has been commonly used in the last decades. Seeds of barley (*Hordeum vulgare* L., Tokak 157/57) and common wheat (*Triticum aestivum* L., Esperia) were kept in priming solutions containing phosphorus (P), copper sulphate (Cu) and zinc sulphate (Zn) in different concentrations for 10 h and washed in pure water then dried back to the initial moisture content. The chemical compositions of seeds were analysed and then the efficiency tests of priming practices were conducted in completely randomised design pot experiment with three replications. There were priming-induced increases in seeds up to 10.5, 13.4 and 1.61 fold for Cu, Zn and P respectively. The treatments resulted in an increase in the 50% emergence time. Phosphorus treatment (3%) reduced the germination rate by 33% comparing with the control. Seedling nutrient concentrations on the subject were positively responded to nutri-priming treatments. Therefore, these priming techniques could be used to improve seedling's nutrient contents to better perform in the preceding growth stages.

Key words: Barley, nutrient element priming, seedling performance, wheat.

Bakır, Çinko ve Fosfor İçerikli Priming Uygulamalarının Buğday ve Arpada Tohum ve Fide İçeriği Üzerine Etkileri

Özet

Bitki besin içerikli priming uygulamaları ile tohumun zenginleştirilmesi bitkilerin yetiştirme döneminde karşılaşılabilecek mineral madde eksikliğinin giderilmesi için ekonomik ve uygulaması kolay bir yöntemdir ve son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Arpa (*Hordeum vulgare* L., Tokak 157/57) ve ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L., Esperia) tohumları farklı konsantrasyonlardaki fosfor (P), bakır (Cu) ve çinko (Zn) içerikli priming çözeltilerinde 10 saat boyunca bekletilmiş ve saf suda yıkanarak önceki nem içeriğine kadar geri kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar analiz edilmiş ve üç tekerrürlü olarak saksılara ekim yapılmıştır. Priming işlemi tohumdaki Cu, Zn ve P içeriklerini sırasıyla 10.5, 13.4 ve 1.61 kat artırmıştır. Uygulamalar % 50 çıkış süresini artırmıştır. Fosfor uygulaması (% 3), çimlenme oranını kontrole kıyasla % 33 oranında azaltmıştır. Ön uygulama fide besin içeriklerini olumlu yönde etkilemiştir. Yöntem ilk büyüme dönemlerinde fide besin içeriklerini artırdığı için fide performansını geliştirmek için kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Arpa, buğday, besin elementi, priming.

Introduction

Nutrient element deficiency limits crop production in the world's arable land, where the

application of fertilizers to soils is often practiced to achieve satisfactory yield and yield quality (Vance *et al.*, 2003; Fageria, 2009). Early

development stages of a crop such as seed germination, seedling emergence and crop establishment are important aspects of agricultural production, and are in fact important components of seed and seedling vigour (Nadeem *et al.*, 2011; Harris *et al.*, 2007). Nutrient deficiencies related to early growth of the crop can increase susceptibility to early-season stresses (Kakhki *et al.*, 2008) and thus nutrient deficiencies result in yield loss. Common mineral nutrient deficiencies such as iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), etc. are reported to be responsible for human malnutrition above 40% of the world population (White and Broadley, 2009; Cakmak *et al.*, 2010). Nutrient deficiencies in crop plants may be corrected by soil and/or foliar spraying and priming treatments. In general, soil and foliar applications of micronutrients are the most prevalent methods. The higher fertilizer requirement in soil application has disadvantages from the economic and environmental point of view due to low usage efficiency resulting from their chemical reactions with soil components and accumulation in soils, respectively. Despite spraying is a fast and efficient way of treating the micro-/macro-nutrient deficiencies (Malhi, 2009; Guo *et al.*, 2016) it is not economically feasible for small stakeholders (Johnson *et al.*, 2005; Farooq *et al.*, 2012) due to necessity of its repeated applications. Seed treatments were reported to be more advantageous than the soil treatments and practiced especially at early stages of the growth for micronutrients such as Mn and Zn (Moussavi-Nik *et al.*, 1997; Seddigh *et al.*, 2016). Priming the seeds for enriching the nutrient concentrations offers fertilizer economy and practical ease thus it has been regarded as a promising practice in the last decades. Therefore, priming practices have been used for increasing the macro and micronutrient concentrations of seeds towards enhancing the yield (Arif *et al.*, 2007; Sekiya and Yano, 2010; Muhammad *et al.*, 2015) and seedling quality. In addition, priming can be practiced for different purposes such as fast and homogenous germination of seeds (Rashid *et al.*, 2006; Miraj *et al.*, 2013), seed nutrient enrichment (Malhi *et al.*, 2005; Ghassemi-Golezani and Abdurrahmani, 2012; Antonovsky and Ryant, 2015), and pesticides treatment (Khan *et al.*, 2014) and microorganisms inoculation (Mahmood *et al.*, 2016).

Cereals suffer from zinc and copper deficiencies (Jones, 2012; Kumar and Sharma, 2014). In general, the availability of these elements for plants are limited in different type of soils and strongly adsorbed by soil components such as iron oxides, carbonates and organic matter (Uygur and Rimmer, 2000; Flaten *et al.*, 2004; Hettiarachchi *et al.*, 2010, Chittamart *et al.*, 2016; Udeigwe *et al.*,

2016). Copper has specific roles in nitrogen fixation, electron transport and energy absorbance, and protein and carbohydrate metabolisms (Jones, 2012; Marschner, 2012) therefore Cu deficiency results in yield and quality losses in wheat (Brennan and Bolland, 2008; Antosovsky and Ryant, 2015). The efficiency of broadcasting treatment of Cu fertilizers was reported to be limited in the first couple of years (Malhi *et al.*, 2005) due to its chemical reaction with soil components. Halopriming wheat seeds in Cu solution suppressed seedling emergence, but resulted in astonishing increases in grain yield (Malhi, 2009). Priming wheat seed in Cu solution (as low as 0.04 kg Cu ha⁻¹) was an effective method to correct Cu deficiency along with significant seed yield increase. The overall effect of seed priming with Cu, as considered germination and yield, was likely to be dependent on the Cu concentration of priming solution and plant species (Malhi, 2009) with some other environmental conditions. On the other hand, Cu priming enhanced nitrogen use efficiency along with yield increase in corn cultivation (Teama, 2001).

Zinc deficiency is a worldwide incidence in calcareous soils of semi-arid regions (Gomez-Coronado *et al.*, 2017; Joy *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2017). Therefore, Zn deficiency in Turkish soils which is the subject of about 50%. Anatolian soils are reported to exist deleterious Zn deficiency due to alkaline soil reaction, high clay and very high carbonate content (Eyupoglu *et al.*, 1998), threaten crop yield of cereals, mainly wheat (Dogan, 2015) and other agronomic crops. Zinc is structural component of tens of proteins (Marschner, 2012) thus its deficiency cause significant yield loss and growth disorders in wheat (Epstein and Bloom, 2005; Zou *et al.*, 2012). The usage of Zn rich seeds positively affects the yield, promotes seedling growth and corrects to some extent soil induced Zn deficiency symptoms in wheat (Farooq *et al.*, 2012; Prom-u-thai *et al.*, 2012) and other field crops. Despite no enhancement in grain Zn concentration, a considerable yield increase was reported due to priming with mineral Zn carriers; but some of Zn carrying amino acids improved both yield and grain Zn concentration (Seddigh *et al.*, 2016). The other point is that resistance to pathogens can be often obtained by Zn priming (Graham and Rengel, 1993). It was reported that priming was superior over soil fertilizer treatments in improving the yield (Harris *et al.*, 2004; Seddigh *et al.*, 2016).

Phosphorus concentration of cereal grains ranks 0.2-0.5% (Marschner, 2012). Phosphorus as an essential nutrient element takes part key roles in many metabolic processes (Epstein and Bloom, 2005) and it is one of the enzyme components.

Low phosphorus availability in the soils induces root elongation (Rich and Watt, 2013), limits seedling growth performance (Nadeem *et al.*, 2011), and ultimately the yield loss (Fageria *et al.*, 2017). The most significant problem of P management in the soils is related to transformation of readily available fertilizer P into non-plant-available forms relatively in short periods depending on either alkaline or moderate to strong acid pHs and soil properties (Kacar and Katkat, 2009; Uygur, 2009; Fageria *et al.*, 2017). This nature of P in soils can be temporarily overcome by crop-based fertilization practices but the excessive P input to agricultural soils to guarantee an economical crop production lead P accumulation and pose eutrophication of water resources through runoff and soil erosion (Pantano *et al.*, 2016). Such continuous usage of P fertilisers have significantly contributed to total P losses from soil environment and reduced P use efficiency in the food chain from 35% in 1950 to 6% in 2010 (Bai *et al.*, 2016). Thus there is a need for a reasonably acceptable method of challenging of reducing P input without impairing current sustainable crop yield. Priming may be regarded as a promising method that P enriched wheat seed required lesser amounts of fertilizer P than the non-P primed counterpart (Khalil *et al.*, 2010; Sekiya and Yano, 2010). In a very earlier study, priming induced P enrichment in the seeds was reported to improve oat yield without any additional P fertilization (Roberts, 1948). In a recent paper majority of corn seed-P was exported towards newly growing seedlings in 2-3 weeks' time (Nadeem *et al.*, 2011) that relates the significance of seed-P content for early growth stage and seedling quality. Therefore priming may be an economically feasible and environmentally friendly way of sustainable cropping in P deficient soils.

The aim of this study was to investigate the effect of nutri-priming (Cu, Zn and P) on seed nutrient enrichments, germination and emergence properties of seeds and growth performance at seedling growth period. The results of the research may have implications on fertilizer requirement and economy with increasing yield and yield quality.

Materials and Methods

Priming procedures

Esperia bread wheat and Tokak 157/37 barley cultivars were used in the study to test the effect of water priming. Different priming solutions consisting of 0.03 (Cu1) and 0.06% (Cu2) CuSO_4 , 0.3 (Zn1) and 0.5% (Zn2) ZnSO_4 , and 1(P1) and 3% (P2) P_2O_5 were prepared in distilled water (Harris *et al.*, 2004; Johnson *et al.*, 2005; Abdulrahmani *et al.*,

2007; Ali *et al.*, 2008). The adequate amounts of barley and wheat seeds per treatment were soaked for 10 h in either distilled water (control) or in the required nutrient solutions (Harris *et al.*, 2001, 2004). Then seeds rinsed with plenty of distilled water and were left to air-dry until their weights reach about the initial ones.

Pot experiment

Composite surface layer (0-20 cm) of a slightly alkaline clay-loam textured soil (pH 7.9) with available P concentration 20.4 kg ha^{-1} and organic matter content 18 g kg^{-1} was used in the pot experiment. The pot experiment was set-up in completely randomised design with three replications. Soil sample was passed through 20 mm mesh sieve to homogenise and remove large fragments. 1 kg of soil sample was filled into PVC pots of 150 mm diameter. Twenty seeds were sown approximately equidistant within each pot. The moisture content was maintained about 70-80% of the field capacity by irrigating with distilled water in two days interval. Germination was observed daily according to the methods of the AOSA (Association of Official Seed Analysis) (1990). The time to obtain 50% germination (T50) was calculated from the equation given below (Farooq *et al.*, 2005):

$$\text{Emergence rate} = (n_i/N) * 100$$

Where n_i the number of emerging seeds at any time and N is the total number of seeds sowed each pot.

$$50\% \text{ emergence time, } E_{50} = t_i + (N/2) (t_j - t_i) / (n_j - n_i)$$

$$\text{Germination ratio-GP} = (n_i/N) * 100$$

n_i number of germinated seeds, N number of sowed seeds.

$$\text{Time for 50\% emergence- } E_{50} = t_i + (Ng/2) (t_j - t_i) / (n_j - n_i)$$

Ng total number of germinated seeds, n_i and n_j number of seeds germinating in the subsequent day (t_i and t_j), $n_i < N/2 < n_j$ (adapted from Coolbear *et al.*, 1984; Farooq *et al.*, 2005).

Chemical analysis

Four weeks after sowing, the pots were soaked in a reservoir for 24 h and then the plant roots were removed from the soil by means of pressurized water and the contaminants were rinsed by tap and distilled water. Fresh weight of plants were immediately determined upon removal of excessive water and plant samples were oven-dried at $70 \text{ }^\circ\text{C}$ for 72 h until to a constant weight. Dry plant samples were homogenised by reducing the particle size below 0.5 mm. A scoop of plant samples was then digested with the mixture of $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1 on

V/V) for mineral element analysis. Zinc and Cu concentrations of digests were determined by using atomic absorption spectroscopy (Varian AA 240FS) whereas the P concentrations were analysed by a spectrophotometer (T80 UV/VIS spectrometer, PG Instruments Ltd.) after adding vanadomolybdate colour reagent (Murphy and Riley, 1962).

Statistical analysis

The data was subjected to ANOVA using SPSS software and mean separation between the treatments was performed by means of Duncan test at $P \leq 0.05$.

Results and Discussion

Copper, Zn, and P concentration of the primed-seedlings were distinctively higher than the control groups (Table 1). Copper priming to barley seeds resulted in a drastic increase up to 6 to 10 fold for 0.03 and 0.06% treatments, respectively whereas halo-priming with Cu solution did not significantly improved Cu concentration of barley seedlings (7.60 mg kg⁻¹ and 7.89 mg kg⁻¹ for 0.03 and 0.06% treatments, respectively). However, wheat seedlings showed better response to priming treatments and Cu concentration increased from 4.88 to 6.91 and 9.9 mg kg⁻¹ on dry weight base. Zinc priming increased barley seed concentration from 16 mg kg⁻¹ to 178-210 mg kg⁻¹. A similar change was also observed for wheat seeds from 27 to 167-218 mg kg⁻¹. Both primed-barley and -wheat seedlings showed significantly higher Zn concentration than the non-primed seedlings. The effect of priming solution concentration on seedling Zn content was significant. Increasing priming concentration resulted in continuous Zn increase in barley seedlings whereas wheat seedlings responded to Zn priming differently that a negative performance was recorded for the highest Zn containing priming solution. Phosphorus priming at both solution concentrations resulted in increased seed P content for both species. Phosphorus content of control barley seeds was 2520 mg kg⁻¹ and it reached up to 3100 and 4050 mg kg⁻¹ by means of priming with 1 and 3% P containing solutions, respectively. Wheat seeds showed enrichment by 41.3% (3703 mg kg⁻¹) and 60.4% (4203 mg kg⁻¹) comparing to the control (2620 mg kg⁻¹). Seedlings P concentration of wheat was increased from 664 to 1013 mg kg⁻¹ whereas barley seedlings did not respond to increasing priming P concentration.

Generally, a seed rate of 180-200 kg ha⁻¹ is commonly practiced in Turkey. In this case, when

180 kg ha⁻¹ seed rate is used, 3-7 g Cu ha⁻¹, 31-37 g Zn ha⁻¹ and 104-275 g P ha⁻¹ are added by primed barley seeds. The amounts given in wheat seeds are calculated as 5 g Cu, 29-38 g Zn and 198-285 g P ha⁻¹. There were no effects of priming on germination ratio, fresh and dry biomasses of barley seedlings whereas time to 50% germination of seeds became significantly longer than the one observed for the control treatment (Table 2). Seedling fresh and dry weights of wheat did not change significantly with priming practices. The maximum germination ratio (100%) was observed for 0.5% Zn priming. Phosphorus priming with 3% P solution resulted in a detrimental decrease in germination ratio to as small as 60% and increased the time to 50% germination. Mineral composition of different species has a significant degree of genetic variation (Pfeiffer and McClafferty, 2007). As reported in the earlier literature (Ajouri et al., 2004; Johnson et al., 2005) the current study showed that seed priming with different nutrient solutions was effective and practical way of improving Zn, Cu, and P contents. Seed-priming improves crop performance by inducing physiological, molecular and biochemical changes (Chen et al., 2012).

However, barley husk hindered the diffusion of nutrients into endosperm by absorption process. Thus the expected improvement of seedlings was not maintained by nutritional enrichment. Several reports pointed out that the potential of nutripriming by micronutrients in improving yield of wheat and other crop plants (Farooq et al., 2012) whereas Johnson et al. (2005) and Kacar and Katkat (2009) reported that nutripriming had no-effect on either grain yield or grain nutritional status. In contrast to these findings Harris et al. (2004) and Arif et al. (2007) reported nutripriming-induced yield increases. There are relationship between P uptake and Zn and Cu uptake. Phosphorus to zinc ratio is about 200 and an increase in P uptake inversely affects Zn uptake by plants (Chang, 1999; Jones, 2012). This ratio remained well below the critical value upon nutripriming-induced enrichment of nutrient elements in seeds.

Table 1. The effect of priming practices on nutritional compositions of seeds and seedlings .

| | Barley | | Wheat | |
|---------|--------------|--------------------|--------------|------------------|
| | Seed (mg/kg) | Seedling (mg/kg) | Seed (mg/kg) | Seedling (mg/kg) |
| Control | 3.61 c** | 7.51 ^{ns} | 2.70 b** | 4.88 c** |
| Cu1 | 18.4 b | 7.60 | 28.4 a | 6.91 b |
| Cu2 | 37.7 a | 7.89 | 28.0 a | 9.90 a |
| Control | 15.7 b** | 31.9 c** | 26.9 c** | 22.6 c** |
| Zn1 | 210 a | 43.6 b | 167 b | 57.0 a |
| Zn2 | 178 a | 59.4 a | 218 a | 37.5 b |
| Control | 2520 c** | 990 c** | 2620 c** | 664 b** |
| P1 | 3100 b | 2544 a | 3703 b | 934 a |
| P2 | 4050 a | 1831 b | 4203 a | 1013 a |

*, **: significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ probability levels, respectively. ns: no significant
Means in the same columns followed by the same letters are not significantly different.

Table 2. The effects of nutripriming on some seedling properties.

| Treat. | Germination (%) | Time to 50% emergence (days) | Fresh seedling weight (g) | Dry seedling weight (g) | Treat. | Germination (%) | Time to 50% emergence (days) | Fresh seedling weight (g) | Dry seedling weight (g) |
|---------|--------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|-----------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Control | 93.3 ^{ns} | 10.0 c** | 0.823 ^{ns} | 0.120 ^{ns} | Control | 93.3 ab * | 11.7 b* | 0.905 ns | 0.129 ^{ns} |
| Cu1 | 100 | 11.7 b | 0.760 | 0.102 | Cu1 | 93.3 ab | 11.7 b | 0.882 | 0.136 |
| Cu2 | 86.7 | 12.0 b | 0.906 | 0.117 | Cu2 | 86.7 ab | 12.0 ab | 0.721 | 0.113 |
| Zn1 | 93.3 | 12.0 b | 0.858 | 0.114 | Zn1 | 100 a | 12.0 ab | 0.872 | 0.130 |
| Zn2 | 93.3 | 12.0 b | 0.988 | 0.139 | Zn2 | 93.3 ab | 12.0 ab | 0.882 | 0.124 |
| P1 | 93.3 | 13.0 a | 0.822 | 0.116 | P1 | 73.3 ab | 13.7 ab | 0.906 | 0.128 |
| P2 | 93.3 | 12.0 b | 0.884 | 0.125 | P2 | 60.0 b | 14.0 a | 0.811 | 0.106 |

*, **: significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ probability levels, respectively. ns: no significant
Means in the same columns followed by the same letters are not significantly different.

Since nutripriming practices foster earlier and stronger seedling development it leads an increase in the vegetative growth (Khalil *et al.*, 2010). Addition of Zn in priming solution further improved seedling growth in early stages depending on possible involvement of Zn in the early stages of coleoptile and radicle development (Ozturk *et al.*, 2006). The enriched amounts of Zn in seeds maintained by priming can induce vigorous seedling formation with heavier biomasses (Harris *et al.*, 2007) but this doesn't always require a concentration increase in the seedlings. In accordance with this no-enrichment of Zn concentration was reported for rice seedling leaves (Johnson *et al.*, 2005). Despite Zn addition in priming solution improved either fresh or dry biomasses it was not significant due possibly to shortage in growth period. This finding is in accordance with those reported by Ajouri *et al.* (2004). Concentrated nutripriming treatments may be hazardous to seeds with potential inhibition of germination (Roberts, 1948) and thus yield losses in some growth periods due to insufficient plant density (Johnson *et al.*, 2005; Malhi, 2009). In this study the main inverse effect of nutripriming treatments was increased time to 50% emergence. This response may be related to nutripriming induced-toxicity or –slowdown in germination metabolisms.

Conclusions

Nutripriming practices can be used efficiently as easy and economically feasible way of increasing seed nutritional composition, but it should be careful about the concentration of the solution to eliminate its inverse effects on germination potential of seeds. The presence of seed husk can prevent the efficiency of nutripriming practice to increase seed and seedling nutrient composition. Enriching the seed nutritional status results in improvement of nutritional composition of seedlings which, in fact, may positively influence the plant developments in the subsequent growing stages.

References

Abdulrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Asl, V.F. 2007. Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Food Agric. Environ.*, 5(3/4): 179.

Ajouri, A., Asgedom, H., Becker, M. 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 167: 630–636.

Ali, S., Khan, A.R., Mairaj, G., Arif, M., Fida, M., Bibi, S. 2008. Assessment of different crop nutrient

management practices for yield improvement. *Aust. J. Crop Sci.*, 2(3): 150-157.

Antosovsky, A., Ryant, P. 2015. The yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum*) grain after application of micronutrients on seed. *Mendelnet*, 17-22.

AOSA. 1990. Rules for testing seeds. *J. Seed Technol.*, 12, 1–112.

Arif, M., Waqas, M., Nawab, K., Shahid, M. 2007. Effect of seed priming in zn solution on chickpea an wheat. *Afr. Crop Sci. Conf. Proc.*, 8: 237-240.

Bai, Z. H., Ma, L., Ma, W.Q., Qin, W., Velthof, G., Oenema, O., Zhang, F.S. 2016. Changes in phosphorus use and losses in the food chain of China during 1950-2010 and forecasts for 2030. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 104(3): 361-372.

Brennan, R.F., Bolland, M.D.A. 2008. Long-term residual value of zinc fertilizer for pasture legumes using yield of dried herbage and critical concentration of zinc in young tissue. *J. Plant Nutr.*, 31(4): 613-637.

Cakmak, I., Pfeiffer, W.H., McClafferty, B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chem.*, 87: 10–20.

Chang, S.S. 1999. Micronutrients in crop production of Taiwan. In: *Proceedings of International Workshop on Micronutrient in Crop Production*, held in Nov, pp. 8-13.

Chen, K., Fessehaie, A., Arora, R. 2012. Selection of reference genes for normalizing gene expression during seed priming and germination using qPCR in *Zea mays* and *Spinacia oleracea*. *Plant Mol. Biol. Rep.*, 30(2): 478-487.

Chittamart, N., Inkam, J., Ketrot, D., Darunsontayaç, T. 2016. Geochemical fractionation and adsorption characteristics of zinc in thai major calcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 47(20): 2348-2363.

Coolbear, P., Francis, A., Grierson, D. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment under the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.*, 35: 1609-1617.

Dogan, Y. 2015. Investigation of micro and macro element content of wheat varieties grown commonly in Turkey. *Oxid. Commun.*, 38: 1265-1274.

Epstein, E., Bloom, A.J. 2005. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. (2nd ed) Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, U.S.A.

Eyupoglu, F., Kurucu, N., Talaz, S. 1998. Plant available trace element (Fe, Cu, Zn, Mn) status of Turkish soils. *Soil and Fertilizer Res. Inst. Publ*, 128, 72.

Fageria, N.K. 2009. *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Press, New York

Fageria, N.K., Baligar, V.C., He, Z. 2017. *Phosphorus management in crop production*. CRC Press.

Farooq M., Basra, S.M.A., Hafeez, K., Ahmad, N. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. *Acta Bot. Sin.*, 47: 187-193.

- Farooq, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M. 2012. Micronutrient application through seed treatments - a review. *J. Soil Sci. Plant. Nutr.*, 12: 125-142.
- Flaten, P.L., Karamanos, R.E., Walley, F.L. 2004. Mobility of copper from sulphate and chelate fertilizers in soils. *Can. J. Soil Sci.*, 84(3): 283-290.
- Ghassemi-Golezani, K., Abdurrahmani, B. 2012. Seed priming, a way for improving grain yield and nutritional value of barley (*Hordeum vulgare* L.) under dry land condition. *Res. Crop.*, 13: 62-66.
- Gomez-Coronado, F., Poblaciones, M.J., Almeida A.S., Cakmak. I. 2017. Combined zinc and nitrogen fertilization in different bread wheat genotypes grown under Mediterranean conditions, *Cereal. Res. Commun.*, 45: 154-165.
- Graham, R.D., Rengel, Z. 1993. Genotypic variation in zinc uptake and utilization by plants. In: Robson, A.D. (Ed), *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 107-118.
- Guo, X., Feng, X.M., Hu, X.Y., Tian, G.L., Ling, N., Wang, J.H., Shen, Q.R., Guo, S.W. 2016. Effects of soil zinc availability, nitrogen fertilizer rate and zinc fertilizer application method on zinc biofortification of rice. *J. Agr. Sci-Cambridge*, 154: 584-597.
- Harris, D., Raghuvanshi, B.S., Gangwar, J.S., Sing, S.C., Joshi, K.D., Rashid, A., Hollington. P.A. 2001. Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Exp. Agric.*, 37: 403-415.
- Harris, D., Rashid, A., Arif, M., Yunas, M. 2004. Alleviating micronutrient deficiencies in alkaline soils of the North-West Frontier Province of Pakistan: on-farm seed priming with zinc in wheat and chickpea. In: *Micronutrients in South and South East Asia*, Proceedings of an International Workshop held in Kathmandu, Nepal, pp 143-151.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., Shah, H. 2007. 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution—A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Res.*, 102(2): 119-127.
- Hettiarachchi, G.M., Lombi, E., McLaughlin, M.J., Chittleborough D.J., Johnston, C. 2010. Chemical behaviour of fluid and granular Mn and Zn fertilisers in alkaline soils. *Aust. J. Soil Res.*, 48(3): 238-247.
- Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch R.M., Duxbury, J.M. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Exp. Agric.*, 41(04): 427-448.
- Jones, J.B. 2012. *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual*. CRC Pres, Taylor & Francis Group, US.
- Joy, E.J.M., Ahmad, W., Zia, M.H., Kumssa, D.B., Young, S.D., Ander, E.L., Watts, M.J., Stein, A.J., Broadle, M.R. 2017. Valuing increased zinc (Zn) fertiliser-use in Pakistan. *Plant Soil*, 411: 139-150.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 2009. *Fertilizers and Fertilization Technics*. Nobel Press, No: 1119, Ankara (in Turkish).
- Kakhki, H.R.T., Kazemi, M., Tavakoli, H. 2008. Analysis of seed size effect on seedling characteristics of different types of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Asian J. Plant Sci.*, 7(7): 666.
- Khalil, S.K., Khan, S., Rahman, A., Khan, A.Z., Khalil, I.H., Amanullah, W.S., Khan, A. 2010. Seed priming and phosphorus application enhance phenology and dry matter production of wheat. *Pak. J. Bot.*, 42(3): 1849-1856.
- Khan, A.R., Ullah, I., Khan, A.L., Hong, S.J., Waqas, M., Park, G.S., Lee, I.J. 2014. Phytostabilization and physicochemical responses of Korean ecotype *Solanum nigrum* L. to cadmium contamination. *Water Air Soil Poll.*, 225(10): 2147.
- Kumar, P., Sharma, M.K. 2014. *Nutrient Deficiencies of Field Crops: Guide to Diagnosis and Management*. Cabi, Oxfordshire.
- Liu, D.Y., Zhang, W., Yan, P., Chen, X.P., Zhang, F.S., Zou, C.Q. 2017. Soil application of zinc fertilizer could achieve high yield and high grain zinc concentration in maize. *Plant Soil*, 411(1-2): 47-55.
- Mahmood, A., Turgay, O.C., Farooq, M., Hayat, R. 2016. Seed biopriming with plant growth promoting *rhizobacteria*: a review. *Fems Microbiol. Ecol.*, 92.
- Malhi, S.S. 2009. Effectiveness of seed-soaked Cu, autumn-versus spring-applied Cu, and Cu-treated P fertilizer on seed yield of wheat and residual nitrate-N for a Cu-deficient soil. *Can. J. Plant Sci.*, 89(6): 1017-1030.
- Malhi, S.S., Cowell, L., Kutcher, H.R. 2005. Relative effectiveness of various sources, methods, times and rates of copper fertilizers in improving grain yield of wheat on a Cu-efficient soil. *Can. J. Plant Sci.*, 85: 59–65.
- Marschner, H. 2012. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Third edition. Academic press. San Diego, USA.
- Miraj, G., Shah, H. U., Arif, M. 2013. Priming maize (*Zea mays*) seed with phosphate solutions improves seedling growth and yield. *J. Anim. Plant Sci.*, 23: 893-899.
- Moussavi-Nik, M., Rengel, Z., Hollamby, G.J., Ascher, J.S. 1997. Seed manganese (Mn) content is more important than Mn fertilisation for wheat growth under Mn deficient conditions. In: Ando et al. (Eds) *Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment*. Springer, Netherlands, pp. 267-268.
- Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R., Gunter, N. 2015. Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize. *J. Plant Nutr.*, 38: 1803-1821.
- Murphy, J., Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.*, 27: 31-36.
- Nadeem, M., Mollier, A., Morel, C., Vives, A., Prud'homme, L., Pellerin, S. 2011. Relative

- contribution of seed phosphorus reserves and exogenous phosphorus uptake to maize (*Zea mays* L.) nutrition during early growth stages. *Plant Soil*, 346: 231-244.
- Ozturk, L., Yazici, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Cakmak, I. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiologia Plantarum*, 128(1): 144-152.
- Pantano, G., Grosseli, G.M., Mozeto, A.A., Fadini, P.S. 2016. Sustainability in phosphorus use: a question of water and food security. *Química Nova*, 39(6): 732-740.
- Pfeiffer, W.H., McClafferty, B. 2007. HarvestPlus: breeding crops for better nutrition. *Crop Sci.*, 47(3): 88.
- Prom-u-thai, C., Rerkasem, B., Yazici A., Cakmak, I. 2012. Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 175: 482-488.
- Rashid, A., Hollington, P.A., Harris, D., Khan, P. 2006. On-farm seed priming for barley on normal, saline and saline-sodic soils in North West Frontier Province. *Pak. Eur. J. Agron.*, 24: 276-281.
- Rich, S.M., Watt, M. 2013. Soil conditions and cereal root system architecture: review and considerations for linking Darwin and Weaver. *J. Exp. Bot.*, 64: 1193-1208.
- Roberts, W.O. 1948. Prevention of mineral deficiency by soaking seed in nutrient solution. *J. Agric. Sci.*, 38(04): 458-468.
- Seddigh, M., Khoshgoftarmansh, A. H., Ghasemi, S. 2016. The effectiveness of seed priming with synthetic zinc-amino acid chelates in comparison with soil-applied ZnSO₄ in improving yield and zinc availability of wheat grain. *J. Plant Nutr.*, 39(3): 417-427.
- Sekiya, N., Yano, K. 2010. Seed P-enrichment as an effective P supply to wheat. *Plant Soil*, 327: 347-354.
- Teama, E.A. 2001. Improving yield of maize and nitrogen use efficiency by soaking grains in some micronutrient solutions. *Assiut J. Agric. Sci.*, 32: 49-62.
- Udeigwe, T.K., Eichmann, M., Eze, P.N., Ogendi, G.M., Morris, M.N., Riley, M.R. 2016. Copper micronutrient fixation kinetics and interactions with soil constituents in semi-arid alkaline soils. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 62(3): 289-296.
- Uygur, V. 2009. Phosphate sorption in calcareous soils: the role of iron oxide and carbonates. *Asian J. Chem.*, 21: 3001-3009.
- Uygur, V., Rimmer, D.L. 2000. Reactions of zinc with iron-oxide coated calcite surfaces at alkaline pH. *Eur. J. Soil Sci.*, 51(3): 511-516.
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., Allan, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytolog.*, 157(3): 423-447.
- White, P.J., Broadley, M.R. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytolog.*, 182(1): 49-84.
- Zou, C.Q., Zhang, Y.Q., Rashid, A., Ram, H., Savasli, E., Arisoy, R.Z., Hassan, M. 2012. Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant Soil*, 361(1-2): 119-130.

Araştırma Makalesi

Kırklareli İlinde Kullanılan Bazı Damla Sulama Sistemlerinin Teknik Performanslarının Değerlendirilmesi

Selçuk ÖZER*, Ozan ÖZTÜRK, Ülviye ÇEBİ, Başak AYDIN

Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Kırklareli

*Sorumlu yazar: selcukozer86@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 29.11.2019

Kabul Tarihi: 05.12.2019

Özet

Bu çalışma, 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde damla sulama sisteminin kullanıldığı ve farklı bitkilerin (Mısır ve ceviz) yetiştirildiği 11 adet işletmede yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü işletmelerdeki damla sulama sistemlerinde, sulama eş dağılımının (CU) %80-96, dağılım türdeşliğinin (DU) %68-96, damlatıcı debi veya su çıkış (yayınım) türdeşliği (EU), %59-93, alt çeyrek gerçek uygulama randımanının (AELQ) %54-86, alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ), %52-84 ve sistem su uygulama randımanının (Ea) %45-94 arasında değiştiği bulunmuştur. Yapılan araştırma sonuçlarına göre; test edilen damla sulama sistemlerinin bazılarında arazide yapılan ölçümler ile tam bir projelendirme ve işletme yapılmadığı anlaşılmıştır. Damla sulama sistemi kurulu alanlarda yeterli işletme birimlerinin kurulmadığı, ana boru, manifold, lateral hatlarının ve filtrasyon sisteminin uygun seçilmediği yerinde yapılan ölçümlerle ve gözlemlerle belirlenmiştir. Testlerin yapıldığı işletmelerde sistemi kullanan çiftçilerin, sistemin kullanılması ve işletilmesi hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmadığı anlaşılmıştır. Sonuç olarak en uygun sulama sisteminin seçiminde, kurulmasında ve işletilmesinde; toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin irdelendiği, iyi bir planlama, projelendirme, uygulama ve işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmalarının bir bütün halinde olması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Damla sulama, performans, dağılım türdeşliği, debi değişimi, alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı.

Evaluation of the Technical Performances of Some Drip Irrigation Systems used in Kırklareli Province

Abstract

This study was carried out in 11 farms in which drip irrigation systems were used and different crops (maize and walnut) were grown in Kırklareli in 2017-2018. In the farms, it was determined that irrigation corresponding distribution, distribution homogeneity, dripper water distribution uniformity, lower quartile actual application efficiency and lower quartile potential application efficiency changed between %80-96, %59-89, %56-86 and %52-80, respectively. With this study, it was concluded that a full projecting was not done in some of the tested drip irrigation systems. It was determined that in drip irrigation established areas, adequate enterprise units were not constituted and main pipe, manifold, lateral lines and filtration system were not properly chosen by the measurements and the observations. It was concluded that the farmers, using the system in the tested enterprises, did not have adequate knowledge about the usage and the management of the system. As a result, in the selection, installation and operation of the most suitable irrigation system; soil-plant-atmosphere and water relations, including a good planning, projecting, implementation and operation of engineering studies should be integrated as a whole.

Key words: Drip irrigation, performance, distribution homogeneity, change of flow rate, lower quartile actual application efficiency, lower quartile potential application efficiency.

Giriş

Sulama, bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan suyun doğal yollarla karşılanamayan kısmının bitki

kök bölgesine istenilen zamanda ve miktarda verilmesi şeklinde tanımlanabilir. Sulama yöntemleri içerisinde eşdeğer su kullanımı sağlayan,

yüksek randımana sahip, sulama suyundan tasarruf etme imkânı sunan ve işletme kolaylığı bakımından damla sulama yöntemi en uygun sulama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Damla sulama yöntemi genel olarak su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, ana boru hattı, yan boru hattı, lateral boru hatları ve damlatıcılardan oluşmaktadır. Bu sisteme ait elemanların tasarlanması, seçilmesi ve kurulumu ise önemli bir bilgi birikimi ve mühendislik işlemleri gerektirmektedir. Ayrıca, yöntemin en büyük dezavantajı ise ilk yatırım masraflarının yüksek olmasıdır. Bu yüzden sistemin iyi bir şekilde planlanması, kurulması ve işletilmesini zorunlu hale gelmektedir. Damla sulama sistemlerinin dünyadaki tarım alanlarında çok hızlı bir şekilde kullanılmaya başlanması, birçok sorununda ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sorunların başında, sistemlerin toprak, bitki, topografya gibi değişkenlerin göz önünde bulundurulmadan projelendirilmesi, kurulması ve işletilmesi gelmektedir (Yazgan ve ark. 2000, Burt, 2004). Kullanılacak damla sulama sistem ekipmanlarının istenilen toprak, bitki gibi değişkenler göz önünde bulundurulması seçilmesi, test edilmesi ve sonra sistemin tamamının ayrıntılı olarak gözden geçirilmesi damla sulama sistemlerinde performans belirleyebilmek adına gerekli olan en önemli kriterlerdir. Kullanılan damlatıcının tipi, debisi ve üniformitesi, lateral basınçlarındaki değişim, ıslatılacak alan yüzdesi ve sulama randımanı gibi ölçütler değerlendirme aşamasında bilinmelidir. Merriam ve Keller (1978) ıslatılan alan yüzdesinin toprak tipine, damlatıcı arığına göre değiştiğini ve bu değerlerin projelendirmede %33 olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Keller ve Karmeli (1974) bir damla sulama sisteminin kurulmasında eş su dağılımının değerlendirilmesi için üniformite katsayısının kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Wu ve Gitlin (1973), damla sulama projelendirmesinde Christiansen eş dağılım katsayısının (CU) %95-98 arasında olmasının kabul edilebilir, %95'ten düşük olmasının kabul edilemez olduğunu bildirmişlerdir. Korukçu ve Yıldırım (1984) ise damla sulama yöntemi projelendirmesinde CU değerinin %98'den büyük olması gerektiğini açıklamışlardır. Orta (1991), Antalya'da yaptığı çalışmada 9 farklı damla sulama işletmesinin performans kriterlerini incelemiş, sonuç olarak sistemlerin düzgün kurulmadığını, işletilmediğini, filtrasyon işleminin yeterli olmadığını ve işletme basıncının düşük olduğunu tespit etmiştir. Reinders ve Koeglenberg (2003), Afrika'da yaptıkları bir çalışmada arazide kullanılan damla sulama sistemlerini hem laboratuvar koşullarında hem de arazi koşullarında test etmiş, damlatıcı ve sistem kalitesini ortaya

koymaya çalışmışlardır. Von Bernouth ve Solomon (1986), damlatıcı yapım farklılık katsayısı değerlerini $<0,05$ ise iyi, $0,05-0,10$ arası orta, $0,10-0,15$ arası zayıf, $>0,15$ ise kullanılamaz olarak ifade etmişlerdir. Al-Karaghouli ve Minasian (1992), damla sulama sistemlerinde EU (damlatıcı su dağılım üniformitesi) değerinin verimle doğru ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Dalvi ve ark. (1995), test ettikleri damlatıcılarda EU değerinin %70-90 arasında bulmuşlardır. Merriam ve Keller (1978), yaptıkları değerlendirmelere göre $DU < 70$ zayıf, $DU = 70-80$ kabul edilebilir, $DU = 80-86$ iyi, $DU = 87-90$ iyi, $DU = 90-94$ ve $DU > 94$ mükemmel olarak kabul edilmektedir. Sistem su uygulama randımanı (Ea) uygulanan toplam suyun bitki kök bölgesinde biriken kısmı olarak tanımlanabilir. Sistem su uygulama randımanını etkileyen faktörlerin en önemlileri sulama yöntemi, toprak tipi ve uygulanan sulama suyu miktarıdır. Merriam ve ark. (1980) tarafından damla sulama sistemlerinin performans değerlendirilmesinde, sistem su uygulama randımanı (Ea), alt çeyrek potansiyel ve gerçek uygulama randımanlarının (PELQ ve AELQ) kullanılabilir parametreler olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca alt çeyrek potansiyel ve gerçek uygulama randımanları (PELQ ve AELQ) sistemin düzgün kurulup kurulmadığını gösteren ve işletim yanlışlarını gösteren parametreler olarak gösterilebilir. Uygan ve Çetin (2011) Eskişehir ve Sakarya'da yaptıkları çalışmada test ettikleri damla sulama sistemlerinde, kullanılan sistemlerin çoğunda uygulama randımanlarının düşük olduğunu, su dağılım türdeşliğinin ise bazı testlerde iyi bazı testlerde yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Bağdatlı (2006), Konya'da damla sulama ile sulanan sebze tarımı yapılan alanlarda yaptığı performans değerlendirmesi sonucunda, kontrol birimi unsurlarının eksik olduğunu bu yüzden sulama uygulamalarının randımanlı bir şekilde yapılmadığını bulmuştur. Bunun yanında sistemin ilk projelendirme ve kurulum aşamasında bazı yanlışlar olduğunu, sistemlerin yüksek performans ile çalışmadığını bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Kırklareli ilinde kurulu olan damla sulama sistemlerinin performansını ölçmek, sistemin projelendirilmesinde, kurulmasında ve işletilmesinde ortaya çıkan sorunlara çözüm önerileri getirmektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma yeri

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde yoğun bir şekilde mısır ekimi yapılan ve damla sulama yönteminin tercih edildiği çiftçi arazilerinde ve yeni desteklemeler ile tarımı hızla artan ceviz bahçelerinde yapılmıştır. Damla sulama

performans testleri 7 adet mısır arazisi ve 4 adet ceviz bahçesinde yürütülmüştür. Kırklareli ili, Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde, Trakya kesiminde yer almaktadır. Yörelere açısından farklılık gösteren Kırklareli ilinin iklimi, Yıldız Dağları'nın kuzeye bakan kesimlerinde Karadeniz, denizden uzak iç kesimlerde ise karasal iklim özelliği göstermektedir. Sıcaklık farkı mevsimler arasındaki yüksek olarak gerçekleşmektedir. İç kesimlere oranla, Kara Denize kıyısı olan yerlerde yıllık yağış miktarı daha fazladır. İl genelindeki toprakların bünyesi genellikle, kumlu-tın, siltli tın, tın, killi tın ve kil olmak üzere orta veya ince bünyelidir (Topraksu 1972).

Arazide yapılan ölçme ve analizler

Çalışmanın yürütüldüğü sahalarda, damla sulama sisteminde üretim alanını temsil edecek iki alt birim (manifold) seçilmiştir. Seçilen manifoldların giriş çıkışlarında basınç ölçümleri yapılmış, her bir manifold üzerinde 4 ayrı lateral (manifoldun girişinde, 1/3, 2/3 ve sonunda) seçilmiştir. Ayrıca bu laterallerin her birinin girişinde, 1/3'ünde, 2/3'ünde ve sonunda damlatıcılar seçilmiş ve seçilen noktadaki damlatıcılarda debi ve basınç ölçümleri yapılmıştır. Böylece, her lateralde en az 16 damlatıcı olmak üzere, bir sistemde en az 64 damlatıcı test edilmiştir.

Sulama (uygulama) eşdağılım (CU)

Sulama (uygulama) eşdağılım (CU), Keller ve Karmeli (1974), Kanber ve ark. (1996) tarafından verilen yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır.

$$CU = 100.0 - 80.0 \frac{S_d}{q} \quad (1)$$

Eşitlik için çok sayıda veri kullanılacağı için debi değerlerinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Eşitlikte;

S_d : Standart sapma,

\bar{q} : ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$.

Dağılım türdeşliği (DU)

Uygulama eşdağılımının bir diğer indeksi olarak belirlenmiştir. Değerlendirilen alt birimde dikkate alınan damlatıcı debilerinden en küçük 1/4'ünün ortalama değerinin (alt çeyrek ortalama debi değeri), alt birime ilişkin ortalama debi değerine oranı olarak hesaplanmıştır (James 1988, Kanber ve ark. 1996).

$$DU = 100 \frac{q_{lq}}{q} \quad (2)$$

Eşitlikte;

\bar{q}_{lq} : simgesi alt çeyrek ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$,

\bar{q} : ortalama damlatıcı debisini, $L h^{-1}$ göstermektedir.

Damlatıcı debi veya su çıkış (yayınım) türdeşliği (EU), Keller ve Karmeli (1974) tarafından verilen yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EU = \left[1 - 1.27 \frac{C_v}{N^{0.5}} \right] \frac{q_{min}}{q} \quad (3)$$

Eşitlikte;

EU : Damlatıcı debi veya su çıkış (yayınım) türdeşliği, %,

N : Değerlendirilen damlatıcı sayısı, adet,

C_v : Varyasyon katsayısı,

q_{min} : Minimum damlatıcı debisi, ,

\bar{q} : Ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$ göstermektedir.

Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ)

Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı Merriam ve ark. (1980) tarafından verilen yaklaşımlar kullanılarak hesaplanmıştır.

$$PELQ = 0.9 \times EU \quad (4)$$

Eşitlikte;

$PELQ$: Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı, %,

EU : Damlatıcı debi yayınım (çıkış) türdeşliğini, % göstermektedir.

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELQ)

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELQ), Merriam ve ark. (1980) tarafından verilen ilkeler dikkate alınarak hesaplanmıştır.

$$AELQ = 100 \frac{SMD}{\bar{d}} \quad (5)$$

$AELQ$: Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, %,

SMD : Sulama başlangıcında ıslatılmak istenen toprak derinliğindeki eksik nem miktarını, mm,

\bar{d} : Damlatıcılar aracılığı ile uygulanan ortalama su derinliğini, mm, göstermektedir.

Debi değişimi (qv)

Sistemde kullanılan laterallerdeki debi değişimi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla bulunmuştur (Camp ve ark. 1997).

$$qv = [(q_{max} - q_{min})/q_{max}] \times 100$$

Eşitlikte;

qv : Sistemdeki damlatıcı debi değişimi yüzdesi, %,

q_{max} : Maksimum ölçülen debi değeri, $L h^{-1}$,

q_{min} : Minimum ölçülen debi değeri, $L h^{-1}$.

Bulgular ve Tartışma

Testi yapılan işletmelerin kurulu olduğu arazide damla sulama sistemi ve sulama suyunun bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı Kırklareli ilinde mısır ekilen arazi topraklarının genelde orta bünyeye sahip (kumlu-tın ve kumlu-killi-tın), ceviz bahçelerinin bulunduğu arazilerin ise kumlu-killi-tın, killi yapıya sahip topraklardan oluşmuştur. Testlerin yapıldığı alanlarda kullanılan sulama suyu kaliteleri T1A1, T2A1 ve T3A1 sınıflarında yer almıştır. Sulama suyu EC değerleri 0.223-1.165 dS m⁻¹ değerleri arasında ve pH değerleri ise 6.92-8.26 arasında değişmiştir. Bu sınıflamaya göre T1-az tuzlu, T2-orta tuzlu su ve A1-az sodyumlu su sınıfında yer almış olup, gerek tuzluluk gerek alkalilik bakımından değişik topraklarda ve çeşitli bitkilerde sulama suyu olarak kullanılabilir su sınıfında yer almıştır. Araştırmada mısır yetiştiriciliği yapılan alan büyüklükleri 8-25 da, ceviz yetiştiriciliği yapılan alanlar ise 8,5-30 da arasında değişmiştir. Kullanılan sistemlerin tamamına yakınında hidrosiklon ve gübre tankı kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanında T1, T5 ve T6 testlerinde kum çakıl filtre tankının bulunmadığı gözlenmiştir. Lateral uzunluklarının mısır tarımı yapılan arazilerde 40-307 m, ceviz tarımı yapılan alanlarda ise 80-140 m arasında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 1). T2, T3, T4, T5 ve T6 testlerinin yapıldığı damla sulama ile sulanan mısır bitkisindeki ölçülen lateral uzunlukları (180-307 m), sistem kurulumunda istenilen lateral uzunluk değerlerinin çok üstünde bulunmuştur. Ceviz tarımı yapılan alanlarda uygun lateral uzunluklarının seçildiği görülmüştür.

Performans ölçütleri

Arazide yapılan ölçümler ve bu ölçümlerden elde edilen değerler ile hesaplanan performans ölçütleri Çizelge 2 ’de verilmiştir. Sulama eş dağılım katsayısı (CU) değerleri %80-96 arasında değişmiş olup, T4, T6 ve T7 testleri iyi, geri kalan testlerin tamamında sulama eş dağılımı (CU) (Tüzel, 1993) bakımından çok iyi sınıfında yer almıştır. Aynı doğrultuda, Konya havzasında yapılan damla sulama performans ölçüm çalışmalarında CU değerlerini % 69-94 arasında çok iyi, iyi ve zayıf sınıfında bulunduğunu bildirmişlerdir (Bağdatlı ve Acar 2009, Düzgün 2009). Dağılım Türdeşliği (DU) alt birimlerde dikkate alınan damlatıcı debilerinin en küçük ¼’nün ortalamasının, ortalama debi değerine oranı olarak hesaplanmıştır (James, 1988). Araştırmanın yapıldığı test parsellerinde DU değerleri %68-94 değerleri arasında değişmiştir. Merriam ve Keller (1978)’de yapılan değerlendirmeye göre T6 testi “kabul edilemez”,

T4 ve T5 testleri “zayıf”, T2 testi “kabul edilebilir” olarak bulunmuş ve diğer yapılan testlerin hepsi “iyi ve mükemmel” sınıfında yer almıştır. Buna göre kabul edilebilir düzeyde üniform sulama yapıldığı görülmüştür. Camp ve ark. (1997) yaptıkları araştırmada DU değerlerini %65- 98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çizelge 2 incelendiğinde CU değerleri DU değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi CU hesaplamasında ortalamalardan olan sapmaların kullanılması, DU hesaplamasında ise alt çeyrek ortalamalarının kullanılması gösterilebilir (Camp ve ark. 1997). Test yapılan parsellerin tümünde su çıkış eş dağılımı (EU) değerleri %58-89 arasında değişmiştir. Testi yapılan parsellerin çoğunda %80 değerinin üzerinde bulunmuş ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu söylenebilir (Merriam ve Keller 1978, ASAE 1996). T2, T4 ve T6 parsellerinde DU değerleri düşük çıkmasının nedeni topografyanın dik ve dalgalı eğime sahip olması, tıkanan damlatıcılar, yetersiz filtreleme olarak gösterilebilir. Dalvi ve ark. (1995), yaptıkları araştırma ’da, düşük EU değerlerinin sebebinin tıkanan damlatıcılar, sistemden olan sızmalar ve sistem parçalarında meydana gelen deformasyonlar olarak göstermişlerdir. Bu testlerde (T2, T4 ve T6) su çıkış eş dağılımı düşük bulunmuş, suyun alana eşit dağılımı kabul edilebilir değerlerin çok altında çıkmıştır. Bundan dolayı eş bir sulama yapılamadığı gözlenmiştir. Çamoğlu ve Yavuz (2004) farklı damlatıcılar ile yaptıkları araştırmada EU değerini % 96.04-%96,61 arasında bulmuşlardır. Bizim araştırmamızda bulduğumuz EU değerlerinin (%58-89) düşük bulunmasının nedeni işletme basıncının istenilen 1-15 atm’den düşük olması gösterilebilir. Yapılan testlerde optimum işletme koşullarında sistemin ne kadar iyi su uygulayabileceğinin ve kurulan sistemin tasarımının doğru olup olmadığının bir göstergesi olan alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PLEQ) değerleri yapılan testlerde %52-84 arasında bulunmuştur. T2, T4, T6, T7, T8, T10 testlerinde alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ) %80 değerinden düşük bulunmuştur (Merriam ve ark. 1980). Düşük PELQ değerleri planlamada yapılan hataların olduğunun göstergesidir. Urgan ve Çetin (2011) yaptıkları araştırmada PELQ değerlerini %66-86 arasında bulmuşlardır. Düşük PELQ değerlerinin sistem tasarımında bazı yanlışlıkların yapıldığının göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda yapılan test ve gözlemler sonucu sulama sistemlerinin mevcut toprak, eğim, bitki özelliklerine göre tasarlanmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Test yapılan alanlarda kullanılan damla sulama sistemlerinin, sulama suyunun bazı özellikleri.

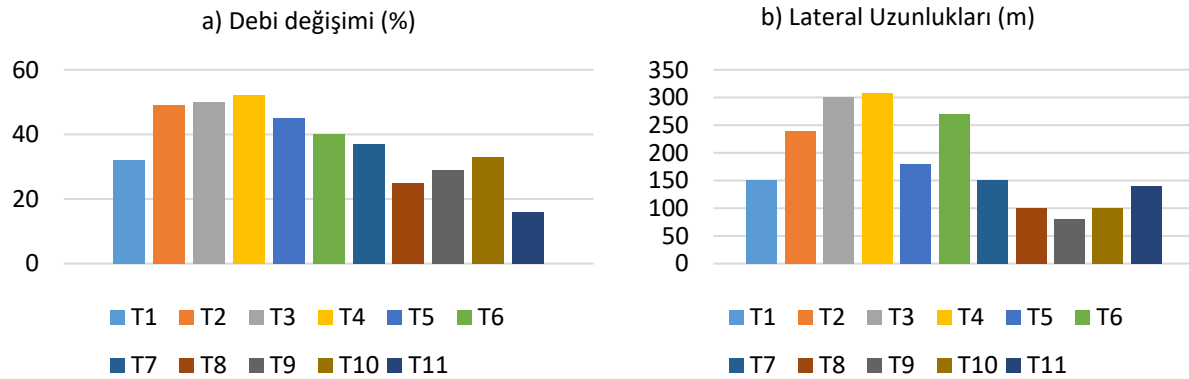
| Konular | Test no | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| Yetiştirilen Bitki | Mısır | Mısır | Mısır | Mısır | Mısır | Mısır | Mısır | Ceviz | Ceviz | Ceviz | Ceviz |
| Alan (da) | 11 | 25 | 15 | 12.5 | 8 | 13 | 9 | 8.5 | 30 | 10 | 12 |
| Bitki Sıra Aralığı (m) | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 7 | 7 | 8 | 6 |
| Bitki Sıra Üzeri (m) | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.15 | 7 | 3 | 8 | 4 |
| Kum Çakıl Fitre Varlığı | Yok | Var | Var | Var | Yok | Yok | Var | Var | Var | Var | Var |
| Hidrosiklon Varlığı | Var | Var | Yok | Yok | Var | Yok | Var | Var | Var | Var | Var |
| Gübre Tankı Varlığı | Var | Var | Var | Var | Var | Var | Var | Var | Var | Var | Var |
| Ana Boru Materyali | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE | PE |
| Ana Boru Çapı (mm) | 90 | 90 | 90 | 90 | 75 | 90 | 125 | 90 | 90 | 110 | 75 |
| Ana Boru Uzunluğu (m) | 25 | 10 | 5 | 30 | 20 | 215 | 150 | 220 | 10 | 70 | 140 |
| Yan Boru Çapı | 75 | 90 | 75 | 90 | 75 | 75 | 110 | 75 | 90 | 90 | 63 |
| Yan Boru Uzunluğu (m) | 95 | 108 | 100 | 92 | 200 | 50 | 103 | 84 | 112 | 200 | 130 |
| Lateral Boru Çapı (mm) ve Boru Tipi | 22 (Yassı) | 20 (Yassı) | 22 (Yassı) | 22 (Yassı) | 22 (Yassı) | 22 (Yuvarlak) | 16 (Yuvarlak) | 16 (Yuvarlak) | 20 (Yuvarlak) | 20 (Yuvarlak) | 16 (Yuvarlak) |
| Lateral uzunluğu (m) | 40-150 | 240 | 300 | 307 | 180 | 270 | 150 | 101 | 80 | 100 | 140 |
| Lateral Aralığı (m) | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 7 | 7 | 8 | 6 |
| Damlatıcı Debisi (L/h) | 1.6 | 2.2 | 2.6 | 1.6 | 2.6 | 2.6 | 2.2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Damlatıcı Aralığı (m) | 0.5 | 0.5 | 0.33 | 0.33 | 0.4 | 0.4 | 0.33 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.5 |
| Etkili Kök Derinliği (m) | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| İnfiltrasyon Hızı (mm/h) | 7 | 20 | 18 | 22 | 15 | 27 | 11 | 10 | 19 | 23 | 29 |
| Sulama Suyu Kaynağı | Sulama kanalı | Sulama kanalı | Keson kuyu | Derin kuyu | Derin kuyu | Keson kuyu | Sulama kanalı | Derin kuyu | Derin kuyu | Sulama kanalı | Derin kuyu |
| Sulama Suyu Kalitesi | T ₁ A ₁ | T1A1 | T3A1 | T3A1 | T3A1 | T3A1 | T2A1 | T2A1 | T2A1 | T3A1 | T2A1 |
| Sulama Suyu (EC dS m ⁻¹) | 0.223 | 0.290 | 1.145 | 1.165 | 1.251 | 1.144 | 0.580 | 0.483 | 0.547 | 1.109 | 0.580 |
| Sulama Suyu pH Değerleri | 8.26 | 7.73 | 7.01 | 6.92 | 7.00 | 7.18 | 7.48 | 8.00 | 7.24 | 6.96 | 7.52 |

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, damla sulama sistemlerinin işletmesi ve yönetiminde öne çıkan en önemli performans ölçütlerinden biridir (Bhavan ve Maro 1991). Yapılan testlerde alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (ALEQ) %56-86 arasında değişmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde T1, T2, T4, T5, T6 ve T7 testlerinde alt çeyrek gerçek uygulama randımanı değerleri %80 değerinin altında bulunmuştur. Bu değerlerin %80'in altında çıkması sulama yapılan alanda üniform bir su dağılımının sağlanamadığı göstermektedir. Kurulu sistemlerin uygulamada tam olarak işletilemediği anlaşılmaktadır. Yapılan araştırmalarda AELQ ile PELQ arasındaki fark ne kadar fazla ise sulama sistemin kötü işletildiğinin göstergesi olarak açıklanmıştır (Uygan ve Çetin 2011, Ashiri ve ark. 2014). Bu doğrultuda araştırmamızda T4, T5, T6, T8 ve T10 testi yapılan damla sulama sistemlerinin işletilmesinde bazı yanlışlıkların olduğu anlaşılmaktadır. Test yapılan sistemlerdeki debi değişim grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1 a incelendiğinde damlatıcı debi

değişimi (q_v) %21.15-52.57 değerleri arasında olduğu görülmüştür. Ölçüm yapılan tüm testlerde debi değişimi kabul edilebilir %10 değerinin çok üzerinde bulunmuştur. Şekil 1 b incelendiğinde özellikle T2, T3, T4, T5, T6, T7 testlerinde lateral uzunluklarının 100 m'nin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Lateral uzunluklarının bu kadar yüksek olması (150-300 m) debi değişimlerinde ki bu büyük farkları (%21.15-52.57) açıklamaktadır. Ünal, (2011) de 100 m lateral uzatma mesafelerinde "çok iyi" su dağılımının sağlandığı ve debi değişimlerinin uygun sınırlarda kaldığını bildirmiştir. Çakmak ve Beyirbey (1996), damla sulama sistemlerinde lateral uzunluğunun eğimsiz arazilerde kurulu meyve bahçelerinde veya bağda 100 m, sıra bitkilerinde ise 150 m olmasının tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir. Bunun yanında sistemin düşük veya yüksek basınçta çalıştırılması, kullanılan sulama suyunun iyi filtre edilmemesi ve kullanılan malzemenin kalitesiz olması nedenler arasında gösterilebilir (Little ve ark. 1993).

Çizelge 2. Test yapılan sistemlerde ölçülen bazı performans ölçütleri.

| Performans ölçütleri | Test No | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| CU (%) | 95 | 91 | 94 | 82 | 96 | 80 | 86 | 96 | 94 | 90 | 96 |
| DU (%) | 94 | 83 | 92 | 71 | 78 | 68 | 87 | 92 | 91 | 89 | 94 |
| EU (%) | 89 | 59 | 89 | 58 | 72 | 58 | 89 | 82 | 85 | 89 | 82 |
| AELQ (%) | 74 | 56 | 81 | 60 | 65 | 67 | 75 | 83 | 82 | 84 | 86 |
| PELQ (%) | 80 | 53 | 80 | 52 | 58 | 57 | 74 | 74 | 82 | 75 | 80 |



Şekil 1. Test yapılan parsellerdeki debi değişim (a) ve lateral uzunlukları (b) grafiği.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonucunda, ALEQ ve PELQ değerlerinin düşük çıkması ve aralarında farkın yüksek olması, testi yapılan damla sulama sistemlerinin çoğunda ilk planlama ve kurulum aşamasında bazı projelendirme hataları (Lateral hatlarının uzun çekilmesi, işletme birimlerinin olması gerekenden az planlanması, damlatıcı seçiminde toprak özelliklerinden yararlanılmaması

vb.) olduğunu göstermektedir. Sistemi kuran kişilerin mevcut bitki, toprak hatta iklim parametrelerini esas almadan sistemi projelendirdikleri yapılan ölçüm ve anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Bunun yanında damla sulama sistemi kurduran kişilerin ekonomik sebeplerden dolayı daha ucuz ve kalitesiz malzemeye yönelmesi sistemin düzgün çalışmamasına neden olarak gösterilebilir.

Ölçülen düşük ve yüksek debi değerleri işletme basıncının düşük veya yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Damla sulama yönteminde sistem, 1-1.5 atm basınçta çalıştırılmalıdır. Ayrıca damlatıcılarda debi değişimlerinin arasındaki farkın minimuma indirilmesi için sistemde çok iyi bir filtreleme yapılmalıdır. Bunun yanında eğimin yüksek olduğu kısıtlayıcı alanlarda eşdeğer bir su dağılımının sağlanabilmesi için basınç ayarlı damlatıcılar kullanılabilir.

Sistemin ilk planlaması ve kurulumu aşamasında ana boru, manifold ve lateraller uygun uzunluklarda seçilmelidir. Aksi takdirde eş bir su dağılımının sağlanması imkânsız hale gelecektir.

Damla sulama sistemi kullanımında işletim problemlerinin başında gelen damlatıcı tıkanması sorunu sistemlerde iyi bir filtreleme uygulanmaması ve sistemin uygun basınçlarda çalışmamasından meydana gelmektedir. Bu sorunun giderilmesi için en uygun filtreleme sisteminin kurulması gerekmektedir.

Yapılan anket çalışmaları sonucunda, testlerin yapıldığı işletmelerde sistemi kullanan çiftçilerin, sistemin kullanılması ve işletilmesi hakkında hiçbir eğitim almadıkları anlaşılmıştır. Sistem kullanıcılarına gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak en uygun sulama sisteminin seçiminde, kurulmasında ve işletilmesinde planlamanın iyi bir şekilde yapılması, projelirmede doğru kriterlerin uygulanması, uygulama ve işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bunun yanında bitki-toprak-su ve atmosfer arasındaki ilişkinin iyi bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma, "Türkiye'de Kullanılan Damla Sulama Sistemlerinin Teknik Performanslarının Belirlenmesi Ve Damla Sulama Desteklerinin Etki Analizi" isimli projenin bazı verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, TAGEM/TSKAD/G/17/A9/P3/512

Kaynaklar

- Al-Karaghoul, AA., Minasian, AN. 1992. Emission uniformity of drip irrigation systems. *Plasticulture*, 94, 33-38.
- ASAE. 1996. Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE Standards. Amer. Soc. Agric. Engr., St. Joseph, MI. Pp. 756-759.
- Ashiri, M., Boroomand-Nasab, S., Hooshmand, A. 2014. Technical evaluation of drip irrigation systems (case study of shahid rajaayi agro-industry-Dezful). *World Rural Observations*, 6(3), 36-43.

- Bağdatlı, M.C. 2006. Konya Çevresinde Sebze Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Konya. 76 s.
- Bağdatlı, M. C., Acar, B. 2009. Evaluation of trickle irrigation systems for some vegetable crops in Konya-Turkey. *J. Int. Environmental Application & Science*, 4(1), 79-85.
- Bhavan, M., Maro, BSZ. 1991. Irrigation equipment and systems, evaluation of field irrigation efficiencies, guidelines. New Delhi, India.
- Burt, C.M. 2004. Rapid Field Evaluation of Drip and Microspray Distribution Uniformity. Kluwer Academic Publishers. Irrigation and Drainage Systems 18:275-297.
- Camp, C.R., Sadler, E.J. Busscher, W.J. 1997. A comparison of uniformity measures for drip irrigation systems. *Transactions of the ASAE*, 40(4), 1013-1020.
- Çakmak, B., Beyirbey M. 1996. Damla Sulama Sisteminin Tasarım, İşletme ve Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar. *Toprak Su*, Cilt. 2, 14-22.
- Çamoğlu, G., Yavuz, M.Y. 2004. Yerli ve Yabancı Yapım Damlatıcılarının Sulama Performansları Yönünden Karşılaştırılması. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 18(1), 181-191.
- Dalvi, V.B., Satpute, G.U., Pawade M.N., Tiwari, K.N. 1995. Growers' experiences and on-farm microirrigation efficiencies. In *Proceedings of 5th International Microirrigation Congress* (pp. 2-6).
- Düzgün, B. G. 2009. Aksaray ili çevresindeki elma bahçelerinde uygulanan damla sulama sistemlerinde su dağılım durumlarının belirlenmesi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Willey and Sons Inc., New York, p. 543.
- Kanber, R., Öğretir, K., Güngör, H., Kara, C. 1996. Sulanır Alanlarda Su Kullanım Etkinliğinin (Randıman) Değerlendirilmesi. *Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi*. Proje No: 423, Eskişehir, 116s.
- Keller, J., Karmeli, D. 1974. Trickle irrigation design parameters. *Transaction of the ASAE*, 7: 678-684.
- Korukçu, A., Yıldırım, O. 1984. Damla sulamasında su dağılımı açısından yan boru uzunluklarının saptanması. *I.Ulusal Kültürteknik Kongresi, ÇÜ ZF*, 16-39.
- Little, G., Hills, D., Hanson, B. 1993. Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design, installation. *California Agriculture*, 47(3), 18-21.

- Merriam, J.L., Keller, J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide For Management. Secont Printing, Agric. and Irr. Engin. Dep. Utah State Univ. 271 s. Logan, Utah.
- Merriam, J.L., Shearer, M.N. Burt, CM. 1980. Evaluating Irrigation System and Practices. In "Design and Operation of Farm Irrigation Sysrems. Edit, M.E. Jensen" ASAE Monograph, 3, St. Joseph, MI. s. 721-760.
- Orta, A.H. 1991. Antalya yöresindeki damla sulama uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları (Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara).
- Reinders, F.B., Koegelenberg, F. 2003. Performance of drip irrigation systems under field conditions. SA Irrigation, 25(5), 25-29.
- Yazgan, S. Değirmenci, H. Büyükcangaz, H. Demirtaş, Ç. 2000. Bursa yöresi zeytin yetiştiriciliğinde sulama sorunları,. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. S. 275-2826-9 Haziran, Bursa.
- Topraksu, 1972. Kırklareli İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu ve Haritası. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları:249. Raporlar Serisi:37, Ankara.
- Tüzel, İ.H. 1993. Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 30: (1-2), 119-126, İzmir.
- Ünal, Y. 2011. Yerli üretim bazı damla sulama borularında optimum lateral uzunluklarının tesbiti (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Uygan, D., Çetin, Ö. 2011. Eskişehir ve Sakarya illeri'nde Kurulu Bazı Damla Sulama Sistemlerinde Performans Göstergelerinin Değerlendirilmesi Damla sulama sistemlerinde performans göstergeleri. Toprak Su Dergisi, 4(1), 27-35.
- Von Bernouth, D., Solomon, K.H. 1986. Trickle irrigation for crop production.design principles (emitter construction). Edited by F.S Nakayama and D.A Bucks. Elsevier, 27-51.
- Wu, I.P., Gitlin, H.M. 1973. Hydraulics and uniformity of drip irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 99(2): 157-167.

Araştırma Makalesi

MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi

Timuçin EVEREST^{1*}, Ali SUNGUR², Hasan ÖZCAN²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: timucineverest@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 09.12.2019

Kabul Tarihi: 09.12.2019

Özet

Bu çalışma, Bursa ilinin Karacabey ilçesinde bulunan Karacabey Tarım İşletmesi toprak kalite indeksinin (TKİ) belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Akdeniz ülkelerinde çölleşmeye duyarlı arazilerin belirlenmesi ve hassas alanların ortaya konması için Avrupa Birliği tarafından uygulanan Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı (MEDALUS) yaklaşımı çalışma alanı arazileri için uygulanmıştır. Çalışmada arazi karakteristiklerinin ortaya konması için (tekstür, drenaj, derinlik, ana materyal) Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) tarafından üretilmiş detaylı toprak etüt ve haritalama raporu ile NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi) web sayfasından indirilen 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) verisi kullanılmıştır. Her bir haritalama biriminde bulunan parametreler yöntemde öngörülen skor cetvelleri kullanılarak skorlanmıştır. Yapılan analizler ve hesaplamalar sonucunda işletme arazisinin MEDALUS yöntemine göre toprakların çölleşme riski yönünden kalite özellikleri % 8.28'i iyi, % 49.17'si orta ve % 42.55'i zayıf olarak sınıflandırılmıştır. Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin yaşandığı günümüzde bu tür yöntemler kullanılarak arazilerin hassasiyeti ve degradasyona duyarlılık süreçleri hakkında projeksiyonlar oluşturmak hem geliştirilecek politikalar hem de sürdürülebilir bir arazi yönetimi açısından önemli bilgiler sunabilecektir.

Anahtar kelimeler: Arazi degradasyonu, arazi kalitesi, MEDALUS, çölleşme, iklim değişikliği.

Evaluation of Soil Quality Index of Karacabey State Farm Using MEDALUS Methodology

Abstract

The aim of this study was to determine the soil quality index (SQI) of Karacabey State Farm in Karacabey district of Bursa province. In this study, the Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS) approach applied by the European Union to determine sensitive areas in Mediterranean countries was used in this study area. In the study, land characteristics (soil texture, drainage, depth, parent material) were obtained from soil survey and mapping report which produced by General Directorate of Agricultural Enterprises. Topographic parameters were obtained from Digital Elevation Model (DEM) data that downloaded from NASA (National Aeronautical Space Administration) with 30 m spatial resolution were used. The parameters which belongs to each mapping unit were scored using the score scales predicted in the method. As a result of the analyzes and calculations, 8.28% of the study area was classified as high quality, 49.17% as moderate quality and 42.55% as low quality according to MEDALUS methodology. In this period of global warming and climate change, it is useful to create projections about the degradation sensitivity of the land by using such methods. By this way, both policy-making and generating information about sustainable land management can be provided.

Key words: Land degradation, land quality, MEDALUS, desertification, climate change.

Giriş

Doğal kaynakların potansiyellerine uygun olarak kullanılmamaları zaman içerisinde çeşitli düzeylerde degradasyona neden olabilmektedir. Doğal kaynaklar içerisinde yer alan arazilerde meydana gelen degradasyon çok çeşitli nedenlerden kaynaklanabilmektedir. Uygun olmayan amenajman tekniklerinin kullanılması kaynaklı tarımsal kökenli arazi degradasyonu, giderek artarak küresel ölçekte bir sorun haline gelmektedir. Arazi kullanım türlerindeki değişiklik, mera ve orman alanlarının tahrip edilmesi, uygun olmayan su ve sulama sistemlerinin kullanılması, aşırı otlatma, bilinçsiz ve fazla kimyasal kullanımı, gereksiz tarla trafiği, uygun olmayan ekipmanlarla yapılan toprak işleme, monokültür tarım, biyolojik olarak parçalanamayan kirleticilerin toprağa atılması vb. olumsuz faaliyetler arazilerde degradasyona neden olmaktadır.

Son zamanlarda yarı kurak ekosistemlerde arazi örtüsünde ve peyzajda önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişimin başlıca nedenleri iklimsel koşullar, nüfus artışı arazi gereksinimi olan paydaşlardaki artıştan dolayı tarım alanlarının azalması olarak tanımlanmaktadır (Benabderrahmane ve Chenchouni, 2010; Everest, 2018).

Günümüzde küresel ısınmanın etkileri farklı şekillerde hissedilmektedir. Gelecek yıllarda arazilerin kullanımı ve ürün planlanması konusunda dikkate alınacak en önemli unsurlardan biri arazi karakteristiklerinin yanında iklim koşullarında oluşacak değişiklikler olarak görülmektedir. İklimsel etmenler ile yaşanan değişiklikler ve arazilerin kuraklık duyarlılıkları değişebilecektir. Arazi kuraklık duyarlılığı ile uyumlu olmayan amenajman tekniklerini uygulanması arazilerde çölleşme risklerini artıracaktır. Çölleşme arazi degradasyonunun son evresi olup arazilerdeki biyolojik ve ekonomik kayıpların devamlı bir hal aldığı süreç olarak tanımlanmaktadır (Kosmas ve ark, 1999; Aksoy, 2016). Akdeniz ülkelerinde çölleşmeye duyarlı bölgelerin araştırılması ve bu alanlara çözüm bulmak amacıyla 1999 yılında 10 ülkenin katılımıyla 31 gruptan oluşan bir çevre programı oluşturulmuştur. Bu çevre programı içinde önerilen MEDALUS yaklaşımı çölleşmeye hassas alanların belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu metodolojide; arazi kullanımı ve iklimin etkisiyle çölleşme riski bulunan duyarlı alanlar ESA indeksi (Environmental Sensitivity Areas) kavramı ile değerlendirilmiştir. ESA indeksini oluşturan bileşenler iklimsel göstergeler, toprak kalitesi, arazi kullanımı ve amenajman faaliyetleridir (Bayramin, 2003; Salvati ve Zitti, 2005). Bu dört parametrenin her biri sınıflandırılır ve her sınıfa bir ağırlık faktörü atanır. Takiben, her dört katman için

değerlendirmeler yapılır. Her katman için indeksler hesaplanarak çölleşmeye duyarlı alanlar tanımlanır (Sepehr ve ark. 2007).

Doğal kaynakların mevcut durumlarının belirlenmesi ileride yapılacak projeksiyonlar için önemli bir altlık oluşturmaktadır. Oluşturulan veri tabanlarında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında farklı katmanların üretilmesi, bu verilerin karar vericiler tarafından kullanılmasını kolaylaştıracaktır. Literatür incelendiğinde MEDALUS yöntemi kullanılarak toprakların kalite indekslerinin ortaya konduğu çalışmalar bulunmaktadır (Bayramin, 2003; Dengiz ve ark, 2004; Kosmas ve ark., 1999; Sepehr ve ark, 2007; De Paola ve ark., 2013; Contador ve ark, 2009; Ladisa ve ark., 2012; Aksoy, 2016; Lahlaoui ve ark, 2017; Budak ve ark, 2018).

Bu çalışma ile Avrupa Komisyonu tarafından ortaya konan MEDALUS yaklaşımı (Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı) ile Bursa ili sınırları içinde bulunan Karacabey Tarım İşletmesi arazilerinin toprak kalite indekslerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

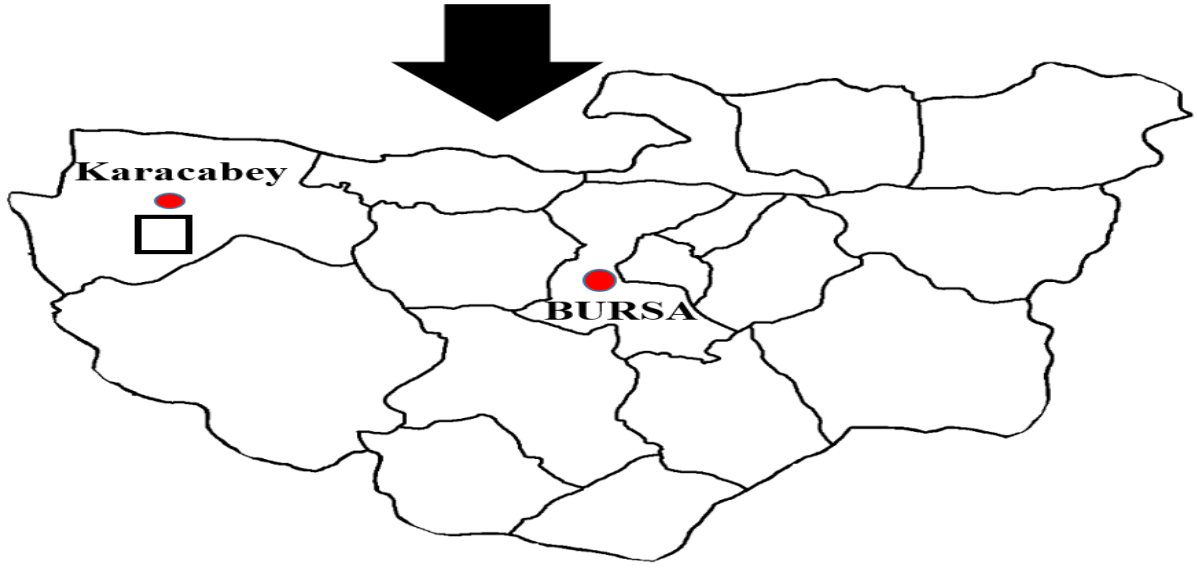
Bursa ilinin yaklaşık 60 km batısında bulunan Karacabey Tarım İşletmesi 40° 06' 41" - 40° 11' 47" kuzey enlemleri ve 28° 17' 31" - 28° 18' 41" doğu boylamları arasında yer almakta (Şekil 1) ve yaklaşık 101525 da alan kaplamaktadır. Marmara ile Ege Denizinin etkisinde kalan araştırma alanının iklimsel özellikleri büyük ölçüde Akdeniz iklim tipine benzerlik göstermektedir (TİGEM, 1988). Karacabey ilçesine uzun yıllar mevsimsel istatistiksel veriler değerlendirildiğinde yıllık ortalama yağış 707.6 mm ve yıllık sıcaklık ortalama 14.6°C'dir (MGM, 2019).

Çalışmada, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM)'e ait Karacabey Tarım İşletmesi'ne ait detaylı toprak etüt ve haritalama raporu ve NASA'nın internet sitesinden indirilen 30m x 30m çözünürlüklü DEM verisi materyal olarak kullanılmıştır. Etüt raporun ekinde basılı bulunan toprak haritası ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. MEDALUS'ta belirtildiği gibi çalışmada kullanılacak arazi karakteristikleri; ana materyal, tekstür, derinlik, eğim ve drenaj olarak belirlenmiştir. Bu parametreler MEDALUS metodolojisine göre yeniden sınıflandırmış ve yöntemde öngörülen sınır değerleri içinde yeniden değerlendirilmiştir. DEM verisi kullanılarak çalışma alanına ait yükseklik değerleri ve eğim sınıflarına ait haritalar oluşturulmuştur.

Kosmas ve ark. (1999) tarafından ileri sürülen metodoloji ve CBS metotları kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla arazi karakteristiklerine ait parametreler Çizelge 1'de sunulan değerler doğrultusunda skorlanmıştır. Skor cetvelinden elde edilen veriler kullanılarak her bir

haritalama biriminde her bir parametre için haritalar üretilmiştir. Sonuç haritasının üretilmesi ve TKİ'nin belirlenmesi için aşağıda algoritmadan faydalanılmıştır;

$$TKİ = (\text{Ana materyal} \times \text{Tekstür} \times \text{Derinlik} \times \text{Drenaj} \times \text{Eğim})^{1/5} \times \text{Eşitlik (1)}$$



Şekil 1. Çalışma alanı.

Çizelge 1. MEDALUS tekstür, ana materyal, derinlik, eğim ve drenaj indeksi.

| Alt parametreler | Sınıf | Değerlendirme | Tanım | Ağırlık |
|------------------|-------|---------------------|---|---------|
| Tekstür | 1 | İyi | L, SCL, SL, LS, CL | 1 |
| | 2 | Orta | SC, SiL, SiCL | 1.2 |
| | 3 | Zayıf | Si, C, SiC | 1.6 |
| | 4 | Oldukça zayıf | S | 2.0 |
| Ana materyal | 1 | İyi | Şeyl, şist, bazik, ultra bazik, konglomera, konsolide olmamış materyaller | 1.0 |
| | 2 | Orta | Kireçtaşı, mermer, granit, riyolit, ignibrit, gnays, siltaşı, kumtaşı | 1.7 |
| | 3 | Zayıf | Marn, piroklastikler | 2.0 |
| Derinlik (cm) | 1 | Derin | > 75 | 1 |
| | 2 | Orta derin | 30 - 75 | 1.2 |
| | 3 | Sığ | 15 - 30 | 1.6 |
| | 4 | Çok sığ | < 15 | 2.0 |
| Eğim (%) | 1 | Hafif eğimli ve düz | < 6 | 1.0 |
| | 2 | Hafif eğimli | 6 - 18 | 1.2 |
| | 3 | Dik eğimli | 18 - 35 | 1.5 |
| | 4 | Çok dik eğimli | > 35 | 2.0 |
| Drenaj | 1 | İyi drenajlı | | 1.0 |
| | 2 | Bozuk drenajlı | | 1.2 |
| | 3 | Zayıf drenajlı | | 2.0 |

Elde edilen değerler MS Excel paket programında hesaplanmış ve manuel olarak

Bulgular ve Tartışma

MEDALUS metodolojisine göre TKİ'nin belirlenmesi için çalışmada ana materyal, toprak tekstürü, toprak derinliği, drenaj durumu ve eğim indikatörleri için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmış ve haritalar üretilmiştir. Yapılan bütün hesaplamalar sonucu elde edilen veriler haritalama birimlerine atanarak sonuç haritası üretilmiştir.

MEDALUS metodolojisine göre yapılan değerlendirme ve hesaplamalar sonucu oluşturulan veriler Çizelge 2'de sunulmuştur. İlgili çizelge verileri incelendiğinde çalışma alanı topraklarının %23.78'i tekstürel açıdan iyi olarak sınıflandırılırken, %31.93'ü orta, %39.04'ü zayıf ve %5.25'i oldukça

oluşturulan TKİ öznelik tablosuna aktarılarak Karacabey Tarım İşletmesine ait TKİ belirlenmiştir.

zayıf olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2). Yapılan sınıflandırmada orta bünyeli topraklar en iyi sınıf içinde sınıflandırılırken kaba bünyeli topraklar ise en zayıf olarak sınıflandırılmıştır. Orta-ince ve ince tekstürlü topraklarda bu iki sınıf arasında değişen derecelerde sınıflandırılmıştır. Tekstür grupları sınıflandırılırken toprakların su tutma kapasiteleri ve yarayışlı su (RAM) miktarları dikkate alınmıştır. İlave olarak, tekstür FAO sınıflamasındaki ince, orta ve kaba tekstür gruplamasına göre de değerlendirilmiştir. Aynı sınıflandırmayı kendi yürüttüğü çalışmada da uygulayan Bayramin (2003) Beypazarı Tarım İşletmesi Topraklarının tekstürel açıdan %17.9'unun iyi, %27.9'unun orta, %49.5'inin zayıf ve %4.60'ünün çok zayıf olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 2. MEDALUS yöntemine göre çeşitli parametrelere ait değerlendirme sonuçları.

| Alt parametreler | Sınıf | Tanım | Alan (ha) | Oran (%) |
|------------------|---------------|---------------------|------------------|------------|
| Tekstür | 1 | İyi | 24142.65 | 23.78 |
| | 2 | Orta | 32416.93 | 31.93 |
| | 3 | Zayıf | 39635.36 | 39.04 |
| | 4 | Oldukça zayıf | 5330.06 | 5.25 |
| | Toplam | | 101525.00 | 100 |
| Ana materyal | 1 | İyi | 60610.42 | 59.70 |
| | 2 | Orta | 40914.58 | 40.30 |
| | Toplam | | 101525.00 | 100 |
| Derinlik (cm) | 1 | Derin | 76011.77 | 74.87 |
| | 2 | Orta derin | 5370.67 | 5.29 |
| | 3 | Siğ | 15685.61 | 15.45 |
| | 4 | Çok siğ | 4457.56 | 4.39 |
| | Toplam | | 101525.00 | 100 |
| Eğim (%) | 1 | Hafif eğimli ve düz | 79504.23 | 78.31 |
| | 2 | Hafif eğimli | 17005.44 | 16.75 |
| | 3 | Dik eğimli | 5015.33 | 4.94 |
| | Toplam | | 101525.00 | 100 |
| Drenaj | 1 | İyi drenajlı | 60397.22 | 59.49 |
| | 2 | Bozuk drenajlı | 16213.54 | 15.97 |
| | 3 | Zayıf drenajlı | 24914.24 | 24.53 |
| | Toplam | | 101525.00 | 100 |

Ana materyaller çölleşmeye duyarlılık açısından üç sınıfta gruplandırılmaktadır (Kosmas ve ark., 1999). Çalışma alanı arazileri, ana materyallerine göre iki sınıf içinde değerlendirilmiştir (Şekil 3). Bu gruplamaya göre ana materyaller açısından çalışma alanının %59.70 iyi ve %40.30'u ise orta olarak sınıflandırılmıştır.

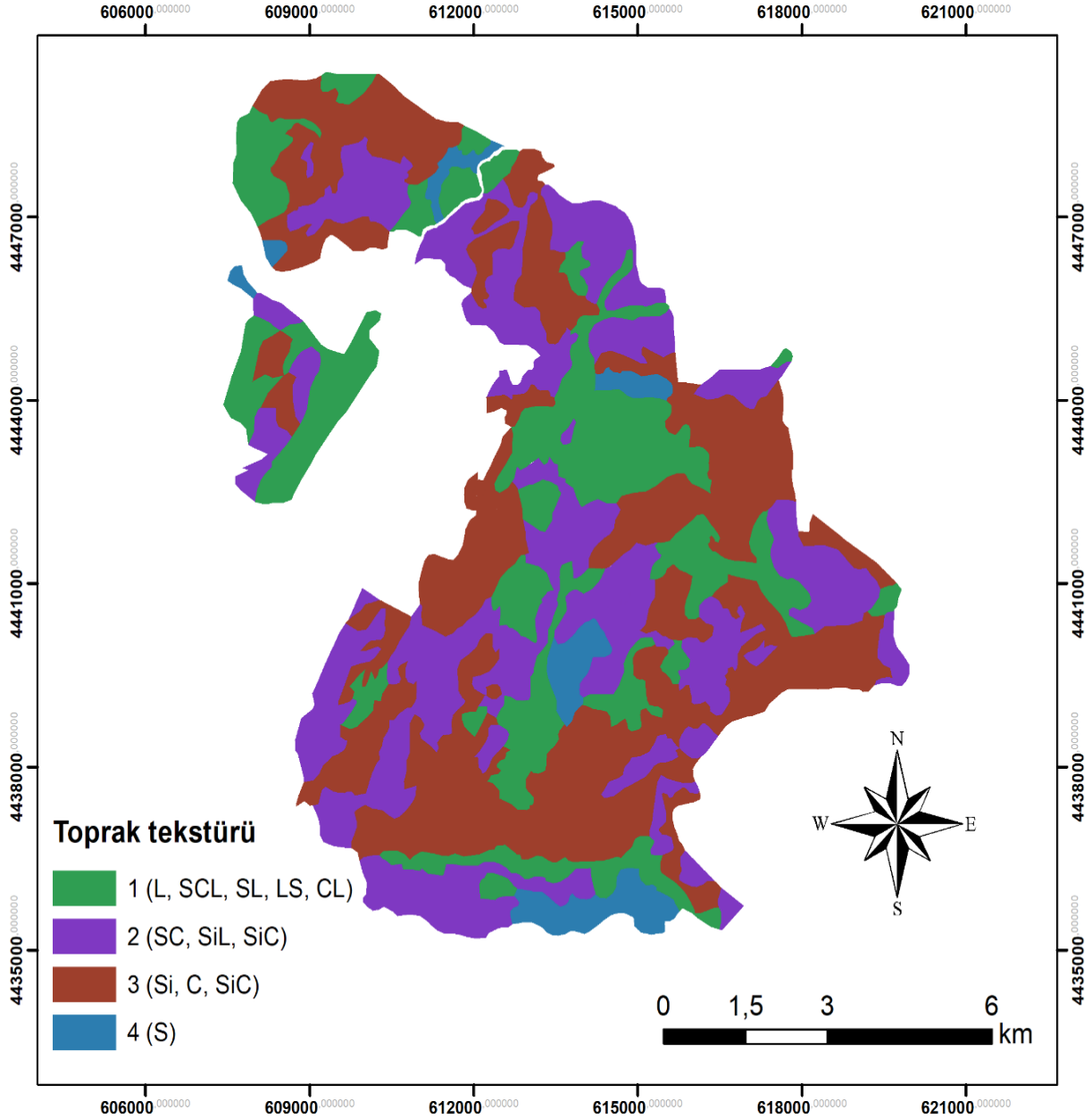
Toprak derinliği yüzeyden ana kayaya kadar ya da biyolojik aktivitenin son bulunduğu noktaya kadar olan derinliği ifade etmektedir (Brady ve Weil, 1999). Toprak derinliği bitkilerin sağlıklı bir kök gelişimi sağlaması ve su ile bitki besin maddesinden faydalanmasına olanak sağlayan önemli bir

parametredir. Toprak derinliği dört sınıfa ayrılarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Yapılan hesaplamalar sonucunda, çalışma alanı topraklarının %74.87'i derin, %5.29'u orta derin, %15.45'i siğ ve %4.39'u çok siğ olarak sınıflandırılmıştır.

Eğimin toprak erozyonu üzerindeki etkisi düşünülerek üç sınıfta gruplandırılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda çalışma alanı topraklarının %78.31'i düz-hafif eğimli, %16.75'i hafif eğimli ve %4.94'ü dik eğimli olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 5). Toprak eğim sınıfları arttıkça toprakların kalite sınıflarında azalma meydana gelmekte ve duyarlılıkları da artmaktadır.

Aksoy (2016)'nın gerçekleştirdiği araştırmada; çalışma sahasının %43.60'nun dik ve %46.99'unun ise çok dik arazilerden meydana geldiğini belirtmiş

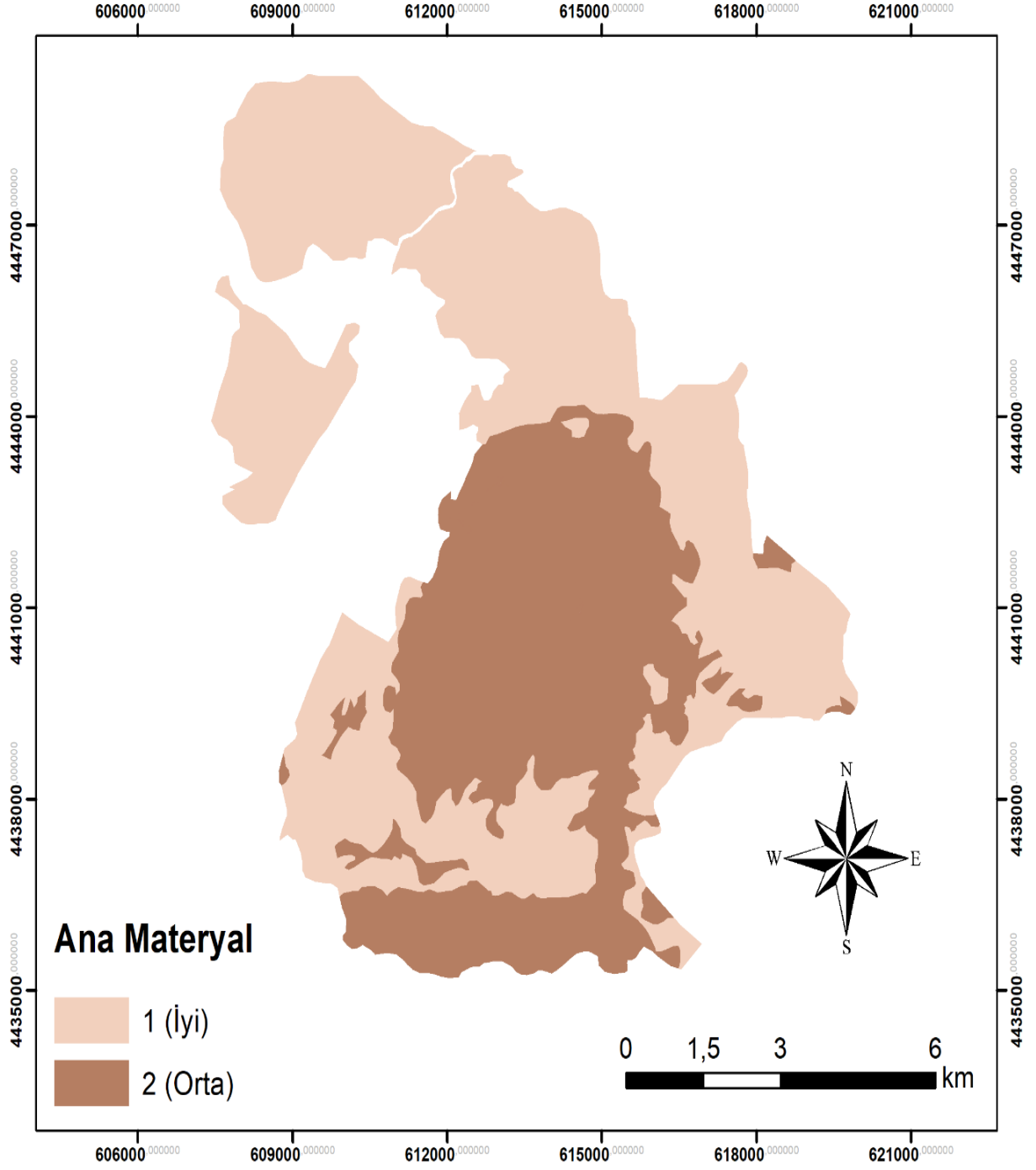
ve erozyona duyarlı alanların toprak kalite sınıflarının düşük olduğunu bildirmiştir.



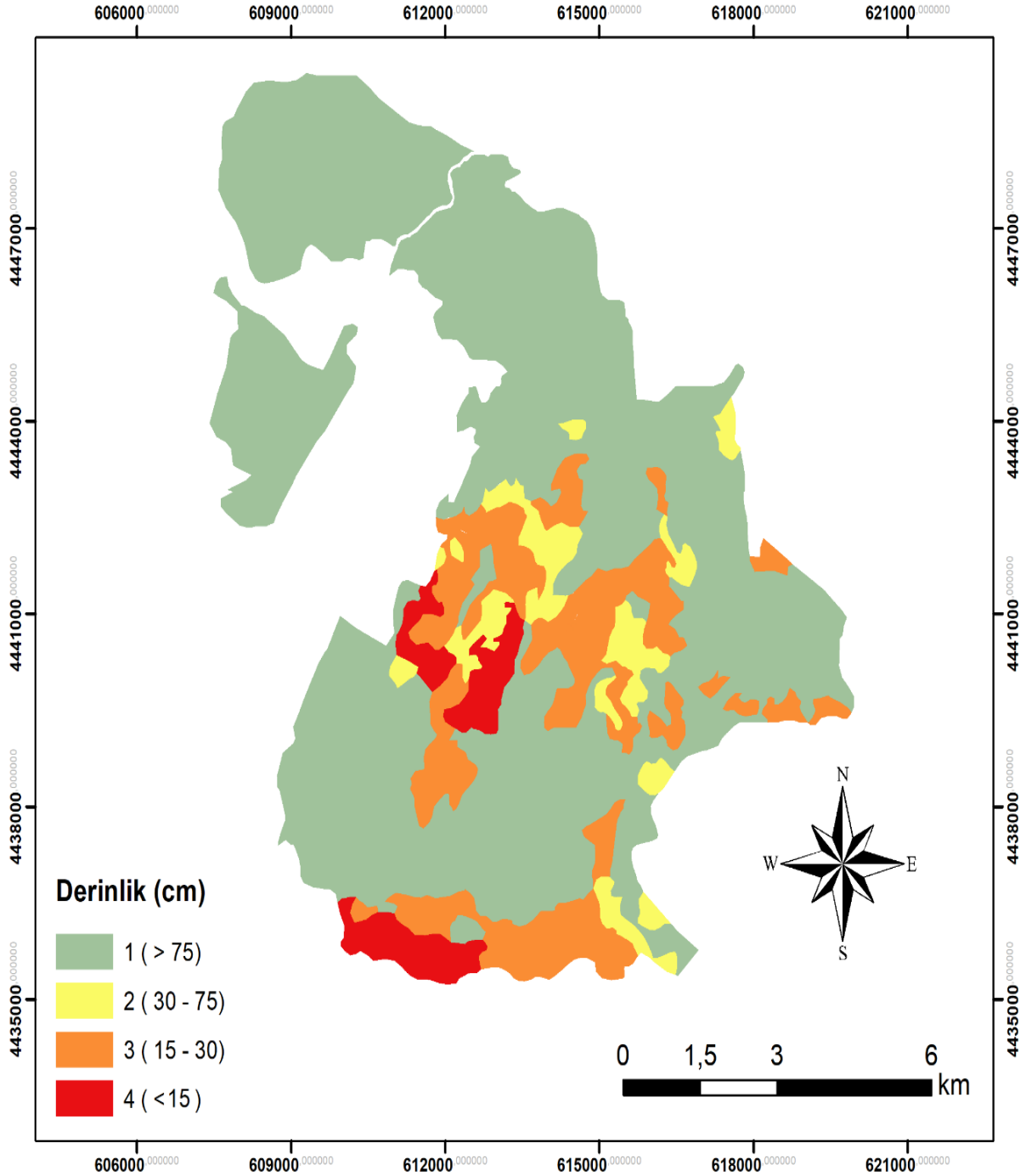
Şekil 2. Tekstür grupları.

Aynı şekilde Everest ve ark. (2017)'de yürüttüğü çalışmada Troya'da ki dik ve çok dik

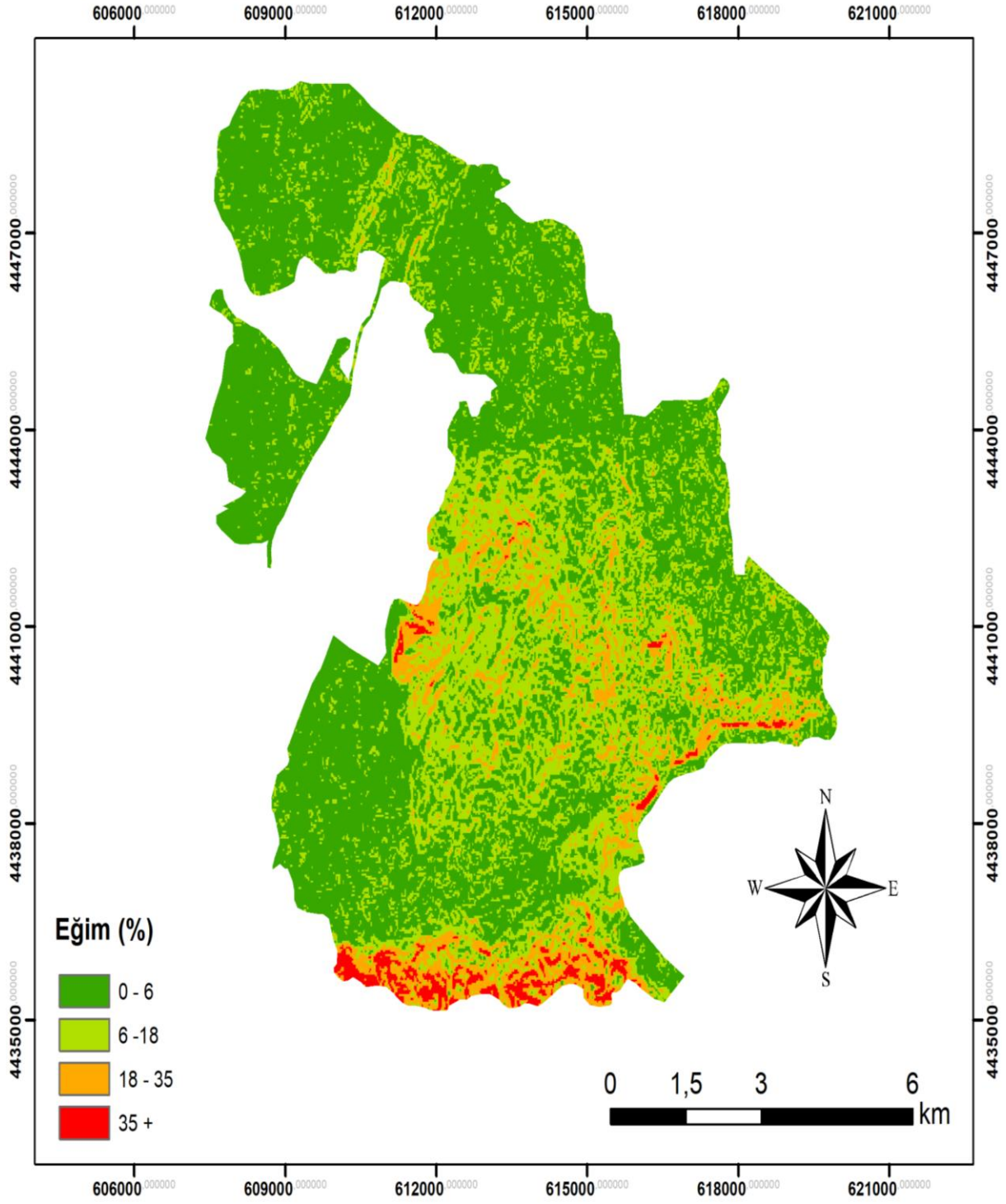
arazilerin erozyona çok duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.



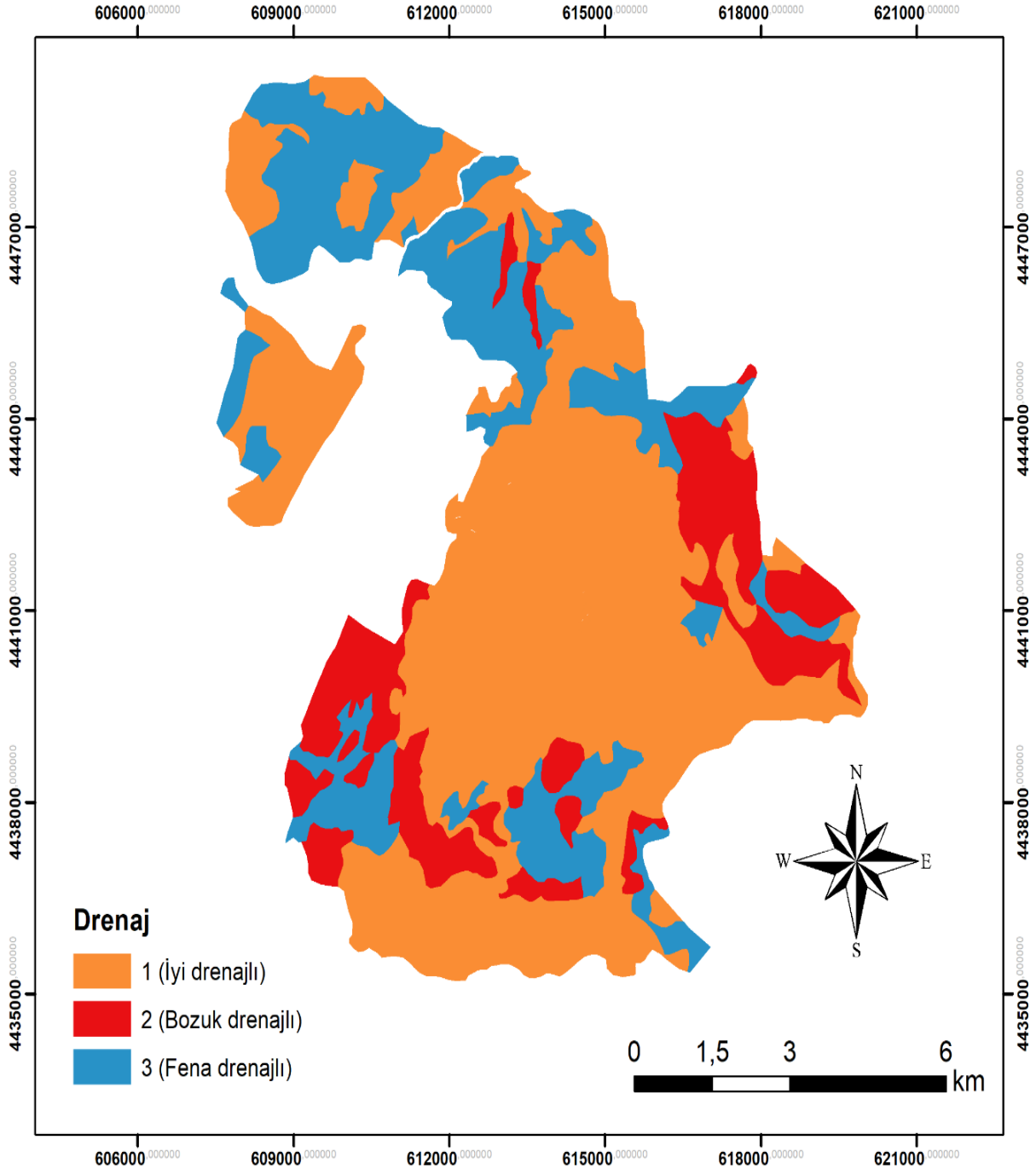
Şekil 3. Ana materyal sınıflandırması.



Şekil 4. Derinlik haritası.



Şekil 5. Eğim haritası.



Şekil 6. Drenaj haritası.

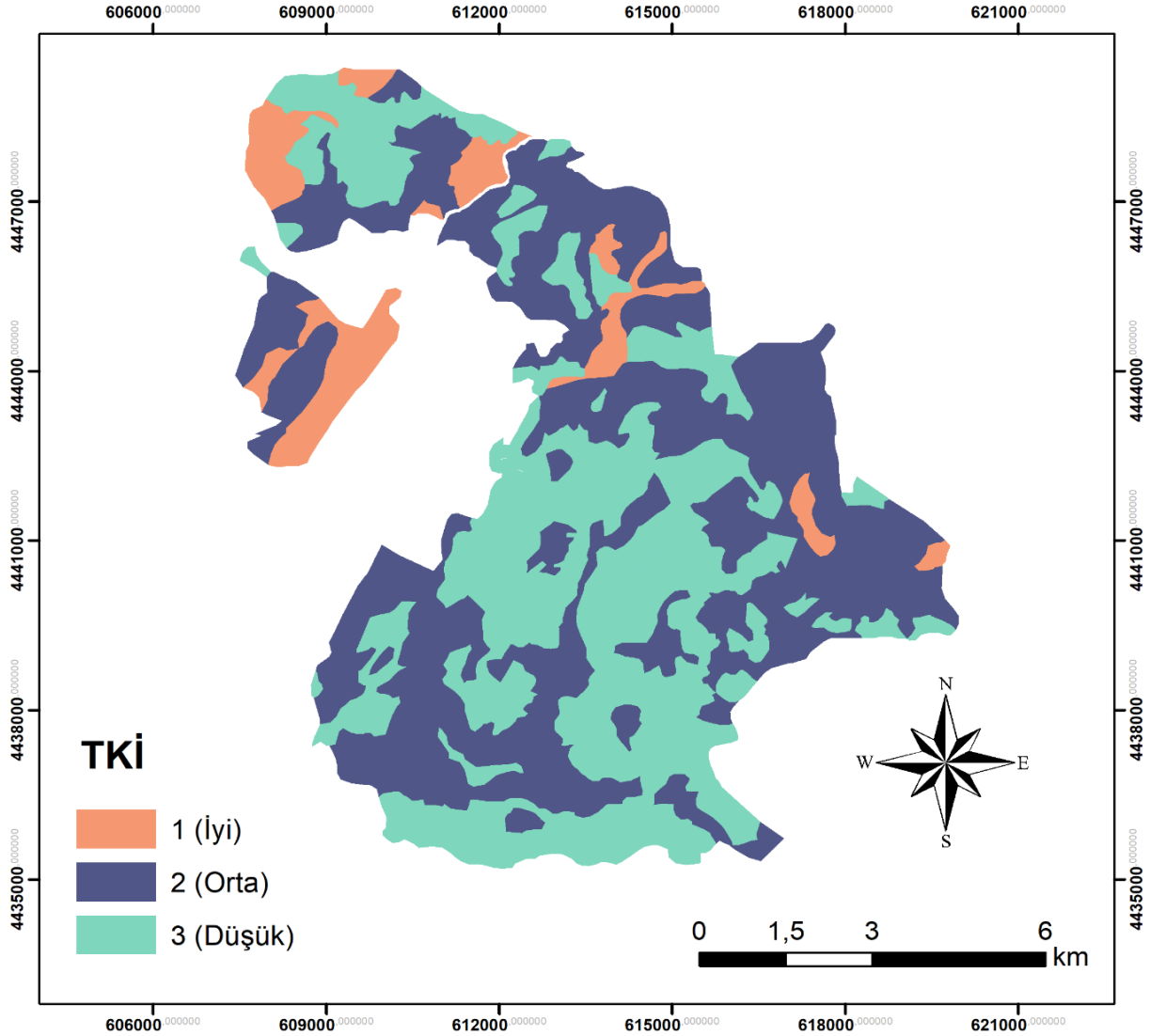
Drenaj durumu üç kategori içinde değerlendirilmiştir. Buna göre çalışma alanı topraklarının %8.28'i iyi drenajlı, %49.17'si orta drenajlı ve %42.55'i zayıf drenajlı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 6).

Oluşturulan ana materyal, toprak tekstürü, derinlik, drenaj ve eğim haritalarının öz nitelik tablosundaki değerler Eşitlik 1'deki algoritma kullanılarak hesaplanmış ve poligon bazında sonuç haritası üretilmiştir. Bu veri seti MEDALUS metodolojisinde bulunan bileşenlerden biri olan toprak kalite indeksi sınıflarına göre yeniden

sınıflandırılmış ve Karacabey tarım işletmesine ait toprak kalite indeksi belirlenmiştir. Bu veriler ışığında Karacabey tarım işletmesi topraklarının %8.28'i iyi, %49.17'si orta ve %42.55'i zayıf olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 7 ve Çizelge 3). Diğer bir ifade ile arazilerin %42.55'inde arazilerin duyarlılığının çok yüksek olduğu görülmektedir. TKİ sonuç haritası incelendiğinde çalışma alanının merkezinde ve güneyinde bulunan yüksek ve eğimli arazilerin genel olarak hassas ve sorunlu oldukları görülmektedir. Bu bölümlerde özellikle majör problem eğim ve derinliktir.

Çizelge 3. Karacabey işletmesi arazisi TKİ sınıflandırması.

| Sınıf | Aralık | Tanım | Alan (ha) | Oran (%) |
|---------------|-------------|-----------------|------------------|------------|
| 1 | < 1.13 | Yüksek kaliteli | 8406.27 | 8.28 |
| 2 | 1.13 – 1.45 | Orta kaliteli | 49919.84 | 49.17 |
| 3 | > 1.45 | Düşük kaliteli | 43198.89 | 42.55 |
| Toplam | | | 101525.00 | 100 |

**Şekil 7.** Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksi.

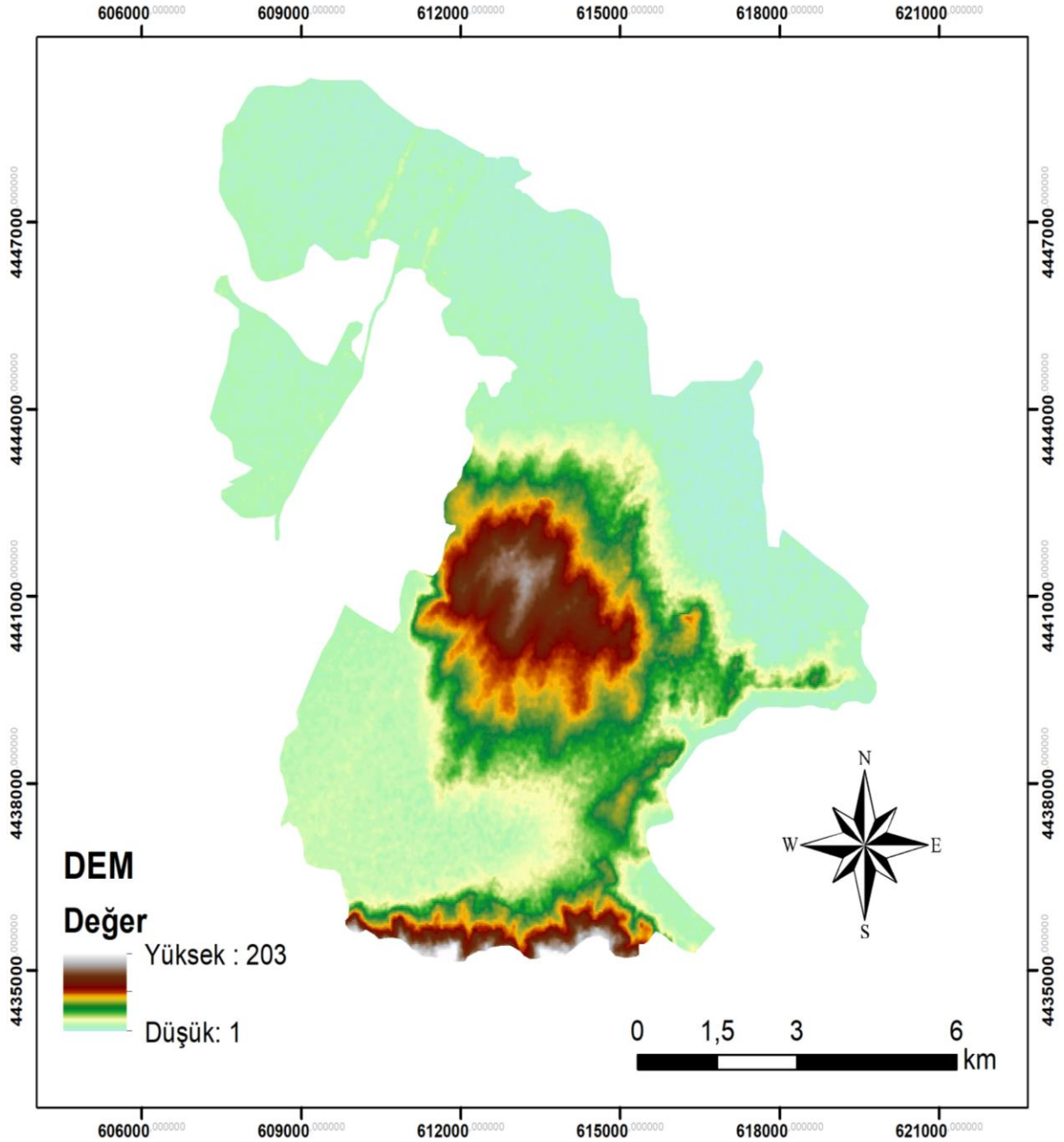
Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile Bursa ili sınırları içinde bulunan Karacabey Tarım İşletmesi arazilerinin toprak kalite indeks sonuçlarının yorumlanması ile arazi bozulumu ve çölleşme açısından kalite sınıfları belirlenmiştir. Daha önceden hazırlanmış seri düzeyinde detaylı toprak haritaları, analiz sonuçları ve 30m x 30m çözünürlüklü uydu verisinden sağlanan yükseklik verileri (DEM) kullanılarak tarım işletmesi arazilerine ait arazi karakteristiklerinin mevcut durumu tanımlanmış ve metodolojide belirtilen kriterlere göre sayısallaştırılmıştır. Arazi karakteristiklerine ait her bir haritalama birimindeki sayısal değerler bir eşitlik yardımı ile çarpılarak

toprak kalite indeksleri (TKİ) hesaplanmıştır. Poligon bazlı sayısallaştırılmış toprak haritalarında her poligona (haritalama birimine) ait TKİ verileri CBS ortamında veri tabanına aktarılmıştır. CBS veri tabanında her bir arazi karakteristiğine ait dağılım haritaları üretilmiştir. Arazi karakteristiklerine ait TKİ verileri kullanılarak toprak kalite indeksi haritası oluşturulmuştur. Kullanılan MEDASLUS metodolojisine göre tarım işletmesi arazilerinin %8.28'i iyi, %49.17'si orta ve %42.55'i zayıf olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanındaki yüksek araziler (Şekil 8) eğim, derinlik ve ana materyal gruplamasında da orta ve zayıf sınıfta yer almışlardır. Bu alanlar tüm arazi karakteristiklerinin

birlikte değerlendirilmesi (formülasyon) sonucu TKİ sınıflamasında da en hassas alanlar olarak tanımlanmışlardır. Çalışma alanındaki en kaliteli araziler ise; derinlik problemi olmayan, düz ve düze

yakın eğimli, su tutma kapasitesi ve geçirgenliği optimal düzeyde olan, ana materyalce daha iyi sınıfta yer alan sorunsuz veya minimum düzeyde problem içeren arazilerdir.



Şekil 8. Çalışma alanı yükseklik haritası.

Küresel ısınma nedeniyle yaşanan iklim değişiklikleri ve mevsimsel farklılaşmaların etkisi giderek artmaktadır. Akdeniz ikliminin yaşandığı bölgelere uyarlanmış olan MEDALUS modeli ile degrade olmaya hassas olan alanların tespit edilmesi arazi kullanım planlarının oluşturulması ve gelecek projeksiyonların uygulanabilmesi açısından çok önemli veriler sunmaktadır. Bu veriler, hem karar vericiler ve hem de uygulayıcılar açısından sürdürülebilir bir toprak yönetimi ve ekosistem

devamlılığı yönünden çok önemli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile üretilen haritalar ile karar vericilerin ve uygulayıcıların politika oluşturmalarına, planlamalar ve desteklemede öncelikler hakkında fikir sahibi olmalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bu türde çalışmaların ülke genelinde yaygınlaşması ve farklı bölgeler için uygulanması, Türkiye ölçeğinde hassas alanların belirlenmesine yardımcı olabilecektir.

Kaynaklar

- Aksoy, B. R. 2016. MEDALUS modeli ile arazi degradasyonu ve çölleşme riskinin belirlenmesi örnek çalışma; İnebolu Havzası, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi.
- Bayramin, İ. 2003. Beypazari topraklarının MEDALUS metoduna göre toprak kalite indekslerinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi. Z.F.Dergisi*, 7 (3-4):29-35.
- Benabderrahmane, M.C., Chenchouni, H. 2010. Assessing environmental sensitivity areas to desertification in Eastern Algeria using Mediterranean desertification and land use "MEDALUS" model. *Int J Sustain Water Environ Syst*, 1(1), 5-10.
- Brady, N.C., Weil, R.R. 1999. The nature and properties of soil 12th ed. Mac. Pub. Com. New York, 625-640.
- Budak, M., Günal, H., Çelik, İ., Yıldız, H., Acir, N., Acar, M. 2018. Environmental sensitivity to desertification in northern Mesopotamia; application of modified MEDALUS by using analytical hierarchy process. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(17), 481.
- Contador, J.L., Schnabel, S., Gutiérrez, A.G., Fernández, M.P. 2009. Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura. SW Spain. *Land Degradation & Development*, 20(2), 129-144.
- De Paola, F., Ducci, D., Giugni, M. 2013. Desertification and erosion sensitivity. A case study in southern Italy: the Tusciano River catchment. *Environmental earth sciences*, 70(5), 2179-2190.
- Dengiz, O., Özden, Ş., Başkan, O., Özcan, H. 2004. Determination Of Soil Quality Index Of Bala Statefarm Soils According To The Medalus Methodology, International Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development. 7-10 June 2004, Erzurum-Turkey.
- Everest, T., Tasli, T.C., Akbulak, C., Sungur, A. 2017. Ecological risk assessment for protected areas: case of Troia historical national park, Canakkale–Turkey. *FEB-Fresenius Environmental Bulletin*, 26, 7463-7472.
- Everest, T. 2018. Prioritization of Karamenderes basin's groundwater potential with morphometric analyses (in semi-arid climatic conditions Çanakkale, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12), 8253-8263.
- Kosmas, C., Kirkby, M.J., Geeson, N. (Eds.). 1999. The Medalus Project: Mediterranean desertification and land use: Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Directorate-General Science, Research and Development. 88p.
- Lahloui, H., Rhinane, H., Hilali, A., Lahssini, S., Moukrim, S. 2017. Desertification assessment using MEDALUS model in watershed Oued El Maleh, Morocco. *Geosciences*, 7(3), 50.
- MGM. 2019. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler.
- Salvati, L., Zitti, M. 2005. Land degradation in the Mediterranean basin: Linking biophysical and economic factors into an ecological perspective. *Biota International Journal of Biology and Ecology*, 5, 67– 77.
- Sepehr, A., Hassanli, A.M., Ekhtesasi, M.R., Jamali, J.B. 2007. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. *Environmental monitoring and Assessment*, 134(1-3), 243.
- TİGEM. 1988. Karacabey Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalaması. 86s.

Research Article

Optimization of Ultrasound-Assisted Phenolic Extraction from Red Pepper Seed by Response Surface Methodology

A. Burcu ATALAY^{1*} A. Levent INANC²

¹Munzur University, The Faculty of Fine Arts, Design and Architecture, Department of Gastronomy and Culinary Arts, 62000, Tunceli

²Kahramanmaraş Sutçu Imam University, The Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 46050, Kahramanmaraş

*Corresponding author: abkurtulgan@munzur.edu.tr

Received: 09.10.2019

Received in Revised: 10.12.2019

Accepted: 11.12.2019

Abstract

In this study, phenolic compounds of Kahramanmaraş red pepper (*Capsicum annum* L.) seeds which are waste products from red pepper processing line were extracted by ultrasound-assisted (UAE) and conventional solvent extraction (SE) methods. Two different extraction methods were evaluated in terms of total phenolic contents (TPC) and antioxidant capacity. Response surface methodology (RSM) was used to optimize UAE conditions of phenolic extracts including extraction temperature (40, 50 and 60 °C), extraction time (20, 40 and 60 min) and solvent volume (50, 75 and 100 mL) for obtaining maximum total phenolics with higher antioxidant capacity. Effects of temperature, time and volume of solvent on extraction of phenolics were evaluated. As a result of RSM analysis, the optimum conditions determined as an extraction temperature of 51 °C, an extraction time of 60 min, and solvent volume of 50 mL. The results showed that ultrasonic treatment was more effective than conventional extraction method on phenolic extraction yield.

Key words: Antioxidant capacity, extraction, red pepper seed, response surface method, total phenolic content, ultrasonic.

Kırmızı Biber Tohumundan Ultrason Destekli Fenolik Ekstraksiyonunun Tepki Yüzey Metodu ile Optimizasyonu

Özet

Bu çalışmada, kırmızı biberlerin işlenmesi sonucu atık ürün olarak elde edilen Kahramanmaraş kırmızı biber (*Capsicum annum* L.) çekirdeklerinin içerdiği fenolik bileşenler, ultrason-destekli ve geleneksel çözücü ekstraksiyon yöntemleri ile ekstrakte edilmiştir. İki farklı ekstraksiyon yöntemi, toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite yönünden değerlendirilmiştir. Daha yüksek antioksidan kapasite ile maksimum toplam fenolik içeriği elde etmek amacıyla, fenolik ekstraktların, ekstraksiyon sıcaklığı (40, 50 ve 60 °C), ekstraksiyon süresi (20, 40 ve 60 dk.) ve çözücü hacmi (50, 75 ve 100 mL) aralığını içeren ultrason-destekli ekstraksiyon koşullarını optimize etmek için tepki yüzey yöntemi kullanılmıştır. Fenoliklerin ekstraksiyonuna, çözücü hacmi, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin etkileri değerlendirilmiştir. Tepki yüzey yöntemi sonuçlarına göre, optimum koşullar, 51 °C ekstraksiyon sıcaklığı, 60 dakika ekstraksiyon süresi ve 50 mL çözücü hacmi olarak belirlenmiştir. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu üzerine ultrason uygulamasının, geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite, ekstraksiyon, kırmızı biber çekirdeği, tepki yüzey yöntemi, toplam fenolik içerik, ultrason.

Introduction

In recent years, the assessment of food processing line wastes and by-products become a new area of interest with the growth and development of the food industry (Yılmaz, 2011; Arsunar, 2014). Red peppers grown in large quantities in Turkey and especially in Kahramanmaraş region are commercially important products. During the processing of red peppers, the seeds come out in high quantities. Red pepper seeds contain 9.30% moisture, 19.32% fat, 23.64% protein, 3.55% ash and 48.98% carbohydrate on dry basis. And also, red pepper seeds are rich in phenolic compounds as ellagic acid (2.001 mg g⁻¹), gallic acid (0.053 mg g⁻¹), 3,4-hydroxy benzoic acid (0.165 mg g⁻¹), epicatechin (0.886 mg g⁻¹) ve ferulic acid (0.208 mg g⁻¹). Red pepper seeds have a strong antioxidant activity (Fıratlıgil Durmuş, 2008). At this point, it is important to evaluate the seeds as a new, alternative and inexpensive source of the bioactive compounds and to be regained to food industry as a new way of using red peppers (Silva et al., 2013). In recent years, they are very important compounds due to their positive effects on health and their alternative use as natural antioxidants (Cavuldak et al., 2016). Extraction of polyphenols is complicated by insoluble structures such as vacuoles, cell walls and lipoprotein bilayers and polyphenols are enclosed in these structures (Corrales et al., 2008). Conventional extraction of secondary metabolites from seeds is difficult by these factors. To overcome these problems, ultrasonic treatment has gained increasing popularity. In the ultrasonic method, acoustic vibrations are applied to the sample with frequencies above 20 kHz and these vibrations cause cavitation effect in the liquid environment. This effect, also known as cavitation, leads to the formation of bubbles and mechanical shaking of the solids, thereby enabling the separation of particles (Büyüktuncel, 2012). Thus, the ultrasonic application mechanically breaks the cell walls and transfers material, since the cell wall is removed the extraction process is faster than other extraction methods (Bayraktaroğlu and Obuz, 2006). Ultrasonic-assisted extraction methods have benefits with industrial applications economically, and it is used to enhance extraction yield and to reduce the usage of organic solvent and extraction time (Tiwari, 2015). Response surface methodology (RSM) can be used for optimization of polyphenols yield from seeds. It contributes to reduce the number of experiments and provide mathematical and statistical models (Li et al., 2015).

However, there is no studies that focused on the optimization of polyphenolic content and

antioxidant capacity of extracts from red pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds. The objectives of this study were to (a) observe the effectiveness of UAE on the TPC and antioxidant capacity of extracts from red pepper seed and compare to the SE method, (b) to optimize UAE conditions of phenolic extracts to obtain maximum polyphenol yield and antioxidant capacity, (c) to determine the effects of UAE solvent volume, extraction temperature and time on total phenolic content and antioxidant capacity by Box-Behnken Design (BBD) of RSM.

Materials and Methods

Materials

For the analyses, the analytical grade chemicals were used and these were supplied from Sigma Chem. Co. (St. Louis, MO, USA). Red pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds were obtained from a red pepper plant located in the Kahramanmaraş region during the processing period of 2015 as waste products. Sun dried red pepper seeds had moisture 5.57%. Before extraction the seeds were milled into powder for 1 min by using an electric grinder.

Methods

Ultrasonic-assisted extraction

The prepared seed powder (5 g) was extracted with methanol in a blue cap bottle. The UAE was performed in an ultrasonic bath (UC-10, Jeitech, Seoul, Korea) with a fixed power (330 W) and 40 kHz frequency. Various experimental conditions such as solvent volume (50, 75, 100 mL), extraction temperatures (40, 50, 60 °C) and time (20, 40, 60 min) were carried out for extraction procedure. The extracts were filtered through filter paper (0.45 µm, Whatman) by vacuum. Filtrates were stored at 4 °C in the bottles that covered with aluminum foil until analysis (Teh and Birch, 2014).

Conventional extraction

Conventional extractions were carried out in a shaking water bath at 200 rpm at room temperature (25 °C) (SE25) and at 51 °C (SE51) for 60 min. Due to compare ultrasonic extraction, similar conditions were performed for conventional extractions.

Measurements of total phenolic content in seed extracts

The Folin–Ciocalteu reagent was used to determine the total phenol contents (TPC) of seed extracts spectrophotometrically by measuring the absorbance at 760 nm. TP was expressed as mg of gallic acid per 100 g of seed (Singleton and Rossi, 1965).

DPPH radical scavenging assay

The antioxidant activity of seed extracts was measured by the DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging assay that was based on the method of Brand-Williams et al. (1995) with some modifications. The variation of free radical scavenging activity by the time was carried out by reaction using DPPH in methanol at 515 nm by spectrophotometer (UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan). The antioxidant activity was calculated as the percent of inhibition by using the equation (1):

$$\% \text{ Inhibition} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

Response surface optimization of UAE

In this study, RSM was used to determine the optimum conditions of extractions of polyphenols from seed extracts. The Box-Behnken trial design was performed at three levels with three independent variables by using the Design Expert software program (Version 10; Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA). According to the polynomial equation obtained from RSM was given as follows (1):

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 \quad (1)$$

Where y is the response variable (TPC and % inhibition of DPPH); $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots$ are the regression coefficients; and X_1, X_2, X_3 are the non-coded values for solvent volume, temperature and time, respectively (Table 1).

17 experimental runs were carried out by Box-Behnken trial design and the responses of TPC and % inhibition of DPPH using UAE are given in Table 2. ANOVA was used to analyze the data due to determine the lack of fit and the effects of variables and their interactions on TPC and % inhibition of DPPH.

Statistical analysis

All measurements were repeated three times. The results were expressed as mean values and standard deviations. The data were statistically compared by Tukey's honestly significant difference Duncan test (SPSS v.23, IBM, USA). Statistical significance was accepted at a level of $p < 0.05$.

Table 1. Levels and ranges of independent variables used to measure TPC and % inhibition of DPPH.

| Variables | Variable codes | Levels | | |
|-----------------------------|----------------|--------|----|-----|
| | | -1 | 0 | +1 |
| Solvent volume (mL) | X_1 | 50 | 75 | 100 |
| Extraction temperature (°C) | X_2 | 40 | 50 | 60 |
| Extraction time (min) | X_3 | 20 | 40 | 60 |

Table 2. The responses of TPC and % inhibition of DPPH based on BBD model using UAE.

| Run | Solvent volume (mL) | Extraction temperature (°C) | Extraction time (min) | Total phenol content (mg GAE 100 g ⁻¹) | | DPPH % | |
|-----|---------------------|-----------------------------|-----------------------|--|-----------|--------------|-----------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | Experimental | Predicted | Experimental | Predicted |
| 1 | 100 | 40 | 40 | 147.9 | 140.25 | 21.5 | 21.09 |
| 2 | 100 | 50 | 20 | 193.11 | 203.17 | 25.55 | 24.49 |
| 3 | 50 | 50 | 60 | 363.67 | 353.61 | 47.89 | 48.95 |
| 4 | 75 | 60 | 20 | 165.3 | 154.30 | 34.41 | 33.74 |
| 5 | 50 | 40 | 40 | 225.81 | 224.87 | 44.67 | 42.94 |
| 6 | 100 | 60 | 40 | 141.53 | 142.47 | 27.16 | 28.89 |
| 7 | 100 | 50 | 60 | 215.59 | 212.23 | 29.38 | 29.17 |
| 8 | 50 | 60 | 40 | 249.92 | 257.57 | 48.52 | 48.98 |
| 9 | 50 | 50 | 20 | 258.14 | 261.50 | 46.48 | 46.75 |
| 10 | 75 | 40 | 20 | 136.11 | 134.66 | 28.19 | 29.71 |
| 11 | 75 | 40 | 60 | 176.42 | 187.42 | 29.58 | 30.25 |
| 12 | 75 | 50 | 40 | 213.95 | 223.67 | 38.43 | 40.13 |
| 13 | 75 | 50 | 40 | 262.01 | 223.67 | 39.07 | 40.13 |
| 14 | 75 | 50 | 40 | 207.85 | 223.67 | 40.64 | 40.13 |
| 15 | 75 | 50 | 40 | 230.09 | 223.67 | 44.67 | 40.13 |
| 16 | 75 | 50 | 40 | 204.47 | 223.67 | 37.83 | 40.13 |
| 17 | 75 | 60 | 60 | 199.33 | 201.74 | 41.63 | 40.11 |

Results and Discussion

Response surface analysis of total phenolic content

The ANOVA results of total phenolic content are represented in Table 3. The model was statistically significant with the model F-value (12.58) and P value ($p < 0.05$). Values of “Prob > F” less than 0.05 revealed that the model terms as solvent volume (X_1), extraction time (X_3), square effect of solvent volume (X_1^2) and square effect of extraction temperature (X_2^2) were significant for TPC. The model correlation coefficient R^2 was 0.9418. In this case, the model was well matched with the experimental data. The “Lack of Fit p-value” of 0.7874 suggested that the Lack of Fit is not significant. The non-significant lack of fit value shows the fitness of the model. As a result of the

experimental data subjected to regression analysis, the following second order polynomial model equation (Eq.(2)) was obtained for TPC.

$$Y_{TPC} = +223.67 - 49.93X_1 + 8.73X_2 + 25.29X_3 - 7.62X_1X_2 - 20.76X_1X_3 - 1.57X_2X_3 + 27.98X_1^2 - 60.36X_2^2 + 5.98X_3^2 \quad (2)$$

According to the absolute value of the coefficients, the order of factors affecting the response value of TPC was determined as solvent volume > extraction time > extraction temperature. The effect of solvent volume and extraction time on the TPC as a result of regression analysis was found to be significant ($p < 0.05$). Three-dimensional (3D) response surface plots are useful for the determination of optimal point of responses and the identification of the binary interactions between the process variables.

Table 3. ANOVA statistics for TPC.

| Source | Sum of squares | df | Mean square | F-value | p-value |
|--------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| Model | 45646.82 | 9 | 5071.87 | 12.58 | 0.0015* |
| X_1 -solvent vol | 19941.04 | 1 | 19941.04 | 49.46 | 0.0002* |
| X_2 -temp. | 609.70 | 1 | 609.70 | 1.51 | 0.2585 |
| X_3 -time | 5118.19 | 1 | 5118.19 | 12.70 | 0.0092* |
| X_1X_2 | 232.26 | 1 | 232.26 | 0.58 | 0.4726 |
| X_1X_3 | 1724.33 | 1 | 1724.33 | 4.28 | 0.0774 |
| X_2X_3 | 9.86 | 1 | 9.86 | 0.024 | 0.8801 |
| X_1^2 | 3295.57 | 1 | 3295.57 | 8.17 | 0.0244* |
| X_2^2 | 15340.72 | 1 | 15340.72 | 38.05 | 0.0005* |
| X_3^2 | 150.41 | 1 | 150.41 | 0.37 | 0.5606 |
| Residual | 2822.04 | 7 | 403.15 | | |
| Lack of fit | 597.48 | 3 | 199.16 | 0.36 | 0.7874 |
| $R^2=0.9418$ | | | | | |

* $p < 0.05$ significant; $p > 0.05$ not significant

The combined effects of three independent variables on the TPC as a result of the regression analysis was not statistically significant ($p > 0.05$). Fig. 1a, Fig. 1b and Fig. 1c show the combined effects of extraction temperature-solvent volume, extraction temperature-time and solvent volume-extraction time on the TPC, respectively. The total effects of all binary interactions on TPC were found to be negative.

The experimental values for phenolic content (TPC) were ranged from 136.11 to 363.67 mg GAE 100 g⁻¹. Most of the phenolic compounds exhibit a wide range of biological activities such as antioxidant, antifungal, antibacterial, antitumor and antiviral. Sora et al. (2015) reported that the phenolic contents of the peppers (pulp and seed)

of the genus *Capsicum* ranged from 119.97 ± 3.44 to 2060.12 ± 20.56 mg GAE 100 g⁻¹. Gurnani et al., (2016) reported that the amounts of the total phenolic content for *C. frutescens* seeds were in the ranges of 7.95–26.15 gallic acid equivalents (GAE mg/g) of (hexane-chloroform) extracts.

Response surface analysis of DPPH radical scavenging activity

The ANOVA results of DPPH radical scavenging activity are represented in Table 4. The model was statistically significant with the model F-value (19.63) and P value ($p < 0.05$). Values of “Prob > F” less than 0.05 revealed that the model terms as solvent volume (X_1), extraction temperature (X_2), and square effect of extraction temperature (X_2^2) were significant for DPPH radical

scavenging activity. The second order polynomial model for DPPH radical scavenging activity was shown in equation (Eq.(3)) obtained as a result of regression analysis.

$$Y_{DPPH} = +40.13 - 10.50X_1 + 3.47X_2 + 1.73X_3 + 0.45X_1X_2 + 0.60X_1X_3 + 1.46X_2X_3 - 0.40X_1^2 - 4.27X_2^2 - 2.41X_3^2 \quad (3)$$

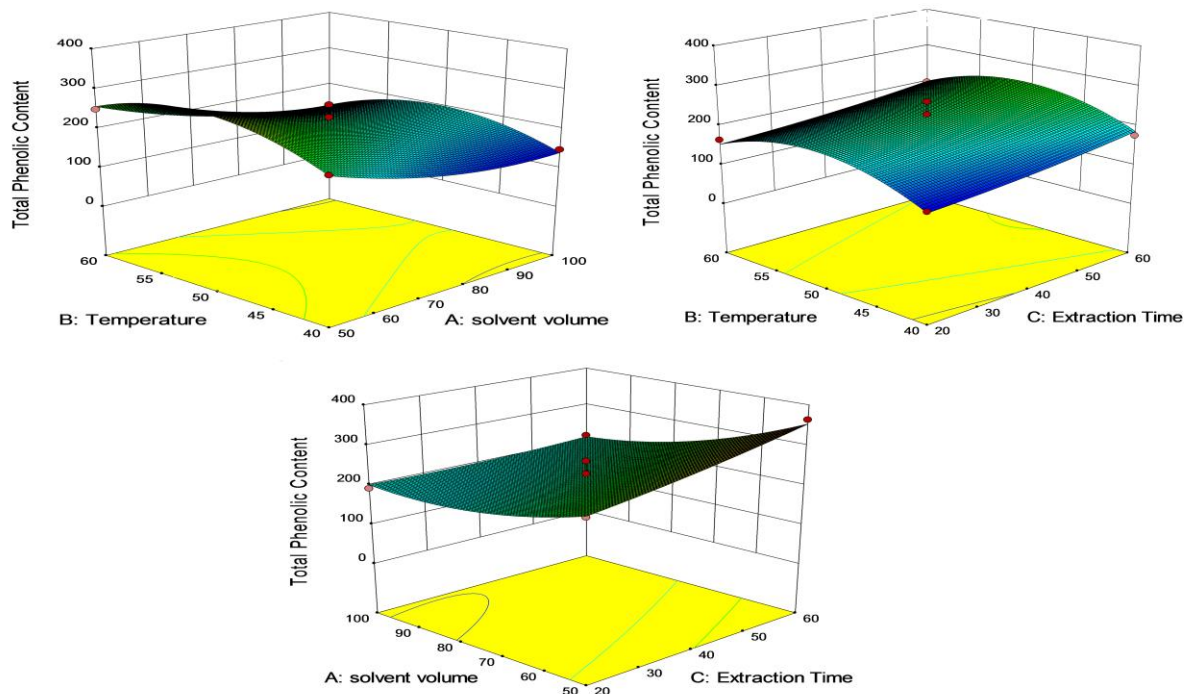


Figure 1. Response surface plot for TPC as a function of (a) solvent volume and temperature (b) extraction time and temperature (c) solvent volume and extraction time.

According to the absolute value of the coefficients, the order of factors affecting the response value of DPPH radical scavenging activity % was determined as solvent volume > extraction temperature > extraction time. The combined effects of three independent variables on the % inhibition of DPPH radical scavenging activity as a result of the regression analysis was not

statistically significant ($p > 0.05$) (Fig. 2a). Fig. 2b shows the combined effect of extraction temperature and time and Fig. 2c shows the combined effect of extraction time and solvent volume on the % inhibition of DPPH. The total effects of all binary interactions on % inhibition of DPPH were found to be positive.

Table 4. ANOVA statistics for DPPH scavenging activity.

| Source | Sum of squares | df | Mean square | F-value | p-value |
|--------------------|----------------|----|-------------|---------|----------|
| Model | 1121.05 | 9 | 124.56 | 19.63 | 0.0004 |
| X_1 -solvent vol | 881.37 | 1 | 881.37 | 138.87 | < 0.0001 |
| X_2 -temp. | 96.47 | 1 | 96.47 | 15.20 | 0.0059 |
| X_3 -time | 23.98 | 1 | 23.98 | 3.78 | 0.0930 |
| X_1X_2 | 0.82 | 1 | 0.82 | 0.13 | 0.7300 |
| X_1X_3 | 1.46 | 1 | 1.46 | 0.23 | 0.6457 |
| X_2X_3 | 8.50 | 1 | 8.50 | 1.34 | 0.2852 |
| X_1^2 | 0.66 | 1 | 0.66 | 0.10 | 0.7562 |
| X_2^2 | 76.73 | 1 | 76.73 | 12.09 | 0.0103 |

| | | | | | |
|--------------------|-------|---|-------|------|--------|
| X_3^2 | 24.38 | 1 | 24.38 | 3.84 | 0.0908 |
| <i>Residual</i> | 44.43 | 7 | 6.35 | | |
| <i>Lack of fit</i> | 14.25 | 3 | 4.75 | 0.63 | 0.6332 |
| $R^2=0.9619$ | | | | | |

* $p < 0.05$ significant; $p > 0.05$ not significant

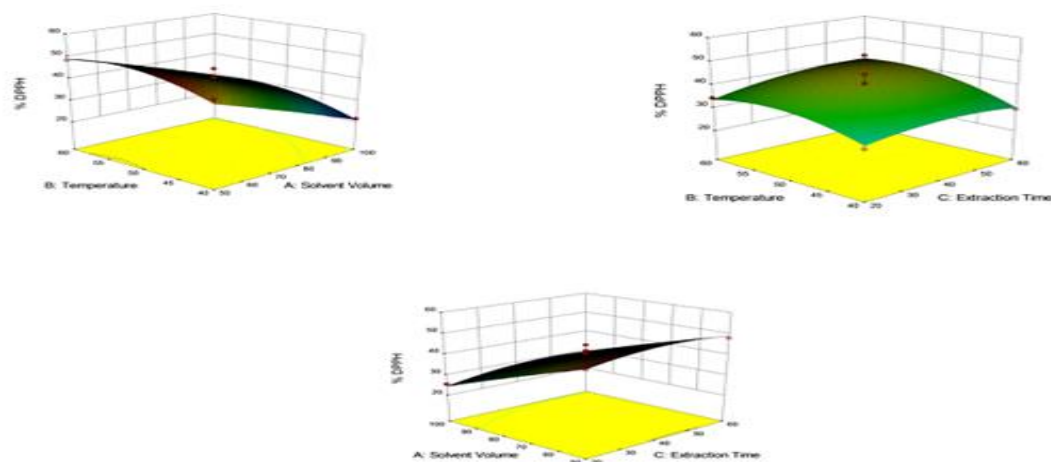


Figure 2. Response surface plot for DPPH scavenging activity as a function of (a) solvent volume and temperature (b) extraction time and temperature (c) solvent volume and extraction time.

The experimental values for DPPH scavenging activity were ranged from 21.5 to 48.52%. For evaluating radical scavenging effects of natural antioxidants, 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl that is a free radical donor is widely used (Matsukawa et al., 1997; Jao and Ko, 2002). The correlations between the contents of total phenolics and the antioxidant activities obtained in this study were highly similar to Sora et al. (2015). Gurnani et al., (2016) reported that the in vitro antioxidant activity of *C. frutescens* seeds via DPPH assay, n-hexane and chloroform extracts showed 26.9% and 30.9% free radical scavenging abilities, respectively, at the concentration of 1 mg/mL and considering these results, *C. frutescens* seeds can be used as a source of novel antimicrobial and antioxidant compounds. Sim and Sil, 2008 reported that the scavenging effect of red pepper seed was only 13% at 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentration. Many studies reported that free radical scavenger effects of red pepper are because of red pepper seed.

Optimization of the conditions

The optimum conditions for TPC and % inhibition of DPPH values were determined as extraction temperature of 51 °C, extraction time of 60 min, and solvent volume of 50 mL. The experimental value results were validated with the predictive values.

Comparison between ultrasonic-assisted and conventional solvent extraction of red pepper seed

The results showed that higher extraction yield of total phenolics was observed with UAE compared to SE (Fig. 3). Carrera et al., (2012), found same effects of ultrasound treatment on extraction of phenolic compounds from grapes. Total phenolics of ultrasonicated seed extract were $336.30 \pm 3.15 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$. Total phenolics of conventional seed extracts were 75.20 ± 2.96 and $262 \pm 2.21 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$, respectively. TPC of seed extracts by UAE and SE were significantly different at $p < 0.01$. Ultrasound treatment increased mass transfer and recovery yield of bioactive compounds. It was an alternative for conventional extraction techniques. In a study, optimum conditions for protein extraction were investigated for red pepper (*Capsicum frutescens*) seed meal by using RSM (Firatlıgil Durmuş, 2008). In another study, the antimicrobial and antioxidant activities of *Capsicum frutescens* L. seeds were determined. In a study, the TPC of the crude extracts of *Capsicum frutescens* L. seeds was found to vary between 7.95 and 26.15 mg GAE g^{-1} of dry weight of extract (Gurnani et al., 2016). The differences from the previously reported values may be due to several factors such as differences in harvest year, climatic conditions, maturity stage of fruits, kind of

solvents, extraction methods, extraction conditions (time, temperature, solvent to solid ratio, etc.), locality, and cultivar of fruits (Menichini et al., 2009; Zhuang et al., 2012).

% inhibition of DPPH value for ultrasonication extracts was higher than the conventional ones. Ultrasonicated seed extract exhibited % inhibition of DPPH of 54.50% and the conventional seed extracts exhibited % inhibition of DPPH of 38.72% and 50.62%, respectively (Fig. 4). Silva et al. (2013), assessed the antioxidant activity of aqueous extracts from *C. annuum* seeds

against DPPH*. “Sweet Italian” seeds showed $IC_{25} = 0.413 \text{ mg mL}^{-1}$ and “Reus long pairal” seeds showed $IC_{25} > 18.2 \text{ mg mL}^{-1}$ capacity to scavenge DPPH. In this study, UAE optimization for maximum extraction of phenolic compounds with high antioxidant activities exhibited better results than previously reported studies on TPC ($267.3 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$) and 47% radical scavenging activity from the ethanol extracts of red pepper (*Capsicum frutescens*) seed (Fıratlıgil Durmuş, 2008).

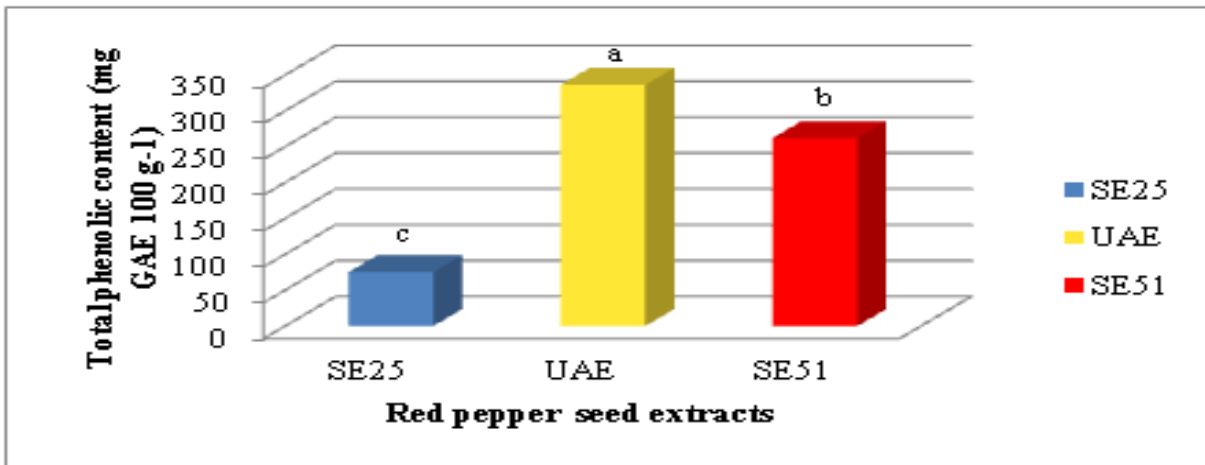


Figure 3. Total phenolic content of the seed extracts by ultrasonic treatment and the conventional extractions. (UAE : Ultrasonic-assisted extraction was carried out at optimum conditions (extraction temperature of 51°C), SE25 : Conventional extraction was carried out at room temperature (25 °C), SE51 : Conventional extraction was carried out at 51 °C). Values are expressed as mean±standard deviations for three (n=3) measurements. Lower case letters (a,b and c) within bars of the same sample with different extraction methods are highly significantly different at $p < 0.01$.

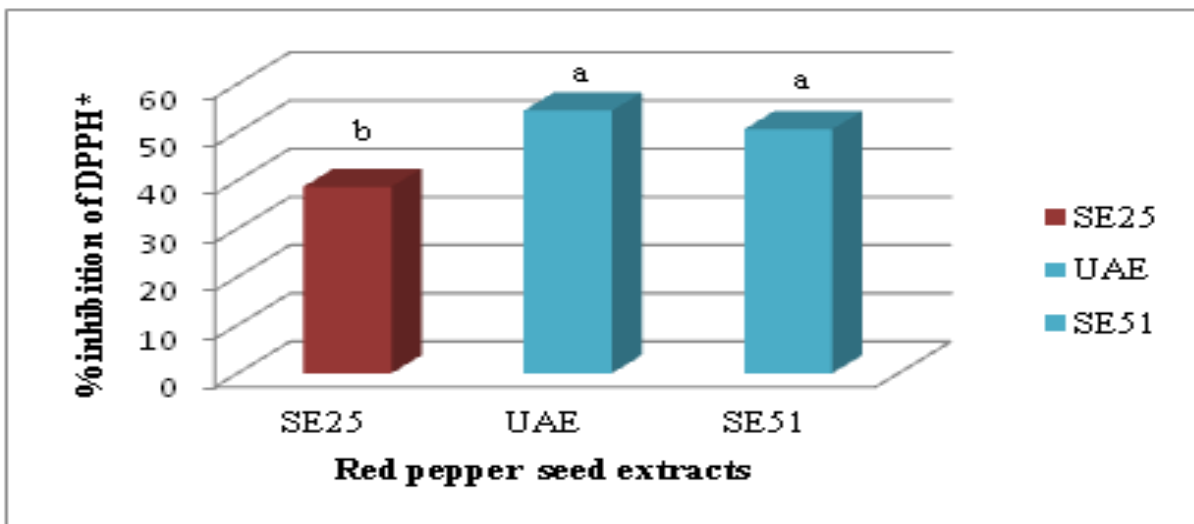


Figure 4. % inhibition DPPH* of the seed extracts by ultrasonic treatment and the conventional extractions. (UAE : Ultrasonic-assisted extraction was carried out at optimum conditions (extraction temperature of 51°C), SE25 : Conventional extraction was carried out at room temperature (25 °C), SE51 : Conventional extraction was carried out at 51 °C). Values are expressed as mean±standard deviations for three (n=3) measurements. Lower case letters (a-b) within bars of the same sample with different extraction methods are highly significantly different at $p < 0.01$.

Conclusion

In this study, Maraş pepper seed can be a good potential food source due to its valuable content and chemical, biological, ecological importance. Further studies on seed's functional properties are needed. Conventional solvent and ultrasound-assisted solvent extraction methods have different advantages in terms of phenolic extraction yield and quality parameters. Total phenolic content at maximum yield is possible with shorter extraction time and less solvent usage by ultrasound-assisted solvent extraction. Ultrasound-assisted solvent extraction is a non-thermal modern technique that supplies consumer demands for greener alternatives and natural ingredients. This study is also of particular importance in the evaluation of waste products.

References

- Arsunar, E.S. 2014. Optimization and product characterization of oil produced from capia pepper seed by cold pressing. Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Science and Engineering, Master Thesis, Çanakkale, 1s (in Turkish).
- Bayraktaroglu, G. and Obuz, E. 2006. Principles of ultrasound methods and usage in food industry. Turkey 9. Food Congress; 24-26 May, Bolu, Turkey, s. 57-60 (in Turkish).
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28: 25-30.
- Büyüktuncel, E. 2012. Advanced Extraction Techniques I. University of Hacettepe, *Journal of Faculty of Pharmacy*, 32(2): 209-242 (in Turkish).
- Carrera, C., Ruiz-Rodríguez, A., Palma, M. and Barroso, C.G. 2012. Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from grapes. *Analytica Chimica Acta*, 732: 100-104.
- Cavuldak, Ö.A., Vural, N. and Anlı, R.E. 2016. Ultrasound assisted extraction of plant-derived phenolic compounds. *Food*, 41(1): 53-60 (in Turkish).
- Corrales, M., Toepfl, S., Butz, P., Knorr, D. and Tauscher, B. 2008. Extraction of anthocyanins from grape by products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields; a comparison. *Innovative Food, Science & Emerging Technologies*, 9: 85-91.
- Fıratlıgil Durmuş, F.E. 2008. Industrial utilization of red pepper seeds: protein extraction, functional properties, application in mayonnaise production. Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, PhD Thesis, Istanbul 148 s (in Turkish).
- Gurnani, N., Gupta, M., Mehta, D. and Mehta, B.K. 2016. Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). *Journal of Taibah University for Science*, 10: 462-470.
- Jao, C.H. and Ko, W.C. 2002. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radicals scavenging by protein hydrolyzates from tuna cooking juice. *Fish Science*, 68, 430-435.
- Li, Hui-Zhen, Zhang, Zhi-Jun, Hou, Tian-Yu, Li, Xiao-Ju and Chen, Tie. 2015. Optimization of ultrasound-assisted hexane extraction of perilla oil using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 76: 18-24.
- Matsukawa, R., Dubinsky, Z. and Kishimoto, E. 1997. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. *Journal of Applied Physiology*, 9: 29-35.
- Menichini, F., Tundis R., Bonesi M., Loizzo MR., Conforti F., Statti G., Cindio BD., Houghton PJ. and Menichini F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chem.*, 114: 553-560.
- Silva, L.R., Andrade, P.B., Azevedo, J., Pereira, M.J. and Valentão, P. 2013. Chemical assessment and antioxidant capacity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds. *Food and Chemical Toxicology*, 53: 240-248.
- Sim, K.H. and Sil, H.Y. 2008. Antioxidant activities of red pepper (*Capsicum annuum*) pericarp and seed extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1813-1823.
- Singleton, W.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Sora, GTS., Haminiuk, CVI., da Silva, MV., Zielinski, AAF., Gonçalves, GA., Bracht, A. and Peralta, RM. 2015. A comparative study of the capsaicinoid and phenolic contents and in vitro antioxidant activities of the peppers of the genus *Capsicum*: an application of chemometrics. *J. Food Sci. Technol.*, 52(12): 8086-8094.

- Teh, S.S. and Birch, E.J. 2014. Effect of ultrasonic treatment on the polyphenol content and antioxidant capacity of extract from defatted hemp, flax and canola seed cakes. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21: 346-353.
- Tiwari, B.K. 2015. Ultrasound: A clean, green extraction technology. *Trends in Analytical Chemistry*, 71: 100-109.
- Yılmaz, E., 2011. Technology of Food By-products. Lecture notes. Çanakkale (in Turkish).
- Zhuang, Y., Chen, L., Sun, L. and Cao, J. 2012. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. *J. Funct. Foods.*, 4: 331-338.

Çanakkale İlinde Kanola Üretiminin Fonksiyonel Analizi

Arif SEMERCİ*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: arifsemerci69@gmail.com

Geliş Tarihi: 13.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 06.12.2019

Kabul Tarihi: 11.12.2019

Özet

Dünya yağlı tohumlar üretiminde soya ve palm bitkisinden sonra %12.27'lik pay ile 3. sırada, bitkisel yağ üretiminde de %14.44 ile yine 3. sırada yer alan kanola, Türkiye'de yağlı tohumlar üretiminde %4.63, bitkisel yağ üretiminde de %6.36'lık paya sahiptir. Kanola üretimi, gelişen dünyanın aksine Türkiye'de, uygulanan çeşitli destekleme politikalarına rağmen yeterince gelişme gösterememiştir. Buna rağmen ülkede son 30 yıllık dönemde birim alandan elde edilen verim değerinde en yüksek artış kanoladan sağlanmıştır. 2018 yılında Türkiye'nin kanola üretiminde %7.5'lik pay ile Çanakkale ili 5. sırada yer almıştır. Araştırma alanı olarak belirlenen ilde Tam Sayım Yöntemine göre belirlenen 83 tarım işletmesinden elde edilen veriler yardımıyla kanola üretimi fonksiyonel analiz yönüyle incelenmiştir. Birim alandan ortalama 296 kg/da kanola elde edebilmek için yaklaşık olarak; 450 g tohum, 26 kg saf gübre, 330 cc tarımsal mücadele ilacı ve 13 l mazot kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Kanola üretimine ilişkin oluşturulan fonksiyonda; gübre masrafı (X_1), tarımsal mücadele ilacı bedeli (X_2) ve tohum bedeli (X_3) faktörlerinin üretim elastikyetleri %5 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, denklemin üretim elastikyetleri katsayıları toplamının ($\sum\beta_i$: 1.004) ise ölçüğe artan getiriyi ifade ettiği sonucuna varılmıştır. Oluşturulan denklemde yer alan faktörler arasında marjinal etkinlik katsayısı en yüksek değişken 13.94 ile tarımsal mücadele ilacı masrafı (X_2) olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Kanola, fonksiyonel analiz, Çanakkale.

Functional Analysis of Canola Production in Çanakkale Province

Abstract

Canola takes 3rd place after soybean and palm in global oil seeds production with a percentage of 12.27%, and it is in 3rd place in vegetable oil production with a percentage of 14.44%. In terms of Turkey, canola's proportional share in oil seeds production is 4.63%, and it is 6.36% in vegetable oil production. Despite some agricultural subsidy policies for throughout the years, Turkey's canola production has not increased enough. However, for the last three decade, canola has shown the most improvement in productivity for unit area. Çanakkale City was 5th in Turkey's canola production in 2018 with a proportional share of 7.5%. In this study, canola production in Çanakkale City was examined in terms of functional analysis with the data, which were obtained from 83 agricultural enterprises. According to the research results, canola production takes the first place in vegetative production pattern with a share of 31%. The average canola production area was 84.07 da, and the average productivity was found as 296.20 kg/da. In order to obtain 296 kg/da of canola, it is necessary to use; 450 g seed, 26 kg pure fertilizer, 330 cc agricultural pesticide and 13 l diesel fuel. It is found out that from the function formula of canola production; production elasticities of fertilizer cost (X_1), pesticide cost (X_2) and seed cost (X_3) were found significant at the level of 5% error margin, and total production elasticities from the formula ($\sum\beta_i$: 1.004) indicates that increasing returns to scale. Among the factors that is belong to the equation, marginal efficiency coefficient was found highest in pesticide cost (X_2) which was 13.94.

Key words: Canola, functional analysis, Çanakkale.

Giriş

Türkiye, tarımsal üretim potansiyeli yüksek ülkeler arasında yer almasına rağmen, uygulanan farklı tarımsal destekleme politikaları nedeniyle günümüzde önemli miktarda döviz ödeyerek tarımsal ürünler ve türevlerinin alımında bulunmaktadır. Bu ürün gruplarının başında yağlı tohumlar ve türevleri gelmektedir. Türkiye'nin tarımsal dış ticareti incelendiğinde, 2016 yılında yaklaşık 3.2 milyar \$ ile yağlı tohumlar ve türevlerine ödeme yapıldığı anlaşılmaktadır (Kadakoğlu ve Karlı, 2019).

2017 yılı verilerine göre dünya yağlı tohumlar üretimi yaklaşık 824 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimde %42.8 ile soya ilk sırada yer alırken bu ürünü %38.5 ile palm ve %12.27 ile kanola izlemiştir (FAO, 2019). 2018 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de yağlı tohumlar üretimi yaklaşık 4 milyon ton olup; ilk sırayı %48.62 ile yağlık ayçiçeği alırken, %4.63 ile kanola (pamuk çiğidi ve yerfıstığından sonra) 4. sırada yer almıştır. Bu veriler Türkiye'de genelde yağlı tohumlar özelde ise kanola üretiminin bitkisel üretim deseninde çeşitli nedenlerden dolayı istenilen oranda pay alamadığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2019). Araştırma öncesi yapılan literatür taramasında Türkiye'de kanola üretiminin fonksiyonel analizine dayalı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile Çanakkale ilinde kanola üreten 83 işletmeden derlenen veriler yardımıyla kullanılan girdiler ile elde edilen ürün arasındaki ilişki fonksiyonel olarak incelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde araştırma alanında kanola üretiminin artırılmasına yönelik önerilerinde bulunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini, Çanakkale ilinde kanola üreten tarım işletmelerinden 2018 yılı Kasım ayında yürütülen anket çalışmaları sonucunda elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil verilerinin temininde ise; başta Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) yayınları ve elektronik ortam verilerinden faydalanılmıştır.

Örneğe girecek işletme sayılarının belirlenmesi aşamasında Çanakkale Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerinin incelenmesi sonucu 2016-17 üretim döneminde 6 ilçede 41 tarım işletmesinde 3.679 da alanda kanola üretimin yapıldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmada "Tam Sayım Yöntemi" kullanılarak ÇKS'ye kayıtlı 41 işletmeyle birlikte il genelinde ulaşılabilen işletmelerin tamamıyla anket uygulaması gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada anket uygulanan köyler ve üreticilerin

belirlenmesinde Çanakkale Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlüğü yöneticileri ile teknik personelinden üst düzeyde faydalanılmasına gayret gösterilmiştir.

Araştırmada Cobb-Douglas tipi fonksiyon kullanılarak analizler yapılmıştır. Konu ile ilgili kaynaklarda bu fonksiyon tipinin tarımsal üretime yönelik olarak yapılan ekonometrik analiz çalışmalarına uygun düştüğü belirtilmektedir (Heady ve Dillon, 1966; Zoral, 1984; Özçelik, 1989). Ana kitleye ait denklem;

$$Y = aX_1^{b_1}X_2^{b_2}X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n}$$

şeklinindedir. Denklemin iki tarafının da logaritması alındığında denklem;

$$\log Y = \log \alpha + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \dots + \beta_k \log x_k + e^u$$

şeklinde oluşmaktadır. Fonksiyondaki β_i değerleri üretim elastikyetlerini göstermektedir ($\beta_i=1,2,\dots,n$). β_i değerlerinin testi,

$$t \beta_i = \beta_i / se(\beta_i)$$

Formülü kullanılarak yapılmakta ve elde edilen $t\beta_i$ değeri, "t-tablosu"nda (n-k-1) serbestlik derecesini gösteren satır ile istenen önem seviyesine ait sütunun kesiştiği yerdeki değeri ile karşılaştırılmaktadır.

Regresyon denkleminde ait; çoklu regresyon (R) ve determinasyon katsayısı (R^2), bağımsız değişkenlere ait elastikyet katsayıları (β_i), standart hataları ($se \beta_i$) ve önem seviyeleri ($t\beta_i$), değişkenlerin geometrik ortalamaları (X_iG , YG), basit korelasyon katsayıları (r_{ij}) ile denklemin standart sapması (S) ve önem seviyesi (F değeri) uygun bir istatistik paket programı yardımıyla yapılan regresyon analizleri sonucunda elde edilmiştir.

Çalışmada kanola üretiminde kullanılan girdilerin Marjinal Gelirinin (MG) tespit edilmesinde altta belirtilen formül kullanılmıştır (Karagölge 1973).

$$MjGx_j = \beta_j \frac{YG(ort)}{X_jG(ort)} Fy$$

Üretim girdilerinin Marjinal Etkinlik Katsayısının (MEK) saptanmasında kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir (Akçay ve Uzunöz 1999).

$$MEK = \frac{Faktörlerin Marjinal Geliri}{Faktörlerin Marjinal Masrafı(Faktör Fiyatı)}$$

Tahmin denkleminde yer alan değişkenlerin (X_i) marjinal verimi;

$$MVX_i = \beta_i * YG/X_iG$$

formülü kullanılarak belirlenmiştir (Zoral, 1973). Ekonomik optimum için marjinal gelirler, faktör fiyatlarına bölünerek etkinlik katsayıları (MEK X_i) saptanmıştır (Dilmen, 1985).

Faktörler arasındaki teknik ikame haddi (marjinal teknik ikame oranı),

$$MTIO_{x1/x2} = \frac{X2G \text{ Marjinal Verim}}{X1G \text{ Marjinal Verim}}$$

veya;

$$MTIO_{x1/x2} = b2.X1G/b1.X2G$$

formülleri kullanılarak belirlenmiştir (Gündoğmuş, 1998).

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında Çanakkale ilinde faaliyet gösteren 83 tarım işletmesinden derlenen veriler yardımıyla; kanola üretim değeri ile üretimde kullanılan girdiler arasındaki ilişkiler Cobb-Douglas tipi fonksiyon kullanılarak analiz edilmiştir (Doll ve Orazem 1984; Beattie ve Taylor 1987, Neill, 2002). Kanola üretimine ait fonksiyonda yer alan değişkenler;

Y = Gayrisafi üretim değeri (GSÜD); Kanola üretim miktarı ile ürüne ait çiftlik avlusu fiyatının çarpılmasıyla bulunmuştur.

Bağımsız değişkenler ise şunlardır;

X_1 = Kimyasal gübre bedeli (TL/da),

X_2 = Tarımsal mücadele ilacı bedeli (TL/da).

X_3 = Üretimde kullanılan tohum bedeli (TL/da)

Kanola üretiminde bağımlı değişken (Y) ile bağımsız değişkenler arasındaki (X_i) fonksiyonel ilişki;

$$Y = 1,281 * X_1^{0,662} * X_2^{0,110} * X_3^{0,232}$$

($S=0,131$; $R=0,922$; $R^2=0,919$)

olarak tespit edilmiştir.

Denklemin çoklu korelasyon katsayısı ve determinasyon katsayısı ($F_{hesap} > F_{tablo}$) %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Determinasyon katsayısına göre, kanolaya ilişkin üretim değerindeki değişmelerin yaklaşık %92'sini, denkleminde yer alan bağımsız değişkenlerle açıklanabildiği ve seçilen fonksiyon tipinin uygun olduğu belirtilebilir. Çalışmada otokorelasyon varlığının belirlenmesi için Durbin Watson (DW) istatistiği kullanılmış olup, belirlenen denkleme ilişkin DW_{hesap} değerinin 1,606 olarak hesaplanması sebebiyle pozitif otokorelasyon testi uygulanmıştır (Özçelik, 1994). Uygulanan test sonucunda elde edilen fonksiyon için pozitif korelasyon olmadığı ($DW_h 1,606 > DW_{U(0,01)} 1,578$) sonucuna varılmıştır.

Çizelge 1. Kanola üretim fonksiyonu varyans analiz tablosu.

| | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | P değeri |
|-----------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Regresyon | 3 | 16.064 | 5.355 | 312.79 | 0.000 |
| Kalan | 79 | 1.352 | 0.017 | | |
| Toplam | 82 | 17.416 | | | |

Çizelge 2. Üretim faktörlerine ait üretim elastikiyetleri.

| | X_1 (gübre) | X_2 (tohum) | X_3 (ilaç) | ($\Sigma\beta_i$) |
|--------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|
| Üretim elastikiyetleri (β_i) | 0.662 | 0.110 | 0.232 | 1.004 |
| Standart hata ($s_e\beta_i$) | 0.080 | 0.030 | 0.075 | - |
| $t\beta_i$ | 7.821* | 2.309* | 3.180* | - |

(*): %5 düzeyinde önemli.

Bağımsız değişkenlere ait üretim elastikiyetleri incelendiğinde 3 faktörün de üretim elastikiyeti katsayılarının pozitif karakterli olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Bu durum hangi faktörün azaltılması veya artırılmasının gerekli olduğu konusunda sonuçlar çıkarılmasını olanaklı kılmaktadır (Heady ve Dillon, 1966; Zoral, 1973; Özçelik, 1989).

Elde edilen denkleminde kullanılan girdilerin üretim elastikiyeti katsayısı pozitif işaretli olması

nedeniyle üretimde kullanılan faktörler için ekonomik optimum noktası belirlenebilmektedir (Rehber ve Erkuş, 1984). Kanola üretiminde kullanılan girdilerin üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 1,004 olup, ölçeğe göre artan getiri söz konusudur. Kısacası, kanola üretiminde tohum, gübre ve ilaç girdilerine yapılan harcama %1 artırıldığında, üretim değeri %1'in biraz üzerinde de olsa artış göstermektedir.

Gübre bedeli (X_1), ilaç bedeli (X_2) ve tohum bedeline (X_3) ait faktörlerin üretim elastikiyetleri %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kanola üretimi için harcanan gübre girdisindeki %10'luk artışın kanola gelirini %6,60; ilaç girdisindeki %10'luk artışın kanola gelirini %1,10 ve tohum girdisindeki %10'luk artışın kanola gelirini %2,30 oranında artıracığı ifade edilebilir. Fakat bu durumu faktör kullanımına yönelik harcamaların yükseltilmesiyle kanola üretim değerinde de artış görülebileceği şeklinde yorumlanmamalıdır. Zira, "girdi için yapılan harcamalar arttıkça GSÜD bu yapılan harcamaların artış oranından az da olsa daha fazla artacaktır"

şeklinde bir ifade daha uygun ve doğru olacaktır. Bu nedenle yapılacak yorumun; kanola üretiminde daha kaliteli ve nitelikli girdi kullanımı için harcanan paradan biraz daha yüksek düzeyde (ölçeğe artan getiri) ürünün GSÜD'nde artışa neden olabileceğini belirtmek daha sağlıklı olacaktır.

Girdilere ilişkin üretim elastikiyetleri toplamı ($\Sigma\beta_i$) 1.004 olarak bulunmuştur. Bu durum ölçeğe artan getiriyi ifade etmektedir. Elde edilen fonksiyonda en yüksek marjinal ürün değeri 15.75 TL ile ilaç (X_3) girdisine aittir. Bu değişkeni 10.61 TL ile gübre girdisi (X_1) ve 5.74 ile tohum girdisi (X_2) girdisi izlemektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Model katsayılarının marjinal kıymetleri ve etkinlik katsayıları.

| | X_1 (gübre) | X_2 (tohum) | X_3 (ilaç) | Y |
|--|------------------|------------------|-----------------|----------|
| Geometrik ortalama | 2885.54 | 886.88 | 680.95 | 22666.25 |
| Üretim faktörlerinin marjinal ürün kıymeti | 10.61 | 5.74 | 15.75 | - |
| Faktör fiyatları (TL) | 1.13 | 1.13 | 1.13 | - |
| Marjinal etkinlik katsayısı | 9.39 | 5.08 | 13.94 | - |

Çizelge 4. Faktörlerarası Marjinal Teknik İkame ve Fiyat Oranları

| Üretim Faktörleri | Marjinal teknik ikame ve fiyat oranları | X_2 (tohum) | X_3 (ilaç) |
|-------------------|---|------------------|-----------------|
| X_1 (gübre) | dX_1 / dX_i | 1.74 | 0.67 |
| | FX_i / FX_1 | 1 | 1 |
| X_2 (tohum) | dX_1 / dX_i | | 0.34 |
| | FX_i / FX_1 | | 1 |

Marjinal ürün değerinin belirlenmesinde faktör fiyatları olarak normal faiz oranından 1 TL fazlası baz olarak alınmıştır (Vural ve Turhan, 2011). Çizelge 3 incelendiğinde girdilerin marjinal etkinlik katsayılarına göre, üretim faktörlerinin ekonomik optimumun altında ($x_j > 1$) kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu durumda marjinal etkinlik katsayısı daha yüksek olan gübre ve ilaç girdilerinin kullanımının artırılması önerilebilir. Başka bir ifade ile; kanola üretiminde belirli standartları taşıyan tohumluk kullanılmalı, ihtiyaç duyulan dönemlerde tavsiye edilen çeşit ve miktarlara uygun gübre kullanılmalı ve bitki korumaya yönelik faaliyetlere özen gösterilmelidir.

Kanola üretiminde yer alan girdiler arasındaki marjinal teknik ikame hadleri dikkate alındığında; X_1 (gübre) faktörünün tohum (X_2) girdisine oranla, ilaç (X_3) faktörünün ise gübre (X_1) ve tohum (X_2) girdisine göre fazla kullanıldığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Tarım işletmelerinin ekonomik optimum düzeyine ulaşılabilmesi için, birim alandan elde edilen gelir değeri değişmese dahi, daha nitelikli tohumluk kullanılması ve ürünün yetiştirilmesi aşamasında bitki koruma için kullanılan tarımsal mücadele ilaçlarına daha fazla önem verilmesi

amacıyla bu girdilerin optimuma düzeye kadar artırılması gerekmektedir.

Yapılan testler sonucunda elde edilen fonksiyon için otokorelasyon ve çoklu bağlantı sorununun olmadığı anlaşılmıştır. Ekonometrik analiz çalışmasında elde edilen denklemde 3 bağımsız değişken yer almış olup, girdilerin üretim elastikiyeti katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 1.004 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ise kanola üretimi için ölçeğe artan getiriyi göstermektedir. Denklemde bulunan faktörler arasında en yüksek marjinal etkinlik katsayısı 13.94 ile tarımsal mücadele ilacı değişkenine aittir. Çalışmada gübre girdisine göre ekonomik optimuma en yakın kullanılan girdi tohum faktörüdür.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında; Çanakkale ilinde kanola üreten işletmelerden elde edilen verilerden yararlanılarak işletme ölçeğinde kanola üretiminde kullanılan girdiler ile çıktı arasındaki ilişkinin fonksiyonel olarak incelenmiştir. Yürütülen çalışma, incelenen işletmelerde birim alana ortalama 296 kg/da kanola elde edebilmek için; 450 g tohum, 26 kg saf gübre, 330 cc tarımsal mücadele ilacı ve 13 l mazot kullanımının gerektiğini göstermiştir.

Araştırmada Çanakkale il genelinde 83 işletmeden derlenen veriler yardımıyla; kanola üretim değeri ile üretimde kullanılan girdiler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Oluşan fonksiyonda gübre bedeli (X_1), ilaç bedeli (X_2) ve tohum bedeline (X_3) ait girdilerin elastikiyet katsayıları %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, denkleme ait üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı ($\sum\beta_i$: 1,004) ölçüğe artan getiriyi ifade etmektedir. Denklemde yer alan 3 değişkene ait marjinal etkinlik katsayıları 5-14 aralığında bulunmuştur.

Yürütülen araştırma Çanakkale ilinde üreticilerin kanola üretimine olumlu yaklaştığını göstermekle birlikte; üretimin kuru alanlarda yapılması, sertifikalı tohumluk kullanımına önem verilmemesi, hasat alanlarına yeterince biçerdöverin girememesi, girdi fiyatlarının ürün fiyatından daha yüksek düzeyde artış göstermesi, işletmelerin yeterince tarımsal üretimde kullanabileceği sermayelerinin olmaması, kanola üretimine verilen desteklerin birim fiyatlarının yetersiz bulunması, ilde önemli sayıda üreticinin genelde tarımsal üretimde özelde ise kanola üretiminde verilen destekleri çeşitli nedenlerden dolayı alamamaları bu ürünün ilde gelişim seyrini önemli derecede ve olumsuz yönde etkilediklerini ortaya koymuştur. Bu sebeple, incelenen işletmelerde kanola üretiminin artırılabilmesi için mutlaka sulu alanlarda üretimin yaygınlaştırılması, sertifikalı tohumluk kullanımının özendirilmesi ve girdi kullanımında bilinç düzeyinin yapılacak olan eğitim çalışmalarıyla artırılması gerekmektedir.

Teşekkür: Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce Hızlı Destek Projesi (Proje No: FHD-2018-2664) kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akçay, Y., Uzunöz, M. 1999. Tarım İşletmelerinde Kaynak Kullanımı Etkinliği Üzerine Bir Araştırma: Niksar Ovası Örneği. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*. 59: 29-38.
- Beattie B.R., Taylor, C.R. 1987. *The Economics of Production*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Dilmen, B. 1985. Bağcılıkta Kullanılan Üretim Faktörlerinin Çeşitli İşletme Büyüklükleri Üzerindeki Etkileri ve Bu İşletme Gruplarının Birbirleriyle Karşılaştırılması: Gaziantep İli Bağcılığının Ekonometrik Analizi. *MPM Verimlilik Dergisi*, Ankara, (2) 86-108.
- Doll J.P., Orazem, F. 1984. *Production Economics Theory with Applications*, John Wiley and Sons Inc., New York.

- FAO, 2019. Bitkisel üretim istatistikleri. (erişim: <http://www.fao.org>) (erişim tarihi: 29.07.2019)
- Gündoğmuş, E. 1998. Ankara İli Akyurt İlçesi Tarım İşletmelerinde Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Üretiminin Fonksiyonel Analizi ve Üretim Maliyetinin Hesaplanması. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 22: 251-260.
- Heady, O.E., Dillon, J.L. 1966. *Agricultural Production Functions*. Iowa State University Press, USA.
- Kadakoğlu, B., Karlı, B. 2019. Türkiye'de Yağlı Tohum Üretimi ve Dış Ticareti. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7 (96) 324-341.
- Karagolge, C. 1973. Arazi Tasarruf Şekillerine Göre Erzurum İlindeki Tarım İşletmelerinin Ekonometrik Analizi. Ankara Ün. Yay. No:312. Ziraat Fak. Yay. No:153, Arş. Seri No:90, Sevinç Matb., Ankara, s.8-24.
- Neill, R.J. 2002. Production and Production Functions: Some Implications of a Refinement to Process Analysis", *Journal of Economic Behaviour & Organization*. 51(4) 507-521.
- Özçelik, A. 1989. Ankara Şeker Fabrikası Civarındaki Seker Pancarı Yetiştiren Tarım İşletmelerinde Şeker Pancarı İle Buğday İçin Fiziki Üretim Girdileri ve Üretimin Fonksiyonel Analizi A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1113, Ankara, 1989.
- Özçelik, A. 1994. Ekonometri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:1323, Ders Kitabı No:382, s.148-156, Ankara.
- Rehber E., Erkuş, A. 1984. Nevşehir'de Patates Üreten Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi, No TE 1, Ankara.
- TÜİK, 2019. Veritabanı/Tarım/Bitkisel Üretim İstatistikleri. (yağlı tohumlu bitkiler üretim bilgileri). (erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim tarihi: 05.07.2019).
- Vural, H., Turhan, Ş. 2011. Bursa İlinde Şeftali Üretiminin Ekonometrik Analizi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 25 (2) 1-6.
- Zoral, K. 1973. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonunun Yukarı Pasinler Ovasındaki Patates Üretimine Uygulanması. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:303, Sevinç Matbaası, Ankara.
- Zoral, K. 1984. Üretim Fonksiyonları. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları (MM/END-84 EY 052), İzmir.

Araştırma Makalesi

Kırsal Havzalarda Kuraklığın İki Yöntem (SPEI ve SPI) Kullanılarak Belirlenmesi: Kumdere Havzası Örneği

Fatih BAKANOĞULLARI*

Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü-Kırklareli

*Sorumlu yazar: fbakanogullari@gmail.com

Geliş Tarihi: 18.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 12.12.2019

Kabul Tarihi: 16.12.2019

Özet

Atmosfer kaynaklı afetlerin içinde kuraklık en karmaşık ve hasar veren bir olaydır. Kurak ve yarı kurak ülkelerin en önemli sorunlarından biri, bitkilerin gelişimi için ihtiyaç duyulan suyun, yağışın miktar ve dağılımının yetersizliği nedeniyle yeterli miktarda ve gerekli zamanda bulunamamasıdır. Bu ülkelerde tarımsal üretim genelde yağışın doğal dağılımına, miktarına ve sulamaya bağlı olarak değişim göstermektedir. Kısacası kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış, tarımsal üretimi kontrol eden en önemli faktördür. Türkiye'de de bazı bölgelerde kuraklık sorunu kendini özellikle tarım sektörüne ve ekosisteme yaptığı etkiler ile göstermektedir. Bu çalışmanın amacı Meriç nehir havzasında yer alan Kumdere havzasında 1985-2009 yılları arası havzada ölçülmüş meteorolojik veriler kullanılarak kuraklığın sıklığı ve şiddetinin Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) ile belirlenmesi ve Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) ile karşılaştırılmasıdır. SPEI kuraklık indisi evapotranspirasyonu Thornthwaite eşitliği ile tahmin etmektedir. 25 yıllık veri seti ile yıllık SPEI ve SPI İndeksleri arasındaki regresyon analizinde, ikinci derece polinoma göre yıllık SPI ve SPEI kuraklık indeksleri arasında determinasyon katsayısı (R^2) 0.95 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak aylık, mevsimlik ve altı aylık kuraklık değerlendirmelerinde kuraklık şiddetleri arasında farklar görülmüştür. Yıllık değerlendirme sonuçlarına göre; SPEI indisi ile havzada 7 yıl hafif kurak (1985, 1986, 1991, 1993, 2001, 2004 ve 2007), 2 yıl orta kurak (2000, 2002), 1 yıl aşırı kurak (2008). SPI indisi ile ise 1 yıl aşırı kurak (2008), 1 yıl orta kurak (2000) ve 8 yıl hafif kurak (1985, 1986, 1991, 1992, 1993, 2001, 2002 ve 2004) yıl olarak tespit edilmiştir. Tarımsal üretim açısından yağış, sıcaklık ve evapotranspirasyon verileri ile hesaplanan SPEI kuraklık indisi kırsal havzalarda bitki gelişme dönemlerinde tarımsal yönden özellikle aylık kuraklık değerlendirmelerinde daha hassas sonuçlar verdiği için kuraklığın azaltılması politikalarında karar vericilere daha sağlıklı sonuçlar verebilir.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI), Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI), Kumdere havzası.

**Defining of Drought Using Two Methods (Spei and Spi) In Rural Watersheds: A Case Study
Kumdere Watershed**

Abstract

Drought is the most complex and damaging event of atmospheric disasters. One of the most important problems of arid and semi-arid countries is that the water needed for the growing of plants is not available in sufficient amount and at the required time due to insufficient amount and distribution of precipitation. Agricultural production in these countries generally varies depending on the amount and distribution of rainfall, and irrigation. In short, precipitation in arid and semi-arid regions is the most important factor controlling agricultural production. In Turkey, the drought problem in some regions shows itself especially in the ecosystem and agriculture sectors. The aim of this study is to determine the frequency and severity of drought by using Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and compare with Standardized Precipitation Index (SPI) using meteorological data measured between 1985-2009 in Kumdere watershed in Meriç river basin. In the regression analysis between the 25-year data set and the annual SPEI and SPI indices, the coefficient of

determination (R^2) between the annual SPI and SPEI drought indices according to the second order polynomial was found to be 0.95 and found to be statistically significant. However, there were differences between drought severities in monthly, seasonal and six-month drought assessments. According to the annual evaluation results; SPEI index was found to be mild arid in the basin for 7 years (1985, 1986, 1991, 1993, 2001, 2004 and 2007), 2 years was moderate drought (2000, 2002), 1 year was extreme drought (2008). While SPI index was identified as 1 year extreme arid (2008), 1 year moderate arid (2000) and 8 years mild drought (1985, 1986, 1991, 1992, 1993, 2001, 2002 and 2004). The SPEI drought index calculated by precipitation, temperature and evapotranspiration data might give healthier results to the decision makers in drought mitigation policies since the plant growing season in rural watersheds give results that are more accurate especially in monthly agricultural drought assessments.

Key words: Drought, Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Standardized Precipitation Index (SPI), Kumdere watershed.

Giriş

Meteorolojik hadiselerden özellikle yağış ve sıcaklıkların bitki yetiştirme dönemindeki dağılımında yıldan yıla görülen değişimler Trakya Bölgesi'nde bitkisel üretimde ve verimlerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Toplam yağış yeterli olsa bile yağış dağılımının düzensiz olması, sıcaklıkların günlük ani değişimleri verim potansiyeli yüksek çeşitlerinde performanslarının düşmesine neden olabilmektedir. Mevcut su kaynaklarının yetersizliği ve küresel ısınmanın gözlenen ve beklenen olumsuz etkileri Trakya Bölgesi'nde tarımda kullanılacak çeşitlerin seçiminde kuraklığa dayanıklılık ve etkin su kullanım yeteneğinin temel özellikler olarak ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Kuraklık ve sıcaklık etkisi nedeniyle kalite ve verimde ortaya çıkacak azalma ve bozulmalar özelde bölge ve genelde ülke ekonomisini olumsuz etkileyecektir. Bitkisel üretimde birim alandan elde edilecek gelirin azalması Trakya topraklarının tarım dışı amaçlarla kullanılmasını daha da hızlandıracaktır. Böylece, var olan çevre sorununun boyutu daha da genişleyecektir. Kuraklık her yıl dünyada fazla sayıda insanı etkileyen ve dünyanın en maliyetli afetlerindedir (Wilhite, 2000). Aynı zamanda, kuraklıklar çevresel bir felaket olarak belirtilmektedir. Bazı çalışmalarda yağışlardaki eksikliklerin elverişli su kullanım kapasitesinde de azalmalara sebep olduğundan bahsedilmektedir (Wilhite, 2000, Koustroulis, ve ark., 2011, Rossi, 2000). Kuraklığın yağışa, toprak nemine ya da potansiyel evapotranspirasyona dayalı değişik tanımları vardır (Türkeş, 2019, Türkeş, 2017, Türkeş, 2014, Heim, 2002, Svoboda ve ark., 2002, Wilhite, 1985).

Genel olarak kuraklık, bir yörede yağışın, yer altı veya yüzey sularının, iklim olarak beklenen miktardan (ortalamadan) daha az olduğu süreler olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık sıcaklık artışı ile doğru, yağış artışı ile ters orantılıdır (Çaldağ ve ark., 2004). Kuraklık; meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik olarak sınıflandırılmaktadır. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) meteorolojik

kuraklığın şiddetini belirlemek için genel olarak kullanılmaktadır. SPI, uzun dönem yağış kayıtlarının normal dağılıma dönüştürülmesi ve uygulanması temeline dayanmakta ve bu indeks ile farklı zaman dilimlerinde kurak ve nemli süreler hesaplanmaktadır (Dai, 2011). Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) bitkinin bulunduğu ortamdaki evapotranspirasyonu ve meteorolojik kuraklığı dikkate alarak tarımsal kuraklık şiddetinin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir (Vicente-Serrano, 2010). Meteorolojik ve Tarımsal kuraklığın belirlenmesinde SPI ve SPEI indeksleri kullanılarak farklı araştırmacılar tarafından kuraklığın yersel ve zamansal dağılımının analizi, izlenmesi, indekslerin karşılaştırılması gibi konularda çalışmalar yürütülmüştür (Keskiner ve ark., 2019, Aksoy ve ark., 2018, Bae ve ark., 2018, Çetin ve ark., 2018, Chen ve ark., 2018, Çamalan ve ark., 2017, Tong ve ark., 2017, Gümüş ve ark., 2016, Keskiner ve ark., 2016, Nedealcov ve ark., 2015, Stagge ve ark., 2015, Kwak ve ark., 2013, Yürekli ve Ünlükara, 2013, Türkeş ve Tatlı, 2009, Wilhite ve ark., 2007).

Bu çalışmada; Meriç nehri su toplama havzasında yer alan uzun yıllar (1985-2009) hidrolojik ve meteorolojik ölçümlerin yapıldığı Kumdere araştırma havzasında (Şekil 1a) iki kuraklık indeksi yöntemi ile meteorolojik ve tarımsal kuraklığın farklı zaman dilimlerinde (aylık, mevsimlik, altı aylık ve oniki aylık) kuraklık şiddetlerini belirlenmiş ve analizi yapılmıştır.

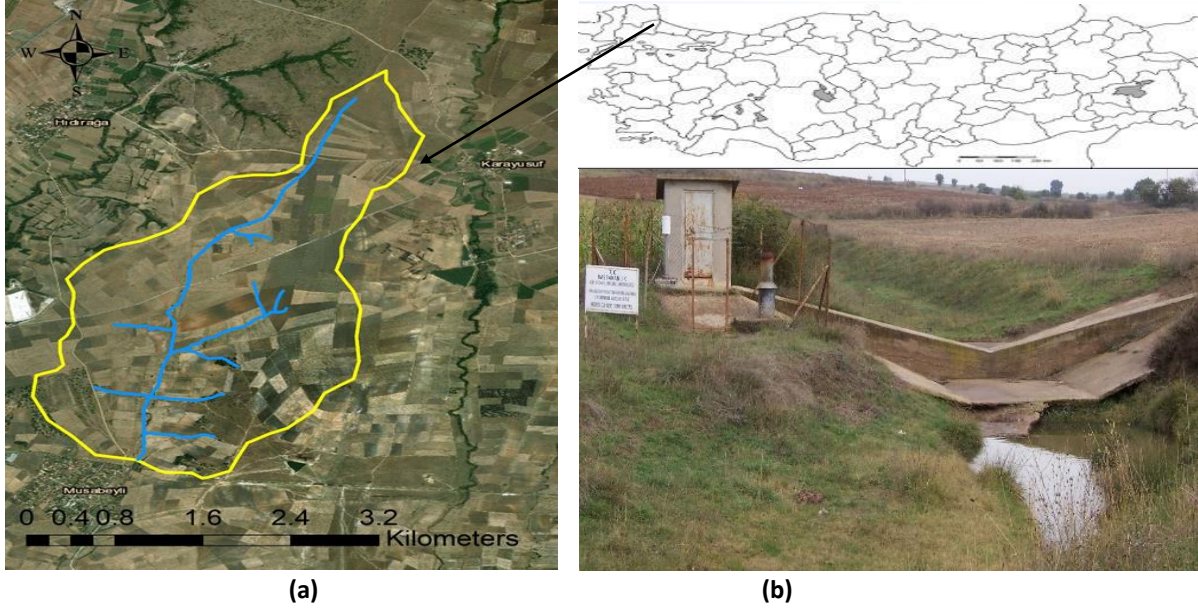
Materyal ve Yöntem

Araştırma havzası, Mülga TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından Trakya bölgesi küçük su kaynaklarının planlanması amacıyla hidrometeorolojik araştırmalar yürütmek için deneme havzası olarak kurulmuştur. Kumdere havzası, Edirne ilinin yaklaşık 10 km kuzeybatısında, merkez ilçeye 10 km mesafededir. Musabeyli, Hıdırağa ve Karayusuf köylerinin sınırları içerisindedir. Havza alanı 4.40 km²'dir. Havzanın 1/25000'lik topoğrafik haritası incelendiğinde,

suyolları mertebelendirilmesinde kumderesi 3. dereceden bir kol olarak doğrudan Meriç nehrine dökülmektedir. Havza çıkışı $41^{\circ} 40' 59''$ Kuzey enlemi ve $26^{\circ} 40' 09''$ Doğu boylamlarında olup, denizden yüksekliği 115 m'dir.

Havza içinde üç adet yağış istasyonu, havza çıkışında da akımı ölçmek üzere bir adet akım ölçme

savağı tesis edilmiştir (Şekil 1b). Havzaya ait 3 yağış istasyonunun 25 yıllık (1985–2009) yağış verileri Thiessen Poligon yöntemi hesaplanarak, havzaya ait ortalama aylık yağışlar Çizelge 1'de, aylık ortalama sıcaklık verileri de Çizelge 2'de verilmiştir (Bakanoğulları ve Günay, 2011).



Şekil 1. Kumdere havzasının Google Earth görüntüsü ve ülkesel konumu (a), havza çıkış ölçüm savağı (b).

Çizelge 1. Kumdere havzası aylık ortalama yağış verileri.

| Yıllar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|
| 1985 | 76.5 | 88.9 | 28.6 | 53.9 | 8.5 | 26.6 | 10.7 | 24.7 | 1.2 | 10.4 | 94.7 | 22.4 |
| 1986 | 90.0 | 114.4 | 52.8 | 37.3 | 4.6 | 12.7 | 9.4 | 6.0 | 0.0 | 82.7 | 18.5 | 35.3 |
| 1987 | 76.7 | 37.6 | 57.5 | 106.9 | 28.7 | 43.7 | 11.9 | 19.2 | 43.6 | 31.1 | 162.4 | 100.8 |
| 1988 | 25.7 | 66.2 | 145.9 | 39.6 | 21.0 | 38.1 | 5.6 | 0.0 | 32.1 | 31.1 | 131.6 | 77.5 |
| 1989 | 0.0 | 7.9 | 130.3 | 30.6 | 56.0 | 86.5 | 21.7 | 90.3 | 23.1 | 64.4 | 66.7 | 77.9 |
| 1990 | 1.2 | 11.1 | 8.5 | 82.7 | 93.0 | 24.8 | 19.4 | 3.2 | 73.7 | 110.3 | 55.2 | 121.0 |
| 1991 | 9.7 | 39.4 | 26.6 | 42.9 | 74.5 | 6.8 | 20.5 | 14.2 | 16.1 | 83.4 | 83.4 | 25.8 |
| 1992 | 1.9 | 28.8 | 45.0 | 43.1 | 52.1 | 79.2 | 17.3 | 5.9 | 4.8 | 65.7 | 99.0 | 18.8 |
| 1993 | 3.9 | 27.5 | 34.4 | 14.0 | 109.5 | 19.3 | 1.5 | 40.9 | 3.6 | 49.7 | 87.6 | 51.4 |
| 1994 | 18.7 | 15.0 | 31.9 | 62.4 | 16.5 | 104.5 | 55.6 | 11.0 | 0.4 | 111.6 | 58.9 | 115.4 |
| 1995 | 134.8 | 34.3 | 83.9 | 82.0 | 19.7 | 28.4 | 57.3 | 103.5 | 35.0 | 24.6 | 120.0 | 52.9 |
| 1996 | 29.4 | 127.5 | 79.6 | 59.0 | 6.4 | 1.9 | 1.0 | 54.0 | 78.7 | 10.7 | 104.2 | 85.0 |
| 1997 | 22.8 | 20.2 | 58.7 | 77.5 | 41.1 | 12.8 | 77.8 | 47.6 | 0.5 | 76.4 | 76.8 | 107.5 |
| 1998 | 46.9 | 93.9 | 79.1 | 29.6 | 168.6 | 48.4 | 23.3 | 4.0 | 126.4 | 129.0 | 129.5 | 100.0 |
| 1999 | 60.5 | 93.3 | 79.2 | 32.8 | 71.4 | 74.8 | 35.3 | 80.3 | 9.5 | 7.3 | 44.5 | 64.7 |
| 2000 | 10.3 | 30.3 | 42.8 | 72.2 | 20.5 | 23.7 | 1.9 | 20.6 | 57.4 | 38.6 | 51.3 | 37.3 |
| 2001 | 29.9 | 22.1 | 25.8 | 52.6 | 36.7 | 17.3 | 67.6 | 3.5 | 72.5 | 17.8 | 60.7 | 50.0 |
| 2002 | 22.8 | 24.0 | 86.8 | 27.6 | 14.2 | 18.9 | 16.6 | 7.3 | 75.6 | 13.6 | 66.4 | 45.7 |
| 2003 | 100.2 | 39.9 | 20.1 | 43.3 | 71.1 | 16.6 | 63.3 | 5.7 | 19.8 | 115.8 | 5.7 | 17.9 |
| 2004 | 54.3 | 8.4 | 45.4 | 12.0 | 59.3 | 129.5 | 22.8 | 22.6 | 1.0 | 4.3 | 27.6 | 84.7 |
| 2005 | 53.9 | 106.5 | 26.7 | 20.1 | 66.9 | 34.9 | 79.7 | 86.7 | 40.5 | 48.0 | 98.8 | 56.9 |
| 2006 | 61.5 | 47.9 | 70.9 | 17.4 | 23.0 | 82.4 | 33.7 | 20.9 | 73.2 | 53.3 | 26.9 | 18.9 |
| 2007 | 51.7 | 48.3 | 35.8 | 24.8 | 18.8 | 49.0 | 2.7 | 13.0 | 48.2 | 24.3 | 81.7 | 107.9 |
| 2008 | 28.4 | 9.8 | 22.4 | 48.2 | 16.0 | 37.2 | 11.8 | 8.9 | 0.7 | 17.0 | 29.2 | 35.6 |
| 2009 | 62.6 | 68.8 | 35.0 | 19.2 | 39.4 | 52.6 | 53.6 | 40.2 | 25.6 | 131.0 | 31.4 | 62.8 |

Çizelge 2. Kumdere havzası aylık ortalama sıcaklık verileri.

| Yıllar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| 1985 | 2.6 | -1.2 | 6.0 | 14.0 | 19.7 | 21.3 | 23.5 | 24.5 | 19.4 | 11.8 | 10.1 | 6.6 |
| 1986 | 5.7 | 3.0 | 6.5 | 15.2 | 17.8 | 22.4 | 23.9 | 25.2 | 20.6 | 13.1 | 6.0 | 1.8 |
| 1987 | 1.0 | 5.3 | 3.1 | 10.8 | 16.7 | 22.6 | 25.7 | 22.3 | 21.0 | 12.2 | 10.4 | 3.1 |
| 1988 | 4.6 | 4.7 | 8.1 | 11.5 | 17.4 | 22.0 | 26.6 | 24.9 | 19.9 | 12.4 | 3.7 | 3.5 |
| 1989 | 1.7 | 6.0 | 10.0 | 15.8 | 16.3 | 20.4 | 23.3 | 24.1 | 19.4 | 12.8 | 7.0 | 3.1 |
| 1990 | 0.6 | 6.2 | 10.5 | 13.4 | 17.1 | 21.9 | 24.8 | 23.7 | 18.7 | 13.8 | 11.6 | 6.3 |
| 1991 | 2.0 | 3.5 | 6.9 | 11.4 | 15.9 | 22.6 | 24.5 | 23.4 | 19.8 | 14.2 | 9.1 | 0.7 |
| 1992 | 2.1 | 2.9 | 7.6 | 12.7 | 16.0 | 21.4 | 22.8 | 25.7 | 18.8 | 16.6 | 9.2 | 2.2 |
| 1993 | 1.2 | 1.2 | 6.4 | 12.3 | 17.2 | 21.7 | 23.6 | 24.2 | 19.7 | 16.0 | 5.5 | 6.4 |
| 1994 | 5.3 | 4.4 | 9.0 | 14.6 | 19.1 | 22.2 | 25.0 | 25.8 | 24.1 | 15.4 | 7.0 | 4.0 |
| 1995 | 2.5 | 7.7 | 8.1 | 12.3 | 17.7 | 24.0 | 24.4 | 23.4 | 19.6 | 12.7 | 5.7 | 5.1 |
| 1996 | 1.2 | 2.1 | 3.5 | 11.5 | 20.6 | 23.3 | 25.3 | 23.8 | 18.1 | 13.2 | 10.1 | 6.0 |
| 1997 | 3.2 | 4.3 | 6.1 | 9.2 | 19.0 | 23.1 | 24.4 | 21.6 | 17.3 | 12.0 | 9.3 | 4.0 |
| 1998 | 4.0 | 6.0 | 5.2 | 14.6 | 17.7 | 23.2 | 25.1 | 25.6 | 18.9 | 14.8 | 7.6 | 0.6 |
| 1999 | 3.4 | 3.6 | 8.6 | 14.2 | 18.3 | 23.5 | 25.6 | 24.9 | 20.6 | 15.5 | 8.7 | 6.7 |
| 2000 | 0.4 | 5.6 | 7.5 | 15.5 | 18.4 | 22.7 | 26.8 | 25.2 | 19.7 | 13.7 | 11.6 | 6.5 |
| 2001 | 5.4 | 6.5 | 12.0 | 13.0 | 18.3 | 22.6 | 27.3 | 26.5 | 21.2 | 15.8 | 8.2 | -1.4 |
| 2002 | 1.8 | 8.2 | 9.3 | 11.7 | 18.4 | 23.4 | 26.7 | 24.2 | 19.8 | 14.7 | 10.4 | 3.0 |
| 2003 | 4.7 | 0.0 | 5.0 | 10.4 | 20.2 | 24.7 | 25.3 | 26.3 | 19.1 | 14.1 | 9.1 | 3.5 |
| 2004 | 2.2 | 4.9 | 8.6 | 13.2 | 17.1 | 22.1 | 24.6 | 24.0 | 20.6 | 16.5 | 9.8 | 5.5 |
| 2005 | 4.4 | 3.4 | 8.0 | 13.4 | 18.6 | 21.5 | 24.5 | 24.8 | 20.2 | 13.5 | 8.4 | 4.7 |
| 2006 | 0.3 | 3.3 | 8.5 | 14.0 | 18.4 | 22.4 | 23.8 | 26.2 | 19.8 | 14.7 | 8.2 | 3.8 |
| 2007 | 6.6 | 5.8 | 8.6 | 12.6 | 19.9 | 25.3 | 27.8 | 26.6 | 19.4 | 15.0 | 8.0 | 2.9 |
| 2008 | 1.2 | 5.0 | 11.1 | 14.4 | 18.5 | 23.7 | 25.5 | 26.5 | 19.7 | 14.9 | 10.4 | 6.4 |
| 2009 | 3.1 | 5.4 | 8.3 | 12.9 | 19.8 | 23.8 | 26.1 | 25.3 | 19.8 | 15.1 | 10.0 | 7.2 |

Standartlaştırılmış yağış indisi (SPI)

SPI, McKee ve ark. (1993) tarafından kuraklığı tanımlamak ve izlemek amacıyla geliştirilmiştir. Sadece yağış değerlerine bağlı olarak hesaplanan indis yardımıyla kurak dönemin yanı sıra nemli dönemler de izlenebilir. SPI belirlenen bir zaman dilimi içinde, yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir.

$$SPI_{i,j} = \frac{X_{i,j} - X_j^{ort}}{\sigma_j}$$

Eşitlik 1

Eşitlik 1`de, $X_{i,j}$, i yılının j ayındaki yağışı (mm), X_j^{ort} j ayındaki ortalama yağışı (mm) ve σ_j ise yine j ayındaki yağışın standart sapmasını göstermektedir. SPI değerleri farklı periyodlar (1, 3, 6, 9, 12, 24, 48 ay gibi) için hesaplanabilir. Ancak yağış verileri 12 ay ve daha kısa dilimlerde normal dağılıma uymayabilir. Bu nedenle her bir veri seti Gamma fonksiyonuna uydurulur (Türkeş ve Tatlı, 2008, Tatlı ve Türkeş, 2011a.b., Aksoy ve ark., 2018).

Standartlaştırılmış yağış evapotranspirasyon indisi (SPEI)

SPEI ilk olarak Vicente Serrano vd. (2010) tarafından bitki evapotranspirasyonu ve meteorolojik kuraklığı dikkate alarak tarımsal kuraklık şiddetinin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir, hesaplanması kolaydır ve standart

yağış indisi (SPI) hesaplama temeline dayanır. SPEI aylık veya haftalık potansiyel evapotranspirasyon (PET) ile yağış (P) arasındaki fark (D) olarak ifade edilir. Bu fark (D) analiz edilen ay (i) için su fazlası veya eksikliğidir ve Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanır.

$$D_i = P_i - PET_i$$

Eşitlik 2

Thornthwaite (1948) yöntemine göre potansiyel ve gerçek evapotranspirasyonu hesaplamak için aşağıdaki adımlar izlenmelidir

a) Her ayın ortalama sıcaklığına göre aylık sıcaklık indeksleri belirlenir.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

Eşitlik 3

Eşitlik 3`de; i, aylık sıcaklık indisi, t; ortalama aylık sıcaklık (°C)'dir.

b) Her aya ait sıcaklık indeksleri toplanarak yıllık sıcaklık indisi bulunur.

$$I = \sum_{k=1}^{12} i \quad k = 1-12$$

Eşitlik 4

Eşitlik 4`de; I, yıllık sıcaklık indisi; i, aylık sıcaklık indisi k, işlem yapılan aydır.

$$PET = 16 * (10 * t) / I^a$$

Eşitlik 5

Eşitlik 5`de; PET, potansiyel evapotranspirasyon (mm/ay); t, ortalama aylık

sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$); I, yıllık sıcaklık İndeksi; a, katsayı'dır ve Eşitlik (6) da hesaplama yöntemi verilmiştir.

$$a = \frac{(0.000000675 * I^3) - (0.000077 * I^2) + (0.01792 * I) + 0.49239}{\text{Eşitlik 6}}$$

d) Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyon (DPET, mm/ay), bulmak için, her aya ait evapotranspirasyon ile enlem düzeltme katsayısını çarpıp yeterli olmaktadır. Enlem düzeltme

katsayısı (G), ortalama güneşlenme sürelerine göre değişen bir değerdir ve çizelge biçiminde Thornthwaite tarafından hazırlanmıştır.

$$\text{DPET} = (\text{PET} * \text{G})$$

Eşitlik 7

Araştırma havzasında her iki yöntem (SPEI ve SPI) ile bulunan sonuçlar Çizelge 3. de verilen kuraklık kategorilerine göre sınıflandırmıştır.

Çizelge 3. SPEI ve SPI kuraklık sınıflandırılması.

| SPEI ve SPI Değerleri | Kuraklık Kategorisi | Sembol |
|-----------------------|---------------------|--------|
| ≥ -2.00 | Aşırı Nemli | AN |
| 1.50 – 1.99 | Çok Nemli | ÇN |
| 1.00 – 1.49 | Orta Nemli | ON |
| 0.50 – 0.99 | Hafif Nemli | HN |
| -0.49 – 0.49 | Normale Yakın | NY |
| -0.99 – -0.50 | Hafif Kurak | HK |
| -1.49 – -1.00 | Orta Kurak | OK |
| -1.99 – -1.50 | Şiddetli Kurak | ŞK |
| ≤ -2.00 | Aşırı Kurak | AK |

Bulgular ve Tartışma

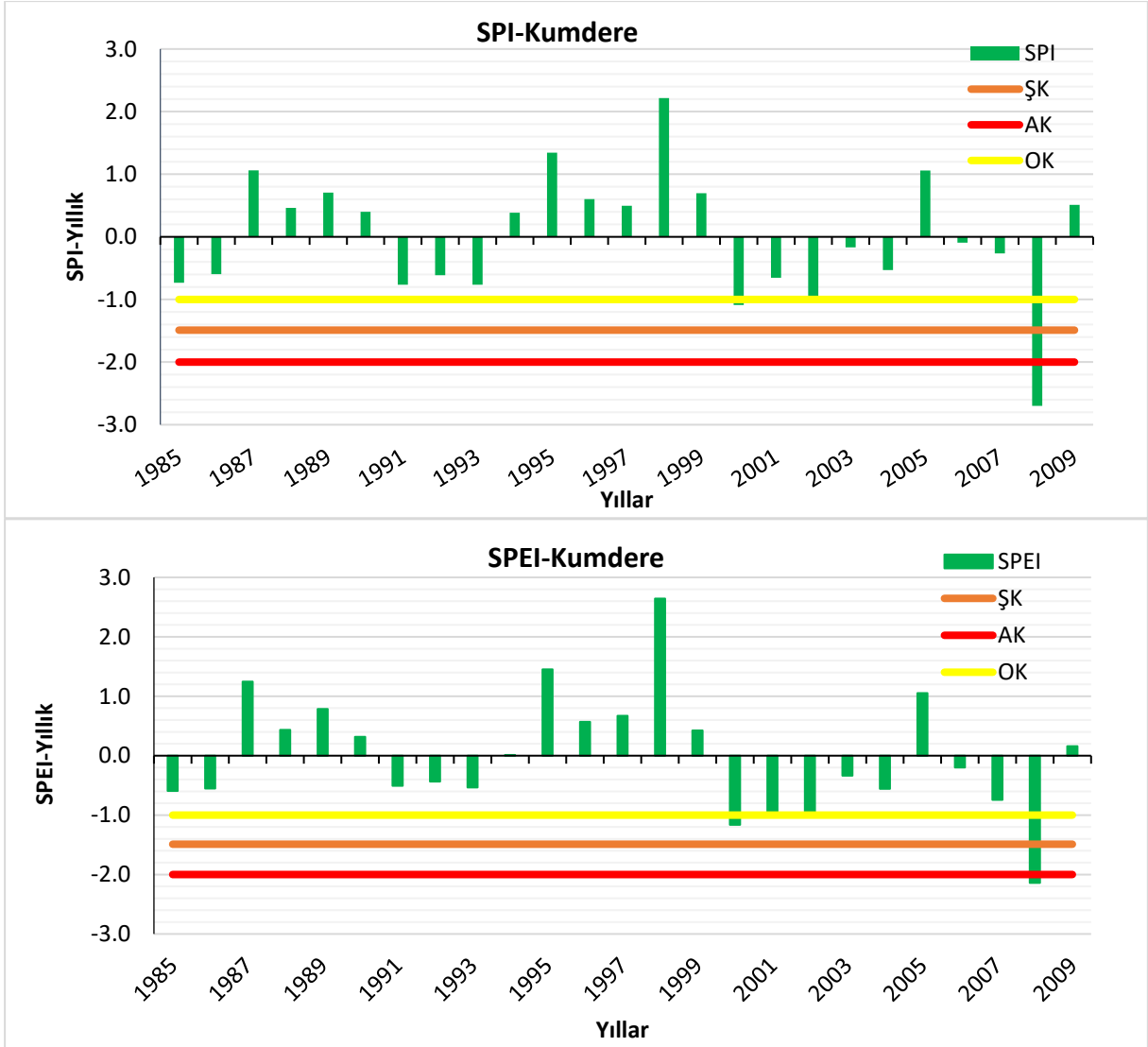
Bu çalışmada; Kumdere havzasında 25 yıllık (1985-2009) iklimsel veriler ile SPI ve SPEI yöntemi ile yapılan kuraklık çalışmasında oniki aylık kuraklık analizleri yapılmıştır (Şekil 2). Her iki indis ile altı ve üç aylık kuraklık analiz sonuçları Şekil 4 ve 5 de verilmiştir. Her iki yöntem ile aylık kuraklık analizleri kuraklık şiddet kategorisine göre renk dağılımı ile Çizelge 2 ve 3 de ayrıntılı olarak verilmiştir.

SPI indisi yıllık kuraklık analizinde (Şekil 2) Kumdere havzasında meteorolojik olarak 10 yıl kurak, 8 yıl ıslak ve 7 yıl normal yıl olarak belirlenmiştir. Kurak yılların şiddet dağılımı şöyledir; 1985, 1986, 1991, 1992, 1993, 2001, 2002 ve 2004 yılları hafif kurak, 2000 yılı orta kurak, 2008 yılı ise aşırı kurak yıl kategorisinde yer almıştır. SPEI indisine göre ise yıllık tarımsal kuraklık yönünden incelendiğinde; 10 yıl kurak, 7 yıl ıslak ve 8 yıl normal yıl olarak belirlenmiştir. SPEI indisine göre kuraklık şiddet dağılımının yıllara göre açılımı şöyledir; 1985, 1986, 1991, 1993, 2001 2004 ve 2007 yılları hafif kurak, 2000 ve 2002 yılları orta kurak, yıl, 2008 yılı ise aşırı kurak yıl kategorisinde yer almıştır. Her iki indisin yıllık kuraklık analizleri birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Çamalan ve ark. (2017) ülkesel ölçekte 123 meteoroloji istasyonuna ait (1971-2015) veri seti ile SPEI indisi kullanılarak 1, 3 ve 12 aylık dönemde kuraklık analiz yapmış ve bu veriler

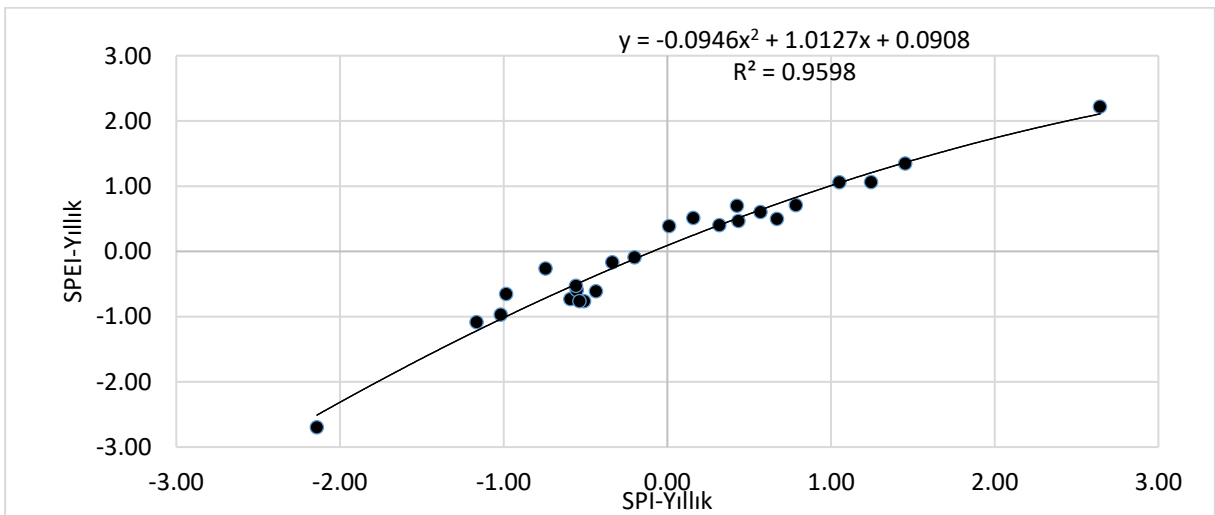
ile küresel ölçekteki HadGEM2-ES modelinin RCP4.5 senaryosunun 2016 – 2098 periyodu bölgesel iklim kuraklık çıktıları ile ileriye dönük projeksiyonlar yapmıştır. Kumdere havzası gibi küçük havzalarda kuraklık çalışmaları yaygınlaştırılarak bölgesel tarımsal kuraklık projeksiyonları yapılabilir.

Havzanın 25 yıllık meteorolojik verileri ile yapılan yıllık SPI ve SPEI kuraklık verileri arasında yapılan değerlendirmede regresyon analiz sonuçları Şekil 3 de verilmiş, ikinci derece polinoma göre yıllık SPI ve SPEI kuraklık indeksleri arasında determinasyon katsayısı (R^2) 0.95 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tong ve ark. (2017) Çin'in kuzey bölgesindeki Xilingol otlaklarında 1961-2015 zaman periyodunda SPEI ve NDVI (Bitki vejetasyon indisi) ile aylık, mevsimlik, altı aylık ve yıllık kuraklık analizleri yapmışlar yıllık SPEI ile NDVI arasında %98 pozitif korelasyon bulmuşlar kurak ve yarı kurak bölgelerde meteorolojik kuraklığın bitki vejetasyonu gelişimine olumsuz etki yaptığının belirtmişlerdir.

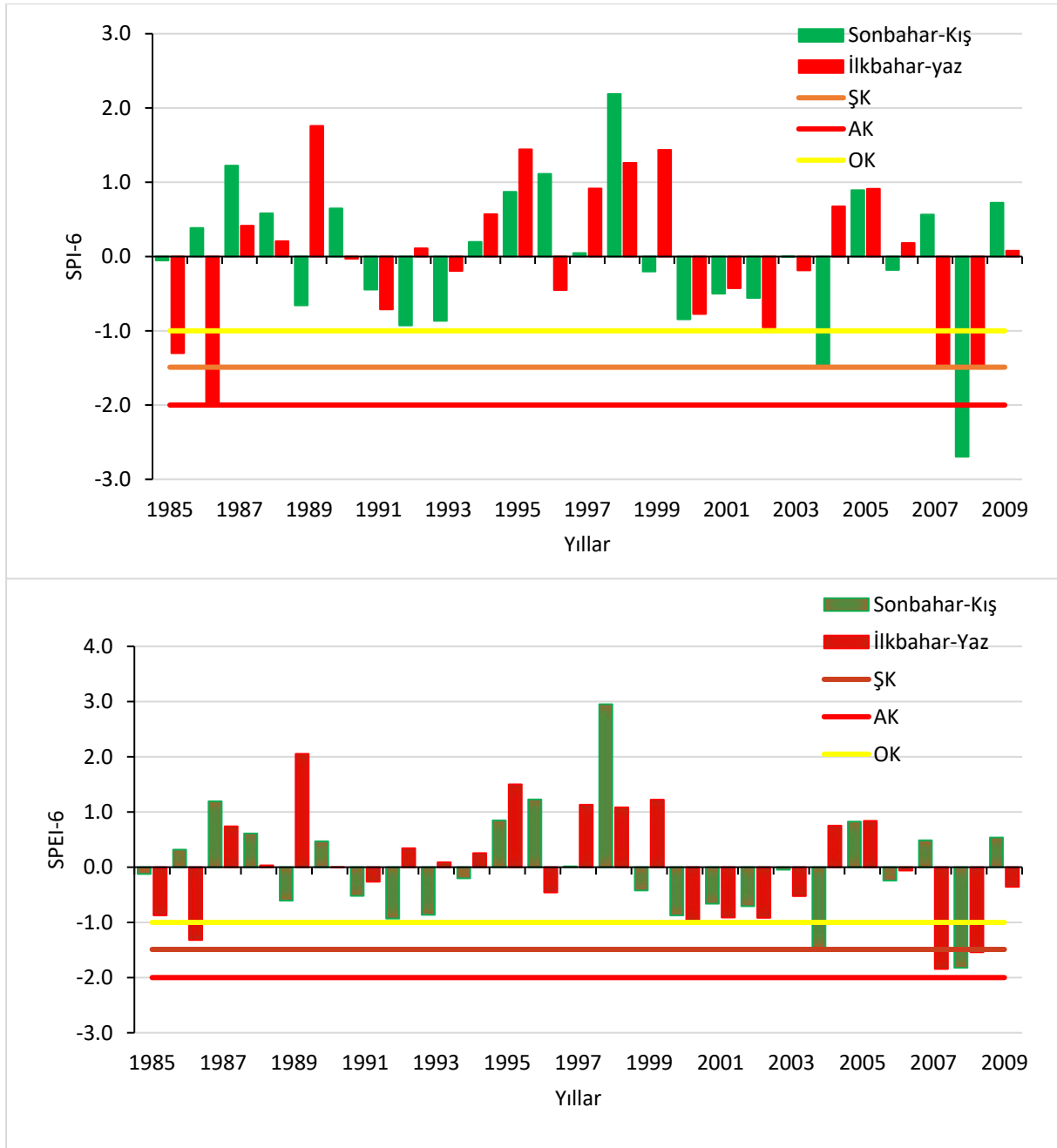
Havzanın her iki kuraklık indisi yapılan sonbahar-kış ve ilkbahar-yaz dönemlerinin altı aylık kuraklık analizinde (Şekil 4); her iki yöntemde de sonbahar-kış dönemlerinde kurak geçen yıl sayısı fazla olmuştur. Toplam kurak geçen yıl sayısı yıllık değerlendirmeye göre artmış SPEI yöntemine göre kurak yıl sayısı 17 yıla çıkmıştır.



Şekil 2. Kumdere havzası SPI ve SPEI indislerine göre oniki aylık kuraklık dağılımları.



Şekil 3. Kumdere havzası yıllık SPI-SPEI indisleri regresyon eğrisi ve denklemleri.



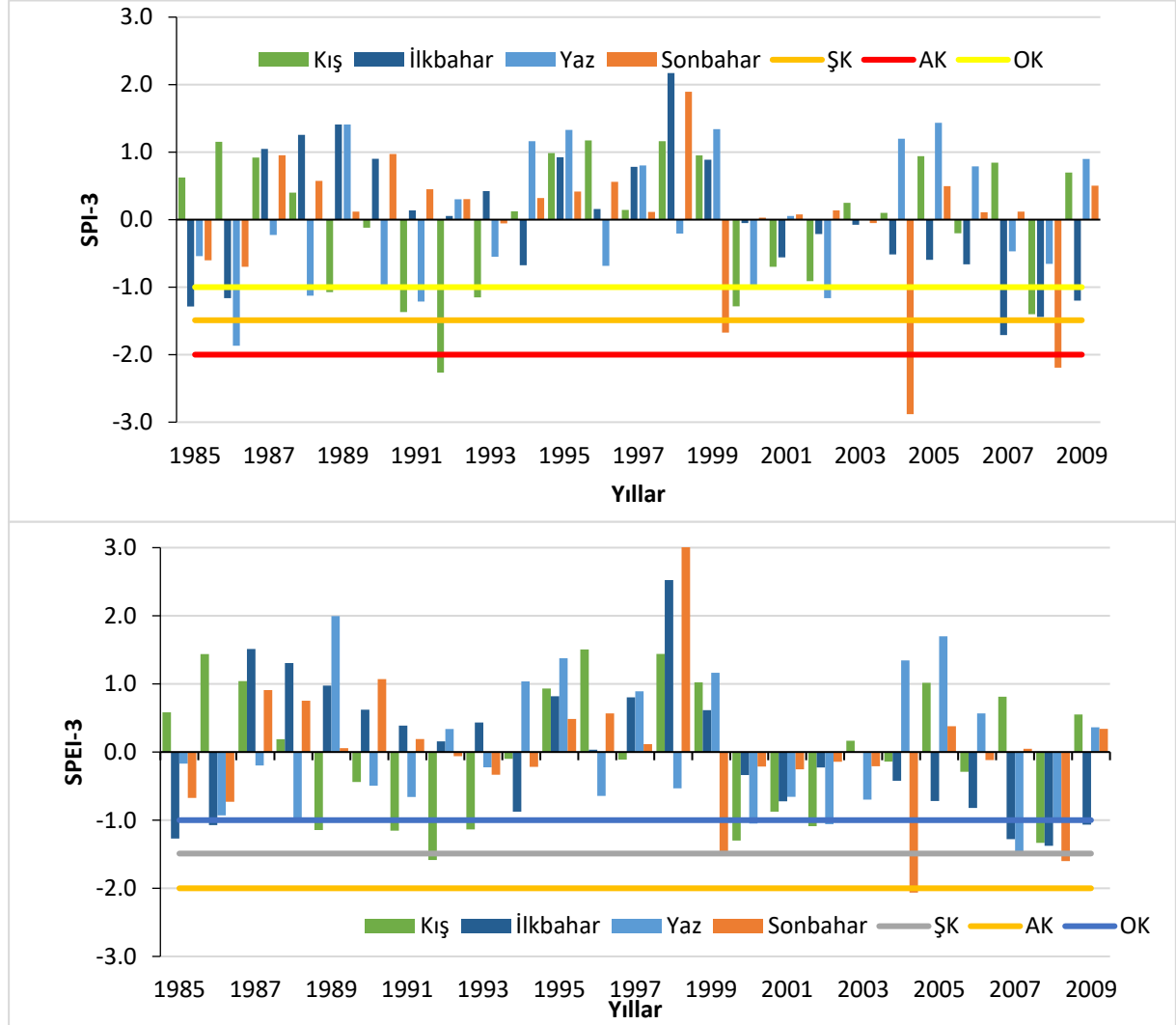
Şekil 4. Kumdere havzası SPI ve SPEI indisleri altı aylık kuraklık dağılımı.

Mevsimsel kuraklık değerlendirmelerinde SPI indisine göre (Şekil 5); 1987,1997, 1998 ve 2003 yıllarında dört mevsimin hiç birinde kuraklık görülmemişken gözlem yapılan diğer yılların hepsinde en az bir mevsim kurak geçmiştir. 25 yıllık sürede 8 kış, 10 ilkbahar, 10 yaz ve 5 sonbahar mevsiminde kuraklık belirlenmiştir. SPEI indisine göre (Şekil 5); 1987,1990, 1995 ve 1997 yıllarında dört mevsimin hiç birinde kuraklık görülmemişken gözlem yapılan diğer yılların hepsinde en az bir mevsim kurak geçmiştir. Gözlem yapılan 25 yıllık sürede 8 kış, 9 ilkbahar, 11 yaz ve 5 sonbahar mevsiminde kuraklık belirlenmiştir. Mevsimsel analizlere göre her iki yöntemde benzer sonuçlar

çıkarsa dahi, SPEI indisi ile tarımsal üretimde mevsimsel kuraklıkların önemli olması dolayısıyla daha hassas sonuçlar vermiştir. Örneğin 1998 yılı her iki yöntemde de aşırı ıslak yıl olarak hesaplanmış olmasına rağmen SPEI indisi ile yaz mevsimi kurak geçmiştir. Nedelcov ve ark. (2015) 1980-2014 ölçüm periyodu için SPEI ve SPI indeksleri ile Moldova için kuraklığın üç ve altı aylık dilimlerde zamansal ve mekânsal dağılımlarını karşılaştırmışlardır. Zamansal dağılımlarda her iki indisinde benzer şekiller verdiği, fakat kuraklık süre ve şiddetleri açısından SPEI değerlerinin sadece yağışı değil evapotranspirasyonu da kullanması sebebiyle farklar olduğunu belirtmişlerdir. Keskiner

ve ark. (2019) Seyhan havzasında 63 meteoroloji istasyonuna ait uzun dönem (1950-2006) aylık ve yıllık yağış verileri ile SPI ve Normalin Yüzdesi İndisi (PNI) kuraklık indeksleri ile 5 ve 10 tekrarlıma sürelerinde meteorolojik kuraklık haritaları

oluşturmuşlardır. Böyle havza bazında kuraklık analizi çalışmalarına SPEI indisinin eklenmesi, meteorolojik kuraklığın yanı sıra tarımsal kuraklığın da izlenmesine katkı sağlayacaktır.



Şekil 5. Kumdere havzası mevsimlik SPI ve SPEI indisleri mevsimsel kuraklık dağılımı.

Kumdere havzasında aylar bazında kuraklıkların değerlendirilmesinde SPI indisine göre (Çizelge 4); 2008 yılında yedi ayın kurak geçtiği belirlenmiştir. En şiddetli kurak ay 1988 yılı ağustos ayında (-3.35) belirlenmiştir. Bunu 2003 yılı kasım ayı (-3.14) takip etmiştir. Gözlem periyodunda ocak ayı 10 yıl (1988-1994, 1997, 2000, 2002) olmak üzere en fazla kurak geçen ay olmuştur. Temmuz ayı ise en az kuraklık belirlenen ay (5 yıl) olmuştur. Islak yıl olarak belirlenen yıllarda dahi 1987 yılı hariç en az bir ay kurak olarak belirlenmiştir. SPEI indisine göre (Çizelge 5) aylık kuraklık değerlendirilmesinde; en şiddetli kurak ay, Temmuz (-1.86) 2007, bu ayı 1990 yılı Mart (-1.66) ayı takip etmiştir. Gözlem periyodunda ocak ayı 11 kez, (1988-1994, 1999, 2000, 2001, 2002) yıllarında olmak üzere en fazla

kurak geçen ay olmuştur. Gözlem periyodu süresinde her yıl en az bir ay olmak üzere kurak geçen ay belirlenmiş ve 2008 yılı toplam 9 ay kurak ay olarak belirlenmiştir. SPEI indisine göre tarımsal kuraklığın gözlemlendiği ay sayısı, SPI indisindeki meteorolojik kuraklık ay sayılarından oldukça fazla olduğu ve kuraklıkların şiddeti ve kurak geçen ay sayıları 2000 yıllarında artış göstermiştir. Bu iklimsel döngülerdeki değişimin bir göstergesi olabilir.

Kuraklığın tarımsal yönden incelenmesi ve azaltılması açısından SPEI indisinin aylık, mevsimlik ve altı aylık kuraklık analizleri ile bölgede ekimi yapılan bitkilerin vejetasyon dönemlerine göre kuraklık analizlerinin yapılması daha gerçekçi ve sağlıklı sonuçlar verecektir.

Çizelge 4. Kumdere havzası SPI indisine göre aylık kuraklık şiddetleri.

| Yıl | Oca. | Şub. | Mar. | Nis. | May. | Haz. | Tem. | Ağu. | Eyl. | Eki. | Kas. | Ara. |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1985 | 0.97 | 1.08 | -0.70 | 0.56 | -1.46 | -0.15 | -0.36 | 0.35 | -1.13 | -1.32 | 0.63 | -1.43 |
| 1986 | 1.36 | 1.38 | 0.25 | -0.07 | -2.14 | -0.94 | -0.46 | -0.60 | -2.35 | 0.82 | -1.56 | -0.69 |
| 1987 | 0.97 | 0.06 | 0.38 | 1.73 | -0.12 | 0.38 | -0.27 | 0.18 | 0.64 | -0.19 | 1.35 | 1.03 |
| 1988 | -0.50 | 0.73 | 1.83 | 0.03 | -0.47 | 0.23 | -0.87 | -3.35 | 0.49 | -0.19 | 1.07 | 0.60 |
| 1989 | -1.24 | -1.80 | 1.65 | -0.41 | 0.62 | 1.10 | 0.20 | 1.22 | 0.32 | 0.56 | 0.16 | 0.61 |
| 1990 | -1.21 | -1.40 | -2.59 | 1.29 | 1.18 | -0.23 | 0.11 | -1.02 | 0.89 | 1.11 | -0.10 | 1.33 |
| 1991 | -0.96 | 0.11 | -0.82 | 0.17 | 0.93 | -1.61 | 0.16 | -0.02 | 0.15 | 0.82 | 0.46 | -1.20 |
| 1992 | -1.19 | -0.26 | 0.00 | 0.18 | 0.54 | 1.01 | 0.02 | -0.61 | -0.45 | 0.58 | 0.69 | -1.72 |
| 1993 | -1.13 | -0.32 | -0.42 | -1.75 | 1.36 | -0.49 | -1.92 | 0.69 | -0.59 | 0.29 | 0.52 | -0.07 |
| 1994 | -0.70 | -1.04 | -0.53 | 0.81 | -0.73 | 1.31 | 0.95 | -0.19 | -1.67 | 1.13 | -0.01 | 1.25 |
| 1995 | 2.65 | -0.05 | 0.97 | 1.28 | -0.54 | -0.08 | 0.97 | 1.31 | 0.53 | -0.43 | 0.95 | -0.02 |
| 1996 | -0.39 | 1.51 | 0.89 | 0.71 | -1.78 | -2.97 | -2.24 | 0.87 | 0.93 | -1.29 | 0.76 | 0.75 |
| 1997 | -0.58 | -0.68 | 0.41 | 1.18 | 0.27 | -0.93 | 1.22 | 0.79 | -1.56 | 0.73 | 0.35 | 1.14 |
| 1998 | 0.11 | 1.15 | 0.88 | -0.47 | 1.83 | 0.49 | 0.26 | -0.87 | 1.16 | 1.27 | 1.05 | 1.02 |
| 1999 | 0.51 | 1.14 | 0.88 | -0.29 | 0.88 | 0.95 | 0.59 | 1.14 | -0.11 | -1.69 | -0.38 | 0.31 |
| 2000 | -0.94 | -0.20 | -0.08 | 1.06 | -0.49 | -0.28 | -1.73 | 0.23 | 0.77 | 0.03 | -0.19 | -0.60 |
| 2001 | -0.38 | -0.58 | -0.86 | 0.52 | 0.15 | -0.61 | 1.11 | -0.96 | 0.88 | -0.77 | 0.03 | -0.12 |
| 2002 | -0.58 | -0.48 | 1.02 | -0.59 | -0.90 | -0.52 | -0.01 | -0.47 | 0.91 | -1.04 | 0.15 | -0.26 |
| 2003 | 1.65 | 0.13 | -1.25 | 0.18 | 0.88 | -0.66 | 1.05 | -0.63 | 0.25 | 1.16 | -3.14 | -1.80 |
| 2004 | 0.33 | -1.73 | 0.01 | -2.01 | 0.68 | 1.53 | 0.24 | 0.29 | -1.22 | -2.23 | -1.03 | 0.75 |
| 2005 | 0.32 | 1.30 | -0.81 | -1.13 | 0.81 | 0.14 | 1.24 | 1.19 | 0.60 | 0.26 | 0.68 | 0.10 |
| 2006 | 0.53 | 0.35 | 0.71 | -1.38 | -0.37 | 1.05 | 0.55 | 0.24 | 0.89 | 0.36 | -1.06 | -1.71 |
| 2007 | 0.25 | 0.36 | -0.35 | -0.77 | -0.59 | 0.50 | -1.45 | -0.08 | 0.68 | -0.45 | 0.43 | 1.14 |
| 2008 | -0.42 | -1.55 | -1.08 | 0.37 | -0.77 | 0.20 | -0.28 | -0.34 | -1.39 | -0.81 | -0.95 | -0.67 |
| 2009 | 0.57 | 0.78 | -0.39 | -1.21 | 0.23 | 0.57 | 0.92 | 0.67 | 0.37 | 1.29 | -0.85 | 0.26 |

Çizelge 5. Kumdere havzası SPEI indisine göre aylık kuraklık şiddetleri.

| Yıl | Oca. | Şub. | Mar. | Nis. | May. | Haz. | Tem. | Ağu. | Eyl. | Eki. | Kas. | Ara. |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1985 | 1.01 | 1.26 | -0.55 | 0.04 | -1.19 | -0.13 | -0.14 | -0.07 | -0.86 | -0.80 | 0.39 | -1.42 |
| 1986 | 1.18 | 1.81 | 0.09 | -0.80 | -0.92 | -0.76 | -0.30 | -0.75 | -1.10 | 0.82 | -1.12 | -0.68 |
| 1987 | 1.10 | -0.37 | 0.54 | 2.55 | -0.20 | 0.01 | -0.81 | 0.25 | -0.02 | -0.37 | 2.00 | 1.20 |
| 1988 | -0.64 | 0.44 | 2.56 | 0.05 | -0.48 | 0.02 | -1.32 | -0.85 | -0.11 | -0.37 | 1.80 | 0.49 |
| 1989 | -1.21 | -1.19 | 1.84 | -1.22 | 0.53 | 1.68 | 0.30 | 1.82 | -0.28 | 0.38 | -0.03 | 0.52 |
| 1990 | -1.12 | -1.09 | -1.66 | 1.27 | 1.32 | -0.29 | -0.23 | -0.46 | 1.27 | 1.43 | -0.69 | 1.60 |
| 1991 | -0.94 | -0.19 | -0.74 | 0.14 | 1.02 | -1.00 | -0.13 | -0.13 | -0.55 | 0.65 | 0.18 | -0.92 |
| 1992 | -1.17 | -0.43 | -0.28 | -0.09 | 0.49 | 1.26 | 0.30 | -0.87 | -0.66 | -0.08 | 0.57 | -1.20 |
| 1993 | -1.07 | -0.37 | -0.45 | -1.06 | 1.63 | -0.45 | -0.52 | 0.43 | -0.86 | -0.40 | 0.59 | -0.55 |
| 1994 | -0.84 | -0.83 | -0.72 | 0.39 | -0.78 | 1.87 | 1.02 | -0.73 | -1.72 | 1.31 | -0.15 | 1.64 |
| 1995 | 2.74 | -0.63 | 0.79 | 1.42 | -0.55 | -0.71 | 1.23 | 2.36 | 0.03 | -0.56 | 1.39 | -0.37 |
| 1996 | -0.31 | 2.20 | 1.16 | 0.76 | -1.41 | -1.27 | -1.06 | 0.90 | 1.48 | -0.96 | 0.63 | 0.52 |
| 1997 | -0.64 | -0.76 | 0.25 | 1.76 | -0.35 | -0.97 | 1.91 | 1.16 | -0.57 | 0.73 | -0.02 | 1.33 |
| 1998 | 0.05 | 1.08 | 1.00 | -0.91 | 3.00 | 0.04 | -0.19 | -0.89 | 2.65 | 1.75 | 1.49 | 1.32 |
| 1999 | 0.52 | 1.25 | 0.67 | -0.62 | 0.64 | 0.72 | 0.08 | 1.40 | -0.78 | -1.27 | -0.65 | -0.10 |
| 2000 | -0.84 | -0.52 | -0.24 | 0.51 | -0.57 | -0.47 | -1.52 | -0.32 | 0.70 | -0.26 | -0.75 | -0.91 |
| 2001 | -0.51 | -0.78 | -1.28 | 0.41 | -0.14 | -0.60 | 0.62 | -1.12 | 0.84 | -1.02 | -0.19 | -0.17 |
| 2002 | -0.52 | -0.90 | 0.79 | -0.30 | -0.74 | -0.79 | -0.96 | -0.45 | 1.15 | -1.02 | -0.28 | -0.41 |
| 2003 | 1.58 | -0.02 | -0.66 | 0.47 | 0.23 | -1.19 | 1.16 | -1.02 | -0.26 | 1.53 | -1.67 | -1.29 |
| 2004 | 0.39 | -1.06 | -0.34 | -1.21 | 0.54 | 2.52 | -0.04 | 0.01 | -1.04 | -1.51 | -1.19 | 0.58 |
| 2005 | 0.23 | 1.59 | -0.82 | -1.00 | 0.42 | 0.07 | 2.00 | 1.58 | 0.08 | -0.07 | 0.66 | -0.21 |
| 2006 | 0.67 | 0.06 | 0.39 | -1.21 | -0.57 | 1.16 | 0.60 | -0.57 | 1.05 | -0.08 | -1.08 | -1.28 |
| 2007 | 0.05 | -0.04 | -0.53 | -0.50 | -0.87 | -0.43 | -1.86 | -0.88 | 0.54 | -0.74 | 0.34 | 1.48 |
| 2008 | -0.33 | -1.00 | -1.26 | -0.07 | -0.67 | -0.34 | -0.70 | -0.97 | -0.82 | -0.92 | -1.16 | -0.94 |
| 2009 | 0.60 | 0.51 | -0.54 | -0.80 | -0.38 | 0.05 | 0.56 | 0.20 | -0.17 | 1.82 | -1.08 | -0.19 |

Sonuç ve Öneriler

SPEI indisi sonuçları ile SPI indisinin zayıf yönü olan toprak su bütçesi ile buharlaşma / potansiyel buharlaşma ısı (ET /PET) sorunu giderilmeye çalışılmıştır. Bu sayede havza bazında üretimi yapılan kültür bitkilerinin gelişme dönemlerindeki tarımsal kuraklıkların belirlenmesi, izlenmesi ve gelecek kuraklık projeksiyonları için, bölgesel karar vericilerin daha doğru politikalar oluşturulmasında bu yöntemin kullanılması yerinde olacaktır.

Kaynaklar

- Aksoy, H., Eriş, E., Çetin, M., Önöz, B., Yüce, M. İ., Selek, B., Aksu, H., Burgan, H. İ., Eşit, M. 2018. Gediz havzasında kuraklık analizi. Uluslararası Katılımlı "Türkiye Ulusal Jeodezi Jeofizik Birliği(TUJJB) Bilimsel Kongresi", pp:28-31, 30 Mayıs-02 Haziran, İzmir, Türkiye.
- Bae, S., Lee, S.H., Yoo, S.H. and Kim, T. 2018. Analysis of drought intensity and trends using the modified SPEI in South Korea from 1981 to 2010 *Water*, 10, 327, doi:10.3390/w10030327www.mdpi.com/journal/water.
- Bakanoğulları, F., Günay, S. 2011. *Kumdere havzası yağış ve akım karakteristikleri*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2011/126 ISBN: 978-975-407-323-2 Kırklareli.
- Chen, S., Zhang, L., Liu, X., Guo, M., She, D. 2018. The use of SPEI and TVDI to assess temporal-spatial variations in drought conditions in the middle and lower Reaches of the Yangtze River basin, China. Hindawi, *Advances in Meteorology*, Volume 2018 11 pages.
- Çaldağ, B., Şaylan, L., Toros, H., Bakanoğulları, F. 2004. Drought Analysis in northwest Turkey. *Agroenvironment*, pp.169-179, 20-24 October, Udine, Italy.
- Çamalan, G., Akgündüz, A.S., Ayvacı, H., Çetin, S., Arabacı, H., Coşkun, M. 2017. SPEI indisine göre Türkiye geneli kuraklık değişim ve eğilim projeksiyonları, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 5 – 7 Temmuz, İstanbul.
- Çetin, M., Aksoy, H., Önöz, B.; Eriş, E., Yüce, M. İ., Selek, B., Aksu, H., Burgan, H. İ., Eşit, M., Çavuş, Y., Orta, S. 2018. Deriving accumulated precipitation deficits from drought severity-duration frequency curves: A Case Study in Adana Province, Turkey. 1st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, Proceedings and Abstracts Book, Antalya, Turkey (www.icası2018.com), 26-28 September, ISBN 978-605-81136-0-2: 39-48.
- Dai, A. 2011. Drought under global warming: A review. *Wiley Interdiscip. Rev. Climate Change*. 2: 45–65.
- Gümüş, V., Başak, A. Oruç, N. 2016. Standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) yöntemi ile Şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi. *H.U. Journal of Engineering*. 01: 36-44.
- Heim, R.R. 2002. A review of twentieth-century drought indices used in the United States. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 83: 1149–1165.
- Keskiner A.D., Çetin M., Uçan M., Şimşek M. 2016. Coğrafi bilgi sistemleri ortamında Standardize yağış indisi yöntemiyle olasılıklı meteorolojik kuraklık analizi: Seyhan Havzası Örneği. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, cilt.31: 79-90.
- Keskiner, A.D., Cetin, M., Simsek, M., Akin, S., Cetiner, I. 2019. Probabilistic Regional Meteorological Drought Analysis with Standardized Precipitation Index and Normal Precipitation Index Methods in Geographic Information Systems Environment: A Case Study in Seyhan Basin. *Fresenius Environmental Bulletin* Vol 28, No 7: 5675-5688.
- Koutroulis, A.G., Vrochidou, A.-E.K., Tsanis, I.K. 2011. Spatiotemporal characteristics of meteorological drought for the island of Crete. *Journal of Hydrometeorology* 12: 206–226.
- Kwak, J.W., Lee, S.D., Kim, Y.S., Kim, H.S. 2013. Return period estimation of droughts using drought variables from standardized precipitation index. *J. Korean Water Resources Assoc.* 46: 795–805.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Boston, MA: 179–184.
- Nedealcov M., Raileanu V., Sirbu R., Cojocari R. 2015. The use of standardized indicators (SPI and SPEI) in predicting droughts over the Republic of Moldova Territory. doi 10.1515/pesd-2015-0032 *Pesd*, Vol. 9(2): 149-157.
- Rossi, G. 2000. *Drought mitigation measures: A comprehensive framework*. In *Drought and Drought Mitigation in Europe*; Voght, J., Somma, F., Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands, p.233–246.
- Stagge, J.H., Tallaksen, L.M., Gudmundsson, L., Loonc, A.F. V. and Stahl, K. 2015. Candidate

- distributions for climatological drought indices (SPI and SPEI) *International Journal of Climatology*. 35: 4027–4040, doi: 10.1002/joc.4267.
- Svoboda, M.D., LeComte, D., Hayes, M., Heim, R., Gleason, K., Angel, J., Miskus, D. 2002. The drought monitor. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 83: 1181–1190.
- Thorntwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38: 55–94.
- Tong, S., Bao, Y., Te, R., Ma, Q., Ha, S., and Lusi, A. 2017. Analysis of Drought Characteristics in Xilingol Grassland of Northern China Based on SPEI and Its Impact on Vegetation. Hindawi, *Mathematical Problems in Engineering*. Volume 2017, Article ID 5209173, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2017/5209173>.
- Türkeş, M., Tatlı, H. 2008. Türkiye’de kuraklık olasılıklarının standartlaştırılmış yağış indisi (SPI) kullanılarak saptanması ve iklimsel değişkenlik açısından değerlendirilmesi. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Ed., Ünal Akkemik), 55-62. Türkiye Ormancılar Derneği Marmara Şubesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 13-14 Aralık 2007, Bahçeköy - İstanbul.
- Türkeş, M., Tatlı, H. 2009. Use of the standardized precipitation index (SPI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology* 29: 2270–2282.
- Tatlı, H., Türkeş, M. 2011a. Palmer kuraklık şiddeti ve standartlaştırılmış yağış indislerinin Türkiye üzerinde karşılaştırılması. In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book, s.231-239, 27-29 April: İstanbul, (in Turkish with an English abstract).
- Tatlı, H., Türkeş, M. 2011b. Türkiye’nin kurak ve nemli koşullarının model çıktı istatistiği (MOS) ile incelenmesi (Examination of the dry and wet conditions in Turkey via model output statistics (MOS)). In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book, s.219-229, 27-29 April: İstanbul, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M. 2014. Türkiye’deki 2013-2014 kuraklığının ve klimatolojik/meteorolojik nedenlerinin çözülmesi (Analysis of 2013-2014 Drought in Turkey and Its Climatological and Meteorological Reasons). *Konya Toprak Su Dergisi* 2: 20-34. (in Turkish and English).
- Türkeş, M. 2017. Türkiye’nin iklimsel değişkenlik ve sosyo-ekolojik göstergeler açısından kuraklıktan etkilenebilirlik ve risk çözümlemesi (Drought vulnerability and risk analysis of Turkey with respect to climatic variability and socio-ecological indicators). *Ege Coğrafya Dergisi* 26(2): 47-70, (in Turkish with an English abstract, figure and table captions).
- Türkes, M. 2019. Climate and Drought in Turkey, Chapter 4. In Harmancıoğlu, N. B., Altınbilek, D. (Eds.), *Water Resources of Turkey. World Water Resources*, vol 2. Springer, Cham, pp 85-125.
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., López-Moreno, J.I. 2010. A multiscale drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climatology*. 23: 1696–1718.
- Wilhite, D.A., Glantz, M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water Int.*, 10: 111–120.
- Wilhite, D.A. 2000. *Drought as a natural hazard: Concept and definitions*. In *Drought: A Global Assessment*; Wilhite, D. A., Ed.; Routledge: London, UK, pp: 3-18.
- Wilhite, D.A., Svoboda, M.D., Hayes, M.J. 2007. Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water Resources Management* 21: 763–774.
- Yürekli, K., Ünlükara, A. 2013. Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) ile Tokat ilinin kuraklık analizi, III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, pp.511-515, 1 - 04 Eylül, Tokat, Türkiye.

Research Article

Determination of Characteristics of Dry Bean Lines Hybridized by Line x Tester Method and the Effect of Heredity[§]

Şemsi TAMÜKSEK*, Ercan CEYHAN

Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Turkey

*Corresponding author: demircan.semsi18@gmail.com

Received: 04.07.2019

Received in Revised: 04.11.2019

Accepted: 18.11.2019

Abstract

In this study, two dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) (Great Northern 59 and Alberto) and a bombay bean (*Phaseolus coccineus* L.) (testers) were crossed with five bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L. PV04001, PV05023, PV04042, PV04026 and PV04032) (lines). F₁ hybrids obtained by the line x tester method (5x3). This experiment were established in a randomized block design with three replicates in the fully controlled Selcuk University Plant Breeding Greenhouse. The effects of non-additive gene and heritability were found to be low. The heterosis and heterobeltiosis values of the F₁ generations were positive for seed yield.

Key words: Bean, seed yield, line x tester method, combining ability, heterosis.

Line x Tester Metoduyla Islah Edilen Kuru Fasulye Hatlarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Kalıtımın Etkisi

Özet

Araştırmada, tester olarak iki adet kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) (Great Northern 59 ve Alberto) çeşidi ve bir adet bombay fasulyesi (*Phaseolus coccineus* L.) ve ana olarak ise 5 fasulye (PV04001, PV05023, PV04042, PV04026 ve PV04032) hattı arasında melezleme yapılmıştır. Bu çalışma Line x Tester metoduna göre F₁ melezleri elde edilmiştir. Bu araştırma Tesadüf Blokları Deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak tam kontrollü Selçuk Üniversitesi Deneme serasında kurulmuştur. F₁ generasyonunda tane verimi için eklemeli olmayan gen etkileri ve dar anlamda kalıtım dereceleri düşük olarak tespit edilmiştir. F₁ generasyonunda heterosis ve heterobeltiosis değerleri tane verimi için pozitif olmuştur.

Anahtar kelimeler: Fasulye, tane verimi, line x tester analizi, kombinasyon yeteneği, heterosis.

Introduction

The bean *Phaseolus vulgaris* L. belongs to the Leguminosae family, members of which produce dry edible legumes that are grown and consumed worldwide. Legumes are a very important source of protein, starch, cellulose and minerals for human nutrition (Aykroyd et al., 1982) and contribute to nitrogen fixation, thus increasing the efficiency of production systems with positive effects on environmental sustainability (Şehirli, 1988).

Breeding studies of beans are generally carried out via selection. However, other approaches are needed to increase genetic

variation in beans (Ceyhan, 2003), such as hybridization. This approach can be used to improve productivity, quality and resistance to diseases. The generation of gene resources that can be used to address these factors is the main subject of breeding studies (Ceyhan, 2003). Line x tester analysis has been used in many crossbreeding programmes, because the breeders present genetic characteristics about quantitative properties (Ceyhan, 2003). Line x tester analysis provides information to breeders about heterosis and the general combination ability (GCA) and specific combination ability of parents (SCA) (Ceyhan et al., 2008). The effects of hybridization

on heritability can also be estimated (Ceyhan, 2003). Previous breeding studies have found that seed yield and harvest index in beans are under the influence of additive genes (Zimmermann et al., 1985; Singh and Urrea, 1994), while the number of ovaries per pod is a single gene allele and under the effect of additive gene (Al-Mukhtar and Coyne, 1981). In contrast, pod properties and plant height are under the influence of non-additive genes (Rodrigues et al., 1998).

The aim of this study was to determine the general and special combination capabilities, heterosis and heterobeltiosis values, and the degree of heritability in the broad and narrow sense in the F1 generations of beans using the line

x tester method, and then to find high-adapt, efficient and high-quality genotypes for the development of new lines.

Materials and Methods

In this study, two dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) (Great Northern 59 and Alberto) and a bombay bean (*Phaseolus coccineus* L.) were used as testers and five bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) were used as lines. The characteristics of the parents are shown in Table 1. The Alberto and Great Northern 59 varieties used in this study are the most cultivated and earliest varieties grown in the region (GTHB, 2018).

Table 1. The characteristics of the parents used in breeding.

| Parents | Characteristics of the Parents |
|-------------------------------|--|
| PV04001 | It is 50-60 cm long. Broad beans are flat, light green, without awn. Seed dermason type and color is white. The average vegetation period is 110-125 days. The average yield per decare is 150-250 kg. Protein content is between 24-26%. |
| PV04042 | The plant is semi-dwarf bean color light green, grain shape round-oval and large. Grain color is white. The average vegetation period is 115-120 days. The average yield per decare is 200 - 280 kg. Protein content is between 19-23%. |
| PV04026 | It is an early and leechy dwarf bean line. The pods are smooth, medium long, green and awned. Seeds are round and white in color. The average vegetation period is 90-100 days. Average yield per decare is 200-300 kg. Protein content is between 19-23%. |
| PV04032 | It has a height of 50 cm, white flower color, broad bean shape, dermason type and white seed color. The average vegetation period is 120-130 days. Average yield per decare is 250-300 kg. Protein content is between 20-23%. |
| PV05023 | It grows upright and grows to 55-60 cm. The flower color is white, pod shape is flat and seed has white color. The average vegetation period is 110-120 days. The average yield per decare is 200 -280 kg. Protein content is between 22-25%. |
| Alberto | Semi dwarf, plant height 60-70 cm, no pods opening, flower color is white, yield 280-300 kg da ⁻¹ , dermason type, pod shape flat-end curved, resistant to viruses and bacterial diseases. The average vegetation period is 110-120 days. |
| <i>Phaseolus coccineus</i> L. | It grown as an ornamental plant. Length up to 3 meters. The beans are bright, showy, with white and red flowers. Pods are larger and longer. The bones are hard and thick. |
| Great Northern 59 | Medium-sized, kidney-shaped flat white seed. Its yield is very high and it is an early variety. The average seed yield of this variety is 150-200 kg da ⁻¹ . The average vegetation period is 90-100 days. |

Eight bean genotypes were sown on four different dates at 10-day intervals starting from 25 October 2016 in a fully controlled greenhouse in the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Selcuk University. Ten seeds of each parent were sown in rows 2 m long. The hybridization process was performed as described by Ceyhan (2003) and Ceyhan et al. (2014).

The breeding process was performed using the line x tester method and gave 15 (5x3) hybrid combinations. At least 30 seeds were obtained from each of the 15 hybrid combinations. The obtained hybrid seeds and parents were grown under greenhouse conditions again. The greenhouse experiment was established using a

randomized block design with three replicates in 1 m long plots on 30 March 2017. Harvesting was carried out in August. During the study, 15 kg DAP (Diammonium Phosphate) fertilizer was applied to the whole experimental area in a uniform manner to meet the needs of the hybrids and the parents. Weed control was performed by hand and drip irrigation was given five times depending on the water demand of the plants. During cultivation, the greenhouse was kept constant at a daytime temperature of 25 °C, night temperature of 18 °C, relative humidity 50–55% and wind speed 5 km/h.

Data collected from observation, measurement and analysis on F1 plants were subjected to a preliminary variance analysis using

the MSTAT-C Statistics Program according to the randomized block design. Line x tester analysis was applied to the properties that showed variation among hybrids of between 1% and 5% significance (Kempthorne, 1957; Sing and Chaudhary, 1979). General and special combination ability effect and variance Griffing (1956), heritability Stansfield (1969), in the calculation of the percentage values of heterosis and heterobeltiosis Fonseca and Pattersan (1968), in the determination of the relations between the properties Yurtsever (1984) were utilized.

Results and Discussion

The line x tester analysis of variance of the investigated characteristics in the study revealed

that the squares averages of the hybrids were statistically significant for all traits. Significant differences were found between genotypes in all investigated characteristics (Table 2). In the F₁ generation, the hybrids showed variation in all properties studied, except for the number of seeds per plant, at the 1% significance level. Significant differences were observed between lines for plant height and protein content. Among the tester plants, plant height, seed yield, plant weight, and protein content were significantly different. In the line x tester interaction, significant differences were found for all properties except protein content.

Table 2. The average of squares calculated by line x tester method for seed yield and its components in F₁ hybrids of beans.

| Source of variation | DF | Plant height | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Number of seeds per plant |
|---------------------|----|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Replication | 2 | 5.058 | 22.464 | 0.099 | 945,255 |
| Treatments | 22 | 1480.808** | 76.557** | 1.436** | 3220,578** |
| Parents | 7 | 3718.994** | 12.995 | 2.200** | 1248,157** |
| Hybrids | 14 | 466.260** | 29.442** | 0.757** | 890,954 |
| Par vs Hyb | 1 | 17.165 | 1181.100** | 5.593** | 49642,260** |
| Line | 4 | 213.578** | 17.105 | 0.226 | 128,080 |
| Tester | 2 | 2460.556** | 21.848 | 0.047 | 564,846 |
| Line vs Tester. | 8 | 94.028** | 37.509** | 1.200** | 1353,918** |
| Error | 44 | 26.316 | 9.722 | 0.109 | 375,179 |

| Source of variation | DF | Seed yield | 100-seed weight | Protein content |
|---------------------|----|------------|-----------------|-----------------|
| Replication | 2 | 111.862 | 22.755** | 0.088 |
| Treatments | 22 | 772.198** | 375.431** | 4.069** |
| Parents | 7 | 40.311 | 571.670** | 1.319 |
| Hybrids | 14 | 572.687** | 297.409** | 3.895** |
| Par vs Hyb | 1 | 8688.559** | 94.054** | 25.760** |
| Line | 4 | 443.272 | 216.181 | 8.558** |
| Tester | 2 | 1592.219** | 1284.078** | 3.647* |
| Line vs Tester. | 8 | 382.512** | 91.356** | 1.626 |
| Error | 44 | 56.419 | 2.676 | 0.841 |

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

The average seed yield of the parents ranged from 28.04 to 38.80 g, and the 100-seed weight ranged from 30.17 to 70.17 g. Plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, and number of seeds per plant ranged from 49.33 to 153.33 cm, 14.77 to 20.77, 2.67 to 5.23, and 41.29 to 110.14, respectively. Protein content ranged from 23.18% to 25.12%.

The average seed yield of the F₁ hybrids varied from 36.82 to 88.55 g, average plant height from 55.33 to 93.67 cm, average number of pods per plant from 21.37 to 32.20, average number of seeds per pod from 4.53 to 6.10, average number of seeds per plant from 113.95 to 170.84, average

100-seed weight from 29.00 to 61.43 g, and average protein content from 23.53% to 27.20%. Plant height (Genchev, 1995; Ceyhan, 2004; Ulker and Ceyhan, 2008a; Ceyhan et al., 2012), number of pods (Ceyhan, 2004; Varankaya, 2011), the number of seeds per pod (Anlarsal et al., 2000; Ulker and Ceyhan 2008a), the number of seeds per plant (Düzdemir, 1998; Ulker and Ceyhan, 2008a), seed yield (Saraç and Sehirali 1989; Pekşen and Gulumser 2005) and protein content (Duzdemir, 1998; Ulker and Ceyhan 2008b) were similar to the findings of other studies.

In terms of the investigated properties the (H/D)^{1/2} ratio was greater than 1 and the

$\sigma^2\text{GCA}/\sigma^2\text{SCA}$ ratio was less than 1, showing that a non-additive dominant gene effect influences these characteristics (Table 3). This indicates that selection can be started from the next generation on investigated properties. At the same time, the number of pods, number of seeds per pod and number of seeds per plant were found to be influenced by an additive gene effect in the F_1 generation (Table 3). It has been found that

investigated properties are under the effect of additive and non-additive genes. Some investigators (Singh and Urrea, 1994; Oliveira Junior et al., 1997) stated that additive genes influence seed yield in beans, while others (Barelli et al., 2000) reported that non-additive genes influence seed yield. Other researchers obtained similar results (Saraç and Şehirali, 1989; Bozoğlu, 1995; Ceyhan, 2004; Ulker and Ceyhan, 2008a).

Table 3. Estimation of GCA variance, estimation of SCA variance estimation, additive variance, proportional relationship with dominance variance, broad and narrow inheritance in parents and F_1 hybrids of beans.

| Features | $\sigma^2\text{GCA}$ | $\sigma^2\text{SCA}$ | $\sigma^2\text{GCA}/\sigma^2\text{SCA}$ | $\sigma^2\text{D}$ | $\sigma^2\text{H}$ | $(\text{H/D})^{1/2}$ | H^2 | h^2 |
|---------------------------|----------------------|----------------------|---|--------------------|--------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Plant height | 7.825 | 298.802 | 0.026 | 15.649 | 22.571 | 1.201 | 94.36 | 33.30 |
| Number of pods per plant | -0.170 | 5.255 | ---- | -0.339 | 9.262 | ---- | 66.98 | -2.79 |
| Number of seeds per pod | -0.009 | 0.127 | ---- | -0.019 | 0.364 | ---- | 85.64 | -4.88 |
| Number of seeds per plant | -9.732 | 102.368 | ---- | -19.464 | 326.246 | ---- | 57.89 | -4.51 |
| Seed yield | 3.998 | 249.860 | 0.016 | 7.995 | 108.697 | 3.687 | 90.15 | 5.90 |
| 100-seed weight | 4.331 | 175.954 | 0.025 | 8.663 | 29.560 | 1.847 | 78.40 | 22.15 |
| Protein content | 0.048 | 1.256 | 0.038 | 0.095 | 0.261 | 1.655 | 78.40 | 14.97 |

Table 4. Means in terms of properties examined in the parents and F_1 hybrids of beans.

| Parents | Plant height | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Number of seeds per plant | Seed yield | 100-seed weight | Protein content |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------------|
| PV04001 | 54.00 | 19.57 | 4.90 | 97.16 | 38.80 | 30.90 | 30.90 |
| PV04042 | 55.33 | 18.80 | 5.10 | 98.08 | 37.88 | 35.90 | 35.90 |
| PV04026 | 52.33 | 17.83 | 4.90 | 88.74 | 32.73 | 33.93 | 33.93 |
| PV04032 | 54.67 | 15.40 | 5.07 | 79.10 | 28.04 | 32.80 | 32.80 |
| PV05023 | 49.33 | 16.47 | 5.13 | 86.37 | 31.17 | 32.17 | 32.17 |
| Alberto | 55.33 | 20.77 | 5.23 | 110.14 | 35.86 | 30.17 | 30.17 |
| <i>Phaseolus coccineus</i> L. | 153.33 | 14.77 | 2.67 | 41.29 | 36.43 | 71.17 | 71.17 |
| Great Northern 59 | 56.67 | 16.70 | 5.13 | 88.30 | 32.67 | 31.37 | 31.37 |
| F_1 Hybrids | | | | | | | |
| PV04001 x Alberto | 55.67 | 24.93 | 5.77 | 145.65 | 51.04 | 34.47 | 34.47 |
| PV04001 x <i>P. coccineus</i> L. | 73.67 | 25.03 | 4.53 | 115.02 | 69.60 | 59.37 | 59.37 |
| PV04001 x Great Northern 59 | 59.00 | 29.13 | 5.33 | 158.46 | 61.15 | 38.00 | 38.00 |
| PV04042 x Alberto | 59.67 | 24.57 | 4.87 | 121.41 | 36.82 | 29.00 | 29.00 |
| PV04042 x <i>P. coccineus</i> L. | 70.67 | 21.37 | 5.70 | 125.34 | 50.40 | 37.97 | 37.97 |
| PV04042 x Great Northern 59 | 58.67 | 27.57 | 6.10 | 170.84 | 61.22 | 34.70 | 34.70 |
| PV04026 x Alberto | 59.33 | 25.63 | 5.90 | 152.34 | 59.45 | 37.73 | 37.73 |
| PV04026 x <i>P. coccineus</i> L. | 81.33 | 30.37 | 4.80 | 148.44 | 80.55 | 53.27 | 53.27 |
| PV04026 x Great Northern 59 | 62.33 | 29.00 | 4.87 | 144.80 | 49.96 | 33.87 | 33.87 |
| PV04032 x Alberto | 60.33 | 32.20 | 5.13 | 167.68 | 55.63 | 32.40 | 32.40 |
| PV04032 x <i>P. coccineus</i> L. | 91.67 | 23.63 | 6.00 | 142.78 | 58.74 | 39.93 | 39.93 |
| PV04032 x Great Northern 59 | 55.33 | 21.73 | 5.13 | 113.95 | 38.63 | 33.10 | 33.10 |
| PV05023 x Alberto | 62.67 | 25.97 | 5.33 | 141.90 | 50.22 | 34.53 | 34.53 |
| PV05023 x <i>P. coccineus</i> L. | 93.67 | 23.90 | 5.93 | 145.32 | 88.55 | 61.43 | 61.43 |
| PV05023 x Great Northern 59 | 67.33 | 28.33 | 5.07 | 143.00 | 54.37 | 36.50 | 36.50 |

Based on the general combination abilities of the F_1 generation for particular characteristics,

the following pairs were found to be suitable parents: PV05023 and *Phaseolus coccineus* L. for

plant height; PV04026 and *Phaseolus coccineus* L. for the number of pods; PV04042 and *Phaseolus coccineus* L. for number of seeds per pod; PV04026, PV05023 and *Phaseolus coccineus* L. for seed yield; and PV04001 and *Phaseolus coccineus* L. for protein content (Table 5). PV04026, PV05023 and *Phaseolus coccineus* L. genotypes, which are superior in seed yield, can be used in breeding programmes to improve seed yield.

Considering the special combination capabilities of hybrids in F₁ generation, for plant height “PV04032 x *Phaseolus coccineus* L.” hybrid; for the number of pods “PV04032 x Alberto” and “PV04026 x *Phaseolus coccineus* L.” hybrids; for number of seeds per pod “PV04001 x Alberto”, “PV04042 x Great Northern 59”, “PV04026 x Alberto”, “PV04032 x *Phaseolus coccineus* L.” and “PV05023 x *Phaseolus coccineus* L.” hybrids; for

number of seeds per plant “PV04042 x Great Northern 59” and “PV04032 x Alberto” hybrids; for seed yield “PV04042 x Great Northern 59”, “PV04032 x Alberto” and “PV05023 x *Phaseolus coccineus* L.” hybrids; for protein content “PV04032 x Alberto” hybrid were positive (Table 5). The GCA and SCA effects of parents and hybrids on the number of pods per plant were determined by Al-Mukhtar and Coyne (1981), Ceyhan (2003) and Ceyhan et al. (2008). These researchers have obtained similar results to our findings. Many other studies have been done on the effect of GCA and SCA on beans and have determined the combinations of parents and hybrids with different numbers of significant GCA and SCA for seed yield in the investigated generations (Oliveira Junior et al., 1997; Barelli et al., 2000).

Table 5. GCA values in parents of beans and SCA values in F₁ hybrids of beans.

| Parents | Plant height | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Number of seeds per plant | Seed yield | 100-seed weight | Protein content |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------------|
| PV04001 | -4.644** | 0.141 | -0.153 | -2.752 | 2.841 | 4.194** | 1.375** |
| PV04042 | -4.422** | -1.724 | 0.191* | -3.266 | -8.274** | -5.862** | -0.111 |
| PV04026 | 0.244 | 2.109* | -0.176 | 6.067 | 5.564** | 1.871** | -0.581* |
| PV04032 | 1.689 | -0.369 | 0.058 | -0.992 | -6.755** | -4.607** | 0.474 |
| PV05023 | 7.133** | -0.158 | 0.080 | 0.944 | 6.625** | 4.404** | -1.157** |
| Alberto | -7.889** | 0.436 | 0.036 | 3.334 | -7.122** | -6.125** | -0.228 |
| <i>Phaseolus coccineus</i> L. | 14.778** | -1.364 | 0.029 | -7.082 | 11.814** | 10.643** | 0.566** |
| Great Northern 59 | -6.889** | 0.928 | -0.064 | 3.748 | -4.691** | -4.519** | -0.338 |
| F₁ Hybrids | | | | | | | |
| PV04001 x Alberto | 0.778 | -1.868 | 0.520** | 2.605 | -2.432 | -3.354** | -0.207 |
| PV04001 x <i>P. coccineus</i> L. | -3.889 | 0.032 | -0.707** | -17.606 | -2.811 | 4.784** | -0.147 |
| PV04001 x Great Northern 59 | 3.111 | 1.836 | 0.187 | 15.001 | 5.243 | -1.430 | 0.354 |
| PV04042 x Alberto | 4.556 | -0.369 | -0.724** | -21.124* | -5.540 | 1.236 | 0.299 |
| PV04042 x <i>P. coccineus</i> L. | -7.111** | -1.769 | 0.116 | -6.775 | -10.892** | -6.566** | -0.088 |
| PV04042 x Great Northern 59 | 2.556 | 2.138 | 0.609** | 27.899** | 16.432** | 5.330** | -0.211 |
| PV04026 x Alberto | -0.444 | -3.136* | 0.676** | 0.479 | 3.256 | 2.236** | -0.401 |
| PV04026 x <i>P. coccineus</i> L. | -1.111 | 3.398* | -0.418** | 6.995 | 5.416 | 1.001 | 0.519 |
| PV04026 x Great Northern 59 | 1.556 | -0.262 | -0.258 | -7.474 | -8.672* | -3.237** | -0.117 |
| PV04032 x Alberto | -0.889 | 5.909** | -0.324 | 22.878* | 11.751** | 3.380** | -0.906 |
| PV04032 x <i>P. coccineus</i> L. | 7.778** | -0.858 | 0.549** | 8.391 | -4.071 | -5.854** | 0.544 |
| PV04032 x Great Northern 59 | -6.889** | -5.051** | -0.224 | -31.269** | -7.680* | 2.474** | 0.362 |
| PV05023 x Alberto | -4.000 | -0.536 | -0.147 | -4.838 | -7.035 | -3.498** | 1.215** |
| PV05023 x <i>P. coccineus</i> L. | 4.333 | -0.802 | 0.460** | 8.995 | 12.359** | 6.634** | -0.828 |
| PV05023 x Great Northern 59 | -0.333 | 1.338 | -0.313 | -4.158 | -5.323 | -3.137** | -0.387 |

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

Conclusions

The estimates of heterosis and heterobeltiosis were calculated as the percentage increase and decrease over values for all traits studied. The heterosis of the 15 F₁ hybrids ranged from -32.27% to 27.04% for plant height, from -5.81% to 55.17% for number of seeds per pod, from -0.13% to 162.02% for seed yield, from -

29.08% to 22.04% for 100-seed weight, and from -2.13% to 12.14% for protein content. The heterobeltiosis of the 15 F₁ hybrids ranged from -53.91% to 18.82% for plant height, from -7.48% to 18.83% for number of seeds per pod, from -2.79% to 143.10% for seed yield, from -46.65% to 21.14% for 100-seed weight, and from -3.91% to 10.52% for protein content. Ceyhan (2003) and Ceyhan et

al. (2008) reported high or low heterosis and heterobeltiosis levels. The fact that the average heterosis and heterobeltiosis values were negative in the F₁ generation indicates that the effects of

non-additive genes are important for investigated properties.

As a result, selection in future generations may produce promising genotypes that can be used in different breeding programmes.

Table 6. Heterosis (%) values of the properties examined in F₁ generation.

| F1 hybrids | Plant height | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Number of seeds per plant | Seed yield | 100-seed weight | Protein content |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| PV04001 x Alberto | 1.83 | 23.64 | 13.82** | 40.53 | 36.74 | 12.88** | 8.87** |
| PV04001 x <i>P. coccineus</i> L. | -28.94** | 45.83** | 19.82** | 66.16 | 85.04** | 16.34** | 10.55** |
| PV04001 x Great Northern 59 | 6.63 | 60.64** | 6.31** | 70.89 | 71.12 | 22.04** | 11.96** |
| PV04042 x Alberto | 7.83 | 24.18** | -5.81** | 16.62 | -0.13 | -12.21** | 6.11** |
| PV04042 x <i>P. coccineus</i> L. | -32.27** | 27.31 | 46.78** | 79.87 | 35.67 | -29.08** | 6.01** |
| PV04042 x Great Northern 59 | 4.76 | 55.31** | 19.22** | 83.33 | 73.57 | 3.17 | 4.68** |
| PV04026 x Alberto | 10.22 | 32.82** | 16.45** | 53.20 | 73.36 | 17.73** | -1.77* |
| PV04026 x <i>P. coccineus</i> L. | -20.91** | 86.30** | 26.87** | 128.32 | 132.94** | 1.36 | 3.48** |
| PV04026 x Great Northern 59 | 14.37 | 67.95** | -2.99** | 63.59 | 52.76 | 3.73 | 0.01 |
| PV04032 x Alberto | 9.70 | 78.06** | -0.32 | 77.22 | 74.13 | 2.91 | 4.58** |
| PV04032 x <i>P. coccineus</i> L. | -11.86 | 56.69** | 55.17** | 137.20 | 82.25 | -23.18** | 12.14** |
| PV04032 x Great Northern 59 | -0.60 | 35.41** | 0.65 | 36.15 | 27.27 | 3.17 | 10.71** |
| PV05023 x Alberto | 19.75 | 39.48** | 2.89** | 44.42 | 49.87 | 10.80** | 4.69** |
| PV05023 x <i>P. coccineus</i> L. | -7.57 | 53.04** | 52.14** | 127.66 | 162.02** | 18.90** | -2.13** |
| PV05023 x Great Northern 59 | 27.04** | 70.85** | -1.30** | 40.53 | 36.74 | 12.88** | 8.87** |
| Average | -0.12 | 48.92 | 15.73 | 69.89 | 66.01 | 3.37 | 4.65 |
| LSD₅ | 8.687 | 5.280 | 0.558 | 32.801 | 12.720 | 2.770 | 1.553 |
| LSD₁ | 7.192 | 4.371 | 0.462 | 27.155 | 10.530 | 2.293 | 1.286 |

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

Table 7. Heterobeltiosis (%) values of the properties examined in F₁ generation.

| F1 hybrids | Plant height | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Number of seeds per plant | Seed yield | 100-seed weight | Protein content |
|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| PV04001 x Alberto | 0.60 | 20.06 | 10.19** | 32.24** | 31.55** | 11.54** | 8.66** |
| PV04001 x <i>P. coccineus</i> L. | -51.96** | 27.94** | -7.48 | 18.39 | 79.38** | -16.57** | 8.96** |
| PV04001 x Great Northern 59 | 4.12 | 48.88** | 3.90 | 63.10** | 57.60** | 21.14** | 10.52** |
| PV04042 x Alberto | 7.83 | 18.30 | -7.01 | 10.23 | -2.79 | -19.22** | 5.02 |
| PV04042 x <i>P. coccineus</i> L. | -53.91** | 13.65 | 11.76** | 27.79** | 33.07** | -46.65** | 3.24 |
| PV04042 x Great Northern 59 | 3.53 | 46.63** | 18.83** | 74.19** | 61.64** | -3.34 | 4.59 |
| PV04026 x Alberto | 7.23 | 23.43** | 12.74** | 38.32** | 65.81** | 11.20** | -3.65 |
| PV04026 x <i>P. coccineus</i> L. | -46.96** | 70.28** | -2.04 | 67.28** | 121.13** | -25.15** | 3.17 |
| PV04026 x Great Northern 59 | 10.00 | 62.62** | -5.19 | 63.18** | 52.62** | -0.20 | -2.96 |
| PV04032 x Alberto | 9.04 | 55.06** | -1.91 | 52.25** | 55.15** | -1.22 | 2.46 |
| PV04032 x <i>P. coccineus</i> L. | -40.22** | 53.46** | 18.42** | 80.51** | 61.26** | -43.89** | 8.12** |
| PV04032 x Great Northern 59 | -2.35 | 30.14** | 0.00 | 29.05 | 18.24 | 0.91 | 9.67** |
| PV05023 x Alberto | 13.25** | 25.04** | 1.91 | 28.84** | 40.07** | 7.36** | 4.48 |
| PV05023 x <i>P. coccineus</i> L. | -38.91** | 45.14** | 15.58** | 68.25** | 143.10** | -13.68** | -3.91 |
| PV05023 x Great Northern 59 | 18.82** | 69.66** | -1.30 | 61.95** | 66.41** | 13.47** | -2.22 |
| Average | -10.70 | 39.95 | 3.88 | 45.56 | 56.85 | -7.72 | 3.17 |

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

§: This article is summarized from Şemsi TAMÜKSEK's Master Thesis.

References

- Al-Mukhtar, F.A., Coyne, D.P. 1981. Inheritance and association of flower ovule, seed, pod and maturity characters in dry edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106 (6): 713-719.
- Anlarsal, A.E., Yücel, C., Özveren, D. 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. *Türk J Agric For*, 24: 19-29.
- Aykroyd, W.R., Doughty, J., Walker, A.F. 1982. *Legumes in human nutrition* (Vol. 20). Food & Agriculture Org., p.152.
- Barelli, M.A., Goncalves-Vidigal, M.C., Amaral Junior, A.T.D., Vidigal Filho, P.S., Scapim, C.A., Sagrilo, E. 2000. Diallel Analysis for Grain Yield and Yield Components in *Phaseolus vulgaris* L. *Acta Scientiarum*, 22 (4): 883-887.
- Bozoğlu, H. 1995. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksiyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Samsun, 99.
- Ceyhan, E. 2003. Bezelye ebeveyn ve melezlerinde bazı tarımsal özelliklerin ve kalıtımlarının çoklu dizi analiz metoduyla belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Ceyhan, E. 2004. Effect of sowing dates on some yield components and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 9 (2): 87-95.
- Ceyhan, E., Harmankaya, M., Avci, M. A. 2008. Effects of sowing dates and cultivars on protein and mineral contents of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Asian Journal of Chemistry*, 20 (7): 5601.
- Ceyhan E., Kahraman A., Ateş M.K., Karadaş S. 2012. Stability analysis on seed yield and its components in pea. *Bulg. J. Agric. Scie*, 18 (6): 887-893.
- Ceyhan E., Kahraman A. 2013. Genetic analysis of yield and some characters in peas. *Legume Research*, 36 (4): 273-279.
- Ceyhan, E., Kahraman, A., Avci, M.A., Dalgıç, H. 2014. Combining ability of bean genotypes estimated by Line x Tester analysis under highly-calcareous soils. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24 (29): 579-584.
- Düzdemir, O. 1998. Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve diğer bazı özellikler üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Fonseca, S., Pattersan, F.L. 1968. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat. *Crop Science*, 8: 85-88.
- Genchev, D. 1995. Assessment of tolerance to stress factors in breeding material of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 1 (4): 415-422.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9: 463-493.
- GHTB. 2018. Tarımsal Veriler. Ankara: T.C. Gıda, Hayvancılık ve Tarım Bakanlığı.
- Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to Genetic Statistic*. New York. Wiley and Sons, p.545.
- Oliveira Junior, A., Miranda, G., Cruz, C. 1997. Evaluation of the combining ability of dry bean cultivars based on unbalanced circulating and partial diallel crossing systems. *Revista Ceres (Brazil)*.
- Pekşen, E., Gülümser, A. 2005. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler ve path analizi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3):82-87.
- Rodrigues, R., Leal, N.R., Perera, M.G. 1998. Diallel analysis of six agronomic traits in *Phaseolus vulgaris* L. *Bragantia*, 57 (2): 241-250.
- Saraç, A., Şehirali, S. 1989. Fasulyede ekim zamanı ve sıra aralığının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sing, R.K., Chaudhary, B. D. 1979. *Line x Tester Analysis*. In : *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. New Delhi. Kalyani Publishers, p. 205-214.
- Singh, S.P., Urrea, C.A. 1994. Selection for seed yield and other traits among early generations of intra and interracial populations of the common bean. *Brasileira de Genetica*, 17 (3): 299-303.
- Stansfield, W.D. 1969. *Theory and Problems of Genetics*. New York, McGraw-Hill Book Company, p.281.
- Şehirali, S. 1988. *Yemeklik Dane Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, p. 435.
- Ülker, M., Ceyhan, E. 2008a. Orta anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (46): 77-89.
- Ülker, M., Ceyhan, E. 2008b. Orta anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus*

- vulgaris* L.) genotiplerinin protein ve bazı mineral oranlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (46): 90-97.
- Varankaya, S. 2011. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Yıldırım, M.B. 1985. *Populasyon Genetiği*. İzmir, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, p.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel istatistik metotlar*. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Zimmermann, M.D.O., Rosielle, A., Foster, K., Waines, J. 1985. Gene action for grain yield and harvest index of common bean grown as sole crop and in intercrop with maize. *Field Crops Research*, 12: 319-329.

Research Article

Improving Silage Feed Quality of Maize Intercropped with Some Legumes

Mustafa KIZILŞİMŞEK*, Tuğba GÜNAYDIN, Ahmet ASLAN, Kübra KEKLİK, Hamit AÇIKGÖZ

Kahramanmaraş Sutcu Imam Univ., Faculty of Agric. Field Crops Dept. Kahramanmaraş, Turkey

*Corresponding author: mkizil@ksu.edu.tr

Received: 20.11.2019

Received in Revised: 12.12.2019

Accepted: 16.12.2019

Abstract

Maize is the most cultivated plant for silage making in all over the World due to its many advantages such as producing high yield, suitable for mechanization and easy to ensile. However, the most important shortcoming property of maize silage is insufficiency of protein content. This study was planned for resolving this problem to a certain extent by growing maize with legume in the field as intercrop without any decrease in maize stand. Silage pH was significantly decreased in all intercropping patterns, regardless to legume, compared to sole maize, however, all pH values were enough low indicating a sufficient fermentation has occurred in the silo. Intercropping maize with soybean increased dry matter recovery (DMR), dry matter intake (DMI) and relative feed value (RFV) compared to sole crop maize. The NDF values of intercropped maize were better than that of pure maize resulting increases in DMI. Intercropping maize with any legumes caused an increase in crude protein (CP) content.

Key words: Silage, feed quality, dry matter recovery, corn.

Mısır ve Bazı Baklagillerin Birlikte Üretimi ile Silaj Yem Kalitesini Artırma Olanakları

Özet

Mısır bitkisi yüksek verimliliği, mekanizasyona uygunluğu ve silolanmasının kolay olması gibi birçok avantajları nedeniyle dünyanın her yerinde silaj amacıyla en fazla yetiştirilen bitkidir. Bununla birlikte, mısır bitkisinin en önemli dezavantajı, yetersiz protein içeriğidir. Bu çalışma, mısır bitki sıklığını azaltmadan, karışım halinde bazı baklagil bitkilerini (maş fasulyesi, sarak fasulye, börülce ve soya) de yetiştirerek, bu sorunu belli ölçüde çözmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada saf mısır ve karışımlar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, baklagil bitki türüne bakılmaksızın tüm birlikte üretim sistemlerinde silaj pH değerinin saf mısıra göre önemli derecede arttığı, bununla birlikte, tüm pH değerlerinin silo içerisinde iyi bir fermentasyonu işaret edecek şekilde yeteri kadar düştüğü görülmüştür. Mısırın soya fasulyesi ile birlikte yetiştirilmesinin, saf mısıra göre, kuru madde korunumunu, kuru madde tüketimini ve oransal yem değerini artırdığı belirlenmiştir. Birlikte üretimden elde edilen NDF değerlerinin saf mısır değerlerine göre daha düşük olduğu ve kuru madde tüketimini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Mısır bitkisini herhangi bir baklagil ile birlikte yetiştirmenin ham protein içeriğinde artışlara neden olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Silaj, yem kalitesi, kuru madde korunumu, mısır.

Introduction

The main problem in animal husbandry especially in developing countries is generally related to animal feeding activities. In many case, quantity and quality of feed is not enough for ruminants. Many growers produce their ruminant

feed by their own due to economical and quality concern. Maize is the most popular crop for making silage, which plays a vital role as a winter feed in the livestock industries (Geren et al., 2008) for many countries including Turkey (Kizilsimsek et al., 2016). Maize crop can produce high yield in a

single cut (Serbester et al., 2015) and is easy to ensile due to its water soluble carbohydrate (WSC) content. It also has high energy value as ruminant feed (Stoltz et al., 2013; Geren et al., 2008). However, the most important handicap of maize is definitely its low crude protein (CP) content that is around 6-7% of its dry matter (DM) base. Legume plants, which can grow on summer period like maize, could be a good solution for dealing with this problem due to their high protein content, which is over 15% in many cases. Intercropping legumes with maize may not only improve yield and quality of feed but also may limit the use of fertilizer, herbicides and insecticides, which are heavily used in monoculture for high yield anxiety (Dawo et al., 2007). Growing maize with a legume may be advantageous for effective using ecological sources such as soil nutrients and light as well as preventing erosion. It is also known that maize is the dominant component crop in determining the yield compared to legumes in intercrop. So not decreasing maize plant density in intercrop may be a good way in order to keep high silage yield produced.

The fact remains that; there have been many studies that individual crop of any intercrop systems were sown or harvested at different time points (Stoltz et al., 2013). However, this is not applicable for practice for silage production system. In silage making, the individual crops of intercropping system should be sown and harvested simultaneously (Stoltz et al., 2013) in order to avoid high cost and to get a good fermentation for both component crops. There are many studies on intercropping systems of maize with soybean (Carruthers et al., 2000; Martin et al., 1998; Serbester et al., 2015), cowpea (Geren et al., 2008; Azim et al., 2000) and bean species (Nurk et al., 2017; Dawo et al., 2007; Armstrong et al., 2008; Stoltz et al., 2013) individually however the studies on comparing legumes are very limited.

The main objective of this study was to improve feed quality by increasing feed CP content and reducing dry matter recovery (DMR) of maize silage by intercropping maize with mung bean, pole bean, cowpea or soybean and harvest simultaneously without decreasing maize plant density in intercrops compared to its sole stand for producing high yield.

Material and Methods

Sole maize and legume intercrops were grown during the main crop season in the summer period of 2019 at the research station of Agriculture Faculty, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Turkey. The field experiment was designed as completely randomized blocks design

with three replications. In the experiment, maize plant density in intercrop systems were the same as maize sole stand while legume density in intercrop was 33% of what they should be in their sole systems. Maize were sown on 15 cm apart on the row and 70 cm between rows. Only one legume seed was planted in between two maize on the row, so maize and legume plant number per unit area were the same. The plants were sown on 10th May and harvested when the milk line reached to 2/3 of the grain at 15th August. Individual crops in intercrop systems were harvested together at the same time, chopped theoretically 2-4 cm length and ensiled by using plastic vacuum packed. The plastic packed was filled 500 g \pm 50 g with there parallel for all replications. The initial DM content of all silage were determined by taking 100 g of chopped samples and dried in an air forced oven at 78 °C for 48 hours. Silages were opened after 60 days of ensiling on 15th October and analyzed for pH, dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and crude protein (CP). Forages were sampled for all parcels around 50 g and dried at 78 °C for 48 hours for determining initial DM content (T_0 =Time Zero) of feed before ensiling. Resulted silage samples were also dried at 78 °C for 48 hours for determining the DM (T_{60} =Time 60 days) then the samples were ground to pass through 1 mm screen. Dry matter recovery (DMR) was calculated by dividing DM T_{60} to DM T_0 and multiplying by 100. The N content of silage was determined by using Kjeldahl method then CP was calculated by multiplying N values with 6.25 coefficient. NDF and ADF were determined by using Ancom Fiber Analyser according to Van Soest et al. (1991). In order to have an idea about feed quality, digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI) and relative feed value (RFV) were calculated.

The variance analysis of the data was made according to randomized blocks parcel design by using SAS software. The differences among the mean values were grouped by using the least significant difference (LSD) test.

Results and Discussion

Dry matter contents, dry matter recovery and pH values

The mean values and statistical groups of initial DM content (DM T_0), DM content of resulting silage (DM (T_{60}), DMR and silage pH were given at Table 1. Silage T_0 DM content were higher in sole maize than those of maize intercropped with any legumes and the differences were significant only between sole maize and maize intercropped with soybean. Legumes were caused declining in DM content of silages, in variable levels depending on

the legume species in intercrop, compared to sole crop maize silage. DM content of maize+soybean intercrop silage were 4.07% lower than that of sole maize silage due to late maturation of soybean compared to maize crop. Azim et al., (2000) have explained that silage DM content was decreased in intercrop maize with cowpea compared to sole maize silage. They also found that the DM content of silages decreased as the proportion of legume in intercrop increased. Similarly, Nurk et Al. (2017) stressed that DM concentration of silage decreased significantly with increasing bean contribution in silage and suggested that it is necessary to determine the right proportion of legumes in intercrop with maize in order to achieve a good fermentation. There were some contradictory results in literature related to DM content changes

between sole and intercropped maize. For example, Sloltz et al., (2013), indicated that DM content of maize+faba bean intercrop silage was higher than that of sole maize silage regardless of nitrogen fertilization. Similarly, Serbester et al., (2015), found that, DM content of maize intercropped with soybean is variable depending on intercropping systems and harvest time. The DM contents of all applications of present study were in the range of optimum values, which was explained by McDonald et al. (1987) as 28 and 32%, for a good fermentation. There were no significant differences among DM contents of T₆₀ silages. Armstrong et al. (2008) pointed that DM contents were not affected in legume and maize intercropping when legume proportion in the mixture is low.

Table 1. Dry matter in fresh material (DM T0) and dry matter (DM T60), dry matter recovery (DMR) and pH values of resulting silage.

| Intercropping | DMT0 | DMT60 | DMR | pH |
|-----------------------|----------|-------|----------|--------|
| Sole Maize | 33.88 a | 31.37 | 92.57 ab | 3.78 d |
| Maize Mung Bean | 33.52 ab | 32.01 | 95.43 a | 3.97 b |
| Maize Climbing Bean | 33.37 ab | 30.25 | 90.67 b | 3.88 c |
| Maize Cowpea | 33.48 ab | 32.03 | 95.68 a | 3.91 c |
| Maize Soybean | 32.50 b | 31.28 | 96.19 a | 4.07 a |
| Mean | 33.35 | 31.39 | 94.11 | 3.92 |
| LSD _(0.05) | 1.33 | n.s. | 4.32 | 0.06 |

There were significant differences among DMR values, which were changed from 90.67 to 96.19%. Mung bean, cowpea and soybean intercropping, except for climbing bean, with maize improved DMR compared to that of sole maize silage.

It can be speculated that all silages fermented well when pH values were taken into consider which were within the range of 3.8-4.2 for a good fermentation. Sole maize had the lowest pH value that is statistically significant compared to all intercropping systems probably due to its higher soluble carbohydrate contents. Geren et al. (2008), concluded that silage pH values were increased when maize was intercropped with cowpea or bean compared to sole crop maize silage. However, Stoltz et al., (2013), stressed that there were no significant differences between sole or intercropped maize in terms of pH values.

Silage quality and feed value

The differences in NDF contents of silages were statistically significant. All legume and maize intercropping systems had lower NDF contents than that of sole crop maize silage. In the present study, even though the differences were not significant, the ADF values as well as NDF in intercropping systems were reduced. Our findings

were similar to Costa et al. (2012) who reported that there is usually lower concentration of cell wall fibers in legumes compared to cereals. Also, Nurk et al. (2017) emphasized that NDF concentration of maize as a cereal plant was higher than common bean as a legume. Serbester et al., (2015) concluded that silage NDF content in DM was decreased depending on the increase in soybean rate in mixture with maize. Accordingly, Javanmard et al., (2009) and Sanchez et al., (2010) also stressed decreasing values of NDF in mixed silage of maize and legumes such as soybean, vetch, berseem clover and common bean compared to maize silage alone. They also reported that NDF concentrations were variable from one to another ecology. However, Stoltz et al. (2013) found higher NDF contents in faba bean and maize intercropping silage than sole crop maize silage. Nurk et al. (2016) reported that there were no consistent differences in ADF content of maize silage when they ensiled alone or mixture with bean, accordingly to the present study.

The CP contents of all intercropping silages were higher than that of sole crop maize silage. Intercropping maize with even a low rate of legumes at planting increased CP level around 7.51-17.65% compared to sole maize silage. Geren et al. (2008) reported that CP contents of mixture

increased noticeably in mixtures compared to maize alone. Stoltz et al (2013) mentioned an increase in CP content of maize silage when it was ensiled as mixture with faba bean. Carruthers et al. (2000) and Martin et al. (1990) stated higher CP content for maize and soybean intercrop silage than for pure maize silage. Putnam et al. (1986) and Serbester et al. (2015) also reported increased CP concentration for soybean and maize intercrop silage than sole maize silage. Accordingly,

Armstrong et al. (2008) indicated that CP concentrations were greater in corn intercropped with the lablab bean and velvet bean compared to corn monoculture.

Silage DDM values were not affected by intercropping systems. However, DMI and RFV values were significantly affected by adding legumes in maize silage. All mixture silage had greater DMI and RFV values compared to pure maize silage.

Table 2. Cell wall components (NDF, ADF), crude protein (CP) digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI) and relative feed value (RFV) of resulting silage.

| Intercropping | NDF | ADF | CP | DDM | DMI | RFV |
|-----------------------|----------|-------|----------|-------|---------|----------|
| Sole Maize | 54.82 a | 28.82 | 6.16 c | 66.45 | 2.19 b | 112.81 c |
| Maize Mung Bean | 53.46 ab | 30.70 | 6.66 abc | 64.98 | 2.25 ab | 113.12 c |
| Maize Climbing Bean | 51.89 ab | 30.07 | 7.15 ab | 65.48 | 2.31 ab | 117.41 b |
| Maize Cowpea | 50.47 b | 28.26 | 6.51 bc | 66.89 | 2.38 a | 123.75 a |
| Maize Soybean | 50.33 b | 29.89 | 7.48 a | 65.62 | 2.39 a | 121.52 a |
| Mean | 52.19 | 29.55 | 6.88 | 54.08 | 2.30 | 117.72 |
| LSD _(0.05) | 3.28 | n.s. | 0.86 | n.s. | 0.15 | 3.83 |

Conclusions

Intercropping maize with legumes has many advantageous in silage feed quality. Growing legumes in maize stands even at a low rate could improve silage quality in terms of DMR, NDF content, DDM rate, DMI and especially CP concentrations. As result of these impacts, animal feed intake could improve and feed value could be increased markedly.

References

- Armstrong, K.L., Albrecht, K.A., Lauer, J.G. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Sci* 48(1): 371-379.
- Azim, A., Khan, A.G., Nadeem, M.A., Muhammad, D. 2000. Influence of Maize and Cowpea Intercropping on Fodder Production and Characteristics of Silage. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 13(6): 781-784.
- Carruthers, K., Prithviraj, B., Cloutier, Q., Fe. D., Martin, R.C., Smith, D. L. 2000. Intercropping of Corn with Soybean\ Lupin and Forages] Silage Yield and Quality. *J. Agronomy and Crop Science* 074\ 066-074.
- Costa, P.M., Villela, S.D.J., Leonel, F.D.P., Araújo, K.G., Ruas, J.R.M., Coelho, F.S., Andrade, V.R. 2012. Intercropping of corn, brachiaria grass and leguminous plants: productivity, quality and composition of silages. *Rev. Bras. Zootecn.* 41:2144-2149.
- Dawo, M.I., Wilkinson, J.M., Sanders, F.E.T., Pilbeam, D.J. 2007. The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropped maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food and Agriculture*. 87:1391-1399.
- Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H., Kır, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology*. 7(22):4100-4104.
- Javanmard, A., Nasab, A.D.M., Javanshir, A., Moghaddam, M., Janmohammadi, H. 2009. Forage yield and quality in intercropping of maize with different legumes as double cropped. *J Food Agric Environ* 7:163–166.
- Kizilsimsek, M., Mokhtari, N.E.P., Erol, An., Öztürk, Ç., Gürkan, L. 2016. Laktik asit üretme yeteneklerinin yüksek olduğu bilinen izolatların mısır silajının in vitro gaz üretim değerleri ve yem kalitesi özelliklerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 25 (Özel sayı-2): 285-288.
- Martin, R.C., Voldeng, H.C., Smith, D.L. 1990. Intercropping corn and soybean in a cool temperate region. Yield, protein and economic benefits. *Field Crops Res.* 12:184-209.
- Martin, R.C., Aststkie, T., Cooper, J.M. 1998. The effect of soybean variety on corn-soybean intercrop biomass and protein yields. *Canadian Journal of Plant Science* 78(2):289-294.
- Nurk, L., Graß, R., Pekrun, C., Wachendorf, M. 2017. Methane Yield and Feed Quality Parameters of Mixed Silages from Maize (*Zea mays* L.) and Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bioeng. Res.* 10:64-73.
- Putnam, D.H., Herbert, S.J., Vargas, A. 1986.

- Intercropped corn-soyabean density studies. II. Yield composition and protein. *Exp. Agric.*11:262-270.
- Sánchez R.G.D., Silva, J.T.E., Gil, A.P., Corona, J.S.S., Wong, J.A.C., Mascorrón, A. 2010. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. *Span J Agric Res* 8:713-721.
- Serbester, U., Akkaya, M.R., Yucel, C., Gorgulu, M. 2015. Comparison of yield, nutritive value and in vitro digestibility of monocrop and intercropped corn-soybean silages cut at two maturity stages. *Italian Journal of Animal Science*. 14:66-71.
- Stoltz, E., Nadaeu, E., Wallenhammar, A.C. 2013. Intercropping maize and faba bean for silage under Swedish climate conditions. *Agric. Res.* 2 (1):90-97.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.

Research Article

Effects of Cold Stress on Enzyme Activities in Peas⁵

Nur Banu TEKİN*, Ercan CEYHAN

Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Turkey

*Corresponding author: tekinnurbanu@gmail.com

Received: 04.07.2019

Received in Revised: 18.12.2019

Accepted: 18.12.2019

Abstract

This research was conducted in three replications according to the "Two Factor Factorial Experiment in Random Plots" design and Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, in a fully controlled research greenhouse and laboratories in 2015. Pea genotypes resistant to cold stress were determined, and biochemical, physical properties or physical defense mechanisms created by plants against cold stress were sought. According to the results of the research, if cold harm was examined, Melrose, Sahin, Granger, 4053 x Melrose, 4053 x Hadim, Sahin x Hadim and 3057 x Melrose; if peroxidase content was examined 3057 x Melrose, 4053 x Melrose, 3029 x Melrose, 3029 x Granger and 4053 x Hadim, when superoxidase content was examined, 3053 x Melrose, Sahin x Hadim, 4053 x Melrose, Sahin x Melrose and 3029 x Melrose and when proline content examined 3031 x Granger, 3055 x Melrose, Ultrillo, 3057 x Hadim and Sahin x Hadim the genotypes were first. As a result, when the effects of cold stress on the enzyme activities in the leaves of pea genotypes are considered, the most durable genotypes are 3031 x Granger and 3055 x Melrose. These come forward as genotypes that can be used in subsequent studies to breed for cold resistance.

Key words: Cold stress, Cold Reaction, POX, Proline, SOD.

Bezelyede Enzim Aktiviteleri Üzerine Soğuk Stresinin Etkileri

Özet

Araştırma "Tesadüf Parsellerinde iki Faktörlü Faktöriyel Deneme" desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur ve Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü tam kontrollü araştırma serası ve laboratuvarlarında 2015 yılında yürütülmüştür. Bu araştırma ile soğuk stresine dayanıklı uygun bezelye genotipleri belirlenmiştir. Ayrıca soğuk stresine karşı bitkiler tarafından oluşturulan biyokimyasal, fiziksel özellikler veya fiziksel savunma mekanizmaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; soğuk zararı bakımından Melrose, Şahin, Granger, 4053 x Melrose, 4053 x Hadim, Şahin x Hadim ve 3057 x Melrose, peroksidaz içeriği incelendiğinde 3057 x Melrose, 4053 x Melrose, 3029 x Melrose, 3029 x Granger ve 4053 x Hadim, süperoksit dismutaz içeriği incelendiğinde 3053 x Melrose, Şahin x Hadim, 4053 x Melrose, Şahin x Melrose ve 3029 x Melrose ve prolin içeriği incelendiğinde 3031 x Granger, 3055 x Melrose, Ultrillo, 3057 x Hadim ve Şahin x Hadim genotipleri ilk sıralarda yer almıştır. Sonuç olarak, soğuk stresinin bezelye genotiplerinin yapraklarındaki enzim aktiviteleri üzerine etkileri ele alındığında; genotipler içerisinde en dayanıklı olarak 3031 x Granger ve 3055 x Melrose genotipleri ön plana çıkan bu genotipler daha sonra yapılacak olan soğuga dayanıklılık ıslah çalışmalarında kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: POX, Prolin, Soğuga Tepki, Soğuk Stresi, SOD.

Introduction

As is every plant, the pea is exposed to various biotic (pathogens, competition with other organisms etc.) and abiotic (drought, salinity,

radiation, high temperature or frost, etc.) stress factors over its lifetime. These stresses lead to changes in the physiological functions of peas (Lichtenhaler, 1996). In many parts of the world

where pea cultivation is carried out, as in all plants, it is affected by extreme temperatures, which is an abiotic stress factor in peas (Bruggemann et al., 1995; Saltweit, 2001). For this, pea plants developed physiological and biochemical strategies against extreme environmental conditions (Nilsen and Orcutt, 1996). Low-temperature exposure in plants affects vital cycles such as germination, growth, development, reproductive organs and post-harvest storage time (Wang, 1990). In this case, plants develop their own mechanisms and develop antioxidant defense systems against cold stress (Yang et al., 2001; Tasgın et al., 2003; Posmyk et al., 2005). In addition, the cell membrane and organelles resist the harmful formation of reactive oxygen species (ROS) with antioxidant defense systems (Lee and Lee, 2000). The most important of these antioxidant defense systems are proline, superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POX). Proline acts as an enzyme protector to provide osmotic membrane integrity and plays a role in removing reactive oxygen species (Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). SOD is present in the cells of all aerobic organisms and catalyses the superoxide radical as hydrogen peroxide (Møller, 2001). In plants, increased SOD can oppose the oxidative stress caused by abiotic stress and plays an important role in that by going on their viability under stress conditions (Duman et al., 2016). POX is present in leaves, damaged stems, cotyledon leaves and flower stalks and is found to be localized in nuclei, mitochondria, ribosomes, cell membranes and extracellular regions (Bergmeyer and Grabl, 1983; Banci, 1997; Kim et al., 2000; Tasgın et al., 2003; Mutlu et al., 2009). On plants, POX lignification, oxidation of phenolics and regulation of cell elongation and is actively involved in the detoxification of toxic compounds such as H₂O₂ that arise as a result of oxidative stress (Scebba et al., 1998). Previous authors found that plants increased the amount of SOD, POX and proline in their structures when exposed to cold stress (Scebba et al., 1998; Atıcı and Nalbantoğlu, 1999; Lee and Lee, 2000; Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). In this study, we attempted to determine the changes that occur in the amount of antioxidant enzymes (SOD, POX and proline) when a pea plant is exposed to cold stress.

Material and Methods

In this study, two cold-tolerant pea varieties (Sahin and Melrose) and one very cold-sensitive variety (Ultrillo) were examined. In all, 25 F₂ populations obtained from hybrids of these two varieties were used as materials. The seeds of the varieties and populations used for the research

were treated with 5% sodium hypochlorite for 10 minutes and then sterilized by washing 3 times with deionized water. Then, before sowing, to this variety and populations seeds belong to were washed 14 x 13 cm size and planted in sterilized pots with 1 kg of soil and peat mixture. Three replicates were set up according to 'Coincidence Parcels Experimental Plots'. The pots were covered after sowing and then kept in a fully controlled greenhouse (25°C, 50% humidity) for 7 days. After seed germination, the pots were uncovered, and the seedlings grown in a fully controlled greenhouse for 2 weeks. After this process, the plants were kept in a fully controlled growth cabinet (capable of operating at temperatures between -25°C and 45°C) for 2 weeks at 4°C. Respectively, first minimum temperature applications were made. The temperature in the cabinet was reduced gradually at a rate of 2°C per hour until it reached -8°C and -12°C. Once the temperatures reached -8°C and -12°C, the plants were allowed to stand for one hour, and then the temperature was increased by 2°C per hour to 4°C. When the temperature reached 4°C, the plants were transferred to a fully controlled greenhouse. Each of these processes were carried out separately. Samples for enzyme analysis were obtained at -8°C and -12°C. At the end of 1 week, cold damage in plants was assessed on a scale of 1-9 (Fiebelkorn, 2013). Control and cold stress made application SOD, POX separately for the preparation of enzyme analysis extracts was weigh 0.5 g. For proline, 0.1 g pea leaf samples were taken, flash frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C. Samples (0.5 g) of pea leaves were removed from the freezer and ground with a chilled pestle in 2% w/v polyvinylpyrrolidone (PVPP) in liquid nitrogen. Samples were homogenized with 50 mM Na-phosphate buffer, pH 7.8, containing 1 mM EDTA, filtered at + 4°C and centrifuged at 14 000 rpm for 30 minutes. This process was applied separately for each antioxidant enzyme: POX (EC 1.11.1.7), SOD (EC 1.15.1.1) and proline. The whole extraction procedure was performed at ± 4°C. POX enzyme analysis was performed according to the method of Kumar and Khan (1982). The mixture used for the determination of POX consisted of 2 ml of 0.1 M phosphate buffer (pH = 6.8) solution, 1 ml of 0.01 M pyrogallol, 1 ml of 0.005 M H₂O₂ and 0.5 ml of enzyme extract. To this prepared solution was added 1 ml of 2.5 M H₂SO₄, and the mixture was incubated at 25°C for 5 min. The amount of purpurogallin formed was determined by measuring the absorbance at 420 nm (Kumar and Khan, 1982; Gokmen and Ceyhan, 2015). Enzyme activity was expressed as units mg⁻¹ protein.

The method of Beauchamp and Fridovich (1971) was used to assay the enzyme SOD. A reaction mixture containing 1.17 M riboflavin, 0.1 M methionine, 2×10^{-5} M KCN and 5.6×10^{-5} M NBT salt 0.05 M sodium phosphate (pH = 7.8) buffer solution was allowed to dissolve in 3 ml. One milliliter of enzyme extract was added to the medium. The absorbance was read in a spectrophotometer at a wavelength of 560 nm (Beauchamp and Fridovich, 1971; Gokmen and Ceyhan, 2015). SOD activity was expressed as units mg^{-1} protein. To determine the free proline content, the method of Bates et al. (1973) was

used. The absorbance of the toluene fraction aspirated from the liquid phase was read at 520 nm in a spectrophotometer. The proline concentration was calculated using the calibration curve and expressed as $\mu\text{mol proline g}^{-1}$ fresh weight. The MSTAT-C package was used for these analyses and calculations. In this study, the values of the belong to investigated properties the "Two Factorial Factorial Trial in Random Plots" pattern according to was made analysis of variance and grouping was made by Lsd analysis for the features with statistical differences in between them (Duzgunes et al., 1987).

Table 1. Analysis of variance of cold damage scale belong to values of genotypes in cold stress.

| Variance Sources | SD | Sum of Squares | Mean of Squares | F Value |
|------------------------|-----|----------------|-----------------|------------|
| General | 167 | 766.571 | | |
| Stress Application(SU) | 2 | 466.667 | 233.333 | 1285.246** |
| Genotypes (G) | 27 | 221.571 | 8.206 | 22.601** |
| SU x G int. | 27 | 37.667 | 0.698 | 3.842** |
| Fault | 112 | 40.667 | 0.363 | |

** : $p < 0.01$

Table 2. Cold stress genotypes average value of cold damage scale and LSD values (%).

| Genotypes | -8°C Temperature | | -12°C Temperature | | Mean | |
|------------------|------------------|-----|-------------------|-----|--------------|-----|
| Sahin | 2.000 | mno | 4.333 | hij | 3.167 | jk |
| 4009 x Melrose | 3.000 | klm | 6.333 | def | 4.667 | d-h |
| Bolero x Melrose | 3.667 | ijk | 7.333 | bcd | 5.500 | cd |
| 3057 x Melrose | 2.000 | mno | 6.000 | ef | 4.000 | g-j |
| 4053 x Melrose | 2.333 | l-o | 4.333 | hij | 3.333 | ij |
| 3029 x Melrose | 3.667 | ijk | 6.667 | cde | 5.167 | cde |
| 3029 x Granger | 2.667 | k-n | 5.667 | efg | 4.167 | f-i |
| 3053 x Hadim | 4.333 | hij | 6.667 | cde | 5.500 | cd |
| 3048 x Melrose | 4.333 | hij | 7.333 | bcd | 5.833 | bc |
| Ultrillo | 5.667 | efg | 8.667 | a | 7.167 | a |
| 3053 x Melrose | 3.667 | ijk | 6.667 | cde | 5.167 | cde |
| Sahin x Hadim | 2.333 | l-o | 5.333 | fgh | 3.833 | hij |
| 3031 x Granger | 3.667 | ijk | 6.667 | cde | 5.167 | cde |
| 3053 x Ultrillo | 5.667 | efg | 7.667 | abc | 6.667 | ab |
| 3055 x Melrose | 3.667 | ijk | 6.667 | cde | 5.167 | cde |
| 4028 x Hadim | 3.333 | jkl | 7.667 | abc | 5.500 | cd |
| Melrose | 1.333 | o | 3.333 | jkl | 2.333 | k |
| 3057 x Granger | 3.000 | klm | 6.667 | cde | 4.833 | d-g |
| Sahin x Melrose | 2.667 | k-n | 5.667 | efg | 4.167 | f-i |
| 4053 x Hadim | 2.000 | mno | 5.667 | efg | 3.833 | hij |
| 3029 x Ultrillo | 2.333 | l-o | 8.000 | ab | 5.167 | cde |
| 3057 x Hadim | 2.333 | l-o | 6.667 | cde | 4.500 | e-h |
| Sahin x Ultrillo | 6.333 | def | 8.667 | a | 7.500 | a |
| 3048 x Ultrillo | 3.667 | ijk | 6.667 | cde | 5.167 | cde |
| 4028 x Melrose | 2.667 | k-n | 7.333 | bcd | 5.000 | c-f |
| Granger | 1.667 | no | 4.667 | ghi | 3.167 | jk |
| 3057 x Granger | 2.667 | k-n | 7.667 | abc | 5.167 | cde |
| 4028 x Granger | 2.667 | k-n | 7.667 | abc | 5.167 | cde |
| Mean | 3.190 | | 6.524 | | 4.857 | |

Genotypes (G) $\text{lsd}_{\%1}$: 0.9115; SU x G int. $\text{lsd}_{\%1}$: 1.289.

Results and Discussion

For cold stress the cold harm of genotypes results of variance analysis belonging to scale values are given (Table 1).

The differences between genotypes in terms of the scale values of cold damage were found to be statistically significant at 1% mean on probability of cold stress (Table 1). In this experiment, the lowest cold damage according to the mean of genotypes occurred between 3.190 and -8°C cold stress and the highest was between 6.524 and -12°C cold stress (Table 2). The mean scale value and Lsd test results for cold damage by genotype under cold stress are given in Table 2.

Many previous studies have shown that pea plants are affected by cold (Auld et al., 1983 a; Auld et al., 1983 b; Eteve, 1985; Bourion et al., 2003; Ceyhan, 2003). In this study, as the temperature decreased, greater cold damage occurred in peas. Pea plants were not greatly affected at -8°C but were damaged more by exposure to a temperature of -12°C. From this point onward, to test for cold harm, we believe that temperature applications of -8°C would be more appropriate.

According to the results of this research, the lowest cold harm of 2.333 was obtained in the Melrose genotype, and the highest the cold loss harm of 7.500 was obtained in the Sahin x Ultrillo genotype. Cold harm in other genotypes used in

the study varied between these values. Melrose, Sahin, Granger, 4053 x Melrose, 4053 x Hadim, Sahin x Hadim and 3057 x Melrose genotypes were take place in the first place (Table 2). The majority of genotypes were obviously harmed by cold stress at -12°C, whereas, when cold stress was applied at -8°C, almost all genotypes survived and did not suffer much damage from the cold.

Resistance to cold in pea depends on the environmental conditions as well as the genotype. Environmental conditions change more or less every year. While in some years the weather in winter is unexpectedly mild for the region, in other years it is unexpectedly hard and very cold. In this respect, the execution of cold resistance tests of genotypes carries great importance for extreme cold years (Auld et al., 1983 a; Auld et al., 1983 b; Eteve, 1985; Bourion et al., 2003; Ceyhan, 2003). In this study, we applied a temperature of -12°C without snow cover, and genotypes based on this temperature application are extremely important.

The results of variance analysis of cold damage scale values (POX, SOD and proline) for the various genotypes are given. According to the results of variance analysis, differences between genotypes in terms of the POX, SOD and proline content were found to be statistically an important ratio 1% (Table 3). POX, SOD and proline contents and Lsd values of cold stress applications are given in Table 4.

Table 3. Cold stress applications genotypes peroxidase, superoxide dismutase and proline belong to analysis of variance of scale.

| Variance source | SD | Peroxidase (POX) | Superoxide dismutase (SOD) | Proline |
|-------------------------|-----|------------------|----------------------------|---------|
| Stress application (SU) | 2 | 261.716** | 897.736** | 3.362** |
| Genotypes (G) | 27 | 22.198** | 44.345** | 0.619** |
| SU x G int. | 54 | 4.556** | 7.241** | 0.163** |
| Fault | 168 | 0.151 | 0.040 | 0.002 |

** : p < 0.01

Examination of peroxidase content

When the POX content was examined, the highest values for all genotypes were obtained with 11.050 units mg⁻¹ protein in the -8°C cold stress group, and the lowest POX content was obtained for the control group, with 7.532 units mg⁻¹ protein. According to the computed Lsd test, -8°C in cold stress to the first group (a), -12°C in cold stress was in the second group (b) and control was in the last group (c) (Table 4).

In previous studies, one of the reactions of many different plants to cold stress was that they accumulated large amounts of POX (Scebba et al., 1998; Atıcı and Nalbantoğlu, 1999; Lee and Lee, 2000; Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). In this study, it was observed that the POX contents of pea genotypes was greatly increased

with cold stress. Our results are in close agreement with those of previous studies.

In this study, the highest POX content as the average of cold stresses was obtained for the 3029 x Melrose genotype, with 12,376 units mg⁻¹ protein, and the lowest POX content was determined for the 4028 x Granger genotype, with 7.040 units mg⁻¹ protein. The POX content of other genotypes included in the study were between these values. In this study, we observed that the POX content increased by more when cold stress was applied at -8 °C. The genotypes used in the experiment included 3057 x Melrose, 4053 x Melrose, 3029 x Melrose, 3029 x Granger and 4053 x Hadim first place. Take part starting course genotypes.

Table 4. Cold stress applications genotypes peroxidase, superoxide dismutase and proline content and LSD values.

| Genotype | POX | | | | SOD | | | | Prolin | | | |
|------------------|---------|----------|---------|-----------|---------|----------|----------|-----------|---------|---------|---------|-----------|
| | Control | -8°C | -12°C | Mean | Control | -8°C | -12°C | Mean | Control | -8°C | -12°C | Mean |
| Sahin | 6.651 | 9.207 | 8.819 | 8.226 ijk | 7.533 | 12.040 | 11.560 | 10.378 j | 0.030 | 0.436 | 0.648 | 0.371 g |
| 4009 x Melrose | 6.817 | 8.819 | 8.238 | 7.958 ckl | 7.240 | 10.793 | 10.167 | 9.400 l | 0.016 | 0.136 | 0.151 | 0.101 pq |
| Bolero x Melrose | 9.219 | 11.303 | 11.029 | 10.517 d | 5.250 | 11.313 | 10.200 | 8.921 n | 0.047 | 0.105 | 0.129 | 0.094 q |
| 3057 x Melrose | 9.037 | 14.743 | 12.830 | 12.203 a | 6.057 | 14.537 | 12.443 | 11.012 h | 0.074 | 0.120 | 0.178 | 0.124 opq |
| 4053 x Melrose | 9.753 | 16.782 | 10.490 | 12.341 a | 7.167 | 19.000 | 14.597 | 13.588 c | 0.026 | 0.168 | 0.256 | 0.150 n-q |
| 3029 x Melrose | 7.388 | 16.270 | 13.470 | 12.376 a | 6.093 | 16.890 | 15.623 | 12.869 e | 0.203 | 0.569 | 0.645 | 0.472 f |
| 3029 x Granger | 7.115 | 14.620 | 12.919 | 11.551 b | 4.760 | 17.760 | 13.410 | 11.977 f | 0.058 | 0.271 | 0.289 | 0.206 klm |
| 3053 x Hadim | 7.950 | 11.316 | 9.327 | 9.531 ef | 6.260 | 11.660 | 9.743 | 9.221 lm | 0.056 | 0.329 | 0.272 | 0.219 kl |
| 3048 x Melrose | 7.065 | 10.376 | 8.554 | 8.665 hö | 5.963 | 9.583 | 8.957 | 8.168 pq | 0.427 | 0.457 | 0.268 | 0.384 g |
| Ultrillo | 9.265 | 11.970 | 10.951 | 10.729 cd | 4.730 | 10.437 | 8.717 | 7.961 q | 0.053 | 0.934 | 1.074 | 0.687 c |
| 3053 x Melrose | 6.588 | 13.476 | 11.950 | 10.671 cd | 9.760 | 20.173 | 16.767 | 15.567 a | 0.449 | 0.581 | 0.200 | 0.410 g |
| Sahin x Hadim | 6.707 | 13.404 | 11.443 | 10.518 d | 8.647 | 20.570 | 15.337 | 14.851 b | 0.227 | 0.641 | 0.760 | 0.543 e |
| 3031 x Granger | 7.491 | 9.636 | 8.127 | 8.418 ij | 4.820 | 10.170 | 9.003 | 7.998 pq | 0.139 | 2.072 | 1.883 | 1.365 a |
| 3053 x Ultrillo | 8.278 | 9.791 | 8.746 | 8.938 gh | 4.440 | 8.890 | 6.813 | 6.714 s | 0.164 | 0.265 | 0.470 | 0.300 ij |
| 3055 x Melrose | 6.421 | 8.800 | 7.408 | 7.543 lm | 7.813 | 15.227 | 11.023 | 11.354 g | 0.233 | 0.888 | 1.142 | 0.754 b |
| 4028 x Hadim | 7.403 | 9.505 | 8.388 | 8.432 i | 6.340 | 10.743 | 8.430 | 8.504 o | 0.099 | 0.231 | 0.264 | 0.198 k-n |
| Melrose | 7.447 | 10.802 | 9.403 | 9.217 fg | 5.973 | 14.590 | 11.570 | 10.711 i | 0.161 | 0.307 | 0.355 | 0.274 ij |
| 3057 x Granger | 7.015 | 9.015 | 7.640 | 7.890 kl | 9.007 | 13.757 | 9.920 | 10.894 hi | 0.087 | 0.483 | 0.510 | 0.360 gh |
| Sahin x Melrose | 9.396 | 10.462 | 9.812 | 9.890 e | 10.063 | 16.790 | 12.637 | 13.163 d | 0.074 | 0.616 | 0.708 | 0.466 t |
| 4053 x Hadim | 7.368 | 13.679 | 11.956 | 11.001 c | 7.443 | 12.610 | 9.743 | 9.932 k | 0.134 | 0.192 | 0.202 | 0.176 l-o |
| 3029 x Ultrillo | 7.250 | 9.291 | 8.788 | 8.443 i | 8.887 | 13.567 | 10.887 | 11.113 gh | 0.134 | 0.190 | 0.202 | 0.175 l-o |
| 3057 x Hadim | 7.758 | 9.267 | 8.548 | 8.524 hi | 6.140 | 11.100 | 9.270 | 8.837 n | 0.127 | 0.765 | 0.977 | 0.623 d |
| Sahin x Ultrillo | 7.339 | 9.839 | 8.288 | 8.489 hi | 7.700 | 13.750 | 9.123 | 10.191 j | 0.126 | 0.197 | 0.156 | 0.159 mn |
| 3048 x Ultrillo | 6.230 | 8.636 | 7.082 | 7.316 mn | 6.817 | 10.883 | 8.803 | 8.834 n | 0.141 | 0.196 | 0.398 | 0.245 jk |
| 4028 x Melrose | 6.571 | 9.440 | 7.720 | 7.910 kl | 5.297 | 9.647 | 7.737 | 7.560 r | 0.122 | 0.484 | 0.575 | 0.394 g |
| Granger | 8.195 | 10.846 | 9.839 | 9.627 ef | 7.303 | 13.590 | 11.780 | 10.891 hi | 0.343 | 0.513 | 0.610 | 0.488 f |
| 3057 x Granger | 7.682 | 8.893 | 8.116 | 8.230 ijk | 5.380 | 10.523 | 8.777 | 8.227 p | 0.121 | 0.385 | 0.417 | 0.308 hi |
| 4028 x Granger | 5.458 | 9.261 | 6.402 | 7.040 n | 7.197 | 10.883 | 9.143 | 9.074 mn | 0.116 | 0.429 | 0.546 | 0.364 g |
| Mean | 7.531 c | 11.052 a | 9.510 b | 9.364 | 6.789 c | 13.267 a | 10,792 b | 10.283 | 0.142 c | 0.463 b | 0.510 a | 0.732 |

The POX content of the genotypes used in the experiment increased due to cold stress. However, the highest POX content of all genotypes was obtained at -8°C cold stress (Table 4).

Scebba et al. (1998); Atıcı and Nalbantoğlu (1999); Lee and Lee (2000); Ozturk and Demir (2002) and Nayyar et al. (2005) reported that plants use enzymatic antioxidant defense mechanisms such as POX to minimize the effects of cold stress. Many previous studies reported that POX is affected by cold stress (Scebba et al., 1998; Atıcı and Nalbantoğlu, 1999; Scebba et al., 1999; Lee and Lee, 2000; Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). In these studies, it was determined that the POX contents of cold-resistant plants increased as cold stress increased, whereas in non-cold-resistant plants, a lower POX content was found. Our results are in harmony with the results of these researchers.

Examination of superoxide dismutase content

While the highest average SOD content of all genotypes was obtained with 13.267 units of mg^{-1} protein in the -8°C cold stress group, the lowest SOD content was obtained from the control group, with 6.789 mg^{-1} . According to the computed Lsd test -8°C in cold stress to the first group (a), -12°C in cold stress was in the second group (b) and control was in the last group (d) (Table 4).

The highest SOD content as the average of the stress groups in the study was 15,567 units mg^{-1} protein in the 3053 x Melrose genotype, and the lowest SOD content was determined in the 3053 x Ultrillo genotype, with 6,714 units mg^{-1} protein. The SOD values of other genotypes were among these values. Among the genotypes used in this study, the 3053 x Melrose, Sahin x Hadim, 4053 x Melrose, Sahin x Melrose and 3029 x Melrose genotypes were take part in first place.

The SOD content of the plants was the highest at -12°C cold stress application. The increase in SOD activity plays a very important role in terms of self-preservation against oxidative stress due to abiotic stress and support of plants in order to maintain their vital functions under stress conditions (Duman et al., 2016). Several studies have shown that various plants exposed to cold stress increase the SOD content in the for plant structure together with stress (Scebba et al., 1998; Atıcı and Nalbantoğlu, 1999; Lee and Lee, 2000; Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). They observed an increase in the activity of the SOD and GR enzymes as a result of winter rye plants being exposed to a temperature of 4°C (Keles and Oncel, 2002). An increase in the activity of SOD in stress-exposed plants has been observed (Asada, 1992). In studies conducted on different plants, they

observed that the plants exposed to cold stress reacted similarly to those in a study on antioxidant enzymes. Significant increases in the SOD activities of chickpea plants were observed under cold stress (Turan and Ekmekci, 2011; Genisel et al., 2013). Our results were in close agreement with those of previous authors.

Examination of proline content

According to the averages of the genotypes, the highest proline content was obtained in 0.510 1 mol g FW^{-1} -12°C cold stress group, and the lowest proline content was obtained from the control group, with 0.142 1 mol g FW^{-1} . According to the computed Lsd test, -12°C in cold stress to the first group (a), -8°C in cold stress was in the second group (b) and control was in the last group (d) (Table 4).

In this study, the highest proline content of the stress groups was determined as 1.365 $36 \text{ 1 mol g FW}^{-1}$ in the 3031 x Granger genotype, and the lowest proline content was determined as 0.10 1 mol g FW^{-1} in the 4009 x Melrose genotype. 3031 x Granger, 3055 x Melrose, Utrillo, 3057 x Hadim and Sahin x Hadim genotypes were take part in the first place. In general, genotypes (except for 3031 x Granger) were obtained in the application of cold stresses with the highest proline content -12°C .

One of the first reactions in plants against cold stress is the accumulation of a large quantity of different osmotic preservatives. Proline, a common osmolyte found in plants, accumulates particularly when plants respond to cold stresses (Scebba et al., 1998; Atıcı and Nalbantoğlu, 1999; Lee and Lee, 2000; Ozturk and Demir, 2002; Nayyar et al., 2005). In this study, the proline content of pea genotypes increased with increasing cold stress Ozturk and Demir (2002); Nayyar et al. (2005). Proline causes the retention of cellular water by controlling turgor and also leads to the formation of a sheath of water around membranes and macromolecules. This occurs to preserve these structures and remove free radicals. When the results of our study were examined, it was observed that the 3031 x Granger and 3055 x Melrose genotypes had high proline values.

In this research, we attempted to reveal the effects of cold stress on plant growth in 28 pea genotypes in fully controlled plant breeding greenhouses and laboratories in 2015 and the relationship between biochemical or physical defense mechanisms produced by plants against cold stress.

This study was conducted to determine the reactions of the following varieties to cold stress:

1. With respect to cold damage, the Melrose, Falcon, Granger, 4053 x

Melrose, 4053 x Hadim, Hawk x Hadim and 3057 x Melrose genotypes were examined.

2. When POX content was examined, the 3057 x Melrose, 4053 x Melrose, 3029 x Melrose, 3029 x Granger and 4053 x Hadim genotypes displayed the highest values.
3. When SOD content was examined, the 3053 x Melrose, Sahin x Hadim, 4053 x Melrose, Sahin x Melrose and 3029 x Melrose genotypes displayed the highest values.
4. When proline content was examined, the 3031 x Granger, 3055 x Melrose, Ultrillo, 3057 x Hadim and Sahin x Hadim genotypes displayed the highest values.

As a result, when the effect of cold stress on the enzyme activities in the leaves of pea plants is considered, among the varieties, the 3031 x Granger and 3055 x Melrose varieties were determined as the most resistant. It was determined that cold stress significantly changed the antioxidant enzyme activities of all genotypes, and it was observed that genotypes vary greatly with regard to antioxidant defense systems developed against cold stress. In future research, along with the genotypes featured in this study, all pea genotypes should be examined with regard to cold stress tolerance, and resistant genotypes should be identified and their inclusion in breeding programs encouraged.

[§]: This study is summarized from Nur Banu TEKİN's Master Thesis and supported by TAGEM/15/AR-GE/60.

Reference

- Auld, D.L., Adams, K.J., Swensen, J.B., Murray, G.A. 1983a. Diallel Analyses of Winter Hardiness in Peas, *Crop Science*, 23, 763-766.
- Auld, D.L., Ditterline, R.L., Murray, G.A., Swensen, J.B. 1983b. Screening Peas for Winterhardiness under Field and Laboratory Conditions, *Crop Science*, 23, 85-88.
- Asada, K. 1992. Ascorbate Peroxidase-a Hydrogen Peroxides Cavenging Enzyme in Plants, *Journal of Plant Physiology*, 85, 235-241.
- Atıcı, O., Nalbantoğlu, B. 1999. Effect of Apoplastic Proteins on freezing Tolerance in Leaves, *Phytochemistry*, 50, 755-761.
- Banci, L. 1997. Structural Properties of Peroxidase, *Journal of Biotechnology*, 53, 253-263.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies, *Plant Soil*, 39, 205-207.
- Beauchamp, C., Fridovich, I. 1971. Superoxide Dismutase: Improved Assays and Applicable to Acrylamide Gels, *Analytical Biochemistry*, 44, 276-287.
- Bergmeyer, J., Grabl, M. 1983. *Methods of Enzymatik Analysis*, Germany, p.
- Bruggemann, W., Dauborn, B., Klaucke, S. 1995. Chilling Sensitivity of Photosynthesis: Ecophysiological Studies in two Lycopersicon Species of Different Chilling Tolerance, *Acta Physiologiae Plantarum*, 17, 2.
- Bourion, V., Lejeune-Henaut, I., Munier-Jolain, N., Salon, C. 2003. Cold Acclimation of Winter and Spring Peas: Carbon Partitioning as Affected by Light Intensity, *European Journal of Agronomy*, 23, 1-14.
- Ceyhan, E. 2003. Determination of Some Agricultural Characteristics and Inheritance of Pea Parents and Hybrids by Multiple Sequence Analysis Method, Ph.D. Thesis, Selçuk University, Konya, 103.
- Duman, Y., Acemi, A., Toygar, H., Yuzugullu, Y., Ozen, F. 2016. Investigation of Antioxidant Enzymes of Amsonia Orientalis in the Presence of Salt Stress and BAP, *CBU Journal of Science*, 12 (3), 543-551.
- Duzgunes, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gurbuz, F. 1987. Research and Trial Methods (Statistical Methods-II), Ankara, Ankara University, Faculty of Agriculture, p.
- Eteve, G. 1985. Breeding for Tolerance and Winter Hardiness in Pea, In: *The pea Crop: A Basis for Improvement*, Eds: Hebblethwaite, P. D., Heath, M. C. ve T.C.K., D., London. UK: Butterworths., p.
- Fiebelkorn, D.M. 2013. Characterization of Selected Winter Hardiness Traits in Pea (*Pisum sativum* L.), North Dakota State University,, North Dakota, USA, 76.
- Genisel, M., Turk, H., Erdal, S. 2013. Exogenous Progesterone Application Protects Chickpea Seedlings Against Chilling-Induced Oxidative Stress, *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 241-251.
- Gokmen, E., Ceyhan, E. 2015. Effects of Drought Stress on Growth Parameters, Enzyme Activities and Proline Content in Chickpea Genotypes, *Bangladesh Journal of Botany*, 44 (2), 177-183.
- Kim, K. Y., Kwon, S. Y., Lee, H. S., Hur, Y., Bang, C. W., Choi, K. S., Kwak, S. S. 2000. Differential Expression of Four Sweet Potato Peroxidase Genes in Response to Abscisic Acid and Ethaphon, *Phytochemistry*, 54, 19-22.
- Kumar, K.B., Khan, P.A. 1982. Peroxidase and Polyphenol Oxidase in Excised Ragi (*Eleusine*

- coracana* cv. PR 202) Leaves during Senescence, *Indian Journal of Experimental Botany*, 20, 412-416.
- Lee, D.H., Lee, C.B. 2000. Chilling Stress Induced Changes of Antioxidant Enzymes in the Leaves of Cucumber: in Gel Enzyme Activity Assays. *Plant Science*, 159, 75-85.
- Lichtenhaler, H.K. 1996. Vegetation Stress: An Introduction to the Stress Concept in Plants, *Journal of Plant Physiology*, 148, 4-14.
- Møller, I.M. 2001. Plant Mitochondria and Oxidative Stress: Electron Transport, NADPH Turnover and Metabolism of Reactive Oxygen Species, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 561-591.
- Mutlu, S., Atıcı, Ö., Nalbantoglu, B. 2009. Effects of Salicylic Acid and Salinity on Apoplastic Antioxidant Enzymes in two Wheat Cultivars Differing in Salt Tolerance, *Biologia Plantarum*, 53 (2), 334-338.
- Nayyar, H., Bains, T.S. and Kumar, S. 2005. Chilling Stressed Chickpea: Effect of Cold Acclimation, Calcium and Abscisic Acid on Cryoprotective Solutes and Oxidative Damage, *Journal Environmental and Experimental Botany*, 54, 275-285.
- Nilsen, E.T., Orcutt, D.M., 1996. *Physiology of Plants Under Stress*, New York, Toronto, USA, John Wiley and Sons, Inc., p.
- Ozturk, L., Demir, Y., 2002. In Vivo and in Vitro Protective Role of Proline, *Plant Growth Regulation*, 38, 259-264.
- Posmyk, M.M., Bailly, C., Szafranska, K., Janas, K.M., Corbineau, F. 2005. Antioxidant Enzymes and Isoflavonoids in Chilled Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Seedlings, *Journal of Plant Physiology*, 162, 403-412.
- Sakai, A. and Larcher, W. 1987. *Frost Survival in Plants: Responses and Adaptations to Freezing Stress*, New York, USA, Springer-Verlag, p.
- Saltweit, M.E. 2001. Chilling Injury is Reduced in Cucumber and Rice Seedlings and in Tomato Pericarp Discs by Heat-Shocks Applied after Chilling, *Postharvest Biology and Technology*, 21, 169-177.
- Scebba, F., Sebastiani, L., Vitagliano, C. 1999. Protective enzymes against activated oxygen species in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings: Responses to cold acclimation. *Journal of Plant Physiology*, 155, 762-768.
- Tasgin, E., Atıcı, O., Nalbantoğlu, B. 2003. Effects of Salicylic Acid and Cold on Freezing Tolerance in Winter Wheat Leaves, *Plant Growth Regulation*, 41, 231-236.
- Turan, O., Ekmekci, Y. 2011. Activities of Photosystem II and Antioxidant Enzymes in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars Exposed to Chilling Temperatures, *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 67-78.
- Wang, C. Y. 1990. *Chilling Injury of Horticultural Crops*, Boca Raton, FL: CRC, p.
- Yang, S. J., Hosokawa, M., Mizuta, Y., Yun, J. G., Mano, J., Yazawa, S. 2001. Antioxidant Capacity is Correlated with Susceptibility to Leaf Spot Caused by a Rapid Temperature Drop in Saintpaulia (African violet), *Scientia Horticulturae*, 88, 59-69.

Research Article

Development of Future's Two Model Plant (Lettuce and Potato) in Diluted Seawater *In Vitro* and *In Vivo* Conditions

Ercan ÖZKAYNAK*

Yüksel Tohum Tarım San. Tic. A.Ş. Antalya, Turkey

*Corresponding author: eozkaynak@yukseletohum.com

Received: 22.03.2019

Received in Revised: 11.12.2019

Accepted: 19.12.2019

Abstract

97 percent of all waters is salt water consisting of sea and oceans. Lettuce, which is a leafy vegetable plant which is very quickly consumed and potato consumed very much, can be used as a future's model plant. Five different seawater concentrations (0%, 5%, 10%, 20%, 40%) were used in both lettuce and potato. The seedlings belonging to the curly lettuce Fiyonk were planted in pots and were irrigated with water containing different seawater concentrations when they reached 2-3 real leaf stages. In potato plants grown in tissue culture, MS media containing five different seawater concentrations were prepared and the growth status of the plants as a result of 45 days growth periods was investigated. According to the results of the study, 5 % (EC 3.2 dS m⁻¹) and 10 % (EC 6.6 dS m⁻¹) lettuce irrigated with seawater showed better plant growth. In potato, the best development was obtained by 5 % seawater application in Agria variety and by 10 % seawater application in 22-99-33. In controlled conditions, up to 15 % of seawater can be used successfully in lettuce. Culture containing 10 % (EC 6.4 dS m⁻¹) seawater in potato increased the plant growth, and the number of nodes compare to control in tissue culture propagation.

Key words: *Solanum tuberosum* L. , model, salt stress, environment, fabric.

***In Vitro* ve *In Vivo* Koşullarda Seyreltilmiş Deniz Suyunda Geleceğin İki Model Bitkisinin (Marul ve Patates) Geliştirilmesi**

Özet

Tüm suların %97'si deniz ve okyanusların oluşturduğu tuzlu sudur. Marul yapraklı bir bitkidir: Marulun hızlı bir şekilde ve patateste çok fazla tüketildiği için geleceğin iki model bitkisi olarak kullanılabilir bitkilerdir. Patates ve marulda 5 Farklı seyreltilmiş deniz suyu konsantrasyonu (0, % 5, % 10, % 20 ve % 40) kullanılmıştır. Kıvrıkcık marul çeşidi Fiyonk'a ait fideler saksılara dikilmiş ve 2-3 gerçek yapraklı aşamaya geldiklerinde sulandırılmış deniz suyu ile büyütülmüştür. Doku kültüründe büyütülen patates bitkileri 5 farklı deniz suyu konsantrasyonu içeren MS ortamı hazırlanarak besi ortamında konulmasından sonra, 45 günlük büyüme periyodunda bitkilerin büyüme durumu araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre % 5 (EC 3.2 dS m⁻¹) ve % 10 (EC 6.6 dS m⁻¹) deniz suyunda büyütülen marul daha iyi bitki büyümesi göstermiştir. Patateste en iyi gelişme Agria çeşidinde % 5'te, 22-99-33 çeşidinde ise %10 deniz suyunda elde edilmiştir. Kontrollü koşullarda marulda %15 deniz suyu başarılı bir şekilde kullanılabilir. Patateste doku kültürü ile çoğaltmada; kültür ortamında % 10 (EC 6.4 dS m⁻¹) deniz suyu, bitki büyümesini ve boğum sayısını kontrole göre artırmıştır.

Anahtar kelimeler: 22/03/.

Introduction

Potato is important food crop in the world. It is planted approximately 20 million ha with a yield of 382 million tonnes in the world. Asia and

Europe are the main potato production regions in the world and constitute more than 80% of the world production. (Özkaynak et al., 2018). Lettuce is an annual leaf vegetable plant. Lettuce leaves

are widely used in salads, sandwiches, hamburgers, wraps, and similar food items. When searching for fresh water alternatives, the most free water source in the world is represented by seawater. This resource is increasing in the agricultural sector as a viable alternative to desalinated or blended with other water sources (Yermiyahu et al., 2007). In general, some amount of freshwater may be an interesting option in soilless growing systems where there is no risk of salinization or aggravation of soils in the soils that have been replaced by seawater. In the world of soilless cultivation, hydroponic culture has been made along with a world-wide vegetable production expanding around 35,000 hectares (Hickman, 2011; Atzori et al., 2016). Some of these studies have shown that the use of seawater in growing environments does not adversely affect efficiency up to certain concentrations and has maximum thresholds that vary by species (Sakamoto et al., 2014; Turhan et al., 2014). In any case, although the scientific literature provides a variety of information about the effects of salt for more than 130 plant species (Shannon and Grieve, 1998), there are still missing data about others, especially considering the production of nutrient contents as a response to salinity stress (Atzori et al., 2016).

Some plants are susceptible to salinity, and negative effects on growth can lead to reduced potential benefits. Therefore, salinity is still considered to be one of the most important factors in irrigation water (Beltran, 1999). In particular, in greenhouse conditions, the salinity problem is a critical constraint for crop production due to the rapid accumulation of salt in the soil (Shannon and Grieve 1998). Many studies have been done on the effects of saline irrigation with saline water on crop systems in greenhouses (Adriolo et al., 2005; Ünlükara et al., 2008). Garrido et al. (2014) perused phytochemical, physiological, and structural changes in lettuce by salt stress in a soilless production system. In the projection of the desalination system, the target salinity level of irrigation water greatly affects the cost of product water. Therefore, it is important to determine the optimal salinity of irrigation water and to maximize economic benefits in order to examine the salt tolerance of plants grown in greenhouse conditions and to minimize the negative effects on plant production (Kim et al., 2016). In vitro propagated potato plants are widely used for the production of microtubers, glasshouse production of transplants and minitubers, or field planting in the production programs of potato seeds (Afrasiab and Iqbal 2010; Özkaynak, 2015).

Last ten to fifteen years, there has been increasing interest among scientists and planners

in the use of seawater (especially diluted) for plant irrigation (Liu et al. 2003). However, the effect of seawater on lettuce and potato growth has not been sufficiently researched (Turhan et al., 2014; Elkazzaz et al., 2018). Plants grown in a plant factory are less affected by changes in the abiotic environment than products grown on a farm (Gruda, 2009). Therefore, you can always expect a stable supply of the product grown in a factory. Plant factories are classified as those who use sunlight and use artificial light. Of these, the type having a fully controlled light source can produce non-chemical vegetables, regardless of weather or location. Because this type of factory is a closed system where all non-biological environmental and other factors are controlled. Accordingly, the fully controlled plant factory can produce green vegetables such as spinach or lettuce to the maximum amount in the future. However, cost problems need to be clearly identified. (Sakamoto et al., 2014).

In the study, in the context of evaluating the use of seawater in diluted agricultural irrigation, lettuce and potato, which are two model plants of the future, can be grown in saline soils and controlled conditions. In the research, growth and development of lettuce plants developed in seawater solutions prepared in different concentrations in pots and potato plants under tissue culture conditions were evaluated. The aim of the study was to determine the growth and development of different seawater concentrations in the two model plants of the future and to determine the potential of seawater as irrigation water.

Materials and Methods

Experiment structure, plant material and development conditions

The experiment was carried out in 2017 at the greenhouse and plant growth room facilities of the Yuksel Tohum. Seawater used in this experiment was collected at Antalya (Turkey) two day before the beginning of the research and stored in 20 l sterile plastic bottles at 4°C. Seawater is content with 55.29 chlorite, 30.74% sodium, 3.69% magnesium, 7.75% sulfate, 1.18 % calcium, 1.14 % potassium (Anonymous, 2015). Most of the seawater consists of sodium and chlorine (86%). In this research, two potato variety's (Agria and 22-99-33) in vitro plants and one Batavia type lettuce variety (*Lactuca sativa* L. var. fiyonk) seedlings were used as the plant materials. Control and four different diluted seawater treatments (5%, 10%, 20% and 40%) were applied in growing room conditions. EC and pH were measured with a portable EC meter and

pH meter (Hanna Instruments) in diluted seawater treatments in potato and lettuce (Table 1). In vitro plants of potato varieties 22-99-33 (mid-early) and Agria (mid early) were multiplied routinely single nodes every 2-3 weeks. Single nodes were micropropagated in MS medium 4.4g/l with 3 % sucrose and 0.7 % agar in petri dishes (25x100mm). MS0 (control, MS + 3 % (30g/l) sucrose + 0.7 % (7g/l) agar), 5% MS (MS + 3 % sucrose + 0.7 % agar + 5% diluted with distilled water), 10% MS (MS + 3

% sucrose + 0.7 % agar + 10% diluted with distilled water), 20% MS (MS + 3 % sucrose + 0.7 % agar + 20% diluted with distilled water) and 40% MS (MS + 3 % sucrose + 0.7 % agar + 40% diluted with distilled water) were used as a tested medium. Potato plants have two nodes were cultured in petri dishes. Five explants were put one petri dishes. Cultures were entrenched in development room at 16 hour photoperiods and 23±1 °C temperature system for 45 days.

Table 1. EC and pH values of different diluted seawater treatments in lettuce and potato.

| Seawater Concentration | Control (tap water) | % 5 Seawater | % 10 Seawater | % 20 Seawater | % 40 Seawater |
|------------------------|---|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Lettuce | | | | | |
| pH | 6.8 | 6.4 | 7.5 | 6.3 | 7.1 |
| EC (dS/m) | 0.8 | 3.2 | 6.6 | 14.9 | ≥ 25 |
| Seawater Concentration | Control (MS0 medium with distilled sterile water) | % 5 Seawater (5% MS) | % 10 Seawater (10% MS) | % 20 Seawater (20% MS) | % 40 Seawater (40% MS) |
| Potato | | | | | |
| pH | 5.8 | 7.2 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| EC (dS/m) | 2.3 | 3.6 | 6.4 | 12 | ≥ 25 |

Fiyonk lettuce seedlings were grown in viol (300 eyes) in seedling nursery. After Fiyonk lettuce seedlings having two to three real leaves transferred to plastic pots (15 cm diameter) in growing medium (3:1:1; peat moss: perlite: vermiculite). Lettuce seedlings were grown one week in seedling nursery with 1:1:1 (18 % N, 18 % P, 18 % K) fertilizer composition. After this period Fiyonk lettuce seedlings were transferred same growth room with potato. 4 diluted seawater treatment and control were applied to the lettuce seedlings. 45 days after diluted seawater treatments (22 times with 2-3 days intervals) research was finished. For potato; plant growth and development (1 to 5 scale) and number of nodes per plant; for lettuce, plant development (1 to 5 scale) and plant fresh weight (g) traits were determined. In potato, 25 in vitro plants (5 petri dishes) were used in each seawater treatment. Totally 125 plants for Agria and 125 plants for 22-99-33 were measured. In lettuce, 15 plants were used each seawater treatment and plant fresh weights were determined cutting plant and measuring in balance. In lettuce, some visual effects like leaf yellowing, desiccation, leaf colour changing, taste and aroma in different diluted seawater concentrations were evaluated too. Taste analysis was made according to Ünlükara et al. (2008). Analysis of variance was enforced to determine any statistically significant differences. The experiment was designed two factors randomized block with 3 replications in potato and

lettuce. LSD test was exerted to make comparisons among means at the $p < 0.01$ significance (Freed et al., 1989).

Results and Discussion

In this study were investigated future's two model plant, potato and lettuce. In research tested controls (MS0, for potato; tap water for lettuce) and different diluted seawater combinations (5%, 10%, 20% and 40%) in growth room condition.

Effects of diluted seawater on potato plant development and number of nodes per plant

In the first part of research, diluted seawater effects on the potato were made in vitro condition. In potato experiment, at the end of 45 days of growing time in vitro conditions, plant development were evaluated as a visual effect with 1-5 scale and node number per plant were counted (Table 2). For plant growth and development, the best development in Agria variety was obtained at 5% diluted seawater concentration and 10% seawater level showed similar growth and development compared with control. However, 10% diluted seawater concentration produced thicker and stronger stem growth and plant structure than control in Agria. 22-99-33 variety has shown best growth and development in 10% diluted seawater treatment as visual appearance. In the 22-99-33 variety, the best growth and development were observed in 10% diluted seawater concentration. Seawater concentrations

of 5% and 20% were better plant growth and developed than control. 40% diluted seawater had negative effect both of them potato varieties. Salinity threshold value is an important issue in saline irrigation (diluted seawater)-yield studies (Ödemiş et al., 2018). Potato is a plant with a threshold salinity of 1.6 to 2.5 dS m⁻¹. It is considered to be moderately salt sensitive compared to other (Maas and Hoffman 1977; Murshed et al., 2015; Ödemiş et al., 2018). In their

study, Ramirez et al. (2018) rooting in the in vitro plants of 65 potato lines in peat pellets. They transferred similar soil like Mars from the La Joya desert in Southern Peru. The Mars-like soil was descriptive of extreme salinity (EC 19.3 and 52.6 dS m⁻¹). In the study, 40% of the potato lines lived. The CIP.397099.4, CIP.396311.1 and CIP.390478.9 lines were determined as promising lines with 9.3%, 8.9 fresh tuber yield depending on the control conditions.

Table 2. Effects of diluted seawater treatments on the plant development and number of nodes per plant on potato varieties in vitro conditions.

| Potato varieties | Plant growth and development | | | | |
|---------------------------|---|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Control (MSO medium with distilled sterile water) | % 5 Seawater (5% MS) | % 10 Seawater (10% MS) | % 20 Seawater (20% MS) | % 40 Seawater (40% MS) |
| 22-99-33 | 3 | 4 | 5 | 4 | 2 |
| Agria | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Number of nodes per plant | | | | | |
| 22-99-33 | 40.34 | 42.67 | 89.67 | 53 | 23.34 |
| Agria | 40.67 | 55.67 | 51.34 | 31.67 | 23.67 |
| Mean | 40.51 | 49.17 | 70.51 | 42.34 | 23.51 |
| CV: %12.82 | LSD (0.01): 8.34** | | | | |

Plant appearance for according to 1-5 scale; 1: very weak growth, 2: weak growth, 3: moderate growth, 4: good growth and development, 5: very good growth and development

Node number per plant is a very crucial traits for *in vitro* potato propagation (Gopal et al., 2002; Özkaynak, 2015). The two most important characteristics in vitro potato micropropagation are the strong and thick plant structure and the number of nodes that can be obtained from a plant. Because of the much more number of nodes per plant could be obtained, later stages more plants and more minitubers using for commercial seed tuber production. The number of nodes per plant was found to be high in 22-99-33 compare to Agria. Number of nodes per plant was changed from 23.34 into 89.67 in 22-99-33 and the maximum value was obtained in 22-99-33 with 10% diluted seawater treatment with 89.67 units. (Table 2). In Agria, the highest number of nodes was 55.67 and 5% in diluted seawater. After 10% seawater level, both plant growth and node number per plant decreased. 20% diluted seawater concentration; node number per plant were decreased in two variety. 40% diluted seawater level adversely affected both the plant growth and the number of nodes. Elkazzaz et al., (2016) investigated in vitro salt response of some potato varieties. The used seawater dosages were 0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9,000 ppm and 10,000 ppm. Lady Rosetta variety showed tolerance to 9000 ppm and Cara variety exhibited tolerance to 8000 ppm, of salinity. In this study, were used higher seawater treatments compared

to Elkazzaz et al. (2016) and obtained good, stronger plant growth and development and higher number of nodes per plant compare to Elkazzaz et al. (2016)'s research. It is reported that potato lines growing in vitro conditions showed different responses to high salt stress conditions (Morpurgo and Silva-Rodrigues 1987). Moreover, it was determined that a lower concentration of salt was useful and increased plant fresh mass some tested varieties (Sasikala and Parasad 1993).

In the current study, plant development and number of nodes per plant were examined as a result of 45 days of growth period in different seawater concentrations in potato. The best development in Agria variety was observed in 5% seawater concentration and in 22-99-33 variety the best development was in 10% seawater concentration. The number of nodes obtained from the plant, which is the most important feature in the tissue culture in potato, was found to be higher in 22-99-33 variety. The number of nodes was obtained in 22-99-33 variety with approximately 90 pieces in 10% seawater concentration. It was reported that potato varieties react differently when grown in elevated NaCl (salt) stress (Morpurgo and Silva-Rodrigues 1987). In addition, as in our study, it was determined that low salt concentrations had a positive effect on the majority of potato varieties and increased shoot weight. It is indicated that

NaCl-tolerant varieties can be developed by testing the potato in tissue culture conditions of the potato under NaCl stress conditions. (Murshed et al., 2015).

Effect of diluted seawater on lettuce plant head development and plant fresh weight

In the second part of research, lettuce variety Fiyonk was tested diluted seawater treatments in growth room condition in plastic pots. Plant development and plant fresh weight traits were observed and tested with 60 days experiment (Table 3). Generally plant development was affected positively in 5% seawater treatment.

10% diluted seawater treatment were shown same growth and development like control. Better plant growth was observed at 5% and 10% seawater levels. Seawater concentrations in Fiyonk lettuce after 10% started to affect growth and development negatively. Similar to our findings Atzori et al. (2016) reported that 10% and 15% dilute seawater concentrations significantly decreased plant growth from the first week to the end of the plant cycle. Kim et al., (2016) reported that results of crop growth traits such as leaves number, leaf length, and width were affected significantly by saline irrigation water.

Table 3. Effects of diluted seawater treatments on the plant development and plant fresh weight of lettuce variety Fiyonk.

| Lettuce | Control (tap water) | % 5 Seawater | % 10 Seawater | % 20 Seawater | % 40 Seawater |
|------------------------|---------------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|
| Plant development | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Plant fresh weight (g) | 173.04 | 219.64 | 208 | 141.44 | 93.24 |
| | CV: %10.02 | | | LSD (0.01): 15.28** | |

Plant appearance for according to 1-5 scale; 1: very weak growth, 2: weak growth, 3: moderate growth, 4: good growth and development, 5: very good growth and development

Lettuce is a leafy vegetable, and the most important criterion in lettuce is the quality of the green part we consume. Head of the lettuce might be high fresh weight; bright, live appearance and good quality. The highest value in terms of plant weight in lettuce was obtained at 5% sea water concentration as a 219.64g, followed by 10% seawater level. In salinity stress conditions are reduced stomatal resistance, leaf chlorophyll content and finally photosynthetic activities. The values of the plant fresh weight of the Fiyonk were generally lowered with 20% and 40% salinization level. Data presented in Table 3 shows that the plant fresh weight was obviously suddenly decreased on 40% salinity level on comparing with the control and other treatments. A fresh weight decrease of 18.4 % and of 46.1% was observed in 20% and 40% treatments, respectively, compared to control plants. 10% diluted seawater treatment (EC 6.4 dS m⁻¹) were obtained higher plant fresh weight compare to control and near 5% concentration.

Lettuce is categorized as being moderately salt tolerant (Turhan et al., 2014). Salinity concentration higher than 2.0 and 2.6 dS m⁻¹ reduce plant development and fresh yield, respectively (De Pascale and Barbieri 1995). Andriolo et al., (2005) reported that a salinity level higher than 2.0 dS m⁻¹ decreased lettuce fresh weight and for commercial production, salinity level should be kept below 2.0 dS m⁻¹. Ünlükara et al., (2008) researched the reaction of lettuce to

different salinity levels of (0.75, 1.5, 2.5, 3.5, 5.0, and 7.0 dS m⁻¹). They reported the threshold value as a 1.1 dS m⁻¹. Kim et al. (2016) investigated that the effects of different salinity levels of irrigation water in greenhouse conditions in pots in lettuce. They reported that, the threshold point of salt concentration which crop yield starts to reduction was obtained to be 0.9 dS m⁻¹ for lettuce. Up to salinity level of 0.9 dS m⁻¹, the yields of total and shoot fresh weight staggered increased along with the promotion of salinity level, while level of the salinity above 0.9 dS m⁻¹ decreased fresh weight yields of total and shoot. These three threshold values obtained from Andriolo et al., (2005), Ünlükara et al., (2008) and Kim et al., (2016) are very low compare to our study. Because in our study 5% (3.2 dS m⁻¹) and 10% (6.6. dS m⁻¹) salinity level was occurred good plant growth and fresh weight. Increased salt concentrations in irrigation water can lead to a significant reduction in lettuce growth, yield, weight and marketable yield (Al-Maskri et al., 2010; Turhan et al., 2014).

Turhan et al., (2014) investigated the effects of different diluted seawater treatments (0, 2.5 %, 5 %, 10 %, 15 % and 20 %) on the yield and some quality parameters in lettuce. They reported that, fresh and marketable yield of lettuce irrigated with 2.5% and 5% seawater were parallel to those of control, but these traits decreased in response to 10% seawater. Similar to our results the lowest values were obtained in highest seawater treatment. Since 70% of total fresh water is used in

agricultural production, alternative water resources should be found to irrigate the plants. The use of seawater in plant growth has been studied for a long time. Although agriculture based on 100% pure seawater is currently impossible, the use of seawater in soilless culture may not be the cause of salinity problems in the soil. Atzori et al., (2016) researched on identifying the possibility of growing and development of lettuce with 3 diluted seawater (0, 5%, 10%, 15%). Lettuce growth and yield were negatively affected by 10% and 15% of seawater concentrations. They concluded that certain amounts of seawater could be practically used in hydroponics which save fresh water and increase certain mineral nutrient concentrations.

In lettuce experiment, some visual effects like leaf yellowing, desiccation, plant appearance, leaf colour changing, taste and aroma were also evaluated in different diluted seawater concentrations. Plant appearance was good and any spots were observed on the leaf at the 5% diluted seawater treatment in Fiyonk. Control and 5% diluted treatment little yellowing was observed in the lower old leaves. Compared to the control at 10% seawater level, darker color, better plant growth was achieved and very few yellowing on the lower leaves was observed. In the 20% seawater concentration, although the plant was still dark green, plant size shrinkage occurred and yellowing of the lower leaves was observed. Plant head reduced compares to control and 5% treatment. Some important negative effects were observed in 40% diluted seawater treatment such as small plant head, desiccation and fading on the first/old leaves, shrinkage on the leaves, bubbles on the leaves and excessive yellow leaf structure of upper leaves. Crispy leaf structure is a quality characteristic in lettuce. Crispy leaf structure was obtained from the seawater level 0 to 20%. From the seawater level of 10%, bubbling in leaves has started to increase. Ödemiş et al., (2018) pointed out that salt stress usually causes early aging in leaves and decreases water uptake of water by roots as a result of increasing osmotic potential some plant species.

Lactuca sativa var. Fiyonk is a fresh consumed green leaf vegetable so its taste and flavour are important. At the end of the experiment, harvested lettuce head was tasted. Taste of lettuce plants 40% in seawater grown in a remarkably intense salt taste in plants grown in 20%, a very mild salt taste. Salty taste was not observed 10 % and 5 % seawater treatments. Flavor, aroma and taste traits were determined to be more delicious at 10% seawater. Similar to our results, the taste and flavour of some vegetables like tomato has been positively affected by salt

irrigation or conditions (Mizrahi et al., 1988). But, Ünlükara et al., (2008) tested lettuce taste after salt treatments by 21 tasters. They did not find a meaningful relationship between the scoring of taste and the salinity of irrigation water.

Lettuce is aforesaid intermediate sensitive to salinity with a threshold EC of 1.3 dS m^{-1} , and a reduction on yield percentage of 13.0% (Maas and Hoffman 1977). De Pascale and Barbieri (1995) declared that moderately salt-sensitive crop lettuce threshold value was 2.7 dS m^{-1} . Pasternak et al., (1986) made a field study with Romanian and iceberg lettuce varieties, using drip irrigation water. They were used four different EC level (1.2, 3.5, 8.2, and 10.5 dS m^{-1}). In the study, they concluded that the Romanian type lettuce varieties were more tolerant to salinity than the iceberg varieties, and that none of the two groups had any particular species against salt. Andriolo et al., (2005) investigated the reaction of lettuce to increasing level of irrigation with salinity water (0.80, 1.93, 2.81, 3.73, and 4.72 dS m^{-1}) in a hydroponic system bed. EC affected on positively shoot fresh mass. Increasing the EC from 0.80 to 1.93 dS m^{-1} resulted in a 28.5% increase in shoot fresh mass, whereas rising the EC level from 1.93 to 4.72 dS m^{-1} declined the fresh mass by 16.5%.

Sakamoto et al. (2014) reported that the addition of NaCl and other some solutes to the hydroponic growing medium affect plant size, and levels of pigments and sugars. They concluded that, addition of diluted seawater (20%) on the growing medium were produced higher quality and nutritional value lettuces. In hydroponic culture, using diluted seawater can be practical to development of green and leaf vegetables in new generation plant factories. Salinity reactions between lettuce varieties and different types of lettuce may vary. Generally, the best plant growth in seawater concentrations of lettuce variety Fiyonk was 5% in seawater, while the 10% seawater concentration showed the same level of improvement to control. In terms of plant fresh weight in lettuce, the highest value was obtained in 5% seawater concentration, followed by 10% seawater level. In terms of taste and flavor, 10% seawater concentration of the plants is determined to be more delicious. In their study, Turhan et al., (2014) obtained the best improvement in lettuce at 2.5% and 5% seawater level similar to the results of the research. Ünlükara et al., (2008) and Karakoç and Kale (2016) have obtained good plant growth in lettuce at low salt concentrations similar to the results of our research. It is well known that, in the seawater containing minerals like chlorite magnesium can be stimulate growth and development (Sakamoto et al., 2014), the

overabundant concentration of mineral salts (mostly sodium chloride) present in seawater is an important source of salt stress (Atzori et al., 2016).

Conclusions

The use of irrigation water containing salt in agriculture requires great attention. Irrigation can lead to soil and groundwater problems which are very difficult and costly to return. On the other hand, good quality irrigation water resources suitable for agriculture are gradually decreasing. This has led researchers to achieve the highest possible yield with existing water resources and to conduct research to ensure continuity in agriculture, which has become a very important concept in today's modern agriculture. It is a known fact that good quality water resources are limited and these waters will run out one day. This is a fact that many researchers have been conducting research far from many years. It has been very well known for many years that there are great dissimilarities between the different varieties of a plant species and the salt tolerances of different plant species.

It will be an important plant in the future due to the rapid growth of lettuce, the production of large underground hangars and warehouses under light conditions and the increasing consumption of greenery. Therefore, the repeated use of water used in lettuce in light-controlled growth chambers comes from the increase of the EC value in the irrigation water and thus the salinity. Lettuce can be successfully used in production in irrigation waters, saline soils and seawater where certain levels of salt can be used. Potato is the only plant in the world, which can be used for feeding people from 7 to 77. Therefore, tubers used in potato production need to be multiplied in tissue culture conditions. The use of seawater in the nutrient medium in the tissue culture and the plants of the two varieties used in the study were obtained better plant growth and more number of nodes than the control medium. With the addition of low-level seawater in the nutrient medium in the tissue culture, the varieties can be developed quickly and strongly and the number of tissue culture plants needed can be obtained. At the end of the study, 5 % (EC 3.2 dS m⁻¹) lettuce and potato irrigated with seawater showed better plant growth and development.

References

Afrasiab, H., Iqbal, J. 2010. In vitro techniques and mutagenesis for the genetic improvement of potato cvs. Desiree and Diamant. *Pakistan J of Botany*, 42(3): 1629-1637.

- Al-Maskri, A., Al-Kharusi, L., Al-Miqbali, H. 2010. Effects of salinity stress on growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under closed-recycle nutrient film technique. *International J of Agric and Biology*, 12: 377-380.
- Andriolo, J.L., Luz, G.L., Witter, M.H., Godoi, R.S., Barros, G.T., Bortolotto, O.C. 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Horticultura Brasileira*, 23(4): 931-934.
- Anonymous, 2015. <https://www.soest.hawaii.edu/oceanography/courses/OCN623/Spring%202015/Salinity2015web.pdf>
- Atzori, G., Nissim, W.G., Caparrotta, S., Masi, E., Azzarello, E., Pandolfi, C., Vignolini, P., Gonnelli, C., Mancuso S. 2016. Potential and constraints of different seawater and freshwater blends as growing media for three vegetable crops. *Agric Water Manag*, 176: 255-262.
- Beltran, J.M. 1999. Irrigation with saline water: Benefits and environmental impact. *Agric Water Manag*, 40:183-194.
- De Pascale, S., Barbieri, G. 1995. Effects of soil salinity from long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. *Sci Horti*, 64: 145-157.
- Elkazzaz, A.A., Elsadek, M.A., Ebad, F.A. 2016. Induction of in vitro tolerant potato plants to seawater via exchangeable cycles of selection. *Egypt. J Biotechnol*, 51: 22-36.
- ElKazzaz, A.A., Ebad, F.A., El-Sadek M.E.A. 2018. Acclimation of potato via in vitro microtubers versus plantlets under saline conditions. *Sci Agri*, 21 (2), 49–56.
- Garrido, Y., Tudela, J.A., Marín, A., Mestre, T., Martínez, V., Gil, M.I. 2014. Physiological, phytochemical and structural changes of multi-leaf lettuce caused by salt stress. *J Sci Food Agric*, 94: 1592-1599.
- Freed, R., Einensmith, S.P., Guetz, S., Reicosky, D., Smail, V.W., Wolberg, P. 1989. User's guide to MSTAT-C analysis of agronomic research experiments. Michigan State University, USA.
- Gopal, J., Kumar, R., Kang, G.S. 2002. The effectiveness of using a minituber crop for selection of agro-nomic characters in potato breeding programmes. *Pot Res*, 45 (2-4): 145-151.
- Gruda, N. 2009. Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? *J Appl Bot Food Qual*, 82: 141-147.

- Hickman, G.W. 2011. Greenhouse Vegetable Production Statistics: A Review of Current Data on the International Production of Vegetables in Greenhouses. *Cuesta Roble greenhouse consultants, Mariposa, CA* (pp. 72).
- Karakoç, B., Kale, S. 2016. The effects of salt levels in irrigation water with various salt dissolubility on the yield of lettuce (*Lactuca sativa*). *J of Agric Faculty of Süleyman Demirel*, 11 (1): 1-7 (with English abstract).
- Kim, H., Jeong, H., Jeon, J., Bae, S. 2016. Effects of irrigation with saline water on crop growth and yield in greenhouse cultivation. *Water*, 8 (127): 1-9.
- Liu, Z.P., L. Liu, M.D., Chen, L.Q., Deng, G.M., Zhao, Q.Z., Tang, et al. 2003. Study on the irrigation systems in agriculture by seawater. *Journal of Natural Resources (in Chinese)* 18:423-429.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *ASCE J of Irrigation and Drainage Division*, 103: 115-134.
- Mizrahi, Y., Taleisnik, E., Kagan-Zur, V., Zohar, Y., Offenbach, R., Matan, E., Golan, R. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. *J of Amer Society of Horticult Sci*, 113(2): 202-205.
- Morpurgo, R., Silva-Rodrigues, D. 1987. In vitro differential response of the potato (*Solanum tuberosum* L.) under sodium chloride stress conditions. *Rivista. Dia. Agricoltura. Subtropicale. Etropicale*, 81: 73-77.
- Murshed, R., Najla, S., Albiski, F., Kassem, I., Jbour, M., Al-Said, H. 2015. Using growth parameters for in vitro screening of potato varieties tolerant to salt stress. *J Agr Sci Tech*, 17: 483-494.
- Ödemiş, B., Büyüktaş, D., Çalışkan, M.E. 2018. Effects of saline irrigation water and proline applications on yield, vegetative and physiological characteristics of potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *Derim*, 35(2): 1-10.
- Özkaynak, E. 2015. Effectiveness of selection at transplant and minituber crop level in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Selcuk J. Agr. Food Sci*, 29(1): 10-14.
- Özkaynak, E., Orhan, Y., Şimşek, T. 2018. Determination of yield performance of early and main season potato commercial candidate varieties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5): 387-393.
- Pasternak, D., De Malach, Y., Borovic, I., Shram, M., Aviram, C. 1986. Irrigation with brackish water under desert conditions. IV. Salt tolerance studies with lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agric Water Manag*, 11:303-311.
- Ramírez, D.A., Kreuze, J., Amoros, W., Valdivia-Silva, J. E., Ranck, J., García, S., Salas, E., Yactayo, W. 2018. Extreme salinity as a challenge to grow potatoes under Mars-like soil conditions: targeting promising genotypes. *International J of Astrobiology*, 1-7.
- Sakamoto, K., Kogi, M., Yanagisawa, T. 2014. Effects of salinity and nutrients in seawater on hydroponic culture of red leaf lettuce. *Environ Control Biol*, 52:189-195.
- Sasikala, D.P.P., Prasad, P.V.D. 1993. Influence of salinity on axillary bud cultures of six lowland tropical cultivars of potato (*Solanum tuberosum*). *Plant Cell and Organ Tissue Culture*, 32: 185-191.
- Shannon, M.C., Grieve, C.M. 1998. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci Hort* 78: 5-38.
- Turhan, A., Kuscu, H., Özmen, N., Serbeci, M.S., Demir, A.O. 2014. Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. *Chilean J of Agric Res*, 74(1): 111-116.
- Ünlükara, A., Cemek, B., Karaman, S., Erşahin, S. 2010. Response of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. *New Zealand J of Crop and Horticult Sci* 36(4): 265-273.
- Yermiyahu, U., Tal, A., Ben-Gal, A., Bar-Tal, A., Tarchitzky, J., Lahav, O. 2007. Rethinking desalinated water quality and agriculture. *Sci* 318: 920-921.

Araştırma Makalesi

Bıldırcın Rasyonlarına Nane Yağı İlavesinin Besi Performansı, Et Kalitesi, Karkas Kompozisyonu ve Oksidadif Stres Belirleyicileri Üzerine Etkisi

Besime DOĞAN DAŞ^{1*}, Aydın DAŞ², İsmail KOYUNCU³, Osman BİLAL⁴, Nurcan KIRAR⁴, Mehmet ÇETİN⁵, Tuncay TUFAN⁶, Ahmet Yusuf ŞENGÜL⁷

¹Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 63200 Şanlıurfa, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, 63200 Şanlıurfa, Türkiye

³Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, 63290 Şanlıurfa, Türkiye

⁴Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 63300 Şanlıurfa, Türkiye

⁵Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 63300 Şanlıurfa, Türkiye

⁶Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 56100 Siirt, Türkiye

⁷Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 12000 Bingöl, Türkiye

*Sorumlu Yazar: bdas@harran.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.12.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 08.12.2019

Kabul Tarihi: 10.01.2020

Özet

Bu çalışma, bıldırcın rasyonlarına eklenen nane yağının büyüme performansı, et kalite, renk ve kan oksidatif stres özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 10 günlük yaşta 40 adet japon bıldırcını kullanılmış ve deneme 35 gün sürdürülmüştür. Araştırma grupları, her birinde bireysel olarak 10 bıldırcın bulunan 4 gruba ayrılmıştır. Bıldırcınlar için hazırlanan rasyonlarda, kontrol grubunda herhangi bir yem katkı maddesi kullanılmazken, diğer grupların yemlerine %0.1, %0.2 ve %0.3 Nane Yağı (NY) ilave edilmiştir. Deneme genelinde Canlı ağırlık (CA), Günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), Günlük yem tüketimi (GYT), Yemden yararlanma oranı (YYO), karkas ve kesim özellikleri ile renk ve pH bakımından gruplar arasında fark gözlenmemiştir. Ancak kanda toplam oksidatif durum (TOS)'u önemli ölçüde düşürdüğü ve toplam antioksidan durum (TAS)'u ise yükselttiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak bıldırcın rasyonlarına nane yağı ilavesinin besi performansı ve karkas özelliklerini değiştirmede ancak TAS değerlerini yükselttiği ve TOS değerlerini düşürdüğü için yem katkı maddesi olarak rasyona %0.1 oranında NY eklenmesinin faydalı olacağı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Bıldırcın, nane yağı, performans, et kalitesi, renk, TAS, TOS.

Effects of Dietary Addition of Peppermint Oil on Growth Performance, Meat Quality, Carcass Composition and Oxidative Stress Markers of Japanese Quail

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of peppermint oil added to quail diets on growth performance, meat quality characteristics, meat color and blood oxidative stress characteristics. For this purpose, 40 Japanese quails were used at the age of 10 days and the experiment was continued for 35 days. The study groups were divided into 4 groups, each containing 10 quails. The control group was fed with a diet without any additives while 0.1%, 0.2% and 0.3% peppermint oil (PO) were added to the feed of the other groups. There was no significant difference between groups in terms of body weight (BW), daily body weight gain (DBWG), daily feed consumption (DFC), feed conversion ratio (FCR), carcass and slaughter characteristics, color and pH values. However, it was found that addition of 0.1% PO significantly reduced total oxidative status (TOS) and increased total antioxidant status (TAS) in blood. The results indicated that adding peppermint oil to quail rations at rate

of 0.1% PO would be useful as an additive improving TAS and reducing TOS values although PO addition did not change feeding performance and carcass characteristics of quails.

Key words: Quail, peppermint oil, performance, meat quality, color, TAS, TOS.

Giriş

Dünya genelinde alternatif kanatlı sektöründe bıldırcın yetiştiriciliği önemli bir yer tutmaktadır. Bıldırcınlar, az yem tüketimi ile çok yumurta verimi, yüksek canlı ağırlık artışı ve yüksek karkas randımanı sağlamaları nedeniyle ekonomik verimlilikleri fazla olan kanatlı türlerindendir (Çağlayan ve Şeker, 2015). Bu hayvanların yem değerlendirme oranını iyileştirmek, ürünlerinin tat ve aromasını geliştirmek ve sağlıklarını koruma amacıyla yemlere katılan antibiyotikler üründe istenmeyen kalıntı bırakabilmektedir. Bu kalıntılar insan sağlığını olumsuz etkilediğinden Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2006 yılında hayvan yemlerinde antibiyotiklerin kullanılması yasaklanmıştır. Bunun sonucu olarak yem katkı maddelerine alternatif olarak tıbbi ve aromatik bitkiler yada bunların ekstraktlarının kullanımı ön plana çıkmaktadır (Çetin, 2016).

Tıbbi aromatik bitkiler veya bunların ekstraktları, genel olarak güvenli olarak kabul edilirler ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar. Bu bitkilerin başında Lamiaceae bitki ailesine ait olan nane (*Mentha piperita*), kanatlı rasyonlarında ilgi gören bitkiler arasında göze çarpmaktadır (Abdel-Wareth ve Lohakare, 2014). Bu amaçla yapılan çalışmalarda, nane ve nandeden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ve hayvanlarda performansı olumlu etkilediği, dolayısıyla antibiyotiklerin yerine yem katkı maddesi olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir (Güler ve Dalkılıç, 2005). Nitekim Akbari ve ark. (2015), Gurbuz ve Ismael (2016) ve Abdel-Wareth ve Lohakare (2014) yaptıkları çalışmalarında bu sonucu destekler nitelikte bulgulara varmışlardır.

Nane, ülkemizde bütün bölgelerde küçük çaplı yetiştirilmesine karşılık Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ticari olarak üretilmektedir (Anonim, 2019). Nane yağı ilaç, gıda ve kozmetik sanayiinde geniş bir uygulama alanı olan mentolun en zengin doğal kaynağıdır (Özgüven ve Kırıcı, 1999). Tıbbi aromatik bir bitki olan nane ile yapılan çalışmalar, farklı oranlarda kanatlı hayvanların beslenmesinde antibiyotiklere alternatif olarak kullanılabilceğini göstermektedir (Çetin, 2016).

Etlik piliçlerde, Nanekarani ve ark. (2012) büyümeyi teşvik için kontrol, 5 mg/kg virginiamycin, %0.1, 0.2, 0.3 nane (*Mentha piperita*) etanol ekstraktını içme suyuna katarak yaptıkları çalışmada %0.2 ve 0.3 nane etanol ekstraktı verilen grupta diğer gruplara göre karkas veriminin artmış,

abdominal yağ miktarının ise azalmış olduğunu bildirmişlerdir.

Büyümeyi teşvik için etlik piliçlerde yapılan diğer çalışmalarda nane ilave edilen gruptaki piliçlerin 7-35. günler arası büyümelerinin kekik ilave edilen gruplara oranla yüksek düzeyde olduğu (Ocak ve ark., 2008), yine nane ve flavomycin eklenen grupların canlı ağırlık artışının yüksek olduğu bildirilmiştir (Sharifi ve ark., 2013).

Bıldırcınlarda yapılan çalışmalarda ise rasyona 20 ve 30 g/kg nane ilavesinin et kalitesini (Mehri ve ark., 2015a), rasyona %1.5 oranında nane eklenmesinin yemden yararlanma oranı iyileştirdiği ve canlı ağırlık kazancını arttırdığı tespit edilmiştir (Aminzade ve ark., 2012a). Bununla birlikte literatürde etlik piliç (Erener ve ark., 2005; Gharetappe ve ark., 2015; Gürbüz ve Ismael, 2015) ve bıldırcın (Aminzade ve ark., 2012b) rasyonlarına nane/nane yağı ilavesinin büyüme performansı üzerine önemli etkilerinin olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur.

Kanatlılarda rasyona eklenen tıbbi aromatik bitkilerin antioksidan kapasite ve oksitadif stres parametreleri ile performans ve et kalite özellikleri arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların sayısı oldukça azdır. Çiftçi ve ark. (2010) antibiyotik veya tarçın yağının iki farklı düzeyini (500 ve 1000 ppm) etlik piliçlerin rasyonuna ekleyerek yaptıkları çalışmada 1000 ppm tarçın yağı ilave edilen rasyonla beslenen grupta oksitadif stres özelliklerinden olan malondialdehit düzeyinin önemli ($P<0,05$) düzeyde düşük olduğu, antioksidan enzim aktivitesinin göstergeleri olan katalaz ve süperoksitdismutaz enzim düzeylerinin antibiyotik grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Hashemipour ve ark. (2013) broyler rasyonuna kekik otundan elde edilen timol ve karvakrol ilavesinin antioksidan enzimler ve lipid oksidasyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda timol ve karvakrol içeren rasyonla beslenen grupların antioksidan enzim aktivitelerinin arttığını ve bu gruplarda lipid oksidasyonunun geciktiğini belirtmişlerdir. Öte yandan nanenin rasyona ilavesinin kan serum kolesterol seviyesi (Abdel-Wareth ve Lohakare, 2014; Mehri ve ark., 2015a), serum protein (Toghyani ve ark., 2010), glukoz ve trigliserit (Akbari ve Torki, 2014; Mehri ve ark., 2015a; Toghyani ve ark., 2010; Sharifi ve ark., 2013) gibi biyokimyasal parametreleri önemli ölçüde etkilediği de bildirilmektedir.

Bıldırcınlarda nane bitkisinin kullanımıyla ilgili çalışmalar olmasına rağmen, nane yağının farklı

dozlarda kullanımının büyüme ve yemden yararlanma oranı üzerindeki etkinliğini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma bildirgin rasyonlarına ilave edilen nane yağının büyüme performansı, et kalite özellikleri, renk ve kan oksidatif stres özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Siirt Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun hayvan deneyleri kullanım kılavuzuna göre yürütülmüştür (Protokol no: 2018-03). Araştırmada hayvan materyali olarak Siirt Üniversitesi Yaban Hayvanları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edilen 40 adet 10 günlük yaşta, karışık cinsiyette Japon bildirgin (*Coturnix Coturnix Japonica*) civcivi kullanılmıştır. Civcivlerin ortalama canlı ağırlıkları birbirine yakın olacak şekilde, her grupta 10 civcivin olduğu kontrol grubu (%0.0), %0.1 nane yağı, %0.2 nane yağı ve

%0.3 nane yağı şeklinde dört gruba ayrılmıştır. Araştırmada yem katkı maddesi olarak kullanılan nane yağı ticari bir üreticiden (Tito, Lot No: 0118159) temin edilmiştir. Bildirginlere verilen rasyonun besin madde içerikleri NRC (1994)'ye uygun olarak hazırlanmıştır (Çizelge 1). Rasyonlar izokalorik ve izonitrojenik olacak şekilde kontrol grubu rasyonuna %0.0 nane yağı+%0.3 ayçiçek yağı, diğer üç gruba %0.1 nane yağı+%0.2 ayçiçek yağı (%0.1 NY), %0.2 nane yağı+%0.1 ayçiçek yağı (%0.2 NY) ve %0.3 nane yağı+%0.0 ayçiçek yağı (%0.3 NY) ilave edilerek hazırlanmıştır. Bildirginler UzunlukxYükseklikxGenişlik olarak 30x20x20 cm ölçülerindeki bireysel bölme kafeslerin her birine 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ortam sıcaklığı 21 °C de sabitlenmiştir. Kümes ortamında gün ışığı ve yapay aydınlatma uygulanarak 23 saat aydınlık ve 1 saat karanlık programı uygulanmıştır. Araştırma 35 gün sürdürülmüştür. Yem ve su ad libitum olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan rasyonların bileşimi, besin madde değerleri (%) ve metabolize olabilir enerji içerikleri (Kcal/kg)

| Ham madde | Gruplar | | | |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Kontrol | %0.1 NY | %0.2 NY | %0.3 NY |
| Buğday | 17.490 | 17.490 | 17.490 | 17.490 |
| Mısır, Sarı | 43.45 | 43.45 | 43.45 | 43.45 |
| Balık Unu | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Soya Fasulyesi Küspesi (44 % HP) | 35.30 | 35.30 | 35.30 | 35.30 |
| Bitkisel Yağ | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 |
| Nane yağı | 0.00 | 0.10 | 0.20 | 0.30 |
| Dikalsiyum Fosfat | 1.260 | 1.260 | 1.260 | 1.260 |
| DL, Methionin | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Kireç Taşı | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| L-Lizin Hidro | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Sodyum Bikarbonat | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Tuz | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Vitamin-Mineral | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Toplam | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Analiz Değerleri (%) | | | | |
| Kuru Madde | 86.3 | 86.3 | 86.3 | 86.3 |
| Ham Protein | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 24.0 |
| Ham Yağ | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.69 |
| Ham Selüloz | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 |
| Ham Kül | 4.73 | 4.73 | 4.73 | 4.73 |
| Hesaplanmış Değer (%) | | | | |
| ME | 2903 | 2903 | 2903 | 2903 |
| Ca | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Met+Sistin | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |
| Lizin | 1.31 | 1.31 | 1.31 | 1.31 |
| Kullanılabilir Fosfor | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |

*Her 1 kg yemde vitamin-mineral olarak; A vitamini 12000 IU; D3 vitamini 5000 IU; E vitamini 50 mg; K3 vitamini 4 mg; B1 vitamini 3 mg; B2 vitamini 6 mg; Niasin 40 mg; Kalsiyum D-pantotenat 15 mg; B6 vitamini 5 mg; B12 vitamini 0.030 mg; Folik Asit 1 mg; Biotin 0.075 mg; Kolin Klorid 400 mg, C vitamini 50 mg ve antioksidan 10 mg, Manganez 120 mg; Demir 40 mg; Çinko 110 mg; Bakır 16 mg; Kobalt 0.005 mg; İyot 0.125 mg ve Selenyum 0.003 mg bulunmaktadır.

Çalışmada civcivlerin haftalık canlı ağırlıkları (CA) 4 hafta boyunca 0.01 g hassasiyette elektronik terazi kullanılarak tespit edilmiştir. İki tartım arasındaki canlı ağırlık farkının 7'ye bölünmesiyle grupların ortalama günlük canlı ağırlık artışları (GCAA) belirlenmiştir. Araştırmada haftalık kontrol ile deneme gruplarındaki her bir hayvana verilen yem miktarından artan yem miktarı çıkarılarak, bulunan yem tüketimi gün sayısına (7 gün) bölünerek ortalama bireysel günlük yem tüketimleri (GYT) belirlenmiştir. Bütün gruplarda, haftalık olarak yapılan tartımlardan elde edilen ortalama GYT'inin, GCAA'na bölünmesi ile yemden yararlanma oranı (YYO) tespit edilmiştir.

Araştırma sonunda kesim ve karkas parametrelerinin belirlenmesi için kesilen bıldırcınların kalp, karaciğer, taşlık ağırlıkları tespit edilmiştir. İç organlar çıkarıldıktan sonra karkas tartılarak sıcak karkas ağırlığı belirlenmiştir. Sıcak karkas ağırlıkları belirlendikten sonra bıldırcın karkasları +4 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Bekletilen bıldırcın karkasları 24 saatin sonunda tekrar tartılarak soğuk karkas ağırlıkları belirlenmiştir. Sıcak ve soğuk karkas ağırlıklarının kesim ağırlığına oranı ile karkas randımanları tespit edilmiştir. Soğuk karkas ağırlıkları belirlendikten sonra Genchev ve Mihaylov (2008)'a göre karkas parçalaması yapılmıştır. Karkasta göğüs, but, kanat, sırt+boyun ve diğer ağırlıkları ve bunların soğuk karkasa oranları tespit edilmiştir. Göğüs etinde (derisiz) parlaklık (L*), kırmızı renk (a*), sarı renk (b*) ölçümleri 3 ayrı noktadan birinci ve 24. saatte alınmış ve ortalamaları kaydedilmiştir. Et renginin ölçümünde Lovibond (RT SERIES for MODEL SP60) kullanılmıştır. pH ölçümü için Testo 205 cihazı kullanılmıştır. pH ölçümleri birinci ve 24. saatte alınmıştır. Göğüs etlerinin su tutma kapasitesi (WHC) için bir test tüpüne 8 g yaklaşık 0.25 cm³ boyutlarında parçalanmış et, 12 ml 0.6 M sodyum klorid içine karıştırılmış, +4 °C 'de 15 dakika 10000 rpm'de santrifüj edilerek süpernatant sıvı ölçülmüş ve yüzdelik değer olarak kaydedilmiştir (Wardlaw ve ark., 1973). Göğüs etlerinde pişirme kaybının (CL) belirlenmesinde Kondaiah ve ark. (1985)'nin belirttiği metot uygulanmıştır. Bunun için kesimden

24 saat sonra 20 g et numaralandırılmış polietilen poşetlere konarak 72 °C'de 1 saat su banyosunda bekletilmiştir. Pişirmenin ardından etler poşetlerden çıkarılarak oda ısısına getirilip tekrar tartılmış, ağırlık kaybı belirlenmiş ve yüzdelik değer olarak kaydedilmiştir.

Oksidatif stres ve antioksidanların durumunu belirlemek üzere alınan kan örneklerinin analizleri için kesim sırasında EDTA'lı tüplere alınan kanlar 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edildikten sonra plazmaları alınmış ve -80 °C'de analiz edilinceye kadar bekletilmiştir. Toplam oksidatif stres (TOS), toplam antioksidan kapasite (TAS) ticari kit (Rel assay, Türkiye) protokolüne göre yapıldıktan sonra oksidatif stres indeksi (OSI) kitte belirtilen protokole göre hesaplanmıştır. Protein oksidasyonu (AOPP) Baskol ve ark. (2014)'nin belirttiği Witko yöntemi ile total thiol seviyesi ise spektrofotometrik 2,2-ditiobis nitrobenzoik (DTNB) spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Toplam lipit peroksid (LOOH) miktarı ise Costa ve ark. (2006)'nin belirttiği yöntemle ölçülmüştür.

Araştırmada gruplardan elde edilen besi performansı, karkas verim, et kalite, kan oksidatif stres ve antioksidan kapasite özelliklerine ait istatistiksel farklılığın olup olmadığının belirlenmesinde varyans analizi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkın önem kontrolü için Duncan Multiple Range testinden yararlanılmıştır (SPPS, 1999).

Bulgular ve Tartışma

Bıldırcın rasyonlarına farklı seviyelerde nane yağı ilavesinin canlı ağırlıkları üzerine etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Canlı ağırlık ortalamaları bakımından tüm gruplar arasında fark olmadığı belirlendi. Besi performansı parametrelerinin verildiği Çizelge 3'te de görüldüğü üzere GCAA ve GYT bakımından gruplar arasında bir fark görülmezken, YYO bakımından 4. haftada gruplara arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P=0.034). Ayrıca Deneme geneline bakıldığında (1-4. Hafta) GCAA, GYT ve YYO bakımından gruplar arasında istatistiksel farklılık tespit edilmedi.

Çizelge 2. Nane yağının bıldırcınların canlı ağırlıkları üzerine etkileri

| Gruplar | 1. Hafta CA | 2. Hafta CA | 3. Hafta CA | 4. Hafta CA | 1-4. Hafta CA |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE |
| Kontrol | 68.86±1.59 | 112.63±2.25 | 150.22±3.19 | 179.01±5.91 | 193.60±6.25 |
| %0.1 NY | 67.97±1.31 | 114.6±1.87 | 153.90±2.73 | 180.85±3.30 | 201.50±4.55 |
| %0.2 NY | 65.72±1.77 | 107.84±2.98 | 144.34±3.76 | 166.96±6.68 | 182.51±7.48 |
| %0.3 NY | 69.16±1.76 | 113.65±3.53 | 150.50±5.29 | 173.87±7.34 | 186.25±8.59 |
| P | 0.437 | 0.327 | 0.400 | 0.391 | 0.259 |

*CA: Canlı ağırlık, NY: Nane yağı, SE: Standart hata.

Çizelge 3. Nane yağının bıldırcınların performans özelliklerine etkisi

| Gruplar | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta | 1-4. Hafta |
|---------------------|------------|------------|------------|--------------------------|------------|
| | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE |
| Kontrol | 6.25±0.20 | 5.37±0.22 | 4.11±0.60 | 2.08±0.34 | 4.46±0.20 |
| %0.1 NY | 6.67±0.14 | 5.60±0.26 | 3.85±0.44 | 2.95±0.27 | 4.77±0.14 |
| GCAA %0.2 NY | 6.02±0.21 | 5.21±0.28 | 3.23±0.51 | 2.22±0.42 | 4.17±0.25 |
| %0.3 NY | 6.36±0.40 | 5.26±0.33 | 3.34±0.45 | 1.77±0.47 | 4.18±0.29 |
| P | 0.389 | 0.777 | 0.562 | 0.211 | 0.242 |
| Kontrol | 13.52±0.40 | 18.04±0.68 | 21.64±1.43 | 19.74±1.04 | 18.23±0.74 |
| %0.1 NY | 13.77±0.27 | 18.82±0.30 | 21.53±0.49 | 20.85±1.02 | 18.74±0.34 |
| GYT %0.2 NY | 12.78±0.49 | 17.32±0.58 | 18.64±0.98 | 19.47±0.89 | 17.05±0.63 |
| %0.3 NY | 13.39±0.47 | 18.45±0.98 | 20.43±1.17 | 18.77±1.13 | 17.76±0.78 |
| P | 0.408 | 0.479 | 0.203 | 0.567 | 0.334 |
| Kontrol | 2.17±0.03 | 3.38±0.10 | 6.11±0.69 | 11.46±1.51 ^{ab} | 4.11±0.08 |
| %0.1 NY | 2.06±0.03 | 3.41±0.14 | 6.04±0.54 | 7.53±0.72 ^b | 3.95±0.10 |
| YYO %0.2 NY | 2.12±0.04 | 3.37±0.13 | 6.95±0.99 | 10.96±1.54 ^{ab} | 4.16±0.16 |
| %0.3 NY | 2.17±0.13 | 3.54±0.13 | 6.72±0.64 | 15.90±2.91 ^a | 4.32±0.14 |
| P | 0.728 | 0.747 | 0.781 | 0.034 | 0.255 |

***a,b**: Aynı sütunda bir özellik için gruplar arasındaki farkı gösterir. **GCAA**: Günlük canlı ağırlık artışı, **GYT**: Günlük yem tüketimi, **YYO**: Yemden yararlanma oranı, **SE**: Standart hata.

Çalışmada kanat ağırlığı, göğüsün ve kanatların canlı ağırlığa oranları hariç, incelenen kesim ve karkas ağırlıkları bakımından gruplar arasında fark tespit edilmedi (Çizelge 4). Kanat ağırlığının en düşük %0.2 NY grubunda, en yüksek kontrol grubunda olduğu belirlendi (P=0.001). Göğüs etinin canlı ağırlığa oranı en düşük %0.1 NY grubunda, en yüksek %0.2 NY grubunda tespit edildi (P=0.003). Kanat ağırlıklarının canlı ağırlığa oranında ise %0.1 NY'nin en düşük, kontrol grubunun ise en yüksek değeri gösterdiği belirlendi (P=0.002).

Göğüs et kalitesi özelliklerinden olan pH, WHC, CL ile göğüs etinin renk özellikleri (L*, a* ve b*) bakımından nane yağının rasyona eklenmesinin gruplar arasında bir fark oluşturmadığı görüldü (Çizelge 5).

Hayvanların oksidatif stres ve antioksidan kapasiteleri bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edildi (Çizelge 6). TAS değeri en yüksek %0.2 NY'da, en düşük ise kontrol grubunda belirlendi (P=0.031). En yüksek TOS değeri kontrol grubunda en düşük ise %0.3 NY grubunda tespit edildi (P=0.000).

Çizelge 4. Nane yağının bıldırcınların kesim ve karkas parça ağırlıkları üzerine etkisi

| | Gruplar | | | | P |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | Kontrol | %0.1 NY | %0.2 NY | %0.3 NY | |
| | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | |
| KA | 122.03±3.14 | 119.94±2.83 | 114.05±3.62 | 117.57±2.48 | 0.299 |
| KR | 64.17±2.55 | 59.61±1.29 | 62.80±1.30 | 64.47±1.21 | 0.199 |
| Sırt+Boyun | 38.15±1.82 | 38.92±1.83 | 35.11±1.59 | 37.64±1.34 | 0.404 |
| Göğüs | 43.80±1.06 | 42.02±1.00 | 45.72±1.49 | 43.30±1.02 | 0.187 |
| But | 27.36±0.79 | 28.23±0.57 | 25.54±0.84 | 27.47±0.72 | 0.091 |
| Kanat | 6.95± 0.22 ^a | 5.98±0.79 ^{bc} | 5.44±0.23 ^c | 6.62±0.35 ^{ab} | 0.001 |
| Karaciğer | 3.99±0.30 | 4.67±0.57 | 4.43±0.46 | 4.17±0.41 | 0.752 |
| Taşlık | 4.68±0.19 | 4.78±0.21 | 4.82±0.29 | 4.24±0.24 | 0.299 |
| Kalp | 1.61±0.09 | 1.63±0.11 | 1.53±0.04 | 1.74±0.09 | 0.401 |
| Sırt-Boyun % | 20.15±1.37 | 19.32±0.80 | 19.36±0.80 | 20.59±0.57 | 0.727 |
| Göğüs % | 23.05±0.97 ^a | 20.88±0.41 ^b | 25.19±0.63 ^a | 23.80±0.75 ^a | 0.003 |
| But% | 14.42±0.73 | 14.05±0.37 | 14.05±0.25 | 15.06±0.37 | 0.390 |
| Kanat % | 3.67±0.19 ^a | 2.98±0.12 ^b | 2.98±0.07 ^b | 3.64±0.20 ^a | 0.002 |
| Karaciğer % | 2.11±0.19 | 2.32±0.28 | 2.39±0.19 | 2.24±0.15 | 0.794 |
| Taşlık % | 2.46±0.12 | 2.38±0.11 | 2.63±0.09 | 2.31±0.08 | 0.146 |
| Kalp % | 0.84±0.05 | 0.81±0.05 | 0.85±0.03 | 0.95±0.03 | 0.167 |

***a-c**: Aynı satırda gruplar arasındaki farkı gösterir. **SE**: Standart hata.

Çizelge 5. Nane yağının bildircinlerin göğüs et kalitesi ve renk özellikleri üzerine etkisi

| | Gruplar | | | | P |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| | Kontrol | %0.1 NY | %0.2 NY | %0.3 NY | |
| | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | |
| pH₁ | 6.45±0.03 | 6.50±0.04 | 6.51±0.03 | 6.47±0.04 | 0.573 |
| pH₂₄ | 5.93±0.03 | 5.99±0.04 | 5.90±0.02 | 5.98±0.03 | 0.142 |
| L*₁ | 45.09±0.45 | 45.29±0.52 | 45.61±0.59 | 45.66±0.47 | 0.835 |
| L*₂₄ | 44.86±0.61 | 44.74±0.74 | 45.56±0.71 | 44.76±0.65 | 0.794 |
| a*₁ | 8.33±0.30 | 8.24±0.35 | 8.01±0.18 | 7.84±0.15 | 0.516 |
| a*₂₄ | 7.91±0.19 | 7.59±0.23 | 7.60±0.16 | 7.54±0.11 | 0.415 |
| b*₁ | 11.21±0.26 | 11.66±0.22 | 11.74±0.24 | 11.12±0.18 | 0.152 |
| b*₂₄ | 10.75±0.18 | 10.97±0.18 | 11.26±0.20 | 10.97±0.15 | 0.246 |
| WHC₂₄ | 23.00±1.89 | 26.67±2.43 | 23.60±2.06 | 27.00±1.56 | 0.370 |
| CL₂₄ | 26.26±0.88 | 26.51±0.57 | 25.26±0.60 | 26.12±0.65 | 0.610 |

* a-c: Aynı satırda gruplar arasındaki farkı gösterir. **pH₁**: Birinci saat pH değeri, **pH₂₄**: Yirmidördüncü saat pH değeri, **L*₁**: Birinci saat parlaklık değeri, **L*₂₄**: Yirmi dördüncü saat parlaklık değeri, **a*₁**: Birinci saat kırmızılık değeri, **a*₂₄**: Yirmi dördüncü saat kırmızılık değeri, **b*₁**: Birinci saat sarılık değeri, **b*₂₄**: Yirmi dördüncü saat sarılık değeri, **WHC₂₄**: Yirmi dördüncü saat su tutma kapasitesi, **CL₂₄**: Yirmi dördüncü saat pişirme kaybı, **SE**: Standart hata.

Çizelge 6. Nane yağının bildircinlerin oksidatif stres parametreleri üzerine etkisi

| | Gruplar | | | | P |
|--------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| | Kontrol | %0.1 NY | %0.2 NY | %0.3 NY | |
| | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | Ort±SE | |
| TAS | 1.473±0.046 ^b | 1.927±0.219 ^a | 2.053±0.082 ^a | 1.867±0.139 ^{ab} | 0.031 |
| TOS | 14.138±0.542 ^a | 12.269±0.549 ^b | 11.530±0.394 ^b | 11,201±0.382 ^b | 0.000 |
| OSİ | 0.975±0.060 ^a | 0.757±0.133 ^{ab} | 0.573±0.040 ^b | 0.640±0.064 ^b | 0.008 |
| LOOH | 56.922±2.079 ^a | 45.303±1.732 ^b | 42.348±1.232 ^b | 40.687±2.374 ^b | 0.000 |
| AOPP | 128.220±4.929 ^a | 64.080±3.048 ^c | 92.840±6.778 ^b | 80.960±5.975 ^b | 0.000 |
| THİOL | 0.361±0.0163 ^b | 0.392±0.013a ^b | 0.437±0.021 ^a | 0.411±0.021 ^{ab} | 0.037 |

*a-c: Aynı satırda gruplar arasındaki farkı gösterir. **TAS**: Toplam antioksidan durum, **TOS**: Toplam oksidatif durum, **OSİ**: oksidatif stres indeksi, **LOOH**: hidroperoksidazlar, **AOPP**: Gelişmiş oksidasyon protein ürünleri, **THİOL**: Toplam thiol grupları, **SE**: Standart hata.

Sonuç ve Öneriler

Kanatlı rasyonlarında performans artırıcı olarak antibiyotiklerin kullanımının Avrupa Birliğinde ve ülkemizde 2006 yılından itibaren yasaklanmasıyla antibiyotiklerin yerine geçebilecek alternatif katkı maddeleri (probiyotikler, organik asitler, bitki ekstraktları ve çeşitli bitkiler) konusunda araştırmalar yoğunlaşmıştır. Tıbbi ve Aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların hastalık etkeni mikroorganizmaların sindirim sisteminde yerleşmelerini engellediği, sindirim enzimlerinin etkilerini artırdığı, bağırsıklık sistemini güçlendirdiği, yemden yararlanmayı ve yemin lezzetini iyileştirdiği belirtilmiştir (Jamroz ve ark., 2003). Yapılan bu araştırmada rasyona nane yağı ilavesi ile bildircinlerin performans verileri, karkas ve et kalite özellikleri ile kan oksidatif stress parametrelerinin değişimi incelenmiştir.

Kekik, anason ve nane gibi tıbbi aromatik bitkilerden elde edilmiş esansiyel yağ karışımlarının çeşitli oranlarda bildircin rasyonlarına ilave edilerek

yapılan çalışmalar (Aksu Elmalı ve ark., 2014; Karadağoğlu ve ark., 2016) az da olsa literatürde mevcuttur. Sadece nane yağının kullanıldığı, bildircinlerde performans ve et kalite özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalara ise rastlanmamıştır. Araştırma sonunda rasyona nane yağı ilavesinin deneme geneli CA, GCAA'ı, GYT ve YYO'nı etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Literatürde, çalışmamıza benzer olarak Akbari ve Torki (2014) sıcaklık stresi altındaki broiler civcivlerinin rasyonlarına 250 mg/kg nane yağının eklenmesinin kontrol grubuna (0 mg/kg) göre CA, GCAA, GYT ve YYO'nı değiştirmediğini bildirmişlerdir. Bunun dışında kurutulmuş nane yapraklarının bildircin rasyonlarında kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Mehri ve ark. (2015b) 7-35. günlerde bildircin performanslarının nane muamelesinden etkilenmediğini bildirilirken, Aminzade ve ark. (2012a) ise rasyona %1.5 ve %3 nane eklenmesinin deneme sonunda bildircinlerin

CA'nı arttırdığını, GYT ve YYO'nı önemli derecede düşürdüğünü ($P<0.05$) bildirmişlerdir.

Araştırma gruplarının kesim ve karkas parça ağırlıkları ile oranlarının verildiği Çizelge 4'te kanat ağırlığı, göğüs ve kanat oranı hariç incelenen diğer tüm karkas parametreleri bakımından gruplar arasında fark belirlenmemiştir. Bu araştırma sonuçlarına benzer olarak bıldırcın (Mehri ve ark., 2015b) ve broyler rasyonlarına (Ocak ve ark., 2008) farklı dozlarda kuru nane ilavesinin karkas ağırlığı, yenilebilir iç organ ağırlıkları üzerine etkisinin olmadığı bildirmiştir. Sunulan çalışma sonuçlarına göre bıldırcın rasyonlarına nane yağı ilavesinin, Gürbüz ve İsmail (2015) ile Khempaka ve ark. (2013)'nin sonuçlarına benzer, ancak Nanekarani ve ark. (2012)'nin sonuçlarından farklı olduğu belirlenmiştir. Nanekarani ve ark. (2012) karkas veriminin, içme suyuna % 0.3 nane özü ilave edilen broylerlerde arttığını bildirmişlerdir.

Göğüs et kalitesi özelliklerinden olan pH, WHC, CL ile göğüs etinin renk özellikleri (L^* , a^* ve b^*) bakımından araştırma grupları arasında fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 5). Benzer olarak Aksu Elmali ve ark. (2014) nane yağı içeren bitkisel ekstraktın bıldırcın göğüs etinde pH, WHC, 24. saat L^* , a^* ve b^* özellikleri bakımından etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Aminzade ve ark. (2012a) Japon bıldırcınlarına %0, 1.5 ve 3 nane (*Mentha piperita*) bitkisi yedirdikleri denemelerinde, bıldırcın etlerinde b^* (sarılık) ve a^* (kırmızılık) değerlerinin nane içeren rasyonlardan önemli derecede ($P<0,05$) etkilendiğini, ancak L^* (parlaklık), WHC ve pH bakımından ise gruplar arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise bıldırcın rasyonuna nane ilavesinin yine WHC ve pH bakımından gruplar arasında fark oluşturmadığı, ancak 30 g/kg ilave edilen grupta CL'nı önemli derecede ($P<0.001$) düşürdüğünü belirtmişlerdir (Mehri ve ark., 2015a).

Rasyona nane yağı ilavesi TAS değerini kontrol grubuna göre yükseltmiş, TOS değerini ise düşürmüştür (Çizelge 6). Sunulan çalışmaya benzer olarak Abdel-Wahab ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada bıldırcınlarda rasyona %1 ve %3 oranında kuru nane yaprağı ilave etmenin antioksidan kapasiteyi arttırdığını, oksidatif stres belirteci olan tiyobarbitirik asit miktarını ise azalttığını bildirmişlerdir. Khempaka ve ark. (2013) tarafından benzer sonuçlar rasyonlarına %2 nane eklenmiş broyler gruplarında bildirilmiştir.

Sonuç olarak, bıldırcın rasyonlarına nane yağı ilavesinin; 42 günlük araştırma süresince besi performansı, et kalitesi ve renk özellikleri üzerinde kontrol grubuna benzer sonuçlar oluşturması ve olumsuz bir etkisinin olmaması ve kan oksidatif stress parametrelerini iyileştirmesinden dolayı yem

katkı maddesi olarak kullanılmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

- Abdel-Wahab, A.A., Abdel-Kader, I.A, Ahmad, E.A. 2018. Evaluation of dried peppermint leaves as natural growth promoters alternative to antibiotics on Japanese quail. *Egypt Poult. Sci. J.*, 38: 943-958.
- Abdel-Wareth, A.A.A, Lohakare, J.D. 2014. Effect of dietary supplementation of peppermint on performance, egg quality, and serum metabolic profile of Hy-Line Brown hens during the late laying period. *Animal Feed Science and Technology*, 197: 114-120.
- Akbari, M., Torki, M. 2014. Effects of dietary chromium picolinate and peppermint essential oil on growth performance and blood biochemical parameters of broiler chicks reared under heat stress conditions. *International journal of biometeorology*, 58(6): 1383-1391.
- Akbari, M., Torki, M., Kaviani, K. 2015. Single and combined effects of peppermint and thyme essential oils on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition ($6.8\pm 3^\circ\text{C}$). *International journal of biometeorology*, 60(3): 447-454.
- Aksu, Elmali, D., Yakan, A., Kaya, O., Elmali, M., Onk, K., Sahin, T., Durna, O. 2014. Effects of plant extracts and (essential) oil mixture on breast meat quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Revue Méd Vét*, 165(3-4):104-110.
- Aminzade, B., Karami, B., Lotfi, E. 2012a. Meat quality characteristics in Japanese quails fed with *Mentha piperita* plant. *Animal Biology and Animal Husbandry*, 4(1): 20-23.
- Aminzade, B., Karami, B., Lotfi, E. 2012b. Growth response and carcass characteristics of Japanese quail to *Mentha piperita* plant supplementation. *Animal Biology and Animal Husbandry*, 4(1):24-27.
- Anonim, 2019. Erişim Adresi: https://www.tarimziraat.com/yetistiricilik/s ebze_yetistiriciligi/nane_yetistiriciligi/ Erş.Tar: 21/10/2019.
- Baskol, M., Dolbun Seckin, K., Baskol, G. 2014. Advanced oxidation protein products, total thiol levels and total oxidant/antioxidant status in patients with nash. *Turk. J. Gastroenterol*, 25(Suppl 1): 32-37.
- Ciftci, M., Simsek, U.G., Yuce, A., Yilmaz, O., Dalkilic, B. 2010. Effects of dietary antibiotic and cinnamon oil supplementation on antioxidant enzyme activities, cholesterol

- levels and fatty acid compositions of serum and meat in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 79(1): 33-40.
- Costa, CMD., Dos Santos, R.C., Lima, ES. 2006. A simple automated procedure for thiol measurement in human serum samples. *Jornal brasileiro de patologia e medicina laboratorial*, 42(5): 345-350.
- Çağlayan, T., Erdoğan, Ş. 2015. Dağ nanesinin (*Mentha caucasica*) japon bildircinlarının (*Coturnix coturnix japonica*) performans, bazı vücut ölçüleri ve canlı ağırlık arasındaki ilişkilerine etkisi. *Eurasian J Vet Sci*, 31(1): 33-42.
- Çetin, M. 2016. Kümes hayvanlarının beslenmesinde antibiyotiklere alternatif olarak nane (*Mentha piperita* L.) kullanmanın etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3): 239-246.
- Erener, G., Ocak, N., Ak, B., Altop, A. 2005. Nane (mentol) veya kekik (karvakrol) esans yağı ilave edilen karmalar ile yemlenen etlik piliçlerin performansları. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10 Eylül, Adana, s.58-62.
- Genchev, A., Mihaylov, R. 2008. Slaughter analysis protocol in experiments using Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Trakia J. Sci.*, 6: 66-71.
- Gharetappe, F.K., Hassanabadi, A., Semnaninezhad, H., Nassiry, M.R. 2015. The effect of dietary tarragon (*Artemisia dracuncululus*) and peppermint (*Mentha piperita*) leaves on growth performance and antibody response of broiler chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5(2): 403-409.
- Gurbuz, Y., Ismael, I.A. 2016. Effect of peppermint and basil as feed additive on broiler performance and carcass characteristics. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(1): 149-156.
- Güler, T., Dalkılıç, B. 2005. Aromatik bitkilerin organik (ekolojik) hayvancılıkta kullanım imkanı (Derleme). *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM)* 3(2): 13-20.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., Veldkamp, T. 2013. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry science*, 92(8): 2059-2069.
- Jamroz, D., Orda, J., Kamel, C., Wiliczekiewicz, A., Wartelecki, T., Skorupinska, J. 2003. The influence of phytochemical extracts on performance, nutrient 18 digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.*, 12: 583-596.
- Karadağoğlu, Ö., Önk, K., Şahin, T., Bingöl, S.A., Aksu Elmalı, D., Durna, Ö. 2016. Effects of different levels of essential oil mixed (peppermint-thyme-anise oil) supplementation in the drinking water on the growth performance, carcass traits and histologic structure of terminal ileum in quails. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 22(2): 253-260.
- Kondaiah, N., Anjaneyulu, A.S.R., Rao, V.K., Sharma, N., Joshi, H.B. 1985. Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats. *Meat Science*, 15(3): 183-192.
- Mehri, M., Sabaghi, V., Bagherzadeh-Kasmani, F. 2015a. Mentha piperita (peppermint) in growing Japanese quails' diet: serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. *Animal Feed Science and Technology*, 206: 57-66.
- Mehri, M., Sabaghi, V., Bagherzadeh-Kasmani, F. 2015b. Mentha piperita (peppermint) in growing Japanese quails diet Performance, carcass attributes, morphology and microbial populations of intestine. *Animal Feed Science and Technology*, 207: 104-111.
- Nanekarani, S., Goodarzi, M., Heidari, M., Landy, N. 2012. Efficiency of ethanolic extract of peppermint (*Mentha piperita*) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, and carcass characteristics in broiler chickens. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3): 1611-1614.
- NRC, U. 1994. Science and judgment in risk assessment. Washington: National Academy of Sciences, Washington, USA.
- Ocak, N., Erener, G., Burak, Ak. F., Sungu, M., Altop, A., Ozmen, A. 2008. Performance of broilers fed diets supplemented with dry peppermint (*Mentha piperita* L.) or thyme (*Thymus vulgaris* L.) leaves as growth promoter source. *Czech Journal of Animal Science*, 53(4): 169.
- Özgülven, M., Kırıcı, S. 1999. Farklı ekolojilerde nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşlerinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23: 465-472.
- Sharifi, S.D., Khorsandi, S.H., Khadem, A.A., Salehi, A., Moslehi, H. 2013. The effect of four medicinal plants on the performance, blood biochemical traits and ileal microflora of broiler chicks. *Veterinarski arhiv*, 83(1): 69-80.
- SPSS I. 1999. SPSS for Windows. Chicago, Illinois.

- Toghyani, M., Toghyani, M., Gheisari, A., Ghalamkari, G., Mohammadrezaei, M. 2010. Growth performance, serum biochemistry and blood hematology of broiler chicks fed different levels of black seed (*Nigella sativa*) and peppermint (*Mentha piperita*). *Livestock Science*, 129(1): 173-178.
- Wardlaw, F.B., McCaskill, L.H., Acton, J.C. 1973. Effect of postmortem muscle changes on poultry meat loaf properties. *Journal of Food Science*, 38(3): 421-423.

Araştırma Makalesi

İki Lokasyonda Sıra Arası Mesafe ve Ekim Sıklığının Karabuğday Çeşitlerinin Tane Verimi ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkisi⁵

Sevim AKÇURA^{1*}, Bahri İZCİ², Kağan KÖKTEN³, Selim ÖZDEMİR⁴

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

³Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

⁴Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tarla Bitkileri Programı, Bingöl

*Sorumlu yazar: sevimakcura@yahoo.com

Geliş Tarihi: 26.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 30.12.2019

Kabul Tarihi: 10.01.2020

Özet

Bu çalışma Çanakkale ve Bingöl lokasyonlarında Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitlerinde tane verimi ve ham protein oranı için uygun sıra arası mesafe (SAM) ve tohum sayısını (TS) belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Her iki lokasyonda denemeler bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bingöl lokasyonunda varyans analizinde hem tane verimi hem de ham protein oranında SAM, TS, Çeşit (Ç) x SAM, Ç x TS, SAM x TS ve Ç x SAM x TS interaksyonları istatistiksel olarak $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çanakkale lokasyonunda ise varyans analizi sonuçlarına göre tane veriminde çeşitler hariç diğer varyasyon kaynakları istatistiksel olarak $P < 0.01$ düzeyinde önemli iken ham protein oranında ise varyasyon kaynaklarının tamamı arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Her iki lokasyonda da tane verimi ve protein oranında uygun olan SAM ve TS belirlemek için regresyon grafikleri oluşturulmuştur. Regresyon analizinde her iki çeşitte en yüksek tane verimleri hem Çanakkale hem de Bingöl koşullarında 25 cm sıra arası mesafe ve 300 adet/m² tohum sayısında tespit edilmiştir. Ham protein oranında ise Çanakkale’de Aktaş çeşidinde en yüksek değerler 12.5 ve 25 cm mesafede 300 adet tohum sıklığından elde edilirken, Güneş çeşidinde ise tohum sayısı ve sıra arası mesafeye bağlı olarak ham protein eğrileri değişim göstermiş olsa da ortalamalar birbirine yakın olmuştur. Bingöl koşullarında ham protein oranında ise hem Aktaş hem de Güneş çeşitlerinde en yüksek ham protein oranı 12.5 cm sıra arası mesafede 100 adet tohum sayısında tespit edilmiştir. Denemelerin yürütüldüğü bölgelerimizde tane amaçlı karabuğday yetiştiriciliğinde 25 cm sıra arası ve 300 adet/m² tohum sayısının kullanılması yüksek tane verimi alınmasını sağlayacaktır. Ekim sıklığı ve tohum sayılarının faktör olarak değerlendirildiği araştırmalarda, varyans analizi yerine regresyon analizinin kullanılması daha yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Karabuğday, sıra arası mesafe, tohum sayısı, tane verimi, regresyon analizi.

Influence of Row Spacing and Sowing Densities on Buckwheat Grain Yield and Crude Protein Ratio in two Locations

Abstract

This study was carried out to determine suitable row spacing (RS) and seed number (SN) for grain yield and crude protein ratio in Aktaş and Güneş buckwheat cultivars in Çanakkale and Bingöl locations. Experiments in both locations were conducted with replications according to the split plots trial design. In the analysis of variance in Bingöl location, RS, SN, Variety (V) x RS, V x SN, RS x SN and V x RS x SN interactions were statistically significant at $P < 0.01$ level. According to the results of variance analysis in the Çanakkale location, other variation sources except grain varieties were statistically significant at $P < 0.01$ level, while differences between the crude protein content were statistically insignificant. Regression analysis graphs were used to determine the appropriate RS and SN ratios in grain yield and protein ratio in both locations. In the regression analysis, the highest grain yields of both cultivars were determined between 25 cm row spacing and 300 seeds / m² seed

numbers in both Çanakkale and Bingöl conditions. In the ratio of crude protein, the highest values in Aktaş cultivar in Çanakkale were obtained from both 12.5 and 25 cm row spacing with 300 seeds/m². In the Güneş variety, although the crude protein curves showed changes depending on the number of seeds and the row spacing, the averages were close to each other. In Bingöl conditions, the highest crude protein ratio in both Aktaş and Güneş varieties was determined as 100 seeds/m² at 12.5 cm row spacing. In the regions where the experiments are carried out, the use of the seed number between 25 cm row and 300 seeds/m² in grain buckwheat cultivation will provide high grain yield. The regression analysis instead of analysis of variance would be more useful in sowing frequency row spacing trials to determine the optimum sowing frequency and row spacing.

Key words: Buckwheat, row spacing, seed number, grain yield, regression analysis.

Giriş

Karabuğday geçmişi çok eskilere dayanan bir bitki olup Orta Asya kökenlidir. İlk olarak Hun İmparatorluğu, Çin ve Japonya’da yetiştirilen karabuğday bitkisi günümüzde birçok ülkede yetiştirilmektedir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Özellikle Orta Asya Türk Cumhuriyetleri’nde yaygın kullanılan bir bitkidir. Karabuğday bitkisinin tohumlarından elde edilen un birçok hastalığın tedavi sürecinde kullanılacak özelliklere sahiptir, bu nedenle diabet hastaları için ideal bir besin kaynağı niteliğindedir.

İyi bir kimyasal kompozisyona sahip olması, özellikle lif ve protein içeriği bakımından zengin olması karabuğdayı tahıllardan ayırmaktadır (Christa ve Soral-Śmietana, 2008). Özellikle çölyak hastaları tarafından kullanılan bir bitki olması da karabuğdaya ayrı bir önem kazandırmaktadır. Türkiye’de karabuğday tarımı geniş alanlarda yapılmamaktadır. Ancak, özellikle gluten alerjisi olan insanlar için üretilmesi gerekmektedir.

Dünyada en fazla üretimi olan ülke Çin olup, bunu Rusya, Ukrayna, Kazakistan, Polonya, Brezilya, ABD, Kanada, Fransa izlemektedir (Campbell, 1997). Brunori ve ark. (2005) 2004 yılında iç İtalya ve güney İtalya koşullarında kurdukları denemelerde, Güney İtalya koşullarında tane veriminin 0.76 t/ha ile 1.53 t/ha arasında değiştiğini, elde edilen bu değerlerin yaygın yetiştiricilik ile benzer olduğunu, tane verimi ile vejetatif biyomasın yüksek oranda ilişkili olduğunu, karabuğdayda hasat indeksi değerlerinin 0.48-0.56 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Bir çalışmada ise karabuğdayda bitki boyunun 66.27 cm ile 84.57 cm arasında, bitki başına dal sayısının ise 13.53 adet ile 27.47 adet arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Debnath ve ark., 2008). Valenzuela ve Smith (2002) ise karabuğdayın bitki boyunun 60-150 cm arasında değiştiğini, çok dallı sukkulent bir sapa sahip olduğunu, çiçeklerinin beyaz veya açık yeşilden pembe veya kırmızıya kadar değiştiğini ifade etmişlerdir.

Nemin düşük olduğu, hava sıcaklığının yüksek olduğu ve kuru rüzgârların hâkim olduğu bölgelerde karabuğdayın tane verimi düşük

olmaktadır (Acar, 2009). Bazı araştırmacılar tarafından karabuğdayın tavsiye edilen dekara bitki sayısının 170-180 bin arasında ve atılacak tohum miktarının 5- 6 kg/da olduğu bildirilmiştir (Myers ve Meinke, 1994; Acar, 2009). Acar ve ark., (2011) Konya koşullarında iki yıl süre ile karabuğdayda uygun ekim normunu belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşler, araştırmada en yüksek sap verimi 1784 kg/da ile 20 cm sıra aralığında ve en fazla tohum verimi 101 kg/da ile 40 cm sıra aralığında birinci deneme yılında elde etmişlerdir. Karaman’da ikinci ürün olarak yetiştirilen karabuğdayda vejetasyon süresinin 74.46-89.02 gün, bitki boyunun 42.60-98.67 cm, tane veriminin 42.54-115.78 kg/da arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Güzelsarı ve Kan, 2017). Eskişehir koşullarında yürütülen bir araştırmada Aktaş çeşidinin 12 kg/da tohumluk kullanılarak yetiştirilmesi önerilmiştir (Katar ve Katar, 2017). Yavuz ve ark. (2016) tarafından farklı tohumluk miktarları kullanılarak yürütülen bir başka araştırmada ise tane veriminin 244.2-297.7 kg/da, bin tane ağırlığının 25.6-30.7 g, bitki boyunun 64.7-71.7 cm, metrekarede bitki sayısının 23.5-64.0 adet, tanede protein oranının %11.75-12.56 ve hektolitre ağırlığının 60.1-61.0 kg/hl arasında değişim gösterdiği, Aydın ekolojik koşullarında 8 kg/da’lık tohumluk miktarının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma Bingöl ve Çanakkale koşullarında ana ürün olarak yetiştirilen Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitlerinin tane verimi ve ham protein oranı bakımından uygun ekim sıklığı ve sıra arası mesafesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma 2012 yılında Çanakkale ve 2014 yılında ise Bingöl koşullarında üç farklı sıra arası mesafe, dört farklı tohum adedi kullanılarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitleri ile yürütülmüştür.

İki lokasyonda deneme yerinden 20 cm derinlikten ekim işleminden önce toprak özelliklerini belirlemek için toprak örneği alınmıştır.

Toprak analizi sonuçlarına göre Çanakkale lokasyonu deneme arazisinin toprakları kireçli (%13.69) organik madde içeriği düşük (%1.28), hafif alkali (pH=7.82), Bingöl lokasyonu ise kireçli (%15), organik madde içeriği düşük (%1.26) ve hafif asidik (pH=6.37) yapılıdır.

Denemeler bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çeşitler (Aktaş ve Güneş) ana parsellerde yer alırken, alt parsellerde sıra arası mesafeler (12.5 cm, 25.0 cm ve 37.5 cm) ve altın-altı parsellerde de ekim sıklıkları (100 adet/m², 200 adet/m², 300 adet/m² ve 400 adet/m²) yer almıştır. Denemelerin ekim işlemi el markörü kullanılarak yapılmıştır. Parsel boyutları 1.5 m x 4 m = 6 m² olarak belirlenmiş ve her parsel arasına 50 cm mesafe bırakılmıştır. Ekim esnasında 15:15:15 gübresinden 8 kg/da N, P ve K olacak şekilde gübre verilmiştir. Çanakkale’de denemenin ekimi 05 Mayıs 2012, Bingöl’de 26 Nisan 2014 tarihinde yapılmıştır. Denemeler her iki lokasyonda 3 kez salma sulama

şeklinde sulanmıştır. Denemelerde yabancı ot mücadelesi el ile yapılmıştır. Hasat işlemi orak ile harman işlemi ise parsel harman makinası ile yapılmıştır. Araştırmada tane verimi (kg/da) ve tanede ham protein oranı (%) özellikleri incelenmiştir. Ham protein oranı değirmende öğütülen tane örneklerinde Kheldal yöntemine göre belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen özelliklere ait verilerde öncelikle JMP istatistik analiz programında varyans analizi ve sonra regresyon analizleri yapılmıştır (JMP SAS Institute, 2016).

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale ve Bingöl’de kurulan denemelerin tane verimine ait varyans analizi sonuçları ile lokasyonlara göre, tüm varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ile F testine göre önemli olan faktörlere (sıra arası mesafeler ve ekim sıklıkları) ait LSD testi sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Lokasyonlara ve uygulamalara göre tane verimleri (kg/da).

| | | Aktaş | | | | Bingöl | | | |
|--|----------|-----------|------|-------------|----------|--------|------|-----------|--|
| | | Çanakkale | | | | Bingöl | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 56 | 127 | 127 | 103 | 45 | 82 | 157 | 95 | |
| 200 | 128 | 164 | 186 | 159 | 115 | 127 | 189 | 144 | |
| 300 | 112 | 274 | 250 | 212 | 125 | 220 | 164 | 170 | |
| 400 | 134 | 219 | 166 | 173 | 121 | 206 | 159 | 162 | |
| \bar{X} | 108 | 196 | 182 | 162 | 102 | 159 | 167 | 143 | |
| | | Güneş | | | | Bingöl | | | |
| | | Çanakkale | | | | Bingöl | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 129 | 127 | 141 | 132 | 144 | 131 | 140 | 138 | |
| 200 | 171 | 167 | 237 | 192 | 154 | 163 | 226 | 181 | |
| 300 | 232 | 274 | 175 | 227 | 198 | 245 | 182 | 208 | |
| 400 | 62 | 218 | 190 | 157 | 85 | 193 | 148 | 142 | |
| \bar{X} | 149 | 196 | 186 | 177 | 145 | 183 | 174 | 167 | |
| | | Ortalama | | | | Bingöl | | | |
| | | Çanakkale | | | | Bingöl | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X}^* | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 93 | 127 | 134 | 118c | 94 | 107 | 148 | 116c | |
| 200 | 150 | 165 | 212 | 176b | 135 | 145 | 207 | 162b | |
| 300 | 172 | 274 | 213 | 220a | 162 | 233 | 173 | 189a | |
| 400 | 98 | 218 | 178 | 165b | 103 | 200 | 153 | 152b | |
| \bar{X} | 128b | 196a | 184a | 169 | 124b | 171a | 170a | 155 | |
| \bar{X} : Ortalama, TS (adet/m ²): Tohum sayısı, SAM (cm): Sıra arası mesafe | | | | | | | | | |
| Çeşitler (Ç): Öd, SAM: **, TS: **, Ç x SAM: **, Ç x TS: öd, SAM x TS: **, Ç x SAM x TS: ** | | | | | | | | | |
| %DK | 11.35 | | | | 7.5 | | | | |

Öd: önemli değil, **: P<0.01 düzeyinde önemlidir.

*: Tohum sayısı ve sıra arası mesafelerde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak P<0.01 önem düzeyinde fark yoktur.

Çanakkale lokasyonunda deneme ortalaması 169 kg/da, Bingöl lokasyonunda ise 155 kg/da olarak tespit edilmiştir. Çeşitler arasındaki fark her iki lokasyonda istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Hem Çanakkale hem de Bingöl lokasyonunda tane verimi bakımından sıra arası mesafeler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$). Çanakkale lokasyonunda en yüksek tane verimi 25 cm sıra arası mesafeden (196 kg/da) elde edilirken, ikinci sıradaki tane verimi 37.5 cm sıra arası mesafeden (184 kg/da) elde edilmiştir. 12.5 cm sıra arası mesafe ise 128 kg/da tane verimi vermiştir. LSD testi sonuçlarına göre iki ortalama grubu oluşmuştur. 25 cm ve 37.5 cm sıra arası birinci ortalama grubunu (a) oluştururken, 12,5 cm sıra arası mesafe ikinci ortalama grubunu (b) oluşturmuştur (Çizelge 1). Bingöl lokasyonunda tane verimi bakımından sıra arası mesafeler LSD testine göre iki ortalama grubu oluşturmuş, birinci ortalama grubunda 171 ve 170 kg/da tane verimi ile 25 ve 37.5 cm sıra arası mesafe yer almıştır. İkinci ortalama grubunda ise 124 kg/da tane verimi ile 12.5 cm sıra arası mesafe yer almıştır.

Tane verimi bakımından tohum sayıları arasındaki farkların iki lokasyonda da istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 1). Çanakkale lokasyonunda tohum sayılarına bağlı olarak karabuğday çeşitlerinin tane verimleri 118 kg/da ile 220 kg/da arasında, Bingöl lokasyonunda ise 116 kg/da ile 189 kg/da arasında değişim göstermiştir.

Çanakkale lokasyonunda en yüksek tane verimi 300 adet/m² ekim sıklığından (220 kg/da) elde edilirken, ikinci sıradaki tane verimi 200 adet/m² ekim sıklığından (176 kg/da), üçüncü sıradaki tane verimi 400 adet/m² ekim sıklığından (165 kg/da) elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise 100 adet/m² ekim sıklığından 118 kg/da elde edilmiştir (Çizelge 1).

İki lokasyonda da çeşit x sıra arası mesafe, çeşit x tohum sayısı, tohum sayısı x sıra arası mesafe ve çeşit x tohum sayısı x sıra arası mesafe etkileşimleri istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 1). Söz konusu etkileşimleri görsel olarak değerlendirmek ve her iki lokasyonda tane verimi bakımından en uygun çeşit, sıra arası mesafe ve tohum sayısını tespit etmek amacıyla çeşitler üzerine, sıra arası mesafeler ve tohum sayılarının dağıtılması ile oluşturulan regresyon eğrileri Şekil 1a, b ve c’de verilmiştir.

Şekil 1a’da görüldüğü gibi en üst çerçeveden bakıldığında Çanakkale lokasyonunda çeşitlerin

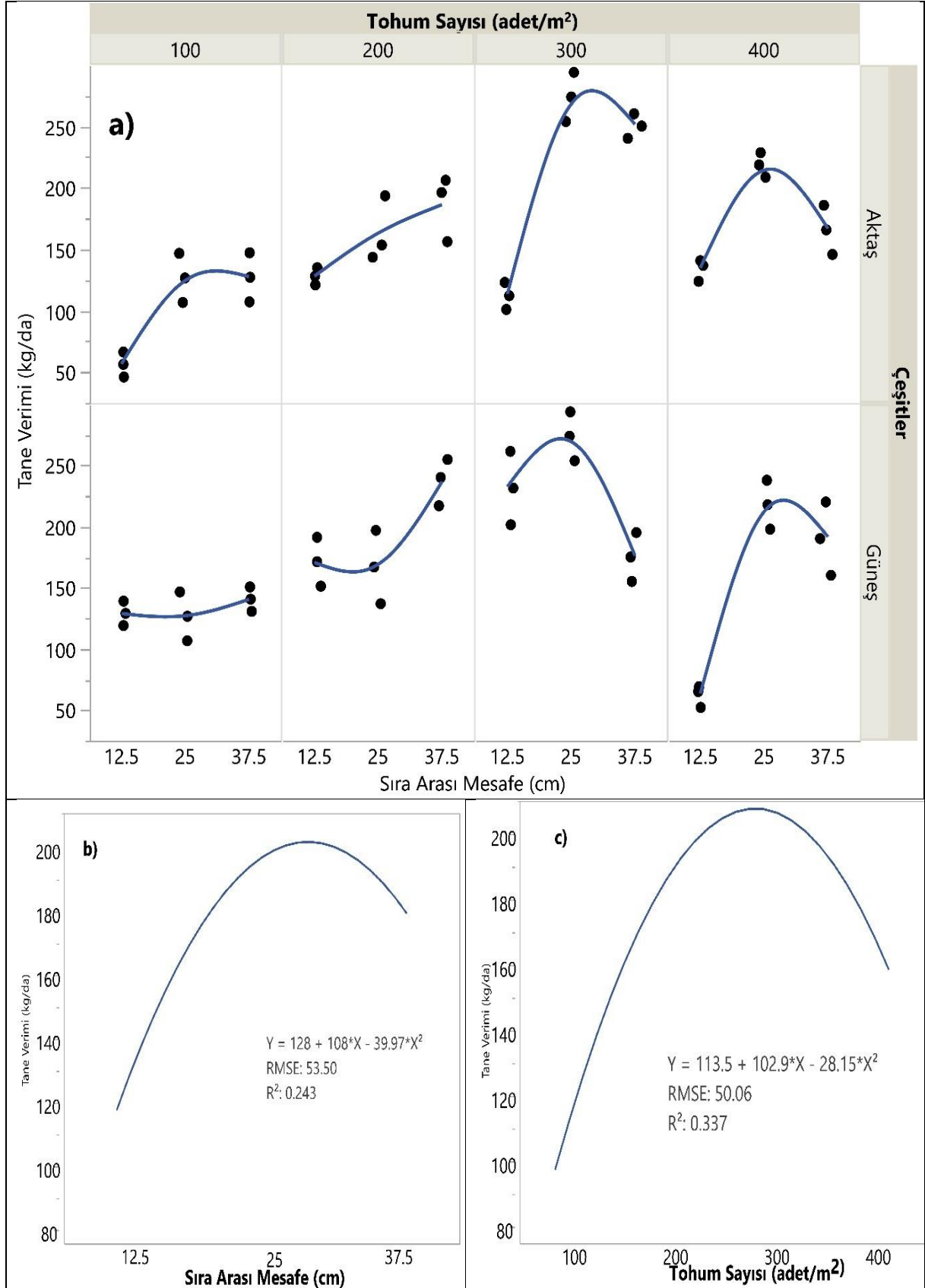
özellikle 100 adet/m² ve 200 adet/m² tohum sıklıklarındaki sıra arası mesafelere verdiği tepkiler oldukça farklı olmuştur. 100 adet/m² tohum sıklığında Aktaş çeşidinin 25 cm ve 37.5 cm sıra arası mesafelerdeki tane verimleri birbirine benzer iken, en düşük tane verimi 12.5 cm’den elde edilmiştir. Güneş çeşidinde ise üç ekim sıklığından elde edilen tane verimleri birbirine yakın gerçekleşmiştir (Şekil 1a).

200 adet/m² ekim sıklığında hem Aktaş hem de Güneş çeşitlerinde en yüksek tane verimleri 37.5 cm sıra arası mesafede belirlenmiş iken, en düşük tane verimleri ise 12.5 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir. 300 ve 400 adet/m² ekim sıklıklarında ise her iki çeşidin ekim sıklıklarına verdiği reaksiyona bağlı olarak regresyon eğrileri benzer olmuştur. Ancak, 300 adet/m² de Güneş çeşidinin 12.5 cm sıra arası mesafedeki tane verimi (232 kg/da) Aktaş çeşidinin yaklaşık olarak iki katı (112 kg /da) olmuştur (Çizelge 1). Çanakkale lokasyonunda iki çeşidin en yüksek tane verimleri 25 cm sıra arası mesafelerde 300 ve 400 adet/m² tohum sayısında elde edilmiştir.

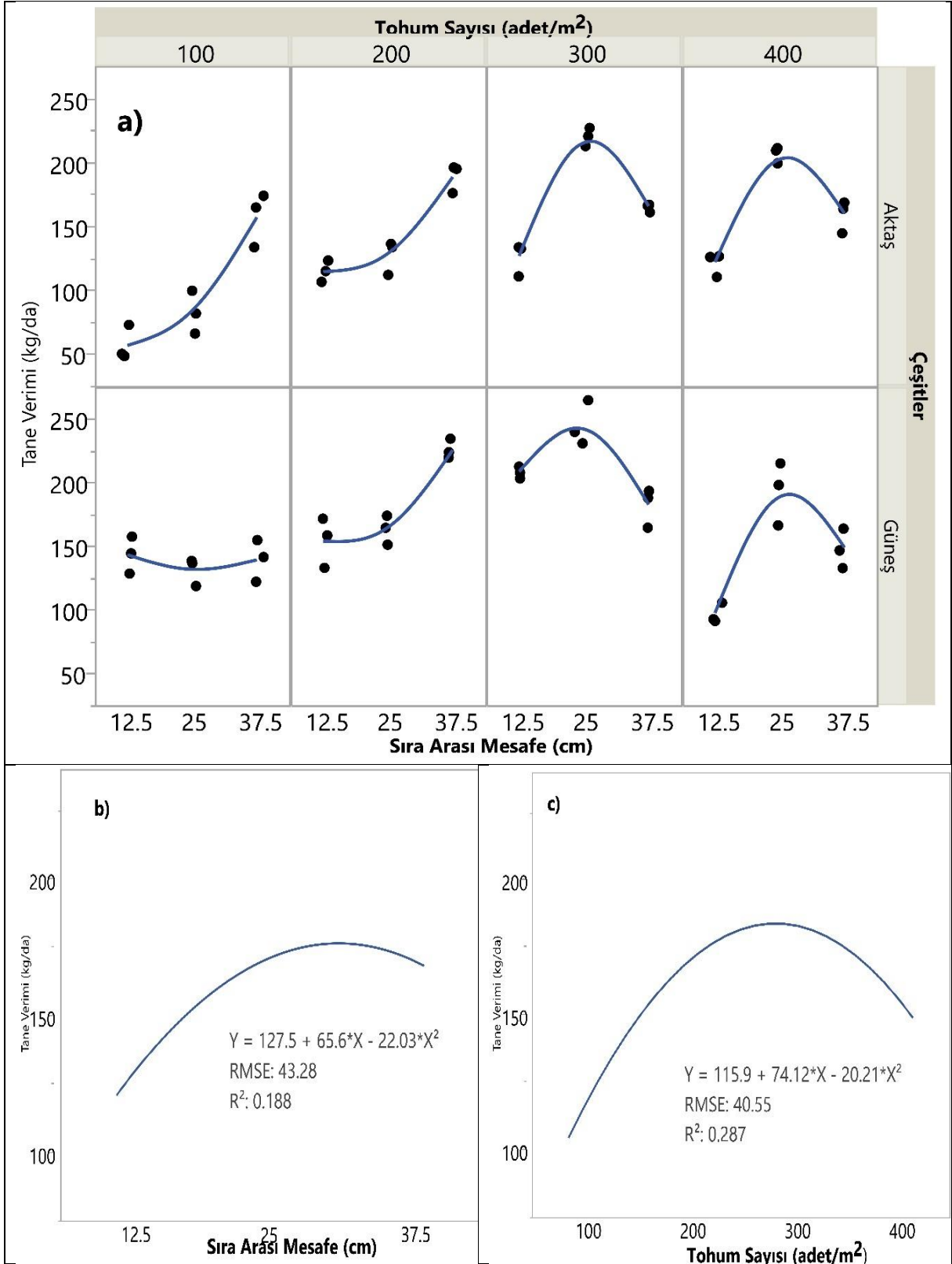
Bingöl lokasyonunda tohum sayısına bağlı olarak tane verimi 116 kg/da (100 adet/m²) ile 189 kg/da (300 adet/m²) arasında değişim göstermiştir. Bu lokasyonda LSD testi sonucuna göre 300 adet/m² birinci ortalama grubunu oluştururken, 200 adet/m² ve 400 adet/m² tohum sayıları sırasıyla 162 kg/da ve 152 kg/da tane verimleriyle ikinci ortalama grubunu oluşturmuştur. Bu lokasyonda sıra arası mesafelerin tane verimleri 124 kg/da (12.5 cm) ile 171 kg/da (25 cm) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre sıra arası mesafeler iki ortalama grubunu oluşturmuştur. Birinci ortalama grubunda 171 kg/da ile 25 cm ve 170 kg/da ile 37.5 cm yer alırken, ikinci ortalama grubunda 124 kg/da tane verimi 12.5 cm yer almıştır (Çizelge 1).

Bingöl koşullarında Aktaş çeşidinin tane sayılarına göre tane verimleri 95 kg/da (100 adet/m²) ile 170 kg/da (300 adet/m²) arasında değişim göstermiştir. Bu lokasyonda sıra arası mesafelere göre Aktaş çeşidinin tane verimi 102 kg/da (12.5 cm), 167 kg/da arasında (37.5 cm) değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Güneş çeşidinin Bingöl lokasyonunda tane verimi tane sayısına bağlı olarak 138 kg/da (100 adet/m²) ile 208 kg/da (300 adet/m²) arasında değişim göstermiştir. Bu çeşidin sıra arası mesafelere bağlı olarak tane verimi 145 kg/da (12.5 cm) ile 183 kg/da (25 cm) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. a) Çanakkale lokasyonunda tane veriminde çeşit x sıra arası x tohum sayısı interaksiyonu, b) Sıra arası mesafeye göre tane verimi c) Tohum sayısına göre tane verimi.



Şekil 2. a) Bingöl lokasyonunda tane veriminde çeşit x sıra arası x tohum sayısı interaksiyonu, b) Sıra arası mesafeye göre tane verimi c) Tohum sayısına göre tane verimi.

Bingöl lokasyonunda interaksiyonları açıklamak amacıyla çeşitlere göre oluşturulan regresyon grafikleri Şekil 2a'da gösterilmiştir. Bu lokasyonda 100 adet/m² tohum sayısı hariç

çeşitlerin tohum sayısına ve sıra arası mesafelere bağlı olarak vermiş olduğu reaksiyonlar en düşük ve en yüksek değerler farklı olarak şekilsel açıdan birbirine benzer gerçekleşmiştir. Çanakkale

lokasyonunda olduğu gibi, 300 adet ve 400 adet tohum sıklıklarında her iki çeşitte de en yüksek tane verimi 25 cm sıra arası mesafede elde edilmiştir (Şekil 2a).

200 adet/m² tohum sayısında ise iki çeşidin tane verimlerindeki değişim birbirine benzer olmuştur. Bu tohum sayısında en düşük tane verimi 12.5 cm sıra arasında elde edilmiş iken, en yüksek tane verimi 37.5 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir.

İki lokasyonda da tüm veriler üzerinden oluşturulan regresyon grafiklerine göre ana ürün olarak yetiştirilen karabuğdayda en yüksek tane verimi 25 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir (Şekil 1b, Şekil 2b). İki lokasyonda tane verimi üzerinden yapılan regresyon analizine göre en yüksek tane verimleri 300 adet/m² tohum sayısında tespit edilmiştir (Şekil 1c, 2c).

Gubbels ve Campbell (1986) iri tohumlu Mancan ve Manor karabuğday çeşitleri ve yarı bodur hatları kullanarak üç yıl süreyle 15, 30, 45 ve 60 kg/ha ekim sıklığının etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında optimum verim için 30 ve 45 kg/ha ekim sıklığının kullanılması gerektiğini önermişlerdir. Park ve ark. (2001) tetraploid karabuğday çeşitlerinin diploid olanlardan daha verimli olduğunu, en yüksek tane veriminin 40 cm x 10 cm ekim sıklığından elde edildiğini bildirmişlerdir. Denememizin amacına benzer şekilde Janos ve Gocs (2009) tarafından yürütülen bir araştırmada 12, 24, 36 ve 48 cm sıra arası mesafelerde 125 bitki/m², 250 bitki/m², 375 bitki/m² ve 500 bitki/m² ekim sıklıkları kullanılmış, bitki sayısına bağlı olarak en yüksek tane verimini (196.3 kg/da) 375 bitki/m² den, sıra arası mesafeye bağlı olarak en yüksek tane verimini 36 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir.

İç Anadolu koşullarında en yüksek yeşil ot verimi 20 cm sıra arası mesafede, en yüksek tane verimi ise 40 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir (Acar ve ark., 2011). Eskişehir koşullarında yürütülen bir araştırmada ise 12 kg/da tohumluk miktarının karabuğdayda yüksek verim için yeterli olduğu bildirilmiştir (Katar ve Katar, 2017). Yavuz ve ark. (2016) ise Aydın ekolojik koşullarında yürütmüş oldukları çalışmada karabuğdayda tane veriminin 244-288 kg/da arasında değiştiğini ve en uygun tohumluk miktarını ise 8 kg/da olarak tespit etmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre Çanakkale lokasyonunda tanede ham protein oranı bakımından tüm muameleler ve muameleler arasındaki interaksiyonlar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Aktaş çeşidinin ortalama ham protein oranı %9.7, Güneş çeşidinin ise %9.3 olmuştur. Ham protein oranı hem sıra arası mesafe

hem de tohum sayısından varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir. Aktaş çeşidinde 300 adet/m² tohum sayısında en yüksek ham protein oranı %10.0 olarak belirlenmişken, 12.5 cm ve 25 cm sıra arasında 300 adet/m² sıklığında sırasıyla %10.4 ve %10.3 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Güneş çeşidinin tüm uygulamalarında tespit edilen protein oranı %9.3 olmuştur. Regresyon analizi sonuçlarına göre Çanakkale lokasyonunda Aktaş çeşidinde farklı tohumluk miktarlarında ve sıra arası mesafelerde elde edilen ham protein oranları tahmin eğrileri birbirinden farklı olmuştur. 100 adet/m² tohumluk adetinde en yüksek ham protein oranı 25 cm sıra arası mesafede, 200 adet/m² tohum sayısında 37.5 cm, 300 adet/m² tohum sayısında 12.5 cm, 400 adet/m² tohum sayısında ise 37.5 cm sıra arası mesafede elde edilmiştir (Şekil 3).

Çanakkale lokasyonunda Aktaş çeşidinde 100 adet/m² ve 400 adet/m² tohum sayılarındaki regresyon eğrileri benzer olurken, 200 ile 400 adet tohum sayılarındaki regresyon eğrileri de birbirine benzer olmuştur. Yukarıdaki ilk iki sıklıkta en yüksek ham protein oranı 12.5 cm mesafede, ikinci sıklıklarda ise 25 cm sıra arası mesafede elde edilmiştir. Varyans analizine göre istatistiksel olarak önemli farklılık olmasa da regresyon analizinde çeşit x sıra arası mesafe x tohum sayısı interaksiyonunun farklı olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu nedenle, ekim sıklığı, sıra arası mesafeler gibi faktörlerin olduğu denemelerde regresyon analizinin yapılması elde edilen sonuçların daha sağlıklı değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Bingöl lokasyonunda varyans analizi sonuçlarına göre ham protein oranında çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olurken, sıra arası mesafe, tohum adedi ve bu muamelelerin interaksiyonları istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2).

Bingöl lokasyonunda sıra arası mesafelerde en düşük ham protein oranı, %9.1 ile 25 cm mesafede, en yüksek ham protein oranı %10.1 olarak 12.5 cm mesafeden elde edilmiştir. 37.5 cm sıra arası mesafede ise ham protein oranı %9.5 olarak gerçekleşmiştir. Sıra arası mesafelerin her birisi LSD testine göre ayrı ortalama gruplarında yer almıştır (Çizelge 2).

Tohum sayısına bağlı olarak ham protein oranı %9.3 ile (300 adet/m²) %9.8 (100 adet/m²) arasında değişim göstermiştir. Ham protein oranında LSD testine göre tohum adetleri üç ortalama grubu oluşturmuştur. Birinci ortalama grubunda %9.8 ile 100 adet/m² ve %9.7 ile 200 adet/m² olurken, ikinci ortalama grubunda %9.5 ile 400 adet/m², üçüncü ortalama grubunda ise %9.3 ile 300 adet/m² tohum sayısı yer almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ham Protein oranının Lokasyonlara ve Uygulamalara göre değişimi

| Aktaş | | | | | | | | | |
|--|----------|------|------|-----------|---------------------|------|------|-----------|--|
| Çanakkale [§] | | | | | Bingöl [¶] | | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 9.3 | 10.3 | 8.6 | 9.4 | 11.1 | 8.7 | 9.5 | 9.8 | |
| 200 | 9.7 | 9.6 | 10.1 | 9.8 | 10.3 | 9.3 | 10.7 | 10.1 | |
| 300 | 10.4 | 10.3 | 9.3 | 10.0 | 8.9 | 10.0 | 8.1 | 9.0 | |
| 400 | 9.1 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.0 | 9.0 | 9.2 | |
| | 9.6 | 10.0 | 9.4 | 9.7 | 10.0 | 9.3 | 9.3 | 9.5 | |
| Güneş | | | | | | | | | |
| Çanakkale | | | | | Bingöl | | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 9.7 | 9.3 | 9.1 | 9.3 | 10.8 | 9.6 | 8.9 | 9.8 | |
| 200 | 9.4 | 9.7 | 9.0 | 9.4 | 9.7 | 8.0 | 10.1 | 9.3 | |
| 300 | 9.2 | 9.5 | 9.3 | 9.3 | 10.2 | 8.5 | 9.9 | 9.5 | |
| 400 | 9.6 | 9.2 | 8.9 | 9.3 | 10.5 | 9.5 | 9.5 | 9.8 | |
| | 9.5 | 9.4 | 9.1 | 9.3 | 10.3 | 8.9 | 9.6 | 9.6 | |
| Ortalama | | | | | | | | | |
| Çanakkale | | | | | Bingöl | | | | |
| TS (adet/m ²) | SAM (cm) | | | | SAM (cm) | | | | |
| | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | 12.5 | 25 | 37.5 | \bar{X} | |
| 100 | 9.5 | 9.8 | 8.8 | 9.4 | 10.8 | 9.2 | 9.4 | 9.8a | |
| 200 | 9.6 | 9.7 | 9.5 | 9.6 | 10.0 | 8.7 | 10.4 | 9.7a | |
| 300 | 9.8 | 9.9 | 9.3 | 9.6 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 9.3c | |
| 400 | 9.4 | 9.5 | 9.3 | 9.4 | 10.1 | 9.2 | 9.2 | 9.5b | |
| | 9.6 | 9.7 | 9.2 | 9.5 | 10.1a | 9.1c | 9.5b | 9.6 | |
| \bar{X} : Ortalama, TS (adet/m ²): Tohum sayısı, SAM (cm): Sıra arası mesafe | | | | | | | | | |
| ¶Bingöl için: Çeşitler (Ç): Öd, SAM: **, TS: **, Ç x SAM: **, Ç x TS: öd, SAM x TS: **, Ç x SAM x TS: ** | | | | | | | | | |
| %DK | | 5.44 | | | | 2.20 | | | |

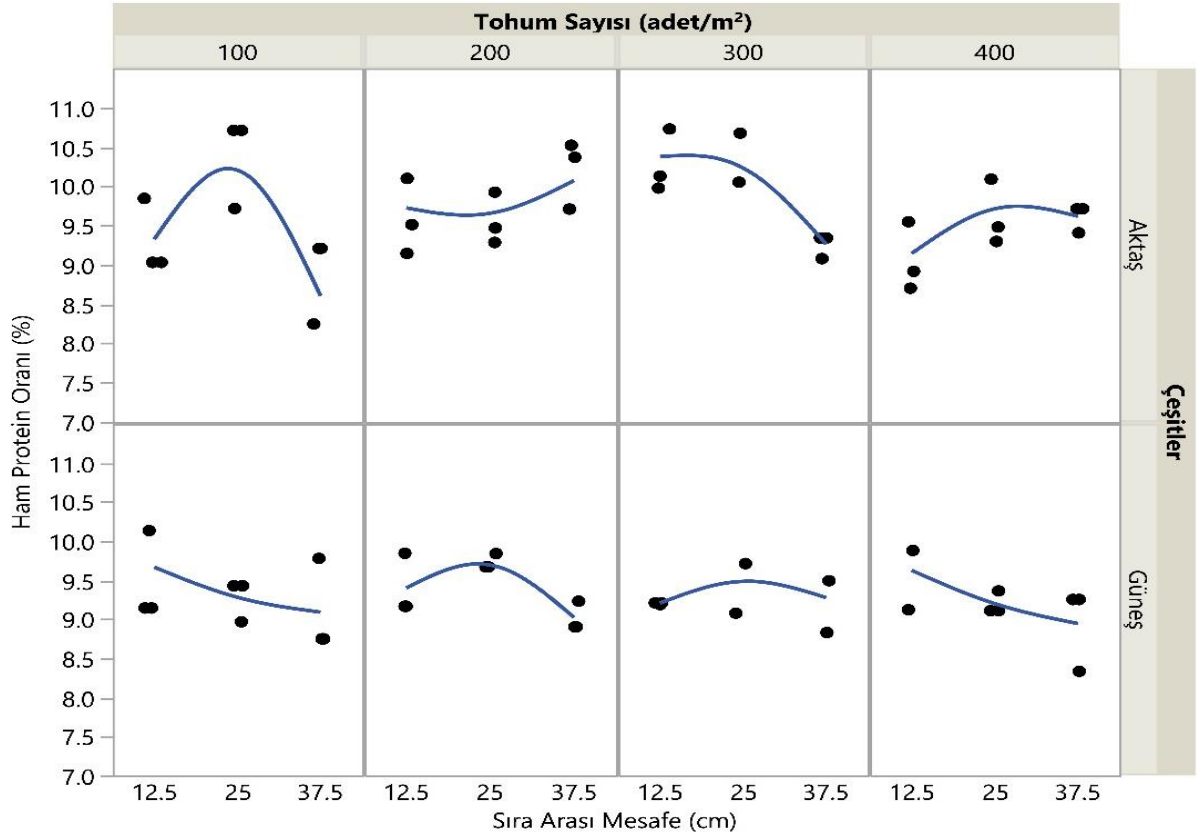
Öd: önemli değil, **: P<0.01 düzeyinde önemlidir.

§: Çanakkale lokasyonunda varyasyon kaynaklarının tamamı arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir.

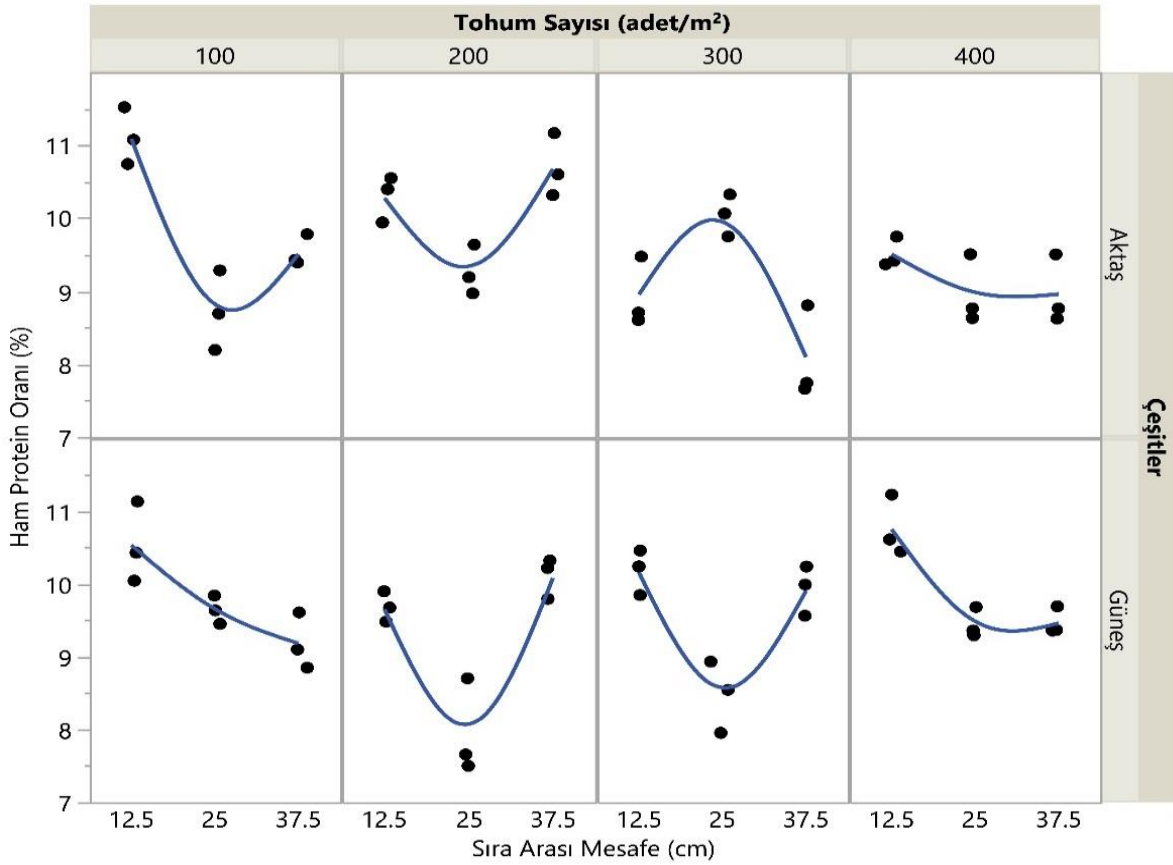
¶: Tohum sayısı ve sıra arası mesafelerde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak P<0.01 önem düzeyinde fark yoktur.

Bingöl lokasyonunda tespit edilen ham protein oranlarının çeşitlere ve ekim sıklığı ve sıra arası mesafelere bağlı olarak değişimleri Şekil 4'te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi 200 ve 400 adet/m²'de çeşitlerin sıra arası mesafelere reaksiyonu benzer olmuştur. Bu iki tohum sayısından birincisinde en düşük ham protein oranları 25 cm sıra arasından, en yüksek ham protein oranları ise 37.5 cm mesafeden elde edilmiştir. 12.5 cm sıra arası mesafe ise 37.5 cm mesafeden sonra yer almıştır. İkincisinde ise en yüksek protein oranları 12.5 cm sıra arası mesafeden, en düşük protein oranları ise 37.5 cm sıra arası mesafeden elde edilmiştir. Ham protein oranında en farklı değişim ise 300 adet/m² tohum sıklığında gerçekleşmiştir. Bu sıklıkta Aktaş çeşidinin en yüksek ham protein oranı 25 cm sıra arası mesafede tespit edilmiş iken, Güneş çeşidinin en

yüksek ham protein oranı ise 12.5 cm arası mesafeden elde edilmiştir. 100 adet/m² sıklığında ise her iki çeşitte en yüksek ham protein oranı 12.5 cm sıra arası mesafede tespit edilmiştir. Tohum sayısı x sıra arası mesafe interaksiyonuna bakıldığı zaman en düşük ham protein oranı 25 cm de 200 adet/m² sıklığında yetiştirilen parsellerden, en yüksek ham protein oranı ise 12.5 cm mesafede 100 adet/m² ekim sıklığında yetiştirilen parsellerden elde edilmiştir (Şekil 4). Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz ham protein oranları Eggum ve ark. (1980) tarafından bildirilen %12 ham protein oranından düşüktür. Bárta ve ark. (2004)'nin bildirmiş olduğu %11.12-12.21 değerlerinin alt sınırına yakındır. De Francischi ve ark. (1994) tarafından karabuğday ununda tespit edilen ham protein oranlarından (%8.4-9.7) daha yüksektir.



Şekil 3. Çanakkale lokasyonunda çeşit, sıra arası mesafe ve tohum sayılarına göre ham protein oranları.



Şekil 4. Bingöl lokasyonunda çeşit, sıra arası mesafe ve tohum sayılarına göre ham protein oranları.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, denemelerin yürütüldüğü bölgelerimizde tane amaçlı karabuğday yetiştiriciliğinde 25 cm sıra arası ve 300 adet/m² tohum sayısının kullanılması yüksek tane verimi alınmasını sağlayacaktır. Ekim sıklığı ve tohum sayılarının faktör olarak değerlendirildiği araştırmalarda, varyans analizi yerine regresyon analizinin kullanılması daha yararlı olacaktır.

§: Bu makalenin Çanakkale lokasyonuna ait veriler Sevim AKÇURA'nın yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

Acar, R. 2009. Karabuğday (Köşeli buğday)'ın Tarımı. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 31: 30-37.

Acar, R., Güneş, A., Topal, İ., Gummadov, N. 2011. Farklı bitki sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(3): 47-51.

Bárta, J., Kalinová, J., Moudry, J., Curn, V. 2004. Effects of environmental factors on protein content and composition in buckwheat flour. *Cereal Research Communications*, 32(4): 541-548.

Brunori, A., Brunori, A., Baviello, G., Marconi, E., Calonna, M., Ricci, M. 2005. The Yield of Five buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Varieties Grown in Central and Southern Italy. *Fagopyrum* 22: 98-102.

Campbell, C.G. 1997. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops 19. IBPGR.Rome.

Christa, K., Soral-Šmietana, M. 2008. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci.*, 26: 153-162.

Debnath, N.R., Rasul, M.G., Sarker, M.M.H., Rahman M.H. Paul A.K. 2008. Genetic Divergence in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). *Int. J. Sustain Crop Prod.*, 3(2): 60-68.

De Francischi, M.L.P., Salgado, J.M., Leitao, R.F.F. 1994. Chemical, nutritional and technological characteristics of buckwheat and non-prolamine buckwheat flours in comparison of wheat flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46(4): 323-329.

Eggum, B.O., Kreft, I., Javornik, B. 1980. Chemical composition and protein quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Foods for Human Nutrition*, 30(3-4): 175-179.

Gubbels, G.H., Campbell, C.G. 1986. Effect of seeding rate on height, yield and quality of large-seeded and semi-dwarf buckwheat genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 66(1): 61-66.

Güzelsarı, U., Kan, Y. 2017. Karaman Ekolojik Şartlarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 200-204.

Janos L., Gocs L., 2009. Second Crop buckwheat in Nyirseg regions. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Protecţia Mediului*, 19: 190-195.

JMP. 2016. JMP Users Guide. Version 13.0.0, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.

Katar, D., Katar, N. 2017. Eskişehir ekolojik koşullarında farklı karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşidinde uygun ekim normunun belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 31-39.

Myers, R.L., Meinke, L.J. 1994. Buckwheat: A Multi-Purpose, Short-Season Alternative (1994). Extension publications (MU).

Park, C.H., Heo, K., Choi, S.Y., Choi, Y.S., Lee, K.C., Kang, Y.K. 2001. Growth analysis of buckwheat influenced by seeding time and planting density. *The Journal of The Korean Society of International Agriculture*, 11(2): 216-221.

Wijngaard, H., Arendt, E.K. 2006. Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 83(4): 391-401.

Yavuz, H., Yiğit, A., Ereku, O. 2016. Farklı Ekim Sıklıklarının Karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Verim ve Bazı Tane Kalitesi Özelliklerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 17-22.

Valenzuela, H., Smith, J. 2002. Buckwheat. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. University Of Hawai. Manoba.

Araştırma Makalesi

Spesifik Yüzeysel Alanı Belirlenmesinde Organik Madde, Kireç ve Demir Oksitlerin Uzaklaştırılmasının Önemi

Nurullah ACİR^{1*}, Hikmet GÜNAL²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

*Sorumlu yazar: nurullah.acir@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 29.12.2019

Kabul Tarihi: 30.12.2019

Özet

Spesifik yüzeysel alanı (SYA), toprakta gerçekleşen birçok fiziksel ve kimyasal işlemin gerçekleştiği ortamı tanımlayan ve bu nedenle besin döngüsü, üretkenlik, kirleticilerin tutulması ve filtre edilmesi, bozulmaya karşı direnç gösterme ve dayanıklılık gibi toprakların sahip olduğu fonksiyonların gerçekleşmesinde etkin olan bir özelliktir. Gaz (azot gibi) ve polar moleküllerin (etilen glikol mono etilen eter (EGME) gibi) adsorpsiyonları, SYA'nın belirlenmesinde kullanılan yaygın yöntemlerdir. Bu çalışmada, farklı kireç, organik madde ve kil içeriğine sahip 50 adet yüzeysel toprağın (0-20 cm) SYA'na kireç, organik madde ve demir uzaklaştırmasının etkisi araştırılmıştır. Toprak örnekleri, kireç, organik madde ve demir (Fe) oksitlerin uzaklaştırılması amacı ile sırasıyla; amonyum asetat, hidrojen peroksit ve sodyum ditionit ile muamele edilmiş ve her bir uzaklaştırma sonrasında örneklerin SYA'ları belirlenmiştir. Son olarak, tüm uzaklaştırma işlemlerinin ardından kum ve silt parçacıkları mekanik olarak ayrılmış her örneğin kil boyutundaki parçacıklarının SYA değerleri de ölçülmüştür. Toprakların muameleler öncesi hesaplanan ortalama SYA $116.55 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ olup, kireç uzaklaştırılması sonrası elde edilen ortalama SYA değeri ($118.50 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) oldukça benzerdir. Organik madde ve demir oksitlerin uzaklaştırılması, toprakların SYA'larının istatistiksel olarak önemli düzeyde artmasına neden olmuştur. Organik madde ve Fe oksitlerin uzaklaştırılması ve killerin SYA değerleri sırasıyla; $163.83 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, $180.32 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ve $307.18 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ 'dir. Sonuçlar, organik madde ve demir oksitlerin uzaklaştırılmasının topraktaki aktif yüzeylerin ortaya çıkarılmasına katkı sağladığını göstermiştir. Bu nedenle, toprakta birçok özellik için gösterge niteliğinde olan SYA değerinin daha doğru belirlenebilmesi için ön muamelelerin standart olarak uygulanması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Spesifik yüzeysel alanı, agregatlaşma, organik madde, kireç, kil, ön muamele.

Importance of Organic matter, Lime and Iron Oxide Removal in Specific Surface Area Measurement

Abstract

Specific surface area (SSA) is an important soil property, which helps defining many physical and chemical processes take place in soils; thus, has significant influence on the performance of soil functions such as nutrient cycle, productivity, retention and filtration of contaminants, resistance to resilience. Adsorption of gases (such as nitrogen) and polar molecules (such as ethylene glycol mono ethylene ether (EGME)) are the commonly used methods to determine the SSA. In this study, the effects of organic matter (OM), lime and iron oxide removal on SSA of 50 surface soils (0-20 cm) with different lime, OM and clay content were investigated. Soil samples were treated with ammonium acetate, hydrogen peroxide and sodium dithionite to remove lime, OM and iron oxides, respectively and the SSA of the samples were determined after each treatment. Finally, the SSA values of the clay-size particles for each soil sample were also measured after mechanically separation of sand and silt particles. Mean SSA determined before the treatments was $116.55 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, which was similar to the mean SSA value obtained after lime removal ($118.50 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$). The removal of OM and iron oxides resulted in a statistically significant increase in SSA of soils samples. The mean SSA after removal of OM and Fe oxides and

the clay particles were $163.83 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, $180.32 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ and $307.18 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, respectively. The results showed that removal of OM and iron oxides contributed to the reveal the active surfaces in the soil. Therefore, pre-treatments should be applied as standard in determining the SSA which is an indicator of several soil properties.

Key words: Specific surface area, aggregation, organic matter, lime, clay, pretreatment.

Giriş

Toprak, bitkilerin ihtiyacı olan besin elementlerinin depolandığı, mikro ve makro organizmaların yaşamlarını destekleyen, insan ve hayvan yaşamı için zararlı toksik maddelerin etkilerini azaltan ve kirleticileri filtreleyerek dönüşümlerin gerçekleştiği doğal bir varlıktır. Toprakların bu fonksiyonları yerine getirebilmesi çeşitli genetik (kil tipi ve miktarı gibi) ve dinamik özellikleri (organik madde gibi) ile yakından ilişkilidir (Karlen ve ark. 1997). Kil mineralleri, oksitler ve organik madde toprağın koloidal yapıya sahip ve fonksiyonların gerçekleşmesinde son derece önemli olan bileşenlerdir (Molina, 2016). Bu üç bileşeni önemli yapan en temel özellik, yapı olarak oldukça küçük olmalarına rağmen sahip oldukları spesifik yüzey alanının (SYA) fazlalığıdır. Bir toprağın SYA'nın yüksek olması, bitkilere sağlanacak besin elementi miktarının da yüksek olması ve/veya zararlı materyallerin toprakta daha fazla filtreleneceği ve tutunacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, SYA toprakların çeşitli fonksiyonları ile doğrudan ilişki bir özelliktir.

Toprakların SYA üzerine etkili olan en önemli bileşenlerin koloidal büyüklükteki bileşenlerin doğası olduğu bildirilmiştir (Carter ve ark. 1986; Erşahin ve ark. 2006). Küçük boyutlarından ve yaygın oluşumlarından dolayı özellikle kil mineralleri topraklardaki toplam mineral yüzey alanının büyük bölümünü oluşturmaktadır (Macht ve ark. 2011). Toprakların SYA'nın belirlenmesinde, düşük sıcaklıklarda uygulanan azot gazı (N_2) (Kahle ve ark. 2002) ve su buharı gibi gaz absorpsiyonu veya etilen glikol mono etilen eter (EGME) (Carter ve ark. 1986), etilen glikol ve metilen mavisi gibi polar moleküllerin absorpsiyonu metotları kullanılmaktadır. Kullanılan materyalin özelliğine bağlı olarak, SYA metotlarının çeşitli avantaj ve dezavantajlarının bulunduğu rapor edilmiştir (Jury ve ark. 1991). Örneğin, N_2 polar olmayan bir moleküldür ve killerin tabakalar arasına giremediğinden dolayı sadece dış yüzeylerin SYA hakkında bilgi vermektedir. Azot gazı kullanımının bu kısıtlaması nedeni ile, killerin tabakalarının arasını da belirleyebilmek için EGME, etilen glikol veya su buharı gibi polar moleküller geliştirilmiştir (Yükselen ve Kaya, 2006). Polar moleküler tabakalar arasına rahatlıkla girebildiği ve bu nedenle genişleme özelliğine sahip minerallerin

SYA'larının belirlenmesinde kullanılabilecekleri bildirilmiş olmasına rağmen, ancak polar moleküllerin farklı düzeyde organik madde içeriğine sahip ve değişik kil minerallerinden oluşmuş topraklarda nasıl sonuç verdiği belirsizliğini korumaktadır (Theng ve ark. 1999).

Toprak özelliklerinden başta kil içeriği ve organik madde olmak üzere, demir oksitler ve kalsiyum karbonat toprakta bulunan mineral ve organik bileşenleri bir araya getirerek agregatlaşmalarını sağlayan bileşenlerdir (Amezket, 1999; Cañasveras ve ark. 2010). Toprak analizlerinde kullanılan 2 mm'den küçük parçacıklar bireysel kum, kil ve silt olabildikleri gibi agregatlaşmış halde de bulunabilirler. Bu nedenle, parçacık büyüklük dağılımı analizi öncesinde, agregatlaşmayı sağlayan bileşenlerin uzaklaştırılmasının daha güvenilir sonuçlar almak için gerekli olduğu bildirilmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Bu kapsamda çalışmanın amacı; agregasyonu sağlayan organik madde, demir oksitler ve kireç gibi bileşenlerin uzaklaştırılmasının toprağın spesifik yüzey alanı miktarına etkisini araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri, Tokat ili sınırları içerisinde yer alan Kazova'da farklı kil, organik madde ve kireç içeriğine sahip 50 noktadan 0-20 cm derinlikten alınmıştır (Şekil 1). Örneklem alanı olan Kazova'nın büyük bir bölümü, Yeşilirmak nehrinin uzun yıllar taşkınlar ile depoladığı birikintilerin yer aldığı düz-düze yakın tarım arazilerinden oluşmaktadır.

Toprak analizleri

Parçacık büyüklük dağılımı Gee ve Bauder (1986) tarafından belirtilen hidrometre metoduna göre yapılmıştır. Toprak örneklerinin organik madde analizi "Modifiye Edilmiş Walkley-Black" metoduna (Nelson ve Sommers, 1982), kireç analizi Scheibler kalsimetresi yöntemine (Kacar, 1994), katyon değişim kapasitesi (KDK) analizi 1 N Sodyum asetat yöntemine (Kacar, 1994), agregat stabilitesi (AS) analizi Islak eleme yöntemine göre (Kemper ve Rosenau, 1986) yapılmıştır.

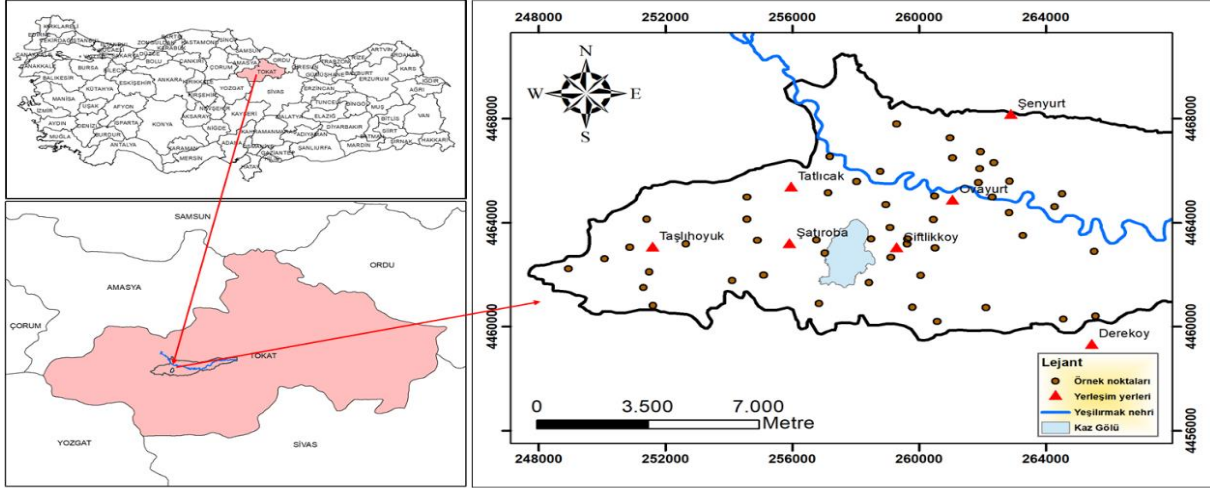
Uzaklaştırma işlemleri öncesi ve sonrasında örneklerin spesifik yüzey alanları (SYA) Cerato ve Lutenegegger (2002) tarafından modifiye edilen

EGME yöntemine göre belirlenmiştir. Polar özellikte olan EGME molekülü parçacıkların etrafında sadece bir kat film oluşturmaktadır. Kullanılan EGME miktarı toplam yüzey alanının göstergesi olarak algılanmakta ve eşitlik 1 kullanılarak, örneklerin SYA hesaplanmıştır (Carter ve ark. 1986).

$$SYA = (W_a / 0.000286 \times W_s) \quad (1)$$

Eşitlikte

SYA; spesifik yüzey alanı ($m^2 g^{-1}$), W_a ; örnekte tutulan EGME miktarı, 0,000286; bir gram toprakta tek bir tabaka EGME oluşturmak için kullanılan EGME'nin ağırlığı ve W_s ; tartılan toprağın ağırlığıdır (g).



Şekil 1. Çalışma alanını ve örnekleme noktalarını gösteren harita.

Spesifik yüzey alanı analizi öncesi uygulanan uzaklaştırma işlemleri

Toprak örneklerinden kirecin uzaklaştırılması için pH'sı 5.0'e ayarlanmış olan sodyum asetat ($NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$), daha sonra organik maddeyi uzaklaştırmak için hidrojen peroksit (H_2O_2) ve en sonunda Fe oksitlerin uzaklaştırılması için sodyum dithionit ($Na_2S_2O_4$) kullanılmıştır. Tüm bu uzaklaştırma işlemlerinden sonra, önce uygun elekler kullanılarak kum parçacıkları kil ve silt'den ayrılmış sonrasında sifonlama yöntemi ile silt ve kil parçacıkları ayırt edilmiştir. Bu işlemlerin her biri aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Kireç uzaklaştırılması: Kirecin uzaklaştırılmasında 20 g 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örnekleri Jackson (2005) tarafından belirtilen yöntemle göre 1000 ml'lik beherlere konularak üzerlerine pH 5.0'e ayarlanmış 0.5 M sodyum asetat ($NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$) çözeltisi eklenmiş ve sıcak su banyosu (yaklaşık 70 °C) içerisine konulmuştur. Toprakların kireç içeriklerine göre değişimle birlikte yaklaşık olarak bir hafta içerisinde karbonatların çözünmeleri ve CO_2 çıkışları tamamlanmıştır. Kireç uzaklaştırılan çözeltiye saf su ilave edilmiş, 3 kez saf su 1600 rpm devir ile 10 dakika santrifüj edilmiş ve elde edilen toprağın bir kısmı kurutulularak yukarıda belirttiği gibi SYA'nı belirlenmiştir.

Organik madde uzaklaştırılması: Toprakların çözülebilir tuzları veya karbonatları

uzaklaştırıldıktan sonra organik madde uzaklaştırılması Kunze ve Dixon (1986) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Kireç uzaklaştırıldıktan sonra topraklar 2000 ml'lik beherlere alınarak üzerlerine %30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) çözeltisinden yaklaşık 5 ml eklenmiştir. Bu işlemi daha hızlı hale getirebilmek adına önceki uzaklaştırma işleminde olduğu gibi sıcak su banyosu (yaklaşık 70 °C) kullanılmıştır. Köpürme işleminin çok yüksek olabileceği düşünülerek beherlerin ağızları cam kapaklar ile kapatılmıştır. Organik maddenin tamamen parçalanması ve köpürme işleminin durması toprakların organik madde düzeylerine bağlı olmakla birlikte yaklaşık 5 gün sürmüştür. Bir önceki prosedürde olduğu organik madde uzaklaştırılması sonrasında da topraklar 1600 rpm devir ile 10 dk santrifüj edilmiş ve bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Süzükler döküldükten sonra toprakların bir kısmı SYA analizi için ayrılmış kalan miktarda ise demir uzaklaştırılması işlemine geçilmiştir.

Demir oksitlerin uzaklaştırılması: Kireç ve organik madde uzaklaştırıldıktan sonra demir oksitlerin uzaklaştırılmasında sodyum dithionit ($Na_2S_2O_4$) yöntemi kullanılmıştır (Kunze ve Dixon, 1986). Bu yöntemle göre, kireç ve organik maddesi uzaklaştırılmış yaklaşık 10 g toprak 1000 ml'lik beherlere konularak üzerlerine öncelikle 100 ml 0.3 M sodyum sitrat dihidrat ve 12.5 ml 0.5 M sodyum

bikarbonat çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra örnekler yaklaşık 80 °C sıcak su banyosuna alınarak üzerlerine 2.5 gr sodyum dithionit çözeltisi eklenilerek sürekli olarak 1dakika boyunca karıştırılmıştır. Yaklaşık 15dk sonra örneklerin üzerine 25 ml sodyum klorür eklenmiştir. Topraklarda flokülasyon işlemi yeterli seviyede değil ise örnekler 25 ml aseton eklenmiş ve karıştırmaya devam edilmiştir. Tüm bu işlemler sonrasında elde edilen süspansiyon 1600 rpm devir ile 10 dakika santrifüj edilmiş ve bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Süzükler döküldükten sonra kalan kısmın bir bölümü SYA belirlenmesi için ayrılmış ve geri kalan kısmı ise kum ve silt parçacıkların uzaklaştırılması işleminde kullanılmıştır.

Kum ve silt uzaklaştırılması: Toprakların kireç, organik madde ve demir oksitleri uzaklaştırıldıktan sonra öncelikle kum büyüklüğündeki parçacıklar uygun elekler kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Kil ve silt boyutundaki parçacıklar ise sifonlama yöntemi ile ayrılmıştır. Gee ve Bauder (1979) tarafından belirtilen yöntemle göre 1130 ml'lik ölçü silindiri içerisinde eklenen topraklara 10 ml sodyum hegza metafosfat çözeltisi ve saf su eklenilerek 1 L'ye tamamlanmıştır. Yaklaşık 30 saniye boyunca toprak-saf su ve sodyum hegza metafosfat karışımı karıştırılmış ve 12 saat sonra silindirin yüzeyinden 10 cm'lik kısmı sifonlanarak biriktirilmiştir. Bu işleme tüm kil boyutundaki parçacıklar sifonlanana kadar devam edilmiştir. Kil içeriğine bağlı olmakla birlikte bu işlem yaklaşık 10 gün sürmüştür. Daha sonra elde edilen kil ve saf su süspansiyonları magnezyum klorür kullanılarak floküle edilmiş ve berrak olan su sifonlanarak uzaklaştırılmıştır. Geri kalan kil fraksiyonları 105 °C'de buharlaştırılarak kil boyutundaki parçacıklar elde edilmiş ve SYA belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler

Toprak örneklerinin temel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiksel parametreler (en küçük, en büyük, ortalama, standart hata, varyasyon katsayısı (VK), ve çarpıklık değerleri), eşleştirilmiş t-testi ile korelasyon analizleri SPSS programı (SPSS 21)

kullanılarak hesaplanmıştır. Uzaklaştırma işlemlerinden sonra elde edilen SYA değerleri eşleştirilmiş t-testi kullanılarak farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığına karar verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir. Parçacık büyüklük dağılımının geniş bir aralıkta olması için Yeşilirmak nehrine yakın arazilerden kum içeriği yüksek olan ve nehirden uzak arazilerden ise kil içeriği yüksek olan toprak örnekleri çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışılan toprakların kum içeriği %7.5 ile %65.0 arasında, kil içeriği ise %12.5 ile %75.0 arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin organik madde içeriği %0.83 ile %5.08 arasında değişmiş ve ortalama organik madde içeriğin %2.15'dir.

Katyon değişim kapasitesi (KDK), organik madde ve kil içerikleri ile doğrusal bir ilişkiye sahiptir. Kil içeriği ve organik maddenin yüksek olduğu örneklerde KDK 45.32 me 100 g⁻¹ iken kum içeriğinin yüksek ve organik maddenin düşük olduğu örneklerde 8.34 me 100 g⁻¹ olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Toprakların kireç içerikleri %3.21 ile %28.05 arasında değişkenlik göstermekte olup ortalama %8.95'dir. Toprakların agregat stabilitesi ortalama %75.57 olup %28.39 ila %100.00 arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 1). Agregatların dayanıklılığı bireysel parçacıkları bir arada tutan maddeler olan kil içeriği (Brubaker ve ark. 1992), Fe oksitler (Goldberg ve ark. 1988), organik madde (Tisdall ve Oades, 1982) ile değişebilir katyonların miktarı ve tipine (El Swaify ve ark. 1970) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının agregatlaşmasını sağlayan organik madde, kireç ve demir oksitler uzaklaştırılmadan ve uzaklaştırıldıktan sonra hesaplanan SYA değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Herhangi bir uzaklaştırma işlemi yapılmadığında toprakların SYA değerleri 47.35 ila 256.85 m² g⁻¹ arasında değişmiş olup ortalama 116.55 m² g⁻¹'dir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

| | Birim | En Küçük | En Büyük | Ortalama | Std. Hata | VK* | Çarpıklık |
|-------|-------|----------|----------|----------|-----------|-------|-----------|
| Kum | % | 7.50 | 65.00 | 23.91 | 11.20 | 46.84 | 1.16 |
| Kil | % | 12.50 | 75.00 | 44.88 | 13.85 | 30.86 | 0.12 |
| Silt | % | 12.50 | 51.25 | 31.21 | 8.97 | 28.74 | 0.12 |
| OM* | % | 0.83 | 5.08 | 2.15 | 1.00 | 46.79 | 1.40 |
| Kireç | % | 3.21 | 20.85 | 8.95 | 3.29 | 36.70 | 1.65 |
| KDK* | | 8.34 | 45.32 | 24.32 | 9.24 | 37.99 | 0.82 |
| AS* | % | 28.39 | 100.00 | 75.57 | 19.84 | 26.25 | -0.62 |

*OM: Organik madde; KDK: Katyon değişim kapasitesi; AS: Agregat stabilitesi, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelge 2. Uzaklaştırma önce ve sonrasına ait spesifik yüzey alanı değerlerine ait tanımlayıcı istatistik ve eşleştirilmiş t testi sonuçları.

| | Tanımlayıcı İstatistik | | | | Eşleştirilmiş t-testi | | | | |
|-----------------|--------------------------------|----------|----------|--------|-----------------------|--------------------|---------------|------------|------------|
| | Birim | En Küçük | En Büyük | Ort. | Standart Hata | SYA* Tekstür | SYA* Kireç | SYA* OM | SYA* Fe |
| SYA* Tekstür | | 47.35 | 256.85 | 116.55 | 49.07 | - | - | - | - |
| SYA* Kireç | | 24.92 | 332.50 | 118.50 | 59.02 | 0.67 ^{öd} | - | - | - |
| SYA* OM | m ² g ⁻¹ | 46.50 | 307.33 | 163.83 | 65.61 | 0.00* | 0.00* | - | - |
| SYA* Fe | | 69.87 | 460.48 | 180.32 | 73.73 | 0.00* | 0.00* | 0.00* | - |
| SYA* Kil | | 93.12 | 561.51 | 307.18 | 101.86 | 0.00* | 0.00* | 0.00* | 0.00* |

SYA: Spesifik Yüzey Alanı; öd: Önemsiz değer; *P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Kireç, organik madde ve demir uzaklaştırılması sonrası elde edilen ortalama SYA değerleri sırasıyla 118.50 m² g⁻¹, 163.83 m² g⁻¹ ve 180.32 m² g⁻¹'dir. Her üç bileşen uzaklaştırıldıktan sonra, kum ve silt ayrılmış ve örneklerin kil parçacıklarına ait SYA değerleri belirlenmiştir. Kil boyutundaki parçacıkların ortalama SYA değeri 307.18 m² g⁻¹ olup, bu değer 93.12 m² g⁻¹ ile 561.51 m² g⁻¹ arasında değişkenlik göstermektedir. Pennell ve ark. (1995), organik maddenin H₂O₂ okside edilmesi sonrası, BET-N₂ metoduna göre belirlenen SYA değerlerinde artış olduğunu rapor etmişlerdir. Bu durum organik maddenin parçalanması sonrasında N₂ molekülünün daha önce ulaşamadığı yüzeylerin ortaya çıkması ile açıklanmıştır. Gözenekleri tıkayan ve kil agregatlarının üzerine kaplayan organik maddenin uzaklaştırılmasının yeni yüzeylerin ortaya çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle de azot gazı adsorpsiyonu ile elde edilen SYA değerlerinin normalden daha düşük olduğu düşünülmüştür (Theng ve ark., 1999). Ancak, organik madde uzaklaştırılmasının, EGME gibi tabakalar arasına rahatlıkla girebildiği düşünülen polar bir molekül ile belirlenen SYA'nın değişimine etkisine ait herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Normal şartlar altında organik madde gibi yüzey alanı yüksek bir maddenin uzaklaştırılması sonrasında yüzey alanında bir düşüş beklenir. Heister (2014), EGME'nin şişme büzülme özelliği yüksek olan killerin tabakaları arasına girmesinde ve organik maddenin polimerik matrisine nüfus etme kabiliyetinde belirsizliklerin olduğunu bildirmektedir. Bu durumda hidrojen peroksit uygulaması sonrasında organik maddenin yüzey alanını tam olarak kaplayamayan EGME'nin organik madde uzaklaştırılması sonrasında daha fazla kil yüzeyini kaplamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca, kil içeriği yüksek topraklarda polar ya da gaz absorpsiyon yöntemine göre belirlenen SYA miktarı organik madde miktarından

çok kil minerallerinin türüne bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Heister, 2014).

Topraktaki demir oksitler kil mineralleri üzerinde kaplamalar oluşturabilirler ve bu kaplamaların uzaklaştırılması topraklarda yüzey alanının artmasına neden olabilirler (Borggaard, 1982). Kireç ve organik madde uzaklaştırılmasından sonra agregatlaşma üzerine etkili olan Fe oksitler sodyum dithionit kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Fe oksitlerin uzaklaştırılması sonrasında toprakların ortalama SYA 180.32 m² g⁻¹ olarak belirlenmiş ve SYA değerlerinin 69.87 ile 460.48 m² g⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür.

Agregatlaşmada etkili olduğu bilinen organik madde, kireç ve demir oksitler uzaklaştırıldıktan sonra, örneklerin kum ve silt bileşenleri mekanik yöntemler ile ayrılmıştır. Kil büyüklüğündeki parçacıkların ortalama SYA değeri 307.18 m² g⁻¹ olup, 93.12 m² g⁻¹ ile 561.51 m² g⁻¹ arasında değişmiştir. Sayın (1983) kil minerallerinden smektitin SYA'nının 800 m² g⁻¹, vermikulitin 750 m² g⁻¹ ve kaolinitin 30 m² g⁻¹ olduğunu bildirmektedir. Kil büyüklüğündeki mineral parçacıkların SYA değerlerinin incelenmesi ile yapılan örneklerin ki mineralojileri hakkında yapılan değerlendirme, çalışılan toprakların mineralojik bileşimlerinde tek bir mineralin olmadığını, bunun aksine birden çok kil mineralinin karışımı olduğunu göstermektedir. Macht ve ark. (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada EGME yöntemi kullanılarak hesaplanan SYA sonuçlarına göre illit kil minerallerinin SYA 112 m² g⁻¹, montmorillonit kil minerallerinin yüzey alanı 475 m² g⁻¹ olarak rapor edilmiştir.

Farklı uygulamalar neticesinde belirlenen yüzey alanları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçlarına göre kireç uzaklaştırılması sonrasında elde edilen SYA ile uzaklaştırmanın olmadığı toprakların SYA değerleri

arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamaktadır. Ancak, diğer tüm agregasyon faktörlerinin SYA alanı üzerine önemli düzeyde etki yaptığı ve farklılaşmasına ($P<0.05$) neden olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 2).

Agregasyon üzerine etkili olan bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile agregasyon faktörlerinin uzaklaştırılması öncesi ve sonrasında hesaplanan SYA değerlerine ait korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kil içeriği ile agregasyon faktörleri uzaklaştırılması sonrasındaki belirlenen SYA değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak azalma göstermiştir. Kil içeriği ile muamele öncesi belirlenen SYA değerleri

arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.01$) pozitif bir korelasyon ($r=0.72$) olduğu belirlenmiştir. Agregatlaşmayı sağlayan bileşenlerin uzaklaştırılması sonucu sadece kil büyüklüğündeki parçacıkların SYA değerleri ile kil içeriği arasında istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) ancak daha düşük düzeyde bir korelasyon ($r=0.47$) olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre EGME yöntemi her ne kadar polar bir molekül olarak killerin tabakaları arasına girebildiği düşünülse de organik madde, kireç ve demir oksitler uzaklaştırılmadan yapılacak SYA analizinin gerçeği yansıtmayacağını göstermektedir.

Çizelge 3. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile uzaklaştırılması öncesi ve sonrası belirlenen SYA değerlerine ait korelasyon testi sonuçları.

| | Kum | Kil | Silt | OM | Kireç | KDK | AS | SYA _{Tekstür} | SYA _{Kireç} | SYA _{OM} | SYA _{Fe} |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Kum | 1.00 | | | | | | | | | | |
| Kil | -0.76** | 1.00 | | | | | | | | | |
| Silt | -0.07 | -0.59** | 1.00 | | | | | | | | |
| OM | -0.24 | 0.22 | -0.04 | 1.00 | | | | | | | |
| Kireç | -0.01 | 0.21 | -0.32* | 0.21 | 1.00 | | | | | | |
| KDK | -0.64** | 0.79** | -0.42** | 0.32* | 0.38** | 1.00 | | | | | |
| AS | -0.16 | 0.38** | -0.39** | 0.52** | 0.26 | 0.51** | 1.00 | | | | |
| SYA _{Tekstür} | -0.46* | 0.72** | -0.53** | 0.13 | 0.27 | 0.76** | 0.43** | 1.00 | | | |
| SYA _{Kireç} | -0.53** | 0.70** | -0.42** | 0.09 | 0.39** | 0.75** | 0.39** | 0.84** | 1.00 | | |
| SYA _{OM} | -0.35* | 0.59** | -0.46** | 0.06 | 0.43** | 0.69** | 0.46** | 0.49** | 0.64** | 1.00 | |
| SYA _{Fe} | -0.25 | 0.51** | -0.48** | -0.02 | 0.43** | 0.70** | 0.33* | 0.47** | 0.58** | 0.91** | 1.00 |
| SYA _{Kil} | -0.27 | 0.47** | -0.40** | -0.03 | 0.44** | 0.65** | 0.37** | 0.48** | 0.60** | 0.71** | 0.74** |

* $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. ** $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Toprağın toplam negatif yükünün dolayısı ile bu yüklerin bulunduğu yüzeylerin bir göstergesi olarak kabul edilen KDK, tüm SYA sonuçları ile istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişkiye sahiptir. İstatistiksel açıdan en yüksek korelasyon Fe oksitlerin uzaklaştırılması ve organik materyallerin uzaklaştırılması ile hesaplanan SYA değerleri arasında ($r=0.91$) gerçekleşmiştir.

Spesifik yüzey alanı, KDK başta olmak üzere kil içeriği, su ve besin elementi tutma, kirleticilerin bağlanması ve mikroorganizmalar için yaşam alanı olma gibi çok sayıda özelliğin göstergesi ve hayati faaliyetin gerçekleştiği ortam olduğundan dolayı, güvenilir bir şekilde belirlenmesi son derece önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuçlar, yüzey alanı belirlenmesinde toprakların organik madde ve Fe oksit gibi mineral parçacıkları bağlayıcı olan bileşenlerinin uzaklaştırılmasının daha güvenilir sonuçlar alınabilmesi adına önemini ortaya koymuştur. Spesifik yüzey alanı sonuçları, polar bir molekül olan EGME’nin organik madde gibi bağlayıcı maddelerin girmiş olduğu tabakalar arasına tam

olarak giremediğini göstermektedir. Kireç uzaklaştırılması sonucu elde edilen SYA sonuçları, kireç uzaklaştırmanın sonuçları önemli düzeyde etkilemediğini bu nedenle de SYA tayini öncesinde kireç uzaklaştırmanın gerekli olmadığını göstermiştir.

Kaynaklar

- Amezketta, E. 1999. Soil aggregate stability: a review. *Journal of sustainable agriculture*, 14(2-3): 83-151.
- Borggaard, O. 1982. The influence of iron oxides on the surface area of soil. *Journal of Soil Science*, 33(3): 443-449.
- Brubaker, S., Holzhey, C., Brasher, B. 1992. Estimating the water-dispersible clay content of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 56(4), 1226-1232.
- Cañasveras, J. C., Barrón, V., Del Campillo, M., Torrent, J., Gómez, J. 2010. Estimation of aggregate stability indices in Mediterranean soils by diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 158(1-2), 78-84.
- Carter, D., Mortland, M., Kemper, W. 1986. Specific Surface. *Methods of soil analysis: Part 1—*

- Physical and mineralogical methods (methodsofsoilan1): 413-423.
- Cerato, A.B., Lutenecker, A.J. 2002. Determination of surface area of fine-grained soils by the ethylene glycol monoethyl ether (EGME) method. *Geotech. Test. J.* 25: 315-321.
- El Swaify, S. A., Ahmed, S., Swindale, L. D. 1970. Effects of adsorbed cations on physical properties of tropical red and tropical black earths: II. Liquid limit, degree of dispersion, and moisture retention. *Journal of Soil Science*, 21(1), 188-198.
- Ersahin, S., Gunal, H., Kutlu, T., Yetgin, B., Coban, S. 2006. Estimating specific surface area and cation exchange capacity in soils using fractal dimension of particle-size distribution. *Geoderma*, 136(3-4), 588-597. doi:10.1016/j.geoderma.2006.04.014
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis 1. *Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods (methodsofsoilan1)*: 383-411.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 1004-1007.
- Goldberg, S., Suarez, D., Glaubig, R. 1988. Factors affecting clay dispersion and aggregate stability of arid-zone soils. *Soil Science*, 146(5): 317-325.
- Heister, K. 2014. The measurement of the specific surface area of soils by gas and polar liquid adsorption methods limitations and potentials. *Geoderma*, 216: 75-87.
- Jackson, M.L. 2005. *Soil chemical analysis: Advanced course*. UW-Madison Libraries Parallel Press.
- Jury, W., Gardner, W., Gardner, W. 1991. *Soil physics*. Journal of Environmental Quality (United States), 21(4).
- Kacar, B. 1994. *Bitki ve Topragın Kimyasal Analizleri*. III. Toprak Analizleri. Ü. ZF Eğt. Araşt. ve Gel. Vakfı Yayın (3).
- Kahle, M., Kleber, M., Jahn, R. 2002. Predicting carbon content in illitic clay fractions from surface area, cation exchange capacity and dithionite extractable iron. *European Journal of Soil Science*, 53(4): 639-644.
- Karlen, D., Mausbach, M.J., Doran, J., Cline, R., Harris, R., Schuman, G. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal*, 61(1): 4-10.
- Kemper, W., Rosenau, R. 1986. Aggregate Stability and Size Distribution 1. *Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods (methodsofsoilan1)*, 425-442.
- Kunze, G.W., Dixon, J.B. 1986. Pretreatment for mineralogical analysis. *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods, (methodsofsoilan1)*: 91-100.
- Macht, F., Eusterhues, K., Pronk, G. J., Totsche, K.U. 2011. Specific surface area of clay minerals: Comparison between atomic force microscopy measurements and bulk-gas (N₂) and -liquid (EGME) adsorption methods. *Applied Clay Science*, 53(1): 20-26. doi:10.1016/j.clay.2011.04.006
- Molina, F.V. 2016. *Soil colloids: Properties and ion binding*: CRC Press.
- Nelson, D., Sommers, L. 1982. *Methods of soil analysis. Part, 2*: 539-579.
- Pennell, K., Abriola, L., Boyd, S. 1995. *Surface area of soil organic matter reexamined*. Soil Science Society of America Journal, 59(4):1012-1018.
- Sayın, M. 1983. *Toprak Mineralojisi, Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Notları* (78).
- Theng, B.K.G., Ristori, G.G., Santi, C.A., Percival, H.J. 1999. An improved method for determining the specific surface areas of topsoils with varied organic matter content, texture and clay mineral composition. *European Journal of Soil Science*, 50(2): 309-316.
- Tisdall, J.M., Oades, J.M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33(2), 141-163.
- Yukselen, Y., Kaya, A. 2006. Comparison of methods for determining specific surface area of soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 132(7): 931-936.

Araştırma Makalesi

**Tokat İli Narince Üzüm Çeşidinde Farklı İlaç Uygulamalarının Bağ Yaprak Uyuzu
[*Colomerusvitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)]'na Karşı
Etkinliği[§]**

İbrahim YAZICI¹, Ayşe YEŞİLAYER^{2*}

¹Saray ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tekirdağ

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Tokat

*Sorumlu yazar: ayse.yesilayer@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 30.12.2019

Kabul Tarihi: 30.12.2019

Özet

Çalışma, Tokat ili Niksar İlçesine bağlı Gözpinar köyünde arazi koşullarında, Narince üzüm çeşidi (*Vitis vinifera* L.) ile tesis edilmiş bağda 2014-2015 yıllarında yürütülmüştür. Denemede, Elementel Toz Kükürt (TK6) ve Azadirachtin (Neemazal T/S)'in 3 farklı dozu ile Mikronize Kükürt (MK) etkili maddesinin, Bağ yaprak uyuzu [*Colomerus vitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)]'na karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, toplam yedi farklı uygulamanın hepsi de zararlının popülasyonunu azaltıcı etki gösterirken, sırasıyla Mikronize kükürt (MK), uygulamasında ilk yıl; %62.50, %81.25, %100 ve %100, ikinci yıl ise %58.23, %92, %98 ve %100 oranında etki göstermiştir. Geleneksel mücadele kullanılan Elementel kükürt 6 (kg-l) (TK6) her iki yılda da %100 oranlarında etki etmiştir. Azadirachtin'in üç konsantrasyonunda da ortalama etki oranı her iki yıldaki uygulamalarında ortalama etki %80-%100 arasında değişmiştir. Deneme 3 tekrarlı ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bağ yaprak uyuzu, *Colomerus vitis*, Narince çeşidi, bağ, Azadirachtin, kontrol, Tokat.

Efficiency of Different Pest Application against Grape Erineum Mite [*Colomerusvitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)] on Narince Grape Variety in Tokat Province

Abstract

The study was under the field condition carried out in 2014-2015 in the vineyard of Narince grape (*Vitis vinifera* L.) cultivated in Gözpinar village of Niksar district of Tokat province. In the trial, it was investigated the efficiency of Micronized Sulfur (MK)-active substance with three different doses of Elementel Powder Sulfur (TK6) and Azadirachtin (Neemazal T/S) against the Grape erineum mite [*Colomerus vitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)] was investigated. As a result of the study, a total of seven different applications have been shown to reduce the population of the pest, while micronized sulfur (MK), first year respectively; 62.50%, 81.25% and 100% effect and second year respectively; 58.23%, 92%, 98% and 100% effect. Elemental sulfur 6 (kg-1) (TK6), which is traditionally used in control, have been effected of 100% in both years. In the three concentrations of Azadirachtin applications the average effect in varied from 80% to 100% in 2014 and 2015 also. The experiment was established with 3 replicates and 4 replications.

Key words: Grape erineum mite, *Colomerus vitis*, Narince grape, vineyard, Azadirachtin, control, Tokat.

Giriş

Bağcılık tarihi dünyada oldukça eskidir, Ülkemiz, bağcılık için en elverişli iklim kuşağı üzerinde yer almasının yanı sıra, son derece eski ve köklü bir üretim geleneğine sahiptir (Çelik, 1998).

Üzüm, Rhamnales takımı, Vitaceae (Asmagiller) familyası *Vitis* cinsinden sarılgan yapılı bir bitkidir. Dünyada 1994-2016 yıllarındaki toplam üzüm üretim miktarlarına göre ülkemiz, 87118427 ton ile ABD ve İspanya'nın ardından 6. sırada yer

almaktadır. Yine 2016 yılı FAO verilerine göre ise 14763000 ton üretim ile Çin'in lider olduğu Dünya üzüm üretiminde, Türkiye 4000000 ton ile 6. sırada yer almaktadır (Anonim, 2016). Türkiye'de 416 906 ha alanda 4200000 ton yaş üzüm üretimi gerçekleşirken, 2004 yılından 2017 yılına kadarki 14 yıllık dönemde, kayıtlara geçen toplam üzüm üretimi 55919248 tondur (Anonim, 2017a, TÜİK, 2017). Buna karşın birim alandan getirisi yüksek, aile işletmeciliğine uygun, üzüm yetiştiriciliğine göre bakım ve masrafları düşük, bağcılık için ekolojinin çok uygun olmadığı bölgelerde yaprak üretiminin mümkün olması ile her geçen gün salamuralık asma yaprağına olan talebin artarak asma yaprak üretimini bağcılığın yeni bir üretim modeli olarak karşımıza çıkarmaktadır (Cangi ve ark., 2012). Tokat ilinde 2017 verilerine göre 46558 dekar alandan il genelinde 12000 ton civarında salamuralık yaprak üretildiği ve 13 adet bağ yaprağı işleme tesisinin bulunduğu bildirilmektedir (Cangi ve Yağcı, 2012; Anonim 2017a). Tokat'ın Narince yaprağı son dönemde Türk Patent ve Marka Kurumu'nun 15.03.2017 tarih ve 001 sayı ile yayınladığı, Resmi Coğrafi İşaret ve Geleneksel Ürün Adı Bülteni' inde C2016/052 başvuru numarasıyla "Erbaa Narince Bağ Yaprağı" coğrafi işaret etiketini almış ve bölgeyle anılan tescilli bir ürün haline gelmiştir (Anonim, 2017b). Genellikle Narince çeşidi, şaraplık olmakla birlikte, sofralık ve şıralık olarak da kullanılmaktadır. Tokat'ın en kaliteli sarmalık yaprağına sahip bu çeşidin salamuralık yaprağı marka haline gelmiş iç ve dış piyasada aranır hale gelmiştir (Göktürk ve ark., 1997). Salamuralık yaprak konserveciliklerinde asma yaprağının ince, az tüyü olan ve olabildiğince az dilimli yaprak tercih edilmektedir. Ülkemizde asma yaprağının işlenmesinde bu tanıma Narince ve Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidi girmektedir (Kılıç ve ark., 2007). Uzun zamandır bölgede de Narince üzüm çeşidinden elde edilen salamuralık asma yapraklarının en önemli zararlılarından birisi Bağ yaprak uyuzu [*Colomerus vitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae)]'dur. Dünyada Bağ yaprak uyuzunun sebep olduğu semptomların ilk bilgisi 1680 yılında İtalya'da kayda geçmiştir. Son zamanlarda da zararlı akar Avrupa, Amerika, Afrika ve Avustralya'da bulunan bağların bir çoğunda sorun olarak ortaya çıkmaktadır (Ferragut ve ark., 2008). Ülkemizde genellikle Orta Anadolu, Güney Doğu Anadolu ve Ege Bölgeleri'nde *C. vitis*'in yaygın bir zararlı olduğu bildirilmektedir (İren, 1972; Maçan, 1984; Altınçağ ve Akten 1993). Ege Bölgesi bağ alanlarındaki fitofag akarların biyolojik mücadelesine yönelik olarak yapılan bir çalışmada, örneklenen bağlarda fitofag akarlardan, *C. vitis*'in tüm bölgede yaygın ve yoğun olarak bulunduğu belirlenmiştir (Göven ve ark., 2009). Bağ yaprak

uyuzu (*C. vitis*)'nun en fazla ve öncelikli zarar yaptığı asma organı yapraklardır. Zararının nimf ve erginleri ilkbaharda gözler açılırken ve geç sonbahara kadar devam eden zamanda yaprakların alt yüzeyine yerleşir ve öz suyunu emerler. Beslenme sonrasında öncelikle asma yapraklarının altında çukurcuklar ve karşısında kabarcıklar oluşur. Bu çukurlarda zamanla oluşan tüylü doku kahverengine döner. Bu yapıya erineum adı verilir. Yoğunluk artıkça zararda artmaktadır (Düzgüneş 1980; Alaoğlu, 1984; Anonim, 2008).

Dolayısıyla bu zararlı, salamuralık asma yaprağı üretiminde kalite ve verimi etkileyen başlıca düşmandır. Populasyon yoğunluğu düşük olduğunda Bağ yaprak uyuzuna karşı genellikle özel bir ilaç uygulaması gerekmez ve külleme için atılan kükürt bu zararlıyı da kontrol altında tutmaktadır (Uzun, 2003). Ancak bu uygulamanın yeterli olmadığı, belirtilerin yoğun olarak tekrar tekrar görülmeye başlandığı hallerde veya zararlıların kullanılan etken maddelere dayanıklılık kazanma ihtimalleri söz konusu olduğunda, iç ve dış pazarda talep gören asma yapraklarının korunması için alternatif ilaçlara ve ilaçlama planına ihtiyaç vardır. Çünkü ihracatı da yapılan ünlü Tokat Yaprağı'nın bazı yıllarda olduğu gibi pestisit kalıntıları yüzünden geri dönüşleri yaşanmaktadır. 2007 yılında bölgeden ihracat için Almanya'ya gönderilen salamuralık yapraklarda, pestisit kalıntılarının ortaya çıkması ihracatta sorun yaşanmasına neden olmuştur (Kılıç ve ark., 2007).

Sentetik pestisitlerin zararları son zamanlarda herkesçe kabul edilmekte ve zararlılarla mücadelede yeni arayışlar içine girilmektedir. Bağ yaprak uyuzuyla mücadele edebilmek için sentetik preparatlar yerine Asya'da ve özellikle Hindistan'da geleneksel olarak kullanılan ve neem ağacından (*Azadirachta indica*) elde edilen Azadirachtin kullanılmıştır. Ayrıca bitkisel üretimde ekonomik kayıplara yol açan zararlılarla mücadelede, en sağlıklı yöntem faydalı organizmaların kullanılmasıdır. Bu işin ilk adımı ise faydalı organizmaların korunmasıyla başlamaktadır (Birişik ve ark., 2012). Azadirachtin içerikli preparatların, faydalılara karşı en az zararı veren doğal pestisitler olduğu yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca bitkiden elde edilmeleri, tüketilen ürünlerdeki bekleme sürelerinin kısıllığı ve çevre kirliliğine neden olmamaları açısından önemli preparatlardır. *A. indica*'nın bileşenleri içerisinde alkaloid, lavonoid, triterpenoid, phenolic, carotenoid, steroid ve keton gibi biyolojik olarak birçok aktif maddeler bulunmaktadır. En yaygın bileşeni azadirachtin'dir. Azadirachtin A'dan G'ye kadar adlandırılmış yedi tane tetranortriperpernoidin karışımından oluşmaktadır. "Azadirachtin E" en etkili üreme düzenleyicisidir.

“Azadirachtin A” ise böcek kovucu, beslenme engelleyici ve böcek büyüme düzenleyicisi (IGR) olarak çalışmaktadır(Hasmat ve ark. 2012).

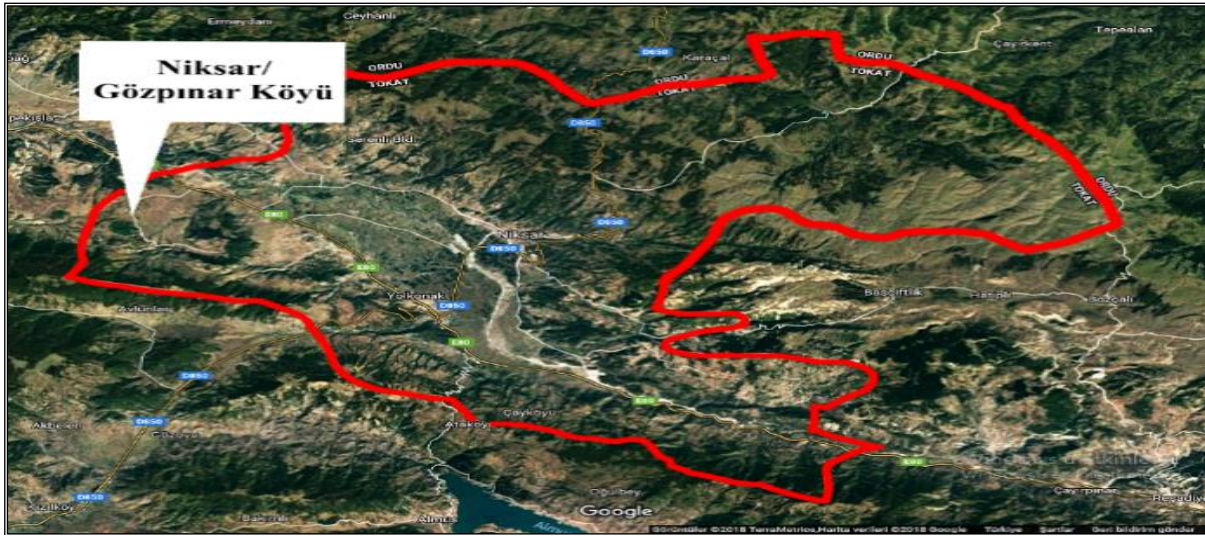
Deneme Tokat bölgesi için önemli sembol ve gelir kaynağı olan aynı zamanda yemeklik yaprak kalitesi yüksek ve salamuralık asma yaprağının ticari olarak Tokat bölgesinde en önemli tarım gelirleri arasında yer almasından dolayı Narince üzüm çeşidine ait asmalarda gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, Narince çeşidinde 3 farklı dozda; elementel toz kükürt, Azadirachtin (Neemazal) ve mikronize kükürt uygulamalarının, bağ yaprak uyuzu [*Colomerus vitis* Pagenstecher

(Acarina: Eriophyidae)]’na karşı etkinliği araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemenin kurulması

2014 ve 2015 yılı Mayıs-Haziran aylarında Tokat’ın Gözpinar köyünde çift kollu kordon telli terbiye sistemiyle 2000 yılında, parsellerde sıra üzeri 1.5 m, sıra arası 3 m ve 1103 Paulsen asma anacına aşılı Narince çeşidi kullanılarak tesis edilmiş 412 metre rakımda 40.61674998 enlem ve 36.72528327 boylam, 0 ada 75 parselde, Amasya-Erzincan karayoluna kuş uçuşu 2650 m olan alanda üretici bağında deneme yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme yeri Niksar/Gözpinar köyü (Anonim, 2018).

Deneme deseni

Denemede fungusit-akarisit Mikronize kükürt (MK), Elementel toz kükürt (TK, 3, 5 ve 6 kg-L), bitkisel insektisit-akarisit Azadirachtin (Neemazal T/S-A; 300 v/v, 500 v/v ve 600 v/v)ve kontrol olmak üzere 7 farklı dozda ilaç ve 1 kontrol parseli olacak şekilde planlanmış, deneme alanı 4 bloğa ayrılmıştır. 180 m²lik alanda her blok içerisinde uygulamalar tesadüfi olarak dağıtılmış ve 4’erli gruplara ayrılan 16 omca üzerinden 8 uygulama ile toplamda 128 omcada deneme gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada parsellerde deneme deseninde sıra üzeri mesafe 50±5 cm, sıra arası mesafe 210±15 cm olarak düzenlenmiş ve bloklar arasına parsellerin birbirlerinden etkilenmemesi için sıralara dik şekilde birer omca sınır tesiri olarak bırakılmıştır. Deneme tesadüfi blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Uygulamalar 2 yıl tekrar edilmiştir.

İlaçların uygulanması

Denemede Narince üzüm çeşidinin asmaları deneme desenine göre seçilmiş ve uygulamalara

göre önceden belirlenmiştir. İlaç uygulamaları ticari firmaların önerdiği dozların alt ve üst dozları şeklinde yapılmış olup, her uygulama sonrası ilaçlama pompası iyice temizlendikten sonra yeni ilaçlamaya geçilmiştir. İlaçların miktarı belirlenirken dekara doz olarak kullanılanlar, deneme sahasının ölçülerine göre hesaplanmış, 100 L suya önerilenler ise 1 birim suyun ıslattığı omca sayısına göre sırt pompasının kalibrasyonu yapılmış, 16 omca için püskürtme hacmi 10 L olarak belirlenmiştir. Asma yaprakları için toplama zamanı Tokat’ta sürgünlerin sürmeye başlamasıyla, yaprak toplama dönemi olan mayıs-temmuz aylarında, sürgünlerin uçtan itibaren 4., 5. ve 6. yaprakları 2/3 büyüklüğüne eriştiği zaman toplanmaktadır (Cangi ve ark., 2005). Denemede önlem amaçlı olarak uygulanan Tradesuper 25 EC külleme için ve mildiyö için Captan 50WP ilaçların bekleme sürelerinin bitmesi ve sürgünlerin 20-25 cm boya ulaşmasından sonra bağ yaprak uyuzu belirtilerinin görülmeye başlamasından itibaren 3 farklı fungusit-akarisit ve insektisit 7 doz şeklinde, 7’şer gün arayla 3 dönemde (ilk hafta zorunlu ilaçlama ve 10 gün sonrasında, ilk yıl 10.05.2014-01.06.201; ikinci yıl

12.05.2015-06.06.2015) uygulanıp her uygulama öncesi ve son uygulama olan 3. uygulamanın ardından her omcadaki yapraklardan numune alınmıştır.

Asma yapraklarının toplanması ve akarların ekstraksiyonu

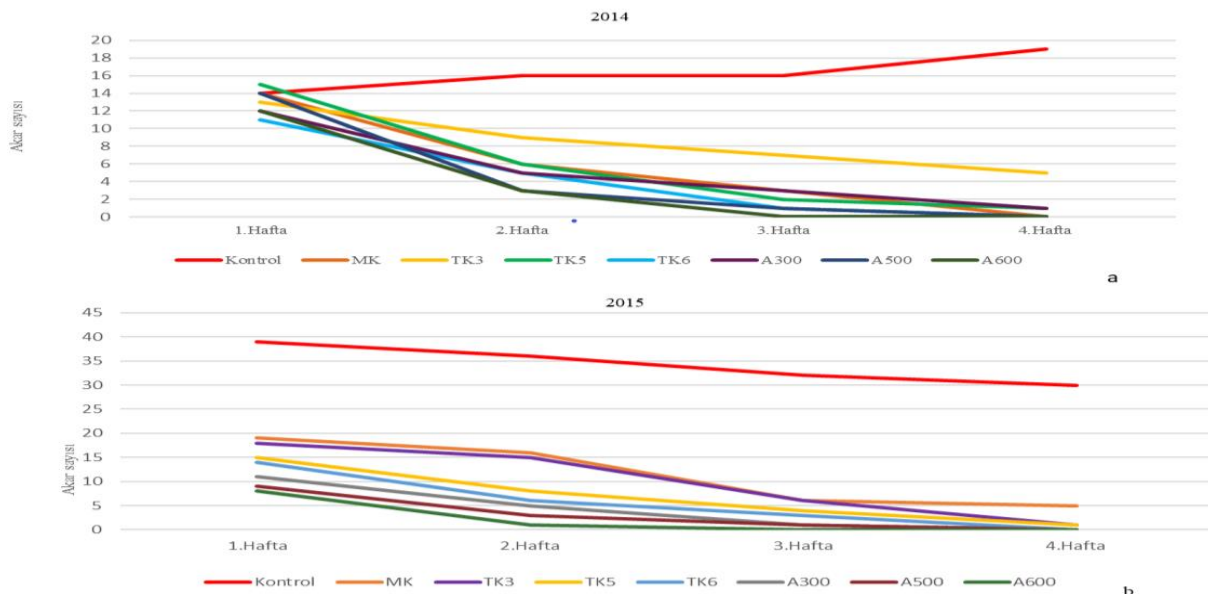
Bağ Yaprak Uyuzuna karşı geleneksel ilaçlara karşı alternatif ilaç denemesinde 2 yıl üst üste gidilen bağ alanındaki deneme parselindeki ilaçlanmış ve kontrol parselinde yer alan omcaldan yaprak örneklemeleri alt, orta ve üst yapraklarından 3'er adet olacak şekilde yapılmıştır. Her iki yılda da toplanan taze asma yaprakları polietilen poşetlere konularak etiketlenmiş ve buz aküleri kullanılarak laboratuvara getirilmiştir. Her uygulama ve her tekerrüre ait yapraklar, binoküler mikroskop altında incelenmiş, sağlıklı ve sağlıklı yapraklar sayılarak kaydedilmiştir. Daha sonra yapraklar, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan Berlese hunilerine konularak ekstraksiyon için %70'lik etil alkol dolu falkon tüpleri yerleştirilip 48 saat bekletilmiştir. Akarlar daha sonra Hoyer ortamında prepere edilmiştir (Düzgüneş, 1980; Krantz 1978). Yapılan preparatlar için gerekli etiketlemeler yapılarak, kuruması ve teşhis özelliklerinin daha belirgin hale gelmesi için 48 saat boyunca 45°C'ye ayarlı etüvde bırakılmıştır. Asma yapraklarından ekstrakte edilerek preparatları hazırlanan *BYU-Colomerus vitis* Pagenstecher (Acarina: Eriophyidae) bireyleri Doç. Dr. Eysel DENİZHAN (Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van) tarafından teşhis edilmiştir.

İstatistik analiz

Tesadüf Blokları Deneme Desenine uygun olarak yürütülen çalışmadaki tüm istatistik analizlerde MSTAT-C istatistiksel analiz programı kullanılmıştır (Freed ve Eisensmith 1986). Pestisitlerin *C. vitis* popülasyonuna olan % etki değerleri Abbott formülü ile hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Elde edilen % etki değerlerine açı transformasyonu uygulanmış ve transforme edilen bu değerlere Varyans analizi uygulanarak uygulamalar arasındaki arası farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

2014-2015 yılında yapılan çalışmada, Azadirachtin (Neem Azal T/S) ve elementel toz kükürt'ün 3 farklı dozu ile Mikronize kükürt (firmaca önerilen)'ün bağ yaprak uyuzu (BYU) üzerindeki insektisidal etkisi tarla koşullarında araştırılmıştır. İlk yıl Mikronize kükürt (MK) uygulamasında 3 haftalık örneklemede sırasıyla 14, 7, 3 birey tespit edilirken son hafta zararlıya ait bireye rastlanılmamıştır. 2015 yılında ise haftalara göre birey sayısı 19, 16, 6 ve 5 olarak bulunmuştur. İlk yıl en düşük doz olan Elementel toz kükürt 3kg-l (TK3) uygulamasının ilk haftasında 13, ikinci haftasında 9, üçüncü haftasında 7 ve dördüncü haftasında 5 birey belirlenirken, ikinci yıl son iki hafta sırasıyla 6 ve 1akar görülmüştür. 2014 yılında Elementel toz kükürt 5kg-l (TK5) ve Elementel toz kükürt 6kg-l (TK6) uygulamalarının her ikisinde de en son hafta sadece 3akar görülmüştür. 2015 yılında dördüncü haftada 5kg-l'de 1 ve 6 kg-l dozunda ise 4 birey bulunmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. 2014 ve 2015 yıllarında farklı ilaç (MK, TK3, TK5, TK6, A300, A500 ve A600) uygulamalarının *Colomerus vitis*'e popülasyon değişimine etkisi.

Şekil 1’de görüldüğü gibi, 2014 yılı Azadiractin 300ppm (A300) uygulamasının ilk haftasında 12, ikinci haftasında 5, üçüncü haftasında 3 ve dördüncü haftasında 1 birey tespit edilmiştir. İlk yıl en yüksek konsantrasyon Azadiractin 600ppm (A600)’de ilk haftasında 12 akar bulunurken, üçüncü ve dördüncü haftaya ait numunelerde zararlıya rastlanılmamıştır. 2015 yılında ise ikinci hafta 1 akar belirlenirken son iki hafta akar görülmemiştir (Şekil 1). Denemede kullanılan geleneksel yöntemdeki Mikronize kükürt ve Elementel kükürt benzer etki gösterirken en

yüksek etki Azadractin de görülmüştür. Azadractin uygulamaları arasında en fazla etki 600 ppm’de görülmüştür. Bağ denemesinde her iki yılda da zamana ve doza bağlı olarak akar sayısında azalma tespit edilmiştir.

Uygulama ilaçlarının bağ yaprak uyuzuna etki oranları (%)

Her iki yıldaki uygulamalarda tespit edilen bireylerin yüzdelere açılı transformasyonu uygulandıktan sonra yapılan varyans analiz sonucu yıllara göre verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Uygulanan ilaçların etki (%) oranlarına ait varyans analiz tablosu.

| 2014 | | 1. uygulama | | 2. uygulama | | 3. uygulama | |
|-------------------|------------------|------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------|
| Varyasyon kaynağı | Serbest derecesi | Kareler ortalaması | F | Kareler ortalaması | F | Kareler ortalaması | F |
| Tekerrür | 3 | 25.78 ^{ÖD} | 0.05 | 43.75 ^{ÖD} | 1.13 | 159.86 ^{ÖD} | 3.51 |
| Uygulama | 7 | 2144.53 ^{ÖD} | 4.26** | 3248.21 ^{ÖD} | 9.91** | 3884.74 ^{ÖD} | 36.9280** |
| Hata | 21 | 502.56 ^{ÖD} | | 327.67 ^{ÖD} | | 105.19 ^{ÖD} | |
| 2015 | | 1. uygulama | | 2. uygulama | | 3. uygulama | |
| Varyasyon kaynağı | Serbest derecesi | Kareler ortalaması | F | Kareler ortalaması | F | Kareler ortalaması | F |
| Tekerrür | 3 | 28.56 ^{ÖD} | 1.25 | 54.70 ^{ÖD} | 2.96 | 125.85 ^{ÖD} | 4.97 |
| Uygulama | 7 | 2144.531 ^{ÖD} | 5.48** | 4221.21 ^{ÖD} | 8.28** | 4582.35 ^{ÖD} | 35.80** |
| Hata | 21 | 406.26 ^{ÖD} | | 256.69 ^{ÖD} | | 155.18 ^{ÖD} | |

** P<0.01 hata sınırları içerisinde ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ÖD: uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir

Çizelge 2. Uygulanan ilaçların BYU popülasyonuna ortalama etki oranları (%)

| 2014 | | | |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| İlaçlar ve dozları | 1. uygulama** | 2. uygulama** | 3. uygulama** |
| MK | 62.50 A | 81.25 AB | 100.00 A |
| TK3 | 43.75 A | 64.56 B | 72.00 B |
| TK5 | 62.50 A | 87.50 AB | 94.00 A |
| TK6 | 68.75 A | 93.75 AB | 100.00 A |
| A300 | 68.75 A | 81.25 AB | 94.00 A |
| A500 | 81.25 A | 93.75 AB | 100.00 A |
| A600 | 81.25 A | 100.00 A | 100.00 A |
| Kontrol | 00.00 C | 0.00 C | 0.00 C |
| 2015 | | | |
| İlaçlar ve dozları | 1. uygulama** | 2. uygulama** | 3. uygulama** |
| MK | 58.23 A | 92.25 AB | 98.00 A |
| TK3 | 43.75 A | 74.35 B | 82.30 B |
| TK5 | 62.02 A | 86.540 AB | 89.40 AB |
| TK6 | 66.75 A | 95.65 AB | 100.00 A |
| A300 | 66.75 A | 94.25 AB | 96.00 AB |
| A500 | 82.45 A | 97.75 AB | 100.00 AB |
| A600 | 84.55 A | 100.00 A | 100.00 A |
| Kontrol | 00.00 C | 0.00 C | 0.00 C |

Çizelgede görüldüğü gibi uygulamalar arasındaki farklar denemede kullanılan ilaçların etki oranı açısından istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. 2014 yılında 1. uygulamada (ilk hafta) F=0.05; df=3, 2. uygulamada

F= 1.13, df=3 ve 3. uygulamada ise F=3.51, df=3 olarak belirlenmiştir. 2015 yılında ise sırasıyla F değerleri 1.25, 2.96 ve 4.97 olmuştur. Her iki yılda da uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Denemede

uygulanan ilaçların BYU popülasyonuna ortalama etki oranı (%) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çalışmada 2014 yılında Mikronize kükürt (MK), uygulamasında sırasıyla %62.50, %81.25 ve %100 oranlarında etki ettiği ve bunun istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür. Geleneksel mücadele kullanılan Elementel kükürt’ün farklı dozlarındaki ilk uygulamasında akar popülasyonuna ortalama insektisidal etkisi %43.75, %62.50 ve %68.75 olmuş, aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunurken 2. ve 3. uygulamalardaki etki oranları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Denemede karşılaştırma ilacı olarak kullanılan ticari preparat Azadirachtin’inin farklı konsantrasyonlarındaki ilaç denemesinde 1. uygulamada sırasıyla ortalama olarak %68.75, %81.25 ve %94 oranında insektisidal etki ile istatistiki olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonrası kullanılan ilaçların zararlı akara karşı etki oranları %43.75-100 arasında değişmiştir. Üçüncü uygulama grupları arasındaki yüzde etki oranları birbirine çok yakın değerler almış MK, TK6, A500 ve A600

uygulamaları %100 etkiye ulaşmış ve aynı zamanda da istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). 2015 yılında geleneksel kontrol yönteminde önceki yıl gibi 2015 yılında da ilk uygulamadaki ilaç uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Azadirachtin uygulamasında en düşük konsantrasyonda 2. ve 3. uygulamalarda sırasıyla %81.25 ve %94 oranında etki görülürken bu etki en yüksek konsantrasyonda her iki uygulamada da %100 olmuş ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Yapılan çalışmada aynı zamanda bağ alanındaki 128 omcanın alt, orta ve üst olmak 3’er yaprak numunesi alınarak, dört haftalık periyotta iki yıl boyunca toplamda 1536 adet yaprak alınmış ve yapraklardaki erinoz bulunup bulunmamasına göre zarar görmüş yapraklar belirlenmiştir. Uygulanan ilaçların etkilerinin dolaylı olarak görülebildiği hasarlı yaprak oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3 ve hasarlı yaprakların uygulamalara göre zarar oranlarının ortalamaları ise (%) Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 3. Hasarlı yaprak oranlarına ait varyans analiz tablosu.

| | 1. uygulama | | | 2. uygulama | | 3. uygulama | |
|----------|----------------|--------------------|------|---------------------|--------|---------------------|---------|
| | Serbest Derece | Kareler Ortalaması | F | Kareler Ortalaması | F | Kareler Ortalaması | F |
| Tekerrür | 3 | 0.83 ^{ÖD} | 0.17 | 1.62 ^{ÖD} | 1.79 | 0.36 ^{ÖD} | 3.46 |
| Uygulama | 7 | 9.15 ^{ÖD} | 1.90 | 12.94 ^{ÖD} | 6.34** | 28.19 ^{ÖD} | 36.49** |
| Hata | 21 | 4.79 | | 2.041 | | 0.773 ^{ÖD} | |

** $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ÖD: uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Çizelge 4. Hasarlı yaprak oranı (%) ortalamaları.

| İlaçlar ve dozları | 1. uygulama | 2. uygulama** | 3 uygulama |
|--------------------|-------------|---------------|------------|
| MK | 3.13 | 2.08 BC | 0.52 B |
| TK3 | 4.69 | 3.13 B | 1.04 B |
| TK5 | 3.13 | 1.04 BC | 0.52 B |
| TK6 | 3.65 | 0.52 C | 0.00 B |
| A300 | 2.60 | 2.08 BC | 0.52 B |
| A500 | 2.08 | 0.52 C | 0.00 B |
| A600 | 2.08 | 0.52 C | 0.00 B |
| Kontrol | 6.77 | 5.73 A | 7.81 A |

** $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelgede görüldüğü gibi test ilaçlarının ilk uygulamasında zarar görmüş yaprakları azaltmaya yönelik etki oranı istatistiki açıdan önemsiz olarak bulunurken, 2. ve 3. uygulamalardaki etki oranı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$).

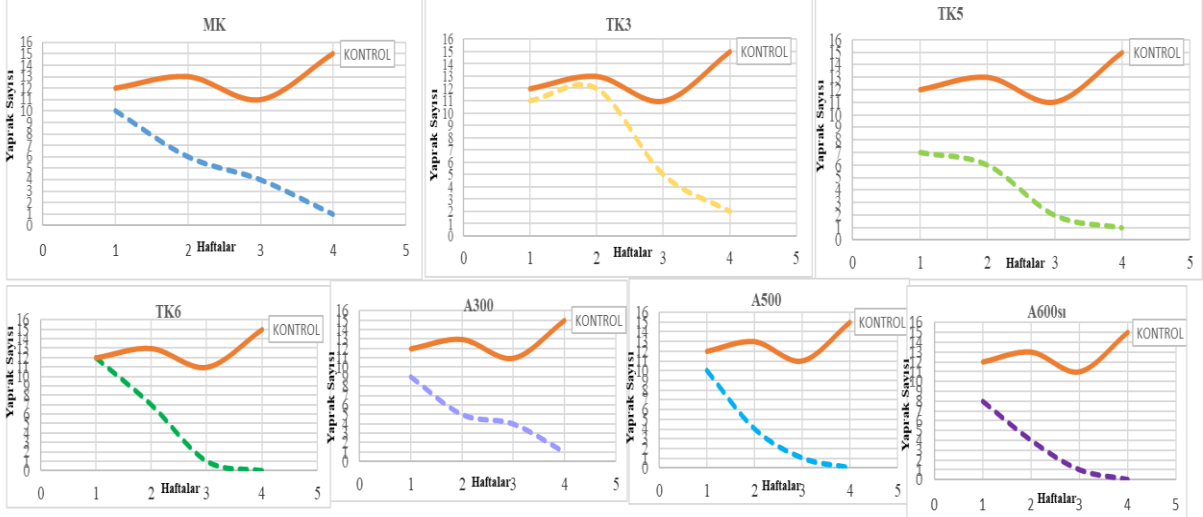
Denemede kullanılan ilaçların hasarlı yaprak sayılarının azalması Çizelge 4’te de görüldüğü gibi ikinci ve üçüncü uygulamadan itibaren görülmeye başlamıştır. Uygulamalarda dördüncü hafta ile

birlikte zararlı bulaşıklığının minimuma inmesi ile yeni sürgünlerde ve yapraklarda daha sağlıklı bir gelişim gözlenmesini sağlamıştır. Denemede belirlenen zarar görmüş yaprakların sayıları Şekil 2’de verilmiştir.

Kontrol grubunda toplanan yaprakların ilk haftasında 12, ikinci haftasında 13, üçüncü haftasında 11 ve dördüncü haftasında 15 yaprakta *C. vitis* zararı tespit edilmiştir. Mikronize kükürt

(MK) uygulamalarından toplanan yaprakların ilk haftasında 10, dördüncü haftasında ise sadece 1 yaprakta *C. vitis* zararı tespit edilmiştir. Elementel toz kükürt (TK)'ün 3kg ve 5 kg'lık dozlarında son en son haftada sadece 1'er yaprakta *C. vitis* zararı

tespit edilirken, en yüksek dozda akar zararı görülmemiştir. Azadirachtin uygulamasında ise Elementel toz kükürte benzer şekilde toplanan yapraklarda en yüksek konsantrasyonda zarar tespit edilmemiştir.



Şekil 2. Narince üzüm çeşidinde farklı ilaç (MK, TK3, TK5, TK6, A300, A500 ve A600) uygulamalarının yaprağa etkisi.

Sonuç ve Tartışma

Narince üzüm çeşidinde yapılan çalışma sonucunda %1 oranında "Azadirachtin A" etkili maddesini ihtiva eden Azadirachtin uygulamasında BYU'ya karşı uygulama sonrasında kükürt uygulamalarına göre daha etkili olduğu ve zararlı popülasyonun azalttığı belirlenmiştir. İlk uygulamadan 7 gün sonra yapılan kontrollerde diğer uygulamalar olan Elementel toz kükürt (üç doz) ve Mikronize kükürt (tek doz) ile Azadirachtin dozları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Ancak daha sonraki ilaç uygulamasında tüm uygulamalar etkili olarak zararlı popülasyonunu kontrol altına alarak %100 etkili olmuş ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Denemede, Azadirachtin, yörede kullanılan geleneksel yöntem alternatif olup olamayacağı incelenmiş, çalışmanın, 2. haftasından itibaren Azadirachtin etkisi, popülasyon yoğunluğuna yansımaya başlamış ve etkinin artarak devam ettiği gözlemlenmiştir. Bagde ve Pashte (2016) yine bir eriophyid olan Hindistan cevizi akarı (*Aceria guerreronis* Keifer)'na Azadirachtin etkili maddesini içeren Neemzal uygulamışlar, ergin birey ve yumurta sayılarında önemli ölçüde azalma tespit etmişlerdir. Uygulama sırasında denemede kullanılan tüm ilaçların etkinlik oranları arttıkça, zararlı popülasyonunun da azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda uygulama sonrasında zararlı popülasyon etkinliği ve popülasyon yoğunluğunun büyük oranda azalmış olduğu görülmüştür. Alaoğlu

1984'te yaptığı bir çalışmada herhangi bir şekilde mücadele yapılmayan bağlarda, yapılanlara göre *C. vitis*'in erinozlarına daha fazla rastlamış ve bakımlı bağlardaki kükürt uygulamalarının ve iyi bakım koşullarının bunda etkili olduğunu düşünmüştür.

Schmutterer (1997) neem esaslı pestisitlerin faydalı akarlar karşı tamamen zararsız olmadığını, ancak diğer kimyasal pestisitlere göre ekosistemdeki biyoçeşitliliği korumak için önemli ürünlerden biri olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da preparasyon aşamasından önce alınan örneklerde pek çok faydalı böcek ve akara rastlanılmıştır. Brito ve ark., (2006) seçilmiş iki ticari neem formülasyonunun zehirliliği *Tetranychus urticae* Koch ve predatör akar *Euseius alatus* DeLeon ile *Phytoseiulus macropilis* (Banks) üzerinde incelemiştir. Neem formülasyonları içinde Neemseto iki noktalı kırmızı örümceğe karşı etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Hegade (2016) Hindistan cevizi akarı *A. guerreronis* ile entegre mücadele için 2014-2015 yılları arasında yaptığı çalışmada 6 farklı varyasyon şeklinde Azadirachtin içerikli preparatlarla uygulamalar yapmış, zararlı ile mücadelede en etkili %1 neem azal 4ml/lt püskürtme + önerilen dozda gübre yöntemi olmak üzere azadirachtin ve neem içeren bütün yöntemleri etkili bulunmuştur. 2014 ve 2015 yılında yürüttüğümüz çalışmada farklı konsantrasyonlardaki Azadirachtin uygulamasının, denemedeki 4 haftalık popülasyon değişimi kontrol ve diğer ilaçlara kıyasla bakıldığında *C. vitis*'in popülasyonuna azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür.

A600 uygulamasında 2. ve 3. haftada akar popülasyonuna ortalama insektisit etkisi ile A500 uygulamasının 3. haftadaki ortalama insektisidal etkisi %100 olmuştur. Elementel toz kükürt 6kg (TK6) uygulaması ve pozitif kontrol olarak uygulanan Mikronize kükürt (MK) de 21 gün sonunda %100 etki kaydedilmiştir.

Ülkemizde çok önemli bir tarımsal ürün olan üzüm ve onun yan ürünü salamuralık asma yaprağı üzerine kalite ve geliştirme adına çeşitli çalışmalar yapılmakla birlikte bağ alanlarındaki eriophyid akarlar üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Mürtezaoğlu, (2006) yaptığı çalışmada Tokat salamuralık asma yaprağının protein değerini %24.79, lif miktarı ise %57.20 olarak belirlemiştir. Bağ yaprak uyuzuna karşı genellikle özel bir ilaç uygulaması gerekmemekte, külleme için atılan kükürt bu zararlıyı da kontrol altında tutabilmektedir (Uzun, 2003). Ancak bu uygulamanın yeterli olmadığı, belirtilerin yoğun olarak tekrar tekrar görülmeye başlandığı hallerde veya zararlıların kullanılan etken maddelere dayanıklılık kazanma ihtimalleri söz konusu olduğunda, iç ve dış pazarda talep gören asma yapraklarının korunması için alternatif ilaçlara ve ilaçlama planına ihtiyaç vardır. Çünkü ihracatı da Tokat Yaprığı'nın bazı yıllarda olduğu gibi pestisit kalıntıları yüzünden geri dönüşleri yaşanmaktadır. 2007 yılında bölgeden ihracat için Almanya'ya gönderilen salamuralık yapraklarda, pestisit kalıntılarının ortaya çıkması ihracatta sorun yaşanmasına neden olmuştur(Kılıç ve ark., 2007). Yine 2015 yılı içerisinde AB 'ye (İsveç) ihraç etmek üzere gönderilen ve sınırda kalıntı analizleri yapılan asma yapraklarında çok çeşitli pestisitlere rastlanmıştır (Anonim 2015). İzmir ve Manisa'da yapılan bir çalışmada bağ alanlarındaki önemli faydalı akarlardan phytoseiid'lere karşı aşırı toksik etki gösteren malathion, fenitrothion gibi etkili maddelerin yanında bağ yaprakuyuzu (*C. vitis*) ve külleme(*Uncinula necator* "Sch." Burr.) mücadelesi için kullanılan toz kükürtün de bu faydalılar üzerinde etki gösterdiği düşünülmüştür (Göven ve ark., 2002). Çalışmada kullanılan Neem ekstratlarının zararlılara karşı olan etkileri birçok çalışmayla kanıtlanmıştır. Bu sebeple ülkemizin mikro-klima ve sıcak bölgelerinde *A. indica*'nın yetiştirilmesi ve daha da önemlisi ilaç sanayinin ruhsatlı ürünler üretmeye yönelik çalışmalara pay ayırması gerekmektedir. Neem esaslı pestisitler faydalı nematod, akar ve böceklerin tüm biyolojik dönemlerine tamamen güvenli olmamalarından dolayı, sentetik pestisitlere kıyasla ekosistemdeki biyoçeşitliliği korumak için oldukça önemlidirler. Çalışma sonunda Azadirachtin geleneksel mücadele yöntemi olan kükürte alternatif olarak

kullanılabileceği belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda azadirachtinin zararlının yumurta, nimflerine ve ergin dönemlerine veya doğal düşmanlarına olan etkileri de araştırılmadadır. Son yıllarda salamuralık yapraklarda pestisit kalıntısı gıda güvenliği açısından yoğun olarak gündemde yer almaktadır. Bu çalışmada ortaya koyulan bulgular, yemeklik yaprak üretilen bağlarda bağ uyuzuna ve külleme karşı alternatif doğal alternatif mücadele yöntemlerinin pratikte uygulanabilirliği konusunda ümit verici sonuçlar ortaya koymuştur.

Teşekkür

Çalışmamızda Narince üzüm çeşidi salamuralık asma yaprağı ve bölgedeki önemi hakkında verdiği bilgilerle yardımcı olan Prof. Dr. Rüstem CANGİ (TOGÜ-Tokat) ve verilerin değerlendirilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi. İbrahim SAYGILI (TOGÜ-Tokat)'ya, teşekkür ederiz.

⁵Bu çalışma yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Kaynaklar

- Alaoğlu, Ö. 1984. Erzurum ve Erzincan Yörelerindeki Bazı Bitkilerde Bulunan Eriophyidae (Acarina: Actinedida) Akarları Üzerine Çalışmalar. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 29-34.
- Altınçağ, R., Akten, T. 1993. Insect Pests in Grapevine Nurseries and Remedies in Aegean Region: Problems and Their Solutions. Bitki Koruma Bülteni. 33: 153-65.
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatı. TAGEM, Ankara., Cilt:4 s.313-314. (Erişim Tarihi: 05.03.2015).
- Anonim, 2015. Asma yapraklarında saptanan pestisitler ve kalıntı miktarı. (<http://www.apelasyon.com>) (Erişim Tarihi: 20 Ocak 2018).
- Anonim, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://www.fao.org>) (Erişim Tarihi: 19 Şubat 2018).
- Anonim, 2017a. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, (<http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 10 Şubat 2018).
- Anonim, 2017b. Asma yaprağından yapılabilen çeşitli yemekler (<http://www.tazeyaprak.com>) (Erişim Tarihi: 10 Ekim 2017).
- Anonim, 2018. Google Haritalar (<https://www.google.com.tr>) (Erişim Tarihi: 10 Şubat 2018).

- Bagde, A.S., Pashte, V.V. 2016. Efficacy of Neem Biopesticides Against Eggs of Coconut Eriophyid Mite, (*Aceria guerreronis* Keifer). *Advances in Life Sciences*, 5(4): 1436-1448.
- Brito, H.M., Jr. Gondim, M.G., Oliveira, J.V.D., Da Câmara, C.A. 2006. Toxicity of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Formulations for Two Spotted Spider Mite and Euseius alatus De Leon and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*, 35(4):500-505.
- Birişik, N., Kütük, H., Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., İslamoğlu, M., Öztemiz, S. 2012. Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Cangi, R., Kaya, C., Kılıç, D. ve Yıldız, M., 2005. Tokat Yöresinde Salamuralık Asma Yaprak Üretimi, Hasad ve İşlemede Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri 6. Ulusal Bağ. Sempozyumu, Bildiri kitabı (2005), Cilt:2, 632-640, Tekirdağ, 19-23 Eylül 2005.
- Cangi, R., Yağcı, A., Kılıç, D. 2012. İğdir Yöresinde Salamuralık Asma Yaprığı Üretim İmkanları. 1. Uluslararası İğdir Sempozyumu, 21-23 Nisan 2012 İğdir.
- Cangi, R., Yağcı, A. 2012. İğdir Yöresinde Salamuralık Asma Yaprığı Üretim İmkanları. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(10).
- Çelik, S. 1998. Bağcılık (Ampeloloji) Kitabı. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü.
- Düzgüneş, Z. 1980. Küçük Arthropodların Toplanması, Saklanması ve Mikroskopik Preparatlarının Hazırlanması. Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü. Ankara s.77
- Ferragut, F., Gallardo, A., Ocete, R., López, M.A. 2008. Natural Predatory enemies of The Erineum Strain Colomerus Vitis Pagenstecher (Acari, Eriophyidae) Found on Wild Grapevine Populations from Southern Spain (Andalusia). *Vitis-Geilweilerhof*, 47(1): 51.
- Freed, R., Eisensmith, S.P. 1986. MSTAT - Statistical Software for Agronomists. *Agronomy Abstract*.
- Göktürk, N., Artık, N., Yavaş, İ., Fidan, Y., 1997. Bazı Üzüm Çeşitleri ve Asma Anacı Yapraklarının Yaprak Konservesi Olarak Değerlendirilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, (1997) 22 (1):15-23. s.
- Göven, M.A., Güven, B., Çobanoğlu, S. 2002. İzmir (Menemen) ve Manisa (Saruhanlı) İllerinde Entegre Ve Geleneksel Mücadele Programı Uygulanan Bağların Phytoseiid (Acarina: Phytoseiidae) Populasyonları Yönünden Değerlendirilmesi, 319-326. *Türkiye*, 5, 4-7.
- Göven, M.A., Çobanoğlu, S., Güven, B. 2009. Ege Bölgesi Bağ Alanlarındaki Avcı Akar Faunası. *Bitki Koruma Bülteni*, 49(1).
- Hegade, P.B. 2016. Integrated Management of Coconut Eriophyid Mite, *Aceria guerreronis* (Keifer) (Acarina: Eriophyidae). Doctoral dissertation, Dbskkv., Dapoli.
- Kılıç, D., Cangi, R., Kaya, C. 2007. Tokat'ta Üzümün Değerlendirilmesi ve Üzümde Elde Edilen Ürünler. 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 2: 345-348.
- Krantz, G.W. 1978: Collection, Rearing, and Preparation for Study. In: A Manual of Acarology. Oregon State University Bookstore, 77-98 s.
- Maçan, S. 1984. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bağlarda Zarar Yapan Böcek Türleri, Önemlilerin Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde İncelemeler. T.C. Tar. Orman Köy İşleri Bakanlığı Ziraî Mücadele Ziraî Koruma Genel Müdürlüğü, Diyarbakır Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitü Md. Araştırma Enstitüsü, Ankara, 47.
- Mürtezoğlu, Ç. 2006. Salamuralık Asma Yaprığının Lifçe Zengin Bileşeninin Fizikokimyasal Özellikleri ve in Vitro Hipoglisemik etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul 2006.
- Schmutterer, H. 1997. Side Effects of Neem (*Azadirachta indica*) Products on Insect Pathogens and Natural Enemies of Spider Mites and Insects. *Journal of Applied Entomology*, 121(1-5): 121-128.
- TÜİK 2017. (<http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi:05.09.2017).
- Uzun, İ. 2003. Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık, Antalya, İsbm 9758377-33-7, 20-22 s.

Araştırma Makalesi

***Polygonum cognatum* Meissn. Ve Funguslu Ortamda Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerinin (AgNP) Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması**

Nevcihan GÜRSOY^{1*}, Sezai ELAGÖZ², Evren GÖLGE¹

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü Sivas

*Sorumlu yazar: ngursoy@cumhuriyet.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.12.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 28.12.2019

Kabul Tarihi: 05.01.2020

Özet

Bu çalışmada, Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) ve *A. alternata* ve üzerinde sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin (AgNP) antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Antimikrobiyal etkinin araştırılmasında patojen bakteri suşlarından gıdalarda yaygın olarak bulunan ve tüketimleri sonucunda ciddi sağlık sorunlarına neden olan *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus fecalis*, ve *Escherichia coli* bakteri türleri ile *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* ve *Fusarium oxysporium* fungus türleri kullanılmıştır. Sentezlenen AgNP'lerin karakterizasyonunda UV-Vis Spektrofotometri Atomik Güç Mikroskobu (AFM) ve Yüksek Kontrastlı Taramalı Elektron Mikroskobu (CCTEM) kullanılmıştır. Antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi amacıyla uygulanan Kirby Bauer Disk Difüzyon testi verilerinin istatistiki değerlendirmelerinde veriler ortalama \pm standart hata olarak ifade edilmiş ve SPSS Ver. 22 yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir. Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'leri sadece *F. oxysporum*'da antifungal etki göstermemiştir. Bununla birlikte diğer fungus türleri üzerinde yüksek bir antifungal etkiye sahip olduğu ancak bu etkinin antifungal ajan Amphotericin B'ye göre bir üstünlüğünü olmadığı saptanmıştır. Her iki sentez sonucunda elde edilen AgNP'lerin çalışılan tüm bakteri türlerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerinin *S. aureus* üzerinde hem Madımak üzerinde sentezlenen AgNP'lerden hem de Ampicilin antibakteriyel ajanından daha güçlü bir antibakteriyel etkinliği olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Anahtar kelimeler: Madımak, *A. alternata*, gümüş nanopartikül, antimikrobiyal.

Investigation of Antimicrobial Effects of Silver Nanoparticles (AgNPs) Synthesized on *Polygonum cognatum* Meissn. and Fungus Environment

Abstract

In this study, antimicrobial effects of silver nanoparticles (AgNPs) synthesized on Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) and *A. alternata* were investigated. The antimicrobial activity was investigated by using bacterial species such as *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus fecalis*, *Escherichia coli* and fungus species such as *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* and *Fusarium oxysporium*, which are common in foods and caused serious health problems as a result of consumption. UV-Vis Spectrophotometry, Atomic Force Microscope (AFM) and High Contrast Scanning Electron Microscope (CCTEM) were used for particle characterization of synthesized AgNPs. In the statistical evaluation of Kirby Bauer Disk Diffusion test results, which were applied to determine the antimicrobial efficacy, the data were expressed as mean \pm standard error and analyzed by using SPSS V22 software. AgNPs synthesized on Madımak and *A. alternata* showed no antifungal effect on *F. oxysporium*. However, it has been found that it has a high antifungal effect on other fungi species but this effect has no superiority over Amphotericin B agent. It was determined that AgNPs obtained from both syntheses had antibacterial effect on all bacterial species studied. However, it was found that AgNPs synthesized on *A. alternata* had a stronger antibacterial activity on *S. aureus* than AgNPs synthesized on Madımak and Ampicillin, an antibacterial agent ($p < 0.05$).

Key words: Madımak, *A. alternata*, silver nanoparticle, antimicrobial.

Giriş

Son yıllarda mikroorganizmaların çeşitli antibiyotikleri dayanıklılık geliştirmesi ve bu nedenle çok basit hastalıkların tedavi olanaklarının güçleşmesi güncel olarak tartışılan önemli konulardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle bilim adamları çeşitli tekniklerle üretilen nano partiküllerin çok düşük oranlarının gösterdiği yüksek etkileri, dokulara yüksek penetrasyon kabiliyetleri ve küçük moleküllerin kanda çok daha kolay taşınmaları, hedef doku ya da moleküllere bağlanarak diğer dokulara zarar vermeme özellikleri nedeniyle etkili bir çözüm olacağını bildirmektedirler (Ghassan ve ark., 2013). Nanopartikül üretiminde uzun zamandır kullanılan fiziksel, kimyasal teknolojiler sayesinde yüksek çözünürlü küçük partiküller, kısa sürede üretilebilmesine rağmen toksik içeriklerinin yüksek olması, partikül kararlılıklarının iyi olmaması ve pahalı olması nedeniyle yeni teknolojiler arayışını gerekli kılmıştır. Sonuçta, çevre dostu, toksik madde içeriği az, canlı hücrelerden nanopartikül üretimi esasına dayanan “Yeşil Nanoteknoloji” terimi ortaya çıkmıştır (Narayanan ve Sakthivel, 2010). Yeşil nanoteknoloji kapsamında özellikle yeşil bitki ekstraktları ve mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bu anlamda birçok yeşil bitki ekstraktları nanopartikül üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Krishnavaj ve ark., 2010). Madımak *Polygonaceae*, (Kuzukulağigiller) familyasında yer alan bir bitkidir. Anadolu'nun Sivas, Tokat gibi bölgelerinde bahar aylarında doğada kendiliğinden yetişen, genç sürgünleri yenilen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Yüksek fenolik içeriğe sahip olup, antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir (Önen ve ark., 2014). Madımağın antienflamatuar bir etkisinin varlığı ya da biyolojik oksidasyona dirençli olup olmadığı bilinmemektedir. Bununla birlikte, madımağın biyolojik etki mekanizmaları ve farmakolojik özellikleri henüz tamamiyle açıklığa kavuşturulmamıştır. Hem yeşil bitki ekstraktı hem de mikroorganizma kullanılan biyosentezde, canlı hücrelerin metal iyonlarını indirgeyerek toksik metallerin toksitelerini azalttıkları bildirilmiştir (Saifuddin ve ark., 2008). Bakteri, fungus, maya kullanılarak nanopartikül sentezi diğer kimyasal ve fiziksel yöntemlere nazaran daha az toksik olmaları ve çevreye zarar vermemeleri nedeniyle öne çıkmaktadırlar. Bu mikroorganizmalar içerisinde fungusların, biyolojik üretim sırasında çalkalama ve diğer uygulamalara dayanıklı olmaları kolaylıkla üreyebilmeleri nedeniyle bakteri ve mayalara oranla daha başarılı olduğu bildirilmektedir (Narayanan ve Sakthivel, 2010). *A. alternata*, insan patojeni olarak gelişen ve hastanın bağışıklık sistemini tahrip eden bilinen en iyi *Alternaria*

türüdür. Ayrıca, *Alternaria* sporları en yaygın hava alerjenlerinden birisidir. *A. alternata* genellikle verimli arazilerde ve birçok farklı toprak türünde üst katmanlarda bulunmaktadır (Domsch ve ark., 2008). Son yıllarda, çeşitli fungus türleri nanopartikül üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Gajbhiye ve ark., 2009; Ingle ve ark., 2009; Sarkar ve ark., 2011). Literatürde bitki ve fungus ortamında sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin (AgNP) antimikrobiyal özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, endemik ve gıda olarak tüketimi yaygın olan madımak bitki ekstraktı ve *A. alternata* fungus hücre süspansiyonunda sentezlenen AgNP'nin antimikrobiyal özelliklerinin karşılaştırılarak araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bitki materyali

Çalışmada kullanılan Madımak (*P. cognatum* Meissn.) Sivas'ın Hafik ve Zara ilçelerinden Mayıs-Haziran aylarında toplanmıştır. Uygun koşullarda Laboratuvara getirilmiş ve kullanım aşamasında kadar kontrollü koşullarda saklanmıştır.

Mikroorganizma izolatları

Gümüş nano partiküllerinin (AgNP) sentezlenmesinde kullanılan olan *A. alternata* ve antimikrobiyal özelliklerin araştırılmasında kullanılan *A. niger*, *F. oxysporium* ve *P.chrysogenum*, fungus izolatları Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Gıda Mikrobiyolojisi ve Nanogıda Teknolojileri laboratuvarından, Gram (+) ve (-) bakterilerden *S. auerus*, *E. faecalis* ve *E. coli* izolatları ise S.C.Ü., Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edilmiştir.

Madımak ekstresinde AgNP sentezi

Madımak üzerinde AgNP sentezlenmesinde Matos ve Courrol, 2014'ün bildirdiği yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Madımak yaprakları distile suda temizlendikten sonra laminar flow içerisinde, filtre kağıtlarının üzerinde kuruması tamamlanan yapraklar blender ile 3 dk homojenize edilerek, küçük parçalara ayrılmış daha sonra 24-48 saat süre boyunca 60 °C'de etüvde kuruması sağlanmıştır. Kurutulan bitki yaprakları ya hemen kullanılmış ya da analizin yapılacağı tarihe kadar vakumlu ambalajlarda laboratuvar şartlarında muhafaza edilmiştir. Daha önce hazırlanmış ekstraksiyondan alınarak yada taze olarak yaklaşık 10-20 gr madımak 300 ml'lik erlenmayer içerisine alınarak 100 ml distile su eklenmiştir. Karışım kaynadıktan 60 °C'de 5 dakika haşlanmıştır. Haşlama sonrası Watman No.1 filtre kağıdı kullanılarak süzümüştür. Filtre edilmiş

karışım 18000 rpm' de 25 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen filtrat su bazlı 1 mM AgNO₃ erlenlere eklenerek oda sıcaklığında 6-24 saat 150 rpm' de orbital karıştırıcıda inkübe edilmiştir. Aynı işlem kontrol grup içinde uygulanmıştır.

A. alternata üzerinde AgNP sentezi

A. alternata hücre filtratında AgNP sentezi Gajbhiye ve ark.,(2009)'nin kullandığı metod modifiye edilerek kullanılmıştır. AgNP'nin funguslu ortamda sentezlenmesinde *A. alternata* Potato Dextrose Agar (PDA) besi ortamında 25 °C'de 3-4 gün inkübe edilerek geliştirilmiştir. Saf olarak gelişimi sağlanmış kültürlerden 250 ml'lik erlenmayer içerisinde Potato Dextrose Broth Agar (PDB) sıvı besi ortamına 6-10 disk eklenmiştir. PDB ortamında gelişimleri sağlanan *A. alternata* 25 °C'da 250 rpm'lik çalkalayıcıda 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra fungus miselleri Watman No.1 ile filtre edilerek, steril distile su ile tekrar sulandırılmış ve 24 saat 25°C'de inkübe edilmiştir. Elde edilen süspansiyon Watman No. 42 ile filtre edilmiştir. Elde edilen hücre filtratı 1mM AgNO₃ eklenerek oda sıcaklığında 24-48 saat 180 rpm'de inkübe edilmiştir.

Sentezlenen AgNP'nin karakterizasyonu

UV-Vis spektrofotometri

Madımak ekstresi ve fungal özüt kullanılarak sentezi yapılan AgNP'lerin yüzey plazmon rezonansı (SPR) ile absorbans spektrum ölçümleri UV-Vis Spektrofotometrede ölçülmüştür. Çalışmada, 1 nm çözünürlüğe sahip UV-Vis absorpsiyon spektrofotometresi 250-500 nm'de kullanılmıştır.

Atomik güç mikroskop (AFM) analizleri

Sentezlenmiş AgNP'nin 3 boyutlu görüntüleri Atomik Force Microscopy (AFM) kullanılarak elde edilmiştir. Sentezlenen AgNP'leri silikon film üzerine kaplanarak boyut özellikleri ve yüzey topografyası belirlenmiştir.

Transmisyon elektron mikroskop (CCTEM) analizleri

Sentezlenen AgNP'nin partikül boyut ve şekil özelliklerinin mikroskopik değerlendirilmesinde Yüksek Kontrastlı Transmisyon Elektron Mikroskobu (CCTEM) kullanılmıştır. Sulu süspansiyonlarda hazırlanacak AgNP'ler 400 mesh karbon film kaplı bakır gridler

üzerine bırakıldıktan sonra sulu kısım evaporatör yardımı ile uzaklaştırılarak, 120 kV'de çalışılmıştır.

Antimikrobiyal özellik tespiti

Kirby Bauer agar disk diffüzyon testi

Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenmiş AgNP'lerinin in vitro antimikrobiyal etkisinin araştırılmasında patojen bakteri türleri *E. coli*, *E. faecalis*, *S. auerus* ile *A.niger*, *P.chrysogenum* ve *F. oxysporium* fungus türleri kullanılmıştır. Bakteri kültürleri Mueller Hinton Agar (MHA) ve Nutrient Agar; fungus türleri ise PDA ortamlarına yayma yöntemi ile ekilmiştir. Ekim sonrası bakteri kültürleri 37±0.1 °C de, fungus türleri ise 25°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Pozitif kontrol olarak ticari olarak temin edilmiş standart antibakteriyel Ampicilin ve antifungal AmpB diskleri kullanılmıştır. AgNO₃ eklenmemiş fungal hücre süspansiyonu gerektiğinde negatif kontrol olarak steril boş diske emdirildikten sonra yada sadece steril boş diskler kullanılmıştır. İnkübasyon sonrasında oluşan inhibisyon zonlarının ölçümleri (cm) yapılmıştır.

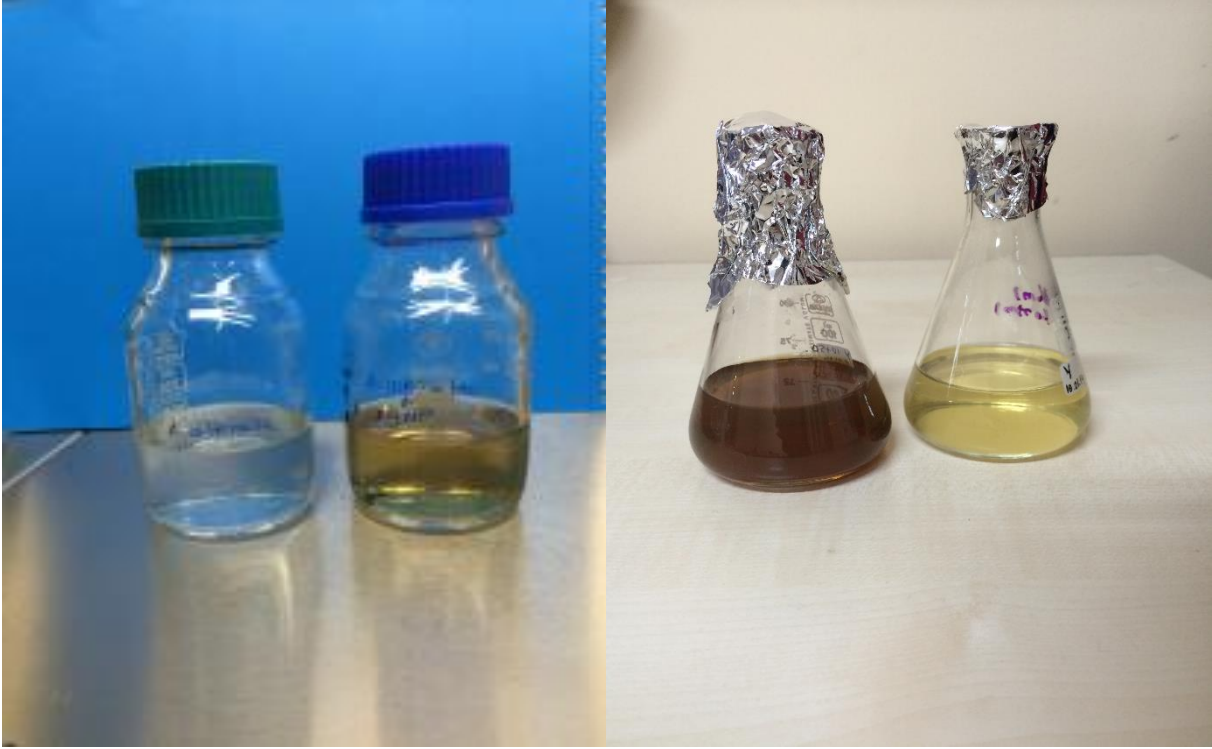
İstatiksel analiz

Çalışmada elde verilerinin istatistiki değerlendirmelerinde veriler ortalama±standart hata olarak ifade edilmiş ve SPSS Ver. 22 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler parametrik test varsayımlarını karşılamadığı durumlarda gruplar birbirleri ile karşılaştırılırken Mann-Whitney U ve Ki-Kare testi uygulanmıştır. P değerinin 0.05'ten küçük olduğu durumlarda fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Madımak ve A. alternata üzerinde AgNP sentezi

PDB ortamında geliştirilen *A. alternata* hücre filtratına 50 ml 1 mM AgNO₃ eklenmiş ve 180 rpm'de 25°C'da 24-48 saat inkübe edildikten sonra bulanık beyaz-açık sarıdan kahverengine dönüşen renk değişimi gözlenerek nanopartikül üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Yapılan araştırmalarda daha önce madımak bitkisi üzerinde AgNP sentezlendiğine dair bilgiye rastlanılmadığından benzer çalışmalar örnek gösterilememiştir. Bununla birlikte çeşitli bitkisi ekstraktları üzerinde AgNP sentezinin gerçekleştirildiği AgNO₃ eklendikten sonra gözlenen sarı-kahverengi renk oluşumları ile tespit edildiği bildirilmiştir (Florence ve ark., 2013; Matos ve Currol, 2014).



Şekil 1. Madımak ve *A.alternata* fungal filtratlarında AgNP üretimini gösteren renk değişimi.

Bitki ekstraktlarının metal iyonlarını indirgeme özellikleri 1900'lü yıllardan beri bilinmekle birlikte indirgeme ajanlarının doğal mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır. Son 30 yıldır kabul gören uygulama ise yeşil bitki aksamının tamamı yada bitki dokusunun metal tuzlarını indirgeme özelliğine dayandırılmaktadır (Pande ve ark., 2015; Kandasamy ve ark., 2017). AgNP oluşum reaksiyonu, fungus hücresine $AgNO_3$ eklenmesi ile metal iyonunun Ag^{+} 'nin Ag^0 a indirgenmesiyle gerçekleşmektedir. Fungal hücrelerin hücre duvarında metallerle bağlanabilme yeteneği olan enzimlerini hücre dışına salgılayabilmesi sebebiyle ekstraselüler üretime olanak sağlanması AgNP üretiminde başarılı olarak kullanılabilmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, üretme yeteneğinde olduğu çeşitli enzimlerin α -NADPH- bağlı indirgeme, nitrat-bağlı indirgeme gibi özellikleri nedeniyle nano üretimi hızlandırdığı saptanmıştır. Ayrıca fungus metabolitlerinden biri olan Antrakininon'un metal iyonlarının indirgenmesinde önemli olduğu da çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Abd El-Aziz ve ark., 2013; Abdel-Hadi ve ark., 2014). Nanopartikül üretiminde başlıca kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılmaktadır. Bununla birlikte biyolojik sentez yöntemlerinin diğer yöntemler gibi yan etkilerinin olmaması, daha ekonomik, hızlı, kolay uygulanabilir ve çevre dostu güvenilir bir yöntem olması dolayısıyla tercih edilmektedir (Florence ve ark., 2013).

Sentezi yapılan AgNP'nin karakterizasyonu UV-Vis analizi

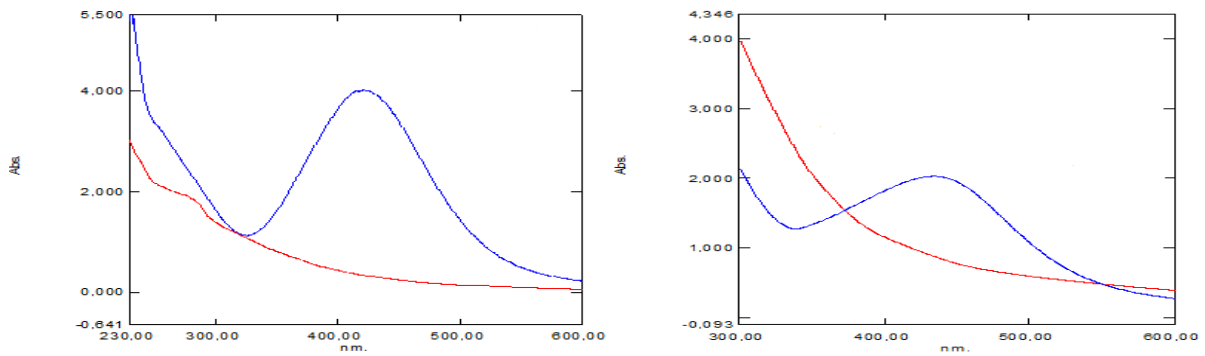
Nanopartiküllerin varlığının ispatlanmasında metalde var olan lokalize yüzey plazmon rezonansını uyarılması, bir elektrik alan oluşturarak belirli bir dalga boyunda rezonans oluşturması ve o dalga boyunda oluşan güçlü ışık saçılımının değerlendirilmesi amacı ile UV-Vis Spektrofotometre kullanılmıştır. Spektrofotometrik analizlerde Ag^0 iyonlarının varlığının kanıtı olan partikül yüzey plazmon rezonansı (SPR) ölçülmektedir. AgNP'nin SPR etkinliği partiküllerin boyut, şekil ve dielektrik özelliğine bağlı olarak farklı seviyelerde gözlenmektedir (Ingle ve ark., 2008). Çalışmada kullanılan Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerin UV-Vis Spektrofotometrik ölçümleri 250-500 nm ölçüm aralığında maksimum absorpsiyon değerleri sırasıyla 425 ve 420 nm'de alınmıştır (Şekil 2). Yapılan literatür çalışmalarında Madımak üzerinde AgNP sentezi konusunda çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte çalışma verilerine paralel olarak *M. balbisiana*, *A. indica* ve *O. tenuiflorum* hindistan bitki yaprak ekstraktları üzerinde sentezlenen AgNP'leri 15, 30, 45 dakika ve 24 saat UV-Vis analizleri 200-700 nm absorpsiyon aralıklarında çalışılmış ve 425-475 nm absorpsiyon değerleri elde edilmiştir (Lalitha ve ark., 2013; Banerjee ve ark., 2014). *A. alternata* üzerinde sentezlenen proteinle kaplanmış AgNP'nin genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada UV-Vis analizleri 250-850 nm absorpsiyon aralığında yapılmış ve 420 nm absorpsiyon piki elde

edildiği, bu durumun AgNP'nin boylamsal plazmonun uyarılmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir (Gajbhiye ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada, *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerinin UV-Vis analizleri yapılmış ve 425 nm'de en yüksek absorbans alındığı bildirilmiştir (Kareem ve ark., 2019). Bir diğer çalışmada ise *A. flavus* kullanılarak AgNP biyosentezi yapılmış ve farklı sürelerde sentezlenen AgNP'lerin UV-Vis analizlerinde 420 nm aralıklarında maksimum absorbansa belirlenmiştir (Bhangale ve ark., 2018). Fungal biyosentezi yapılmış 1 mM AgNO₃ solüsyonu kullanılarak üretilen AgNP'in sferik yapıda oldukları TEM analizleri ile belirlenmiş ve UV-Vis analizi sonucunda nanopartiküllerinin 418

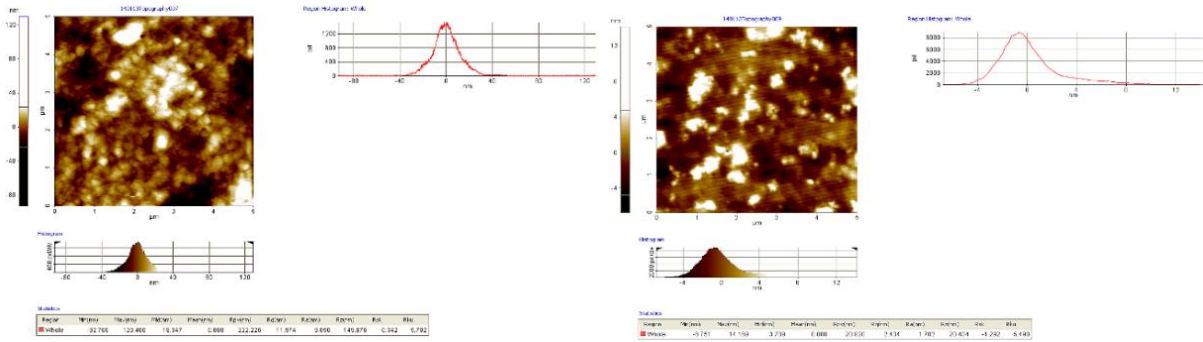
nm absorbansı belirlenmiştir (Phanjom ve Ahmed, 2017).

AgNP'nin AFM analizleri

A. alternata ve Madımak üzerinde sentezlenen AgNP'lerin boyut, şekil ve varsa kümeleşme görüntüleri Atomik Güç Mikroskobu (AFM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. AFM ile elde edilen görüntülerden nanopartiküllerin boyut, partikül ağırlığı ve hacim değerleri belirlenebilmektedir. Sentezi yapılan Madımak+AgNP'lerinin boyut ve yüzey özellikleri AFM analizi sonucunda incelenen bölgelerde 18.347-235.600 nm, *A. alternata*+AgNP ise 3.709-227.776 nm boyutlarında küresel partikül oluşumları ve partiküllerde kümeleşme olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'nin UV-Vis ölçüm değerleri.



Şekil 3. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'lerin AFM verileri.

AgNP'nin CCTEM analizi

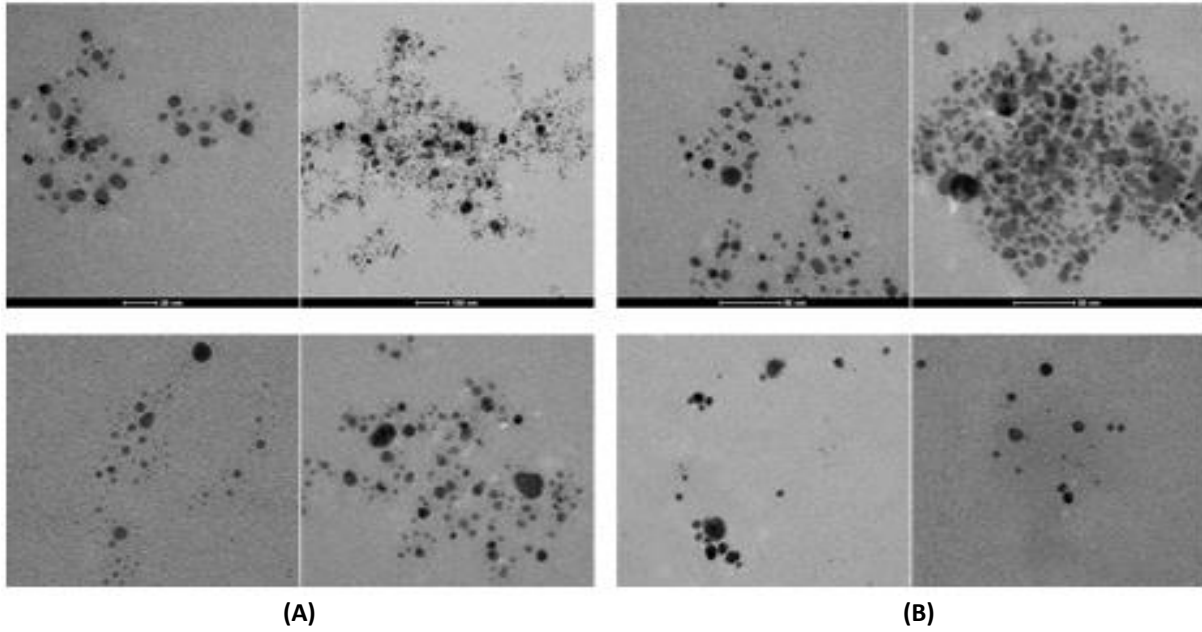
Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezi yapılan AgNP'lerin CCTEM analiz sonucunda incelenen bölgelerde sırasıyla 45.23-653.2 nm boyutlarında küresel AgNP oluşumları belirlenmiştir (Şekil 4). Bitkisel ekstratlar üzerinde AgNP sentezi yapılan çok sayıda çalışmada, TEM analizleri sonucunda değişen boyutlarda sferik yapı nanopartikül oluşumlarının varlığı rapor edilmiştir (Gajbhiye ve ark., 2009; Sarkar ve ark., 2011; Matos ve Courrol, 2014).

Sentezlenen AgNP'nin antimikrobiyal etkilerinin değerlendirilmesi

Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerin antifungal etkinliğinin tespit edilebilmesi amacıyla *A. niger*, *F. oxysporum* ve *P. chrysogenum* üzerinde test edilmiştir. Pozitif kontrol olarak Amphotericin B antifungal ajanı kullanılmıştır. Sentezlenen AgNP'lerin *F. oxysporum* türü üzerinde herhangi bir inhibisyon zonu oluşmamıştır bu nedenle değerlendirmelerde kullanılmamıştır. Sentezi yapılan AgNP'lerin antifungal etkinliği fungus türüne göre değerlendirildiği zaman ne *A. niger* ne de *P. chrysogenum* fungus türleri arasında bir fark bulunamamıştır (Şekil 5). Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerin antifungal

etkinliği Amphotericin B kadar yüksek bir antifungal etkinlik meydana getirdiği ancak bu etkinin Amphotericin B'ye göre bir üstünlüğünü olmadığı saptanmıştır (Şekil 6). Çalışılan fungus türlerinden sadece *F. oxysporum* üzerinde zon gelişimi gözlenmemiştir. Yeşil sentezi yapılan AgNP'in antimikrobiyal etkinliğinin *Fusarium* türleri arasında en zayıf antifungal etki *F. oxysporum*'da geliştiği rapor edilmiştir (Madrakian ve ark., 2015).

Gajbhiye ve ark.,(2009), *A. alternata* üzerinde sentezledikleri AgNP'nin patojenik funguslar *Phoma glomerata*, *P. herbarum*, *F. semitectum*, *Trichoderma* sp., ve *Candida albicans* üzerindeki antifungal etkinliğini araştırmışlardır. Sonuçta, en iyi antifungal etki sırasıyla *C. albicans*, *Phoma glomerata* ve *Trichoderma* sp.'de görülürken *P. Herbarum* ve *F. semitectum* üzerinde kayda değer bir etki bulamadıklarını rapor etmişlerdir.



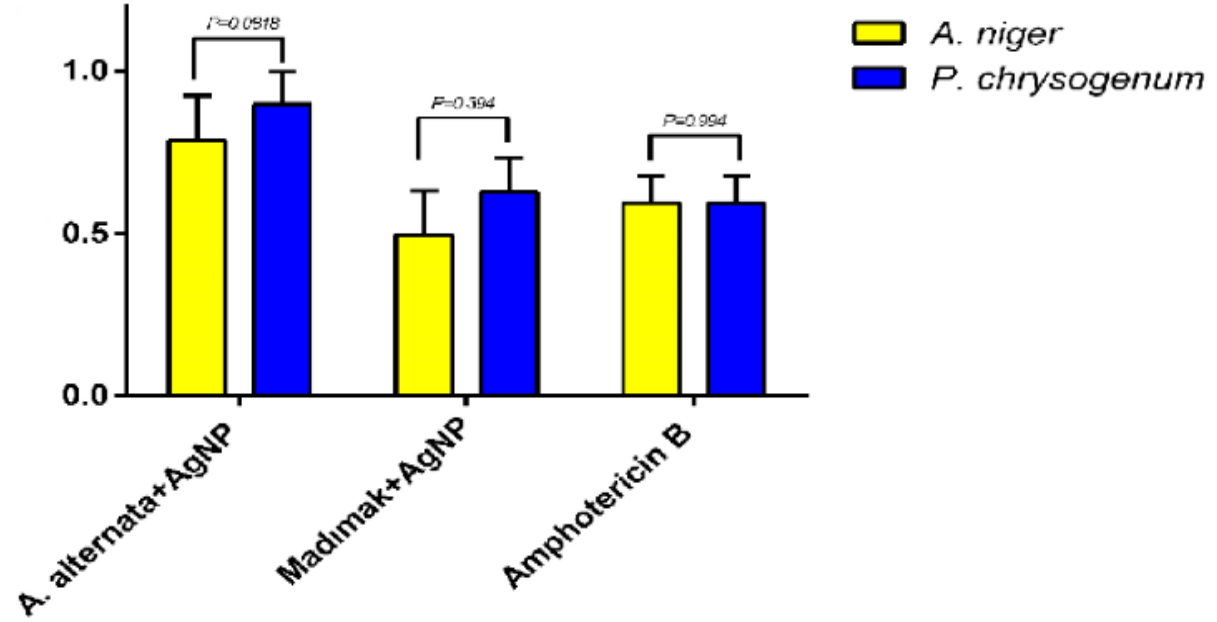
Şekil 4. Madımak (A) ve *A. alternata*+AgNP'lerin (B) CTEM sonuçları.

Yüksek konsantrasyonlarda kullanılan gümüş canlılar için toksik özelliğe sahipken düşük konsantrasyonlarda kullanılan gümüşün toksik olmadığı saptanmıştır. Ayrıca çalışmalarında farklı nano büyüklüğüne sahip partiküllerin *E. coli* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta nanopartikül büyüklüğü azaldıkça *E.coli* üzerindeki antibakteriyel etkinliğin arttığını bildirmişlerdir (Pal ve ark., 2007). Gümüş nanopartiküllerinin anitimikrobiyal ve antifungal etkilerinin araştırmak üzere yapılan bir çalışmada; AgNP ve AmpB kombinasyonunun *A. flavus* ve *Candida albicans* türlerine karşı antifungal etkinliği arttırdığı bildirilmiştir (Kandile ve ark., 2010). AgNP'nin antifungal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; antifungal ajanlarla (Amphotericin B, Fluconazole) kombine AgNP'nin 35 ppm'e kadar *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Trichoderma* cinsleri üzerinde antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Kim ve ark., 2009). Çalışmada, Madımak ve *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerin antibakteriyel etkinliği *E. coli*, *E. faecalis* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde test edilmiştir. Pozitif kontrol olarak Ampicilin antibakteriyel ajan kullanılmıştır. Bu etkinlik bakteri türüne göre değerlendirildiğinde Ampicilin uygulanan

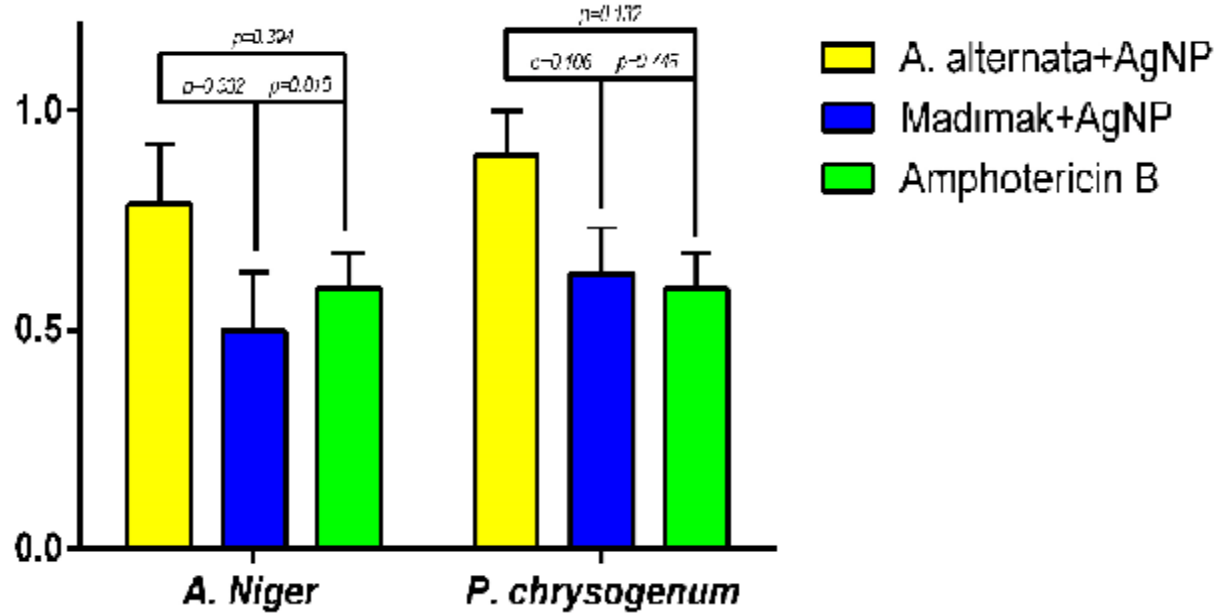
bakterilerde; *E. coli* ile *E. faecalis* arasında, *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP uygulanan bakterilerde ise *E. faecalis* ile *S. aureus* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 7). *A. alternata* üzerinde sentezlenen AgNP'lerinin antibakteriyel etkinliği *S. aureus* üzerinde Madımak üzerinde sentezlenen AgNP'lerden hem de Ampicilin antibakteriyel ajanından istatistiksel olarak daha güçlü bir antibakteriyel etkinliği olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Diğer bakterilerde uygulanan *A.alternata*+AgNP ve Madımak+AgNP'lerinin antibakteriyel etkinliğinin Ampiciline karşı herhangi bir üstünlüklerinin olmadığı görülmüştür (Şekil 8). AgNP ile antibiyotik kombinasyonlarının (Penicilin G, Amoxicilin, Erythromisin, Clindamycin ve Vancomycin) *S.aureus* ve *E. coli* üzerinde antibakteriyel etkinliklerini araştırıldığı bir çalışmada, AgNP'lerin antibiyotiklerin hepsinin etkinliğini değişik oranlarda arttırdığı ve en yüksek antibakteriyel etkinin *S. aures'a* karşı AgNP+Erythromisin kombinasyonu ile sağlandığını tespit edilmiştir. Ayrıca AgNP'lerin gram negatif bakterilere gram pozitiflerden daha fazla antibakteriyel etkiye sahip oldukları saptanmıştır (Shahverdi ve ark., 2007). Antimikrobiyal

maddelerin nanopartiküllerle kolayca şelat oluşturma yeteneğine sahip birçok aktif grup, hidroksil ve amid grubu içermesi nedeniyle AgNP ve antifungal madde arasında sinerjist etkinin, antimikrobiyal özelliği artırdığı bildirilmiştir (Mukherjee ve ark., 2008). AgNP ve AgNP+Antifungal ajan Flucanazole, Griseofulvin

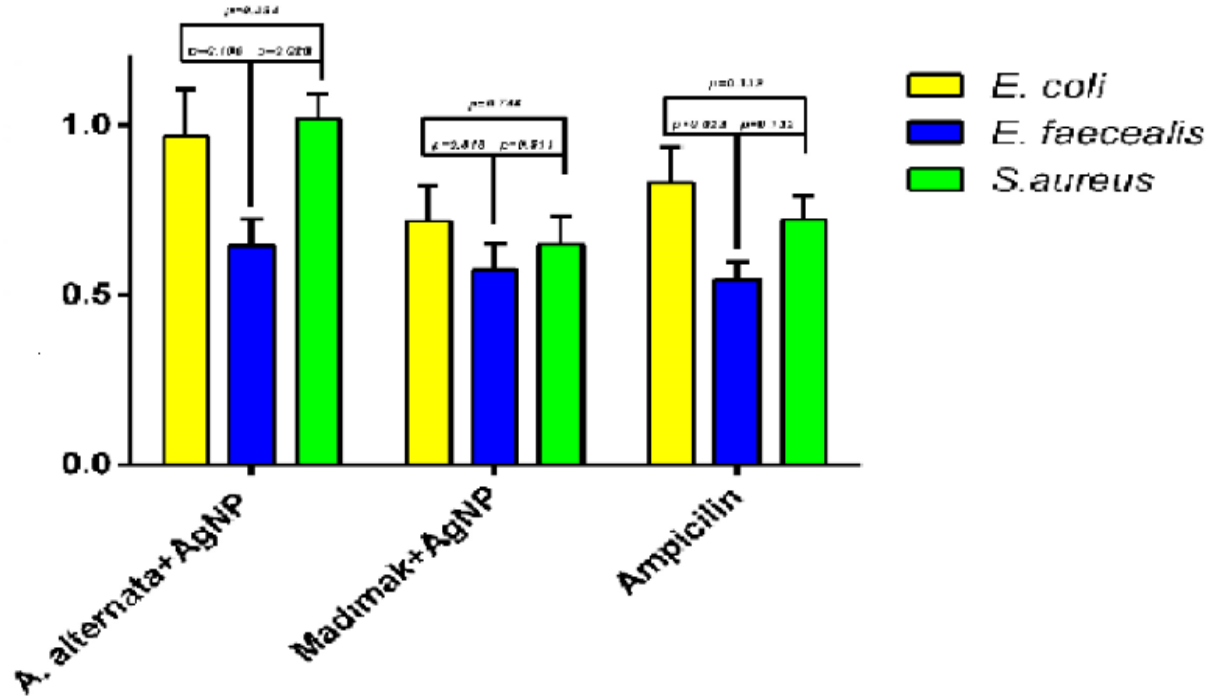
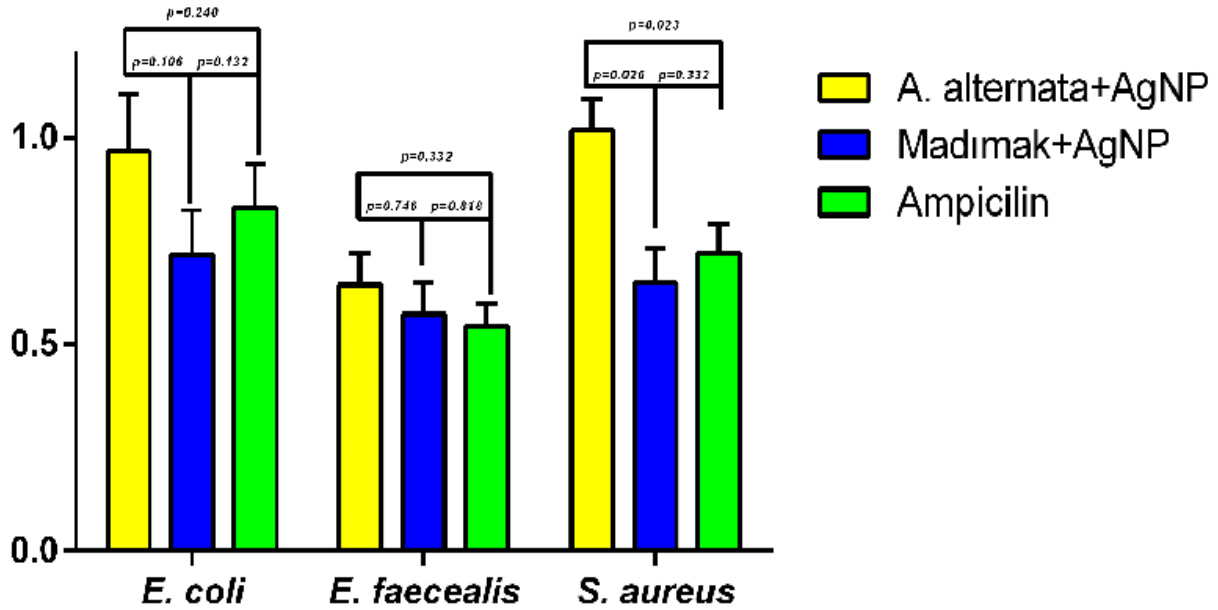
kombinasyonlarının antifungal etkisini *Trichophyton rubrum* üzerinde araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, AgNP+Antifungal ajan kombinasyonunun AgNP'ye nazaran çok daha etkili olduklarını ve AgNP'nin antifungal ajanın etkinliğini %50'nin üzerinde arttırdığını bildirmişlerdir (Noorbakhsh, 2011).



Şekil 5. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'lerinin antifungal etkinliğinin karşılaştırması



Şekil 6. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'lerin antifungal etkinliğinin karşılaştırması.

Şekil 7. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'lerin antibakteriyel etkinliğinin karşılaştırması.Şekil 8. Madımak ve *A. alternata*+AgNP'lerin antibakteriyel etkinliğinin karşılaştırması.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, Madımak ve *A. Alternata* üzerinde sentezi yapılan AgNP'nin antifungal ve bakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Sentezlenen AgNP'in AFM ve CCTEM analizleri sonucunda Madımak ekstresi üzerinde yapılan sentezde kısmen daha büyük nanopartikül üretimi olduğu belirlenmiştir. Nanopartikül büyüklüğü azaldıkça antifungal ve antibakteriyel etkinlik artmaktadır. Bu sonuç daha az miktarda gümüş kullanılarak daha yüksek bir etkinlik elde edilebilmesinin yolunu açması bakımından

kiymetlidir. Ayrıca AgNP'lerin hem funguslar üzerinde hem de bakteriler üzerinde güçlü antifungal ve antibakteriyel etkinliklerinin olduğu gösterilmiştir. Bu oldukça geniş spektrumlu etki özelliği AgNP'leri daha dar spektrumlu ilaçlar karşısında bir adım öne çıkarmaktadır. Aynı zamanda tekli yada çoklu antibiyotik direncine sahip bakterilerde dayanıklılık mekanizmasını engelleyerek farklı yeni bir yaklaşım olanağı sağlayabilecektir.

Ayrıca Madımak üzerinde AgNP sentezi konusunda çalışma bulunmaması konu ile ilgili

gelecekteki çalışmalara örnek olabilmesi farklı bir yaklaşımla antimikrobiyal etkinliğin sağlanması ve uygulanması açısından çalışma verileri diğer araştırmacılara örnek olacak niteliktedir.

Kaynaklar

- Abd El-Aziz, A.R., Al-Othman, M.R., Eifan, S.A., Mahmoud, M.A, Majrashi, M. 2013. . Green synthesis of silver nanoparticles using *Aspergillus terreus* (KC462061). Dig. J. Nanomater. Biostruct., 8:1215-1225.
- Abdel-Hadi, A.M., Awad, M.F., Abo-Dahab, N.F., El-Kady, M.F. 2014. Extracellular synthesis of silver nanoparticles by *Aspergillus terreus*: biosynthesis, characterization and biological activity. Biosci. Biotechnol. Res. Asia, 11: 1179-1186.
- Banerjee, P., Satapathy, M., Mukhopahayay, A., Das, P. 2014. Leaf extract mediated green synthesis of silver nanoparticles from widely available Indian plants: synthesis, characterization, antimicrobial property and toxicity analysis. *Bioresour. Bioprocess.* 1 (3):143-48.
- Bhangale, H., Sarode, K.M., Patil, A.M., Patil, D.R. 2018. Microbial synthesis of silver nanoparticles using *Aspergillus flavus* and their characterization. Springer International Publishing AG, 780 sy.
- Domsch, K.H., Gams, W., Anderson, T. 2008. Compendium of Soil Fungi (Vol.2). Academic Press, London.
- Florence, O., Tatiana, K., Vernessa, E., Michael, C. 2013. Green Synthesis of Silver Nanoparticles, Their Characterization, Application and Antibacterial Activity. *Int. J. Envir. Res. Public Health.* 10: 5221-5238.
- Gajbhiye, M., Kesharwani, J., Ingle, A., Gade, A., Rai, M. 2009. Fungus-mediated synthesis of silver nanoparticles and their activity against pathogenic fungi in combination with fluconazole. *Nanomedicine: Nanotechn., Biology and Medicine.* 5(4): 382-386.
- Ghassan, M.S., Wasnaa, H.M., Thorria, R.M., Ahmet Abdul, A.A., Abdul Amir, H.K., Abu Bakar, M. 2013. Green synthesis, antimicrobial and cytotoxic effects of silver nanoparticles using *Eucalyptus chapmaniana* leaves extract. *Asian Pac J Trop Biomed.* 3(1): 58-63.
- Ingle, A., Gade, A., Pierrat, S., Sonnichsen, C., Rai, M.K. 2008. Mycosynthesis of silver nanoparticles using the fungus *Fusarium acuminatum* and its activity against some human pathogenic bacteria. *Curr Nanosci.* 4:141-144.
- Kandasamy, S., Chinnappan, S., Muthusamy, G., Periasamy, T., Arumugam, S., Balakrishnan, S., Thangasamy, S. 2017. Eco-friendly biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using *Tinospora cordifolia* (Thunb.) Miers and evaluate its antibacterial, antioxidant potential. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences.* 10 (1): 6-12.
- Kandile, N.G., Howida, T.Z., Mansoura, I.M., Hemat, M.M. 2010. Silver Nanoparticles Effect on Antimicrobial and Antifungal Activity of New Heterocycles. 3530 *Bull. Korean Chem. Soc.* 31(12): 120-126.
- Kareem, O.S., Oluwagbemiga, T., Adejare, F., Oloyede, R., Enock, O. 2019. Dare Microbial Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Alternaria alternata* and Their Characterization. *App. Envi. Res.* 41(1): 1-7.
- Kim, J., Soonjo, K., Erik, O. 2009. Antimicrobial effect of silver-impregnated cellulose: potential for antimicrobial therapy. *Journal of Biological Engineering.* 3: 20-27.
- Krishnaraj, C., Jagan, E.G., Rajasekar, S., Selvakumar, P., Kalaichelvan, P.T., Mohan, N. 2010. Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 76(1): 50-56.
- Lalitha, A., Subbaiya, R., Ponnuragan, P. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles from leaf extract *Azadirachta indica* and to study its anti-bacterial and antioxidant property. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2: 228–235.
- Madrakian, T., Alizadeh, S., Karamian, R., Asadbegy, M., Bahram, M., Soleimani, M.J. 2015. Green synthesis of silver nanoparticles using lactose sugar and evaluation of their antimicrobial activity. *Der Pharma Chemica,* 7(10):442-452.
- Matos, R.A. and Courrol, L.M. 2014. *Salvia* and light as templates for the green synthesis of silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.* 441: 539-543.
- Mukherjee, P., Roy, M., Mandal, B.P., Dey, G.K., Mukherjee, P.K., Ghatak, J., Tyagi, A.K., Kale, S.P. 2008. Green synthesis of highly stabilized nanocrystalline silver particles by a non-pathogenic and agriculturally important fungus *T. asperellum*. *Nanotechnology.* 19: 1-7.
- Narayanan, K.B., Sakthivel, N. 2010. Biological Synthesis of Metal Nanoparticles by

- Microbes, Adu, Colloid Interface Sci.156: 1-13.
- Noorbakhsh, F. 2011. Antifungal Effects of Silver Nanoparticle alone and with Combination of Antifungal Drug on Dermatophyte Pathogen *Trichophyton Rubrum*. International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics IPCBEE, IACSIT Press, Singapore 5: 468 p.
- Önen, H., Altuntaş, E., Özgöz, E., Bayram, M., Özcan, S. 2014. Moisture effect on physical properties of Knotweed (*Polygonum Cognatum* Meissn), Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University, 31 (2): 15-24.
- Pal, S., Tak, Y., Song, J. 2007. Does The Antibacterial Activity Of Silver Nanoparticles Depend On The Shape Of The Nanoparticle? A Study of the Gram-Negative Bacterium *Escherichia coli*. Applied and Environmental Microbiology. 73(6): 1712-1720.
- Pande, N.S., Kaurjaspal, D., Chabukswar, A., Chabukswar, V., Ambekar, J. 2015. Facile Green Route Synthesis of Silver Nanoparticles Using Natural Polymer and Their Antibacterial Activity. Cellulose Chem. Technol., 49 (1): 29-33.
- Phanjom, P., Ahmed, G. 2017. Effect of different physicochemical conditions on the synthesis of silver nanoparticles using fungal cell filtrate of *Aspergillus oryzae* (MTCC No. 1846) and their antibacterial effects. Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol. 8: 1-13.
- Saifuddin, N., Wong, C.W., Yasumira, A.A. 2008. Rapid Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Culture Supernatant of Bacteria with Microwave Irradiation. E-Journal of Chemistry. 6(1): 61-70.
- Sarkar, J., Chattopadhyay, D., Patra, S., Singh Deo, S., Sinha, S., Gosh, M., Mukherjee, A., Acharya, K. 2011. *Alternaria Alternata* Mediated Synthesis of Protein Capped Silver Nanoparticles and Their Genotoxic Activity. Digest Jour. of Nanomater and Biostructures, 6 (2): 563-573.
- Shahverdi, A.R., Fakhimi, A., Shahverdi, H.R., Minaian, S. 2007. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Nanomedicine. 3: 168-71.

Research Article

Water Quality Assessment for Irrigation Water Use in Lake Hazar Basin, Elazığ, Turkey

Murat ÇELİKER^{1*}, Nurettin PARLAKYILDIZ², Mualla ÖZTÜRK²

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, DSİ 9. Bölge Müdürlüğü, Elazığ

²Fırat Üniveritesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Elazığ

*Corresponding author: mceliker23@gmail.com

Received: 08.08.2019

Received in Revised: 30.12.2019

Accepted: 31.12.2019

Abstract

The goal of this work was to research the suitability of water sources for agricultural use in the Lake Hazar Basin. For this purpose, samples are taken from 61 locations during the wet period and 60 locations during the dry period in 2015 and analyzed pH, electrical conductivity, calcium, magnesium, sodium, potassium, bicarbonate, chloride and sulfate parameters. Based on these analyses sodium percentage (Na%), sodium absorption ratio (SAR), residual sodium carbonate (RSC), magnesium ratio (MR), permeability index (PI) and Kelly's ratio (KR) were calculated. Also, the usability of groundwater in agricultural activities is evaluated according to Wilcox and United States Salinity Laboratory (USSL) Diagrams. The EC, SAR, Na%, RSC, PI, KR and MR values revealed that suitability of waters as irrigation water, except for a few locations close to the lake. Similar results were obtained from classifications made according to USLL and Wilcox diagrams. The thematic maps of water quality parameters displayed that the groundwater quality decreases along the flow path from high elevations to lake level.

Keywords: Lake Hazar Basin, irrigation water quality, thematic maps, SAR, Na%.

Hazar Gölü Havzasında (Elazığ, Türkiye) Sulama Suyu Kullanımı için Su Kalite Değerlendirmesi

Özet

Bu çalışmanın amacı Hazar Gölü Havzasında su kaynaklarının tarımsal kullanıma uygunluğunu araştırmaktır. Bu amaçla, 2015 yılının yağışlı döneminde 61 lokasyondan ve kurak döneminde 60 lokasyondan su numuneleri alınmış ve pH, elektriksel iletkenlik, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, bikarbonat, klorür ve sülfat parametreleri analiz edilmiştir. Bu analizlere dayanarak, yüzde sodyum (%Na), sodyum absorpsiyon oranı (SAR), artık sodyum karbonat (RSC), magnezyum oranı (MR), permeabilite indeksi (PI) ve Kelly Oranı (KR) hesaplanmıştır. Ayrıca, yeraltı suyunun tarımsal faaliyetlerde kullanılabilirliği Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı (USSL) Diyagramlarına göre değerlendirilmiştir. EC, SAR, %Na, RSC, PI, KR ve MR değerleri, göle yakın birkaç yer dışında, suyun sulama suyu olarak uygun olduğunu ortaya koymuştur. ABD Tuzluluk Diyagramı (USLL) ve Wilcox diyagramlarında yapılan sınıflandırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tematik su kalitesi parametre haritaları, yeraltı suyu kalitesinin yüksek kotlardan göl seviyesine olan akış yolu boyunca düştüğünü göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Hazar Gölü Havzası, sulama suyu kalitesi, tematik haritalar, SAR, %Na.

Introduction

Groundwater is located beneath the land surface and is accepted to be safe for different uses (Quist et al., 1988). Water quality and its suitability

for all types of water use are determined according to the degree of risk that will occur in long-term use (Ayers and Westcott, 1985). In hydrogeological research, water quality studies are an important part

in determining the usability of water in irrigation. The total amount of dissolved salts in the water determines the quality of the water. Poor quality water causes a decrease in infiltration in the soil and has a toxic effect on plants (Ayers and Westcot, 1994). Product yield decreases as a result of deteriorating physical properties of soil (Oladeji et al., 2012). Therefore, it is essential to determine the chemical composition of water in irrigation water management (Khodapanah et al., 2009). For sustainable water management, water quality indexes are simple and understandable parameters, but they are not enough to evaluate the irrigation water quality. Because there may be environmental restrictives. The water quality studies are mostly based on hydrochemical parameters (Jalali, 2007). Irrigation water quality is determined by the amount of calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), sodium (Na^+), potassium (K^+), bicarbonate (HCO_3^-), chloride (Cl^-), sulfate (SO_4^{2-}) and nitrate (NO_3^-) concentrations in water.

Demir and Hepdeniz (2018) assessed the groundwater quality for irrigation water in Isparta Plain (SW- Turkey) and reported that chemical index parameters have differed in some locations, but all of the waters are groundwater with suitable qualities for agricultural usage. Alavi et al. (2016) investigated water quality for agricultural uses of groundwater in Dez region (Iran) and the study focused on zoning water quality in geographic information system (GIS) environment. Aksever et al. (2016) determined water quality of Başköy springs for irrigation purposes. In the study, they revealed suitable for irrigation purposes of Başköy springs (Burdur, Turkey) and water quality of Çaygözü spring is different the other springs due to the high electrical conductivity and total dissolved solids. Bozdağ and Göçmez (2013) investigated suitability of groundwater quality for agricultural purposes in the Cihanbeyli basin (Turkey). The parameters anion and cation with pH, total dissolved solid, electrical conductivity, total hardness were used to assess the suitability of groundwater. Çeliker (2008) performed classification of groundwaters based on irrigation water quality assessment using Wilcox and United States Salinity Laboratory (USSL) diagrams in Uluova Basin in Elazığ (Turkey) and all groundwaters were divided into two classes marked (C2S1 and C3S1 'appropriate' - 'very good and good') based on the water quality parameters.

The present study focuses on ascertaining the suitability of surface waters and groundwater for irrigation use in the Lake Hazar Basin. The suitability

of groundwater for agricultural usage was evaluated by using sodium adsorption ratio (SAR), Na%, residual sodium carbonate (RSC), Kelly's ratio (KR), magnesium ratio (MR) and permeability index (PI). Also, the US Salinity Laboratory (USSL) diagram based on SAR and EC, as well as the Wilcox Diagram based on EC and Na% is used to determine water quality for agricultural purpose.

Material and Methods

The research area covers the drainage catchment of the Lake Hazar which is one of the deepest lakes of Turkey. It is located in the west of Eastern Anatolia Region (latitudes $38^{\circ}24'$ and $38^{\circ}34'$ N, and longitudes $39^{\circ}8'$ and $39^{\circ}35'$ E). The basin has altitudes ranging from 1238 to 2347 meters above sea level (Fig. 1). The study area has a continental climate characterized by four periods. Because of its high altitude compared to the surrounding basins, summers are mild and winters are colder. Mean annual precipitation is calculated as 416 mm based on records (1929–2016) from Turkish State Meteorological Service in the Elazığ city close to the Lake Hazar Basin. The average annual temperature is 13.1°C (DMI, 2016). The geological units within the basin have different hydrogeological properties. Alluvium, limestone, sandstone, conglomerate and limestone levels of the geological formations contain groundwater. Especially, a large amount of groundwater was obtained in wells drilled in alluvium. Bean and strawberry are extensively cultivated in a restricted region in the study area.

Water samples are taken from 61 locations during the wet period and 60 locations during the dry period in 2015 and analyzed pH, electrical conductivity (EC), calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), sodium (Na^+), potassium (K^+), bicarbonate (HCO_3^-), chloride (Cl^-), sulfate (SO_4^{2-}) and nitrate (NO_3^-) parameters. Sampling elevations ranged from 1238 to 1820 m above mean sea level (amsl), and samples included spring, well, surface and lake waters (Fig. 1). pH and EC parameters were determined in the field by WTW Cond 720 measuring instrument. Chemical analyses of the collected water samples were carried out at the laboratories of Elazığ (Turkey) Provincial Special Administration using ion chromatography method.

To evaluate the suitability of the waters in the study area in terms of irrigation water use, Na%, SAR, RSC, PI, MR and KR values were computed using major anion and cation concentrations. For this purpose, the USSL salinity diagram and Wilcox diagram were also prepared.

ArcGIS ver. 10.1 was utilized for preparation of all thematic maps. Thematic maps were made by the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation

technique. UTM projection system (Zone 37N and European Datum 1950) selected for georeference of all GIS layers.

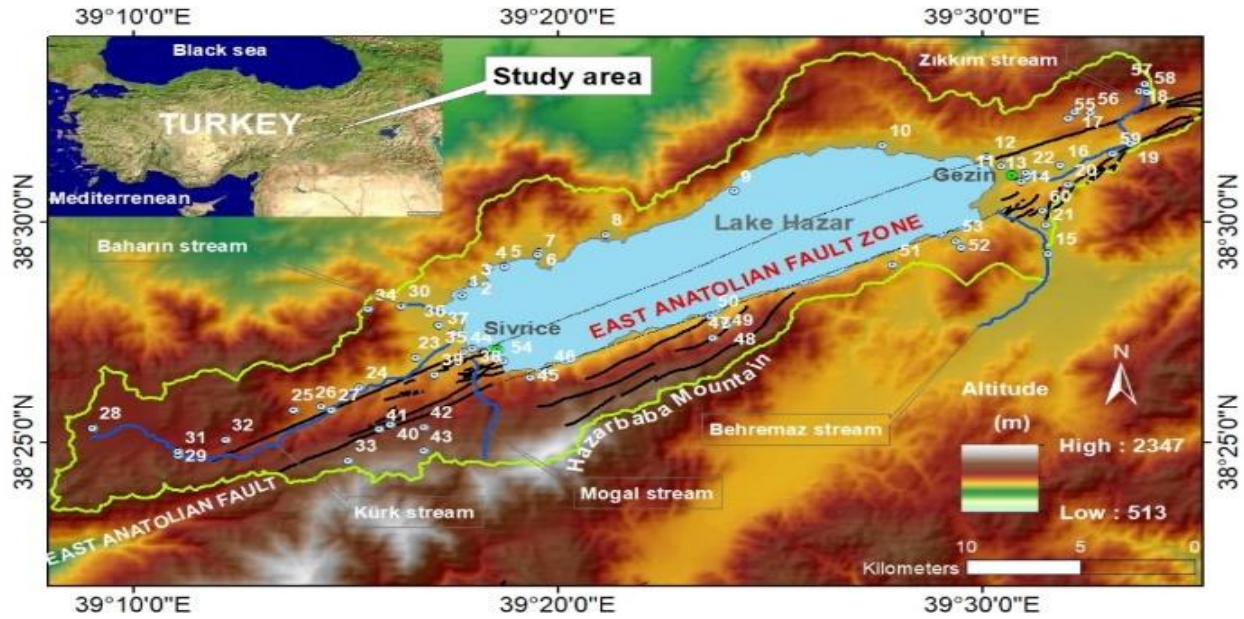


Figure 1. Study area and water sampling locations.

Results and Discussions

The statistical values of the analysis results of the parameters used in irrigation water quality assessment are given in Table 1. In this work, standard water quality parameter indices like EC, SAR, Na%, RSC, PI and MR were evaluated. Besides, based on these parameters, US Salinity Hazard and

Wilcox Diagrams were drawn to delineate irrigation quality parameters in the water samples. The results of the calculated index values were presented in Tables 2 and 3. In Figure 2a to Figure 8b, thematic maps depicting the spatial distribution of these irrigation quality parameters were presented for both dry and wet periods.

Table 1. Statistical analysis results of water samples.

| Analysis Parameter | Wet period | | Dry Period | |
|---|------------|--------|------------|--------|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D |
| EC $\mu\text{S/cm}$ | 430 | 271.53 | 437 | 268.46 |
| Ca ²⁺ meq l^{-1} | 46.98 | 18.69 | 56.01 | 54.78 |
| Mg ²⁺ meq l^{-1} | 21.95 | 36.1 | 25.1 | 41.32 |
| Na ⁺ meq l^{-1} | 11.99 | 27.02 | 11.19 | 17.71 |
| K ⁺ meq l^{-1} | 0.62 | 0.44 | 0.66 | 0.5 |
| HCO ₃ ⁻ meq l^{-1} | 276.5 | 142.43 | 218.15 | 140.12 |

Electrical Conductivity (EC)

EC is an important indicator of salinity hazard to crops. High EC inhibits the absorption of water and nutrients from the soil, as it reduces the osmotic activity of plants (Saleh et al., 1999). EC measurements of water samples range from 130 to 2145 $\mu\text{S/cm}$ (Tab. 2). The results revealed that almost all the parameters are within the usable ranges for irrigation water (Tab. 3). The EC values for wet and dry period are used to create the spatial

distribution map for the Lake Hazar Basin (Fig. 2a and Fig. 2b). It is understand that electrical conductivity values of water samples follow similar trend in both periods.

Table 2. Irrigation water quality parameters.

| No | Wet period | | | | | | | Dry period | | | | | | |
|-------|------------|-------|-------|--------|--------|------|--------|------------|-------|------|--------|-------|------|--------|
| | EC | Na% | SAR | RSC | MR | KR | PI | EC | Na% | SAR | RSC | MR | KR | PI |
| K-35 | 411 | 4.83 | 0.15 | 0.16 | 35.60 | 0.05 | 52.85 | 419 | 5.29 | 0.12 | -2.03 | 39.68 | 0.06 | 38.00 |
| SK-36 | 469 | 4.25 | 0.14 | 2.30 | 36.94 | 0.04 | 57.76 | 486 | 3.87 | 0.13 | -1.05 | 40.25 | 0.04 | 42.68 |
| SK-37 | 499 | 3.24 | 0.21 | 0.43 | 28.19 | 0.03 | 42.22 | 499 | 3.94 | 0.25 | -1.15 | 38.97 | 0.04 | 42.26 |
| SK-38 | 729 | 7.31 | 0.13 | 4.39 | 56.93 | 0.08 | 64.97 | 707 | 5.00 | 0.11 | -1.82 | 37.09 | 0.05 | 35.26 |
| SK-39 | 256 | 6.20 | 0.11 | 0.28 | 22.00 | 0.07 | 61.74 | 266 | 6.84 | 0.12 | -0.25 | 24.46 | 0.07 | 59.99 |
| SK-40 | 282 | 6.82 | 0.11 | 1.54 | 20.48 | 0.07 | 96.49 | 294 | 4.79 | 0.09 | 0.12 | 14.07 | 0.05 | 62.66 |
| K-41 | 236 | 3.55 | 0.13 | -0.02 | 27.47 | 0.04 | 58.71 | 257 | 4.49 | 0.15 | -0.47 | 35.16 | 0.05 | 59.99 |
| SK-42 | 352 | 7.25 | 0.09 | 2.74 | 28.89 | 0.08 | 104.45 | 310 | 5.54 | 0.07 | -0.68 | 21.56 | 0.06 | 54.56 |
| K-43 | 149 | 2.46 | 0.22 | -1.85 | 8.05 | 0.03 | 38.16 | 188 | 4.67 | 0.31 | 0.17 | 15.64 | 0.05 | 79.77 |
| SK-44 | 513 | 9.60 | 0.10 | 2.77 | 72.71 | 0.11 | 86.63 | 513 | 5.38 | 0.08 | 0.37 | 38.84 | 0.06 | 48.45 |
| SK-45 | 130 | 10.14 | 0.29 | 1.42 | 40.82 | 0.12 | 145.06 | 138 | 9.07 | 0.30 | 0.46 | 34.61 | 0.10 | 106.48 |
| SK-46 | 179.9 | 10.13 | 0.12 | 1.22 | 45.34 | 0.12 | 95.74 | 281 | 7.93 | 0.10 | 0.12 | 33.30 | 0.09 | 65.86 |
| K-47 | 167 | 5.55 | 0.17 | -0.36 | 25.46 | 0.06 | 66.14 | 190 | 5.93 | 0.25 | 0.32 | 28.27 | 0.06 | 82.68 |
| SK-48 | 221 | 8.98 | 0.21 | 0.57 | 35.41 | 0.10 | 88.65 | 311 | 7.20 | 0.16 | 0.35 | 28.79 | 0.08 | 63.65 |
| SK-49 | 182.9 | 9.70 | 0.29 | 0.15 | 39.23 | 0.11 | 80.28 | 183 | 9.55 | 0.16 | 0.11 | 38.35 | 0.11 | 78.64 |
| SK-50 | 247 | 5.19 | 1.22 | -0.14 | 23.53 | 0.05 | 46.87 | 203 | 7.41 | 0.68 | 0.25 | 32.13 | 0.08 | 79.48 |
| SK-51 | 763 | 33.85 | 0.25 | 2.75 | 60.96 | 0.51 | 78.75 | 603 | 9.51 | 0.21 | 0.39 | 43.75 | 0.11 | 46.97 |
| SK-52 | 288 | 7.78 | 0.24 | -1.22 | 26.66 | 0.08 | 46.17 | 520 | 6.45 | 0.24 | -0.35 | 35.89 | 0.07 | 45.69 |
| SK-53 | 513 | 9.60 | 0.36 | 1.47 | 53.86 | 0.11 | 70.39 | 305 | 13.18 | 0.40 | 0.17 | 42.15 | 0.15 | 69.26 |
| K-54 | 344 | 10.99 | 0.17 | -0.17 | 39.62 | 0.12 | 56.52 | 344 | 13.30 | 0.20 | 0.55 | 49.37 | 0.16 | 68.55 |
| SK-55 | 452 | 4.92 | 0.26 | 0.30 | 50.07 | 0.05 | 52.22 | 433 | 5.44 | 0.60 | 0.38 | 50.58 | 0.06 | 53.61 |
| SK-56 | 408 | 10.46 | 0.13 | -0.40 | 35.97 | 0.12 | 56.88 | 207 | 38.33 | 0.19 | 0.69 | 36.09 | 0.62 | 102.05 |
| SK-57 | 574 | 1.69 | 0.54 | -3.45 | 64.35 | 0.02 | 26.84 | 788 | 1.62 | 0.55 | -0.92 | 82.21 | 0.02 | 31.87 |
| SK-58 | 2010 | 4.27 | 0.20 | -10.10 | 88.20 | 0.04 | 18.86 | 2010 | 4.21 | 0.20 | -10.49 | 86.95 | 0.04 | 18.60 |
| SK-59 | 461 | 16.22 | 0.18 | 0.58 | 49.40 | 0.19 | 62.18 | 520 | 12.74 | 0.17 | -0.13 | 37.24 | 0.15 | 51.00 |
| SK-60 | 344 | 17.25 | 16.19 | 2.29 | 92.05 | 0.21 | 144.95 | 492 | 4.87 | 8.16 | -0.17 | 31.40 | 0.05 | 46.21 |
| L-61 | 2075 | 62.54 | 0.34 | 2.48 | 100.00 | 1.70 | 78.61 | | | | | | | |

K:Spring, SK:Well, L: Lake

Table 2. Irrigation water quality parameters.

| No | Wet period | | | | | | | Dry period | | | | | | |
|-------|------------|-------|-------|--------|--------|------|--------|------------|-------|------|--------|-------|------|--------|
| | EC | Na% | SAR | RSC | MR | KR | PI | EC | Na% | SAR | RSC | MR | KR | PI |
| K-35 | 411 | 4.83 | 0.15 | 0.16 | 35.60 | 0.05 | 52.85 | 419 | 5.29 | 0.12 | -2.03 | 39.68 | 0.06 | 38.00 |
| SK-36 | 469 | 4.25 | 0.14 | 2.30 | 36.94 | 0.04 | 57.76 | 486 | 3.87 | 0.13 | -1.05 | 40.25 | 0.04 | 42.68 |
| SK-37 | 499 | 3.24 | 0.21 | 0.43 | 28.19 | 0.03 | 42.22 | 499 | 3.94 | 0.25 | -1.15 | 38.97 | 0.04 | 42.26 |
| SK-38 | 729 | 7.31 | 0.13 | 4.39 | 56.93 | 0.08 | 64.97 | 707 | 5.00 | 0.11 | -1.82 | 37.09 | 0.05 | 35.26 |
| SK-39 | 256 | 6.20 | 0.11 | 0.28 | 22.00 | 0.07 | 61.74 | 266 | 6.84 | 0.12 | -0.25 | 24.46 | 0.07 | 59.99 |
| SK-40 | 282 | 6.82 | 0.11 | 1.54 | 20.48 | 0.07 | 96.49 | 294 | 4.79 | 0.09 | 0.12 | 14.07 | 0.05 | 62.66 |
| K-41 | 236 | 3.55 | 0.13 | -0.02 | 27.47 | 0.04 | 58.71 | 257 | 4.49 | 0.15 | -0.47 | 35.16 | 0.05 | 59.99 |
| SK-42 | 352 | 7.25 | 0.09 | 2.74 | 28.89 | 0.08 | 104.45 | 310 | 5.54 | 0.07 | -0.68 | 21.56 | 0.06 | 54.56 |
| K-43 | 149 | 2.46 | 0.22 | -1.85 | 8.05 | 0.03 | 38.16 | 188 | 4.67 | 0.31 | 0.17 | 15.64 | 0.05 | 79.77 |
| SK-44 | 513 | 9.60 | 0.10 | 2.77 | 72.71 | 0.11 | 86.63 | 513 | 5.38 | 0.08 | 0.37 | 38.84 | 0.06 | 48.45 |
| SK-45 | 130 | 10.14 | 0.29 | 1.42 | 40.82 | 0.12 | 145.06 | 138 | 9.07 | 0.30 | 0.46 | 34.61 | 0.10 | 106.48 |
| SK-46 | 179.9 | 10.13 | 0.12 | 1.22 | 45.34 | 0.12 | 95.74 | 281 | 7.93 | 0.10 | 0.12 | 33.30 | 0.09 | 65.86 |
| K-47 | 167 | 5.55 | 0.17 | -0.36 | 25.46 | 0.06 | 66.14 | 190 | 5.93 | 0.25 | 0.32 | 28.27 | 0.06 | 82.68 |
| SK-48 | 221 | 8.98 | 0.21 | 0.57 | 35.41 | 0.10 | 88.65 | 311 | 7.20 | 0.16 | 0.35 | 28.79 | 0.08 | 63.65 |
| SK-49 | 182.9 | 9.70 | 0.29 | 0.15 | 39.23 | 0.11 | 80.28 | 183 | 9.55 | 0.16 | 0.11 | 38.35 | 0.11 | 78.64 |
| SK-50 | 247 | 5.19 | 1.22 | -0.14 | 23.53 | 0.05 | 46.87 | 203 | 7.41 | 0.68 | 0.25 | 32.13 | 0.08 | 79.48 |
| SK-51 | 763 | 33.85 | 0.25 | 2.75 | 60.96 | 0.51 | 78.75 | 603 | 9.51 | 0.21 | 0.39 | 43.75 | 0.11 | 46.97 |
| SK-52 | 288 | 7.78 | 0.24 | -1.22 | 26.66 | 0.08 | 46.17 | 520 | 6.45 | 0.24 | -0.35 | 35.89 | 0.07 | 45.69 |
| SK-53 | 513 | 9.60 | 0.36 | 1.47 | 53.86 | 0.11 | 70.39 | 305 | 13.18 | 0.40 | 0.17 | 42.15 | 0.15 | 69.26 |
| K-54 | 344 | 10.99 | 0.17 | -0.17 | 39.62 | 0.12 | 56.52 | 344 | 13.30 | 0.20 | 0.55 | 49.37 | 0.16 | 68.55 |
| SK-55 | 452 | 4.92 | 0.26 | 0.30 | 50.07 | 0.05 | 52.22 | 433 | 5.44 | 0.60 | 0.38 | 50.58 | 0.06 | 53.61 |
| SK-56 | 408 | 10.46 | 0.13 | -0.40 | 35.97 | 0.12 | 56.88 | 207 | 38.33 | 0.19 | 0.69 | 36.09 | 0.62 | 102.05 |
| SK-57 | 574 | 1.69 | 0.54 | -3.45 | 64.35 | 0.02 | 26.84 | 788 | 1.62 | 0.55 | -0.92 | 82.21 | 0.02 | 31.87 |
| SK-58 | 2010 | 4.27 | 0.20 | -10.10 | 88.20 | 0.04 | 18.86 | 2010 | 4.21 | 0.20 | -10.49 | 86.95 | 0.04 | 18.60 |
| SK-59 | 461 | 16.22 | 0.18 | 0.58 | 49.40 | 0.19 | 62.18 | 520 | 12.74 | 0.17 | -0.13 | 37.24 | 0.15 | 51.00 |
| SK-60 | 344 | 17.25 | 16.19 | 2.29 | 92.05 | 0.21 | 144.95 | 492 | 4.87 | 8.16 | -0.17 | 31.40 | 0.05 | 46.21 |
| L-61 | 2075 | 62.54 | 0.34 | 2.48 | 100.00 | 1.70 | 78.61 | | | | | | | |

Table 3. Classification types for irrigation water quality.

| Irrigation water quality parameter | Range | Classification | Range (Wet period) | | % | Range (Dry period) | | % |
|--|-------------|-------------------------|--------------------|------|------|--------------------|------|------|
| | | | | | | | | |
| EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Wilcox, 1955) | 0 - 250 | Excellent | 130 - 247 | (14) | 23.0 | 134 - 238 | (11) | 18.0 |
| | 250 - 750 | Good | 256 - 729 | (43) | 70.5 | 256 - 707 | (43) | 70.5 |
| | 750 - 2250 | Permissible | 763 - 2145 | (4) | 6.5 | 788 - 2145 | (7) | 11.5 |
| | 2251 - 5000 | Doubtful | - | - | - | - | - | - |
| | > 5001 | Unsuitable | - | - | - | - | - | - |
| SAR (Richards, 1954; Todd, 1959) | < 10 | Excellent (S1) | 0.03 - 5.92 | (60) | 98.4 | 0.01 - 8.16 | (61) | 100 |
| | 10-18. | Good (S2) | 16.19 | (1) | 1.6 | - | - | - |
| | 19-26 | Doubtful/Fair poor (S3) | - | - | - | - | - | - |
| | >26 | Unsuitable (S4 and S5) | - | - | - | - | - | - |
| Na% (Wilcox, 1955) | < 20 | Excellent | 1.69 - 18.62 | (57) | 93.4 | 1.62 - 13.30 | (57) | 93.4 |
| | 20-40 | Good | 24.85 - 33.85 | (2) | 3.3 | 32.77 - 38.58 | (3) | 5.0 |
| | 40-60 | Permissible | -- | - | - | - | - | - |
| | 60-80 | Doubtful | 62.24 - 62.54 | (2) | 3.3 | 62.95 | (1) | 1.6 |
| | > 80 | Unsuitable | - | - | - | - | - | - |
| RSC (Ragunath,1987) | <1.25 | Safe | -10.10 – 1.22 | (33) | 54.1 | -31.10 - 0.69 | (60) | 98.4 |
| | 1.25-2.5 | Doubtful | 1.42 -2.49 | (23) | 37.7 | 2.34 | (1) | 1.6 |
| | >2.5 | Unsuitable | 2.74 - 4.39 | (5) | 8.2 | - | - | - |
| PI | > 75 | Class I | 78.61 - 145 | (17) | 27.9 | 78.55 - 106.48 | (8) | 13.2 |
| | 25-75 | Class II | 25.36 - 70.39 | (43) | 70.5 | 31.87 - 70.75 | (51) | 83.6 |
| | < 25 | Class III | 18.86 | (1) | 1.6 | 17.98 - 18.60 | (2) | 3.2 |
| MR | < 50 | Suitable | 8.05 - 49.40 | (46) | 75.4 | 11.30 - 49.37 | (54) | 88.7 |
| | > 50 | Unsuitable | 50.07 - 100.0 | (15) | 24.6 | 50.58 - 98.98 | (7) | 11.3 |
| KR | < 1 | Suitable | 0.02 - 0.51 | (59) | 96.8 | 0.02 - 0.63 | (60) | 98.2 |
| | > 1 | Unsuitable | 1.65 - 1.70 | (2) | 3.2 | 1.72 | (1) | 0.8 |

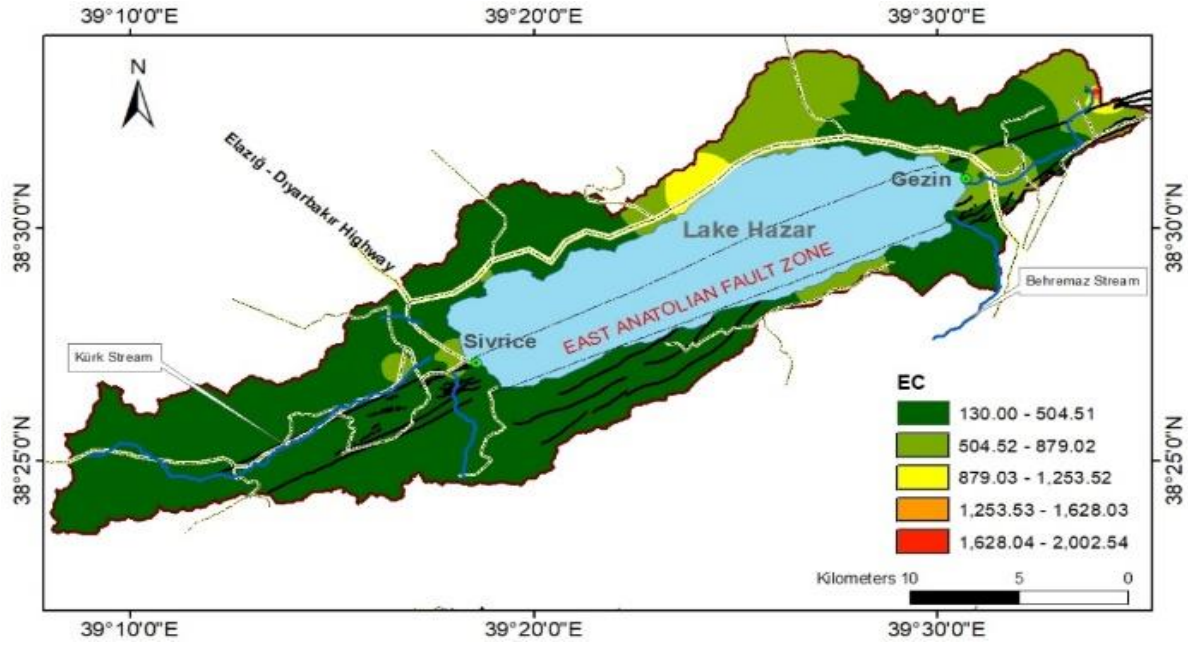


Figure 2a. Distribution map of EC for wet period of Lake Hazar Basin.

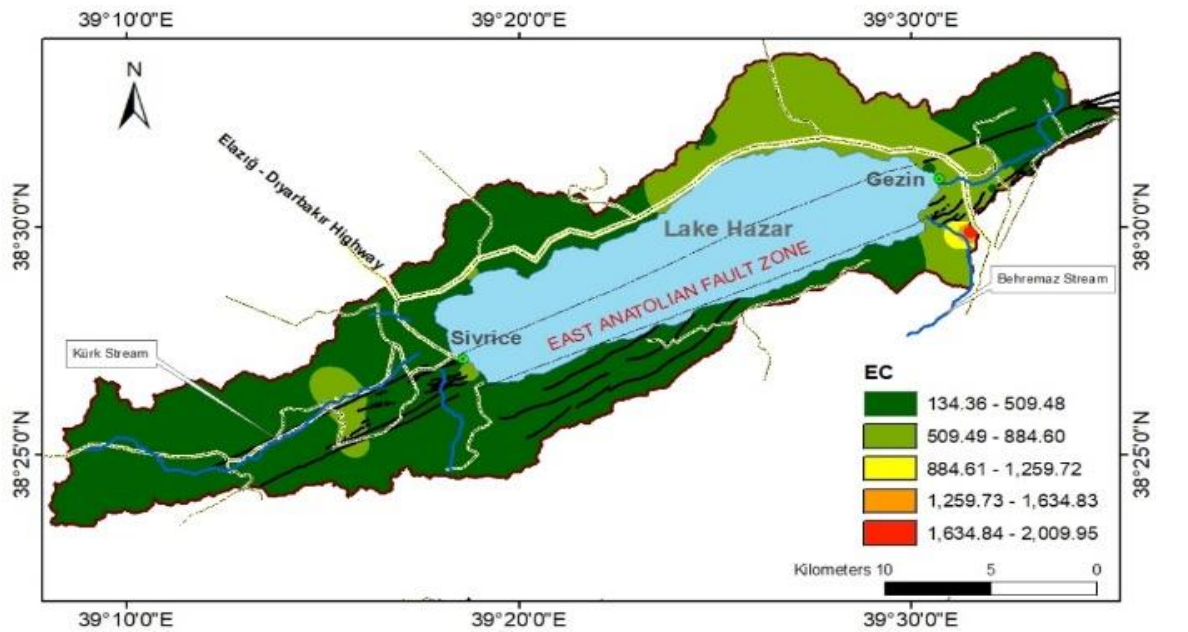


Figure 2b. Distribution map of EC for dry period of Lake Hazar Basin.

Sodium Absorption Ratio (SAR)

SAR is significant criterion for understanding the suitability of water for irrigation because it is a fingerprint of alkali/sodium threat to crops (Richards, 1954; Todd, 1959). SAR values of irrigation water higher than 18 have a negative effect on soil structure and plant development (Richard, 1954). This situation will be seen as permeability problems due to shrinkage and swelling of clayey soils (Saleh et al., 1999). SAR was calculated with respect to relative ratios of major cations available in water, where the amounts of ions are described in meq l⁻¹ (see Eq. 1).

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{[(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}} \quad (1)$$

In the wet and dry periods, the SAR values are calculated to be less than 10 (Tab. 2) and are defined as excellent for irrigation, except one sample (SK-60) of the wet period having the SAR value of 16.19 (Tab. 3). Figure 3a and Figure 3b present the spatial distribution maps of SAR values in the basin for both periods and SAR values of water samples also follow similar trends in both periods. During dry period southeast parts of the basin have more SAR values in groundwater compared to wet period.

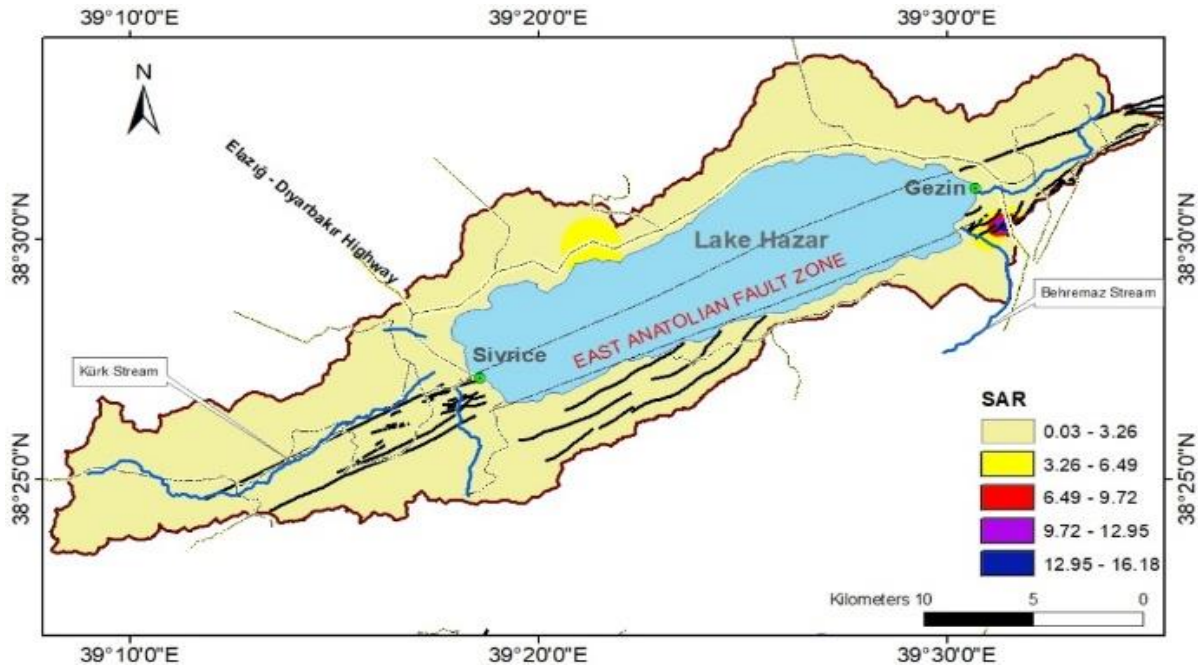


Figure 3a. Distribution map of SAR for wet period of Lake Hazar Basin.

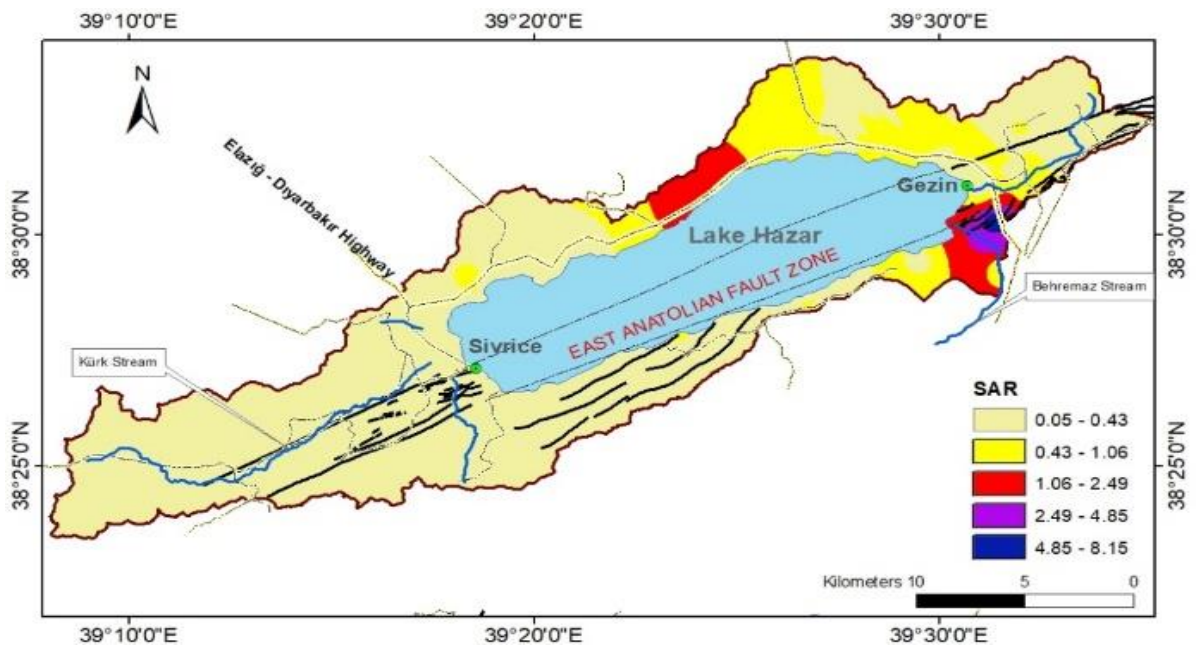


Figure 3b. Distribution map of SAR for dry period of Lake Hazar Basin.

Percent Sodium (Na%)

The sodium cation in water reduces permeability of the soil. This is an undesirable condition in the irrigation water. According to Wilcox (1955), Na % values up to 60 determine the suitability of water for irrigation. Na% values of the waters were calculated by using Equation (2), where the concentrations are described in meq l⁻¹ (Wilcox, 1955).

$$\text{Na \%} = \left[\frac{(\text{Na}^+ + \text{K}^+)}{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)} \right] \times 100 \quad (2)$$

The percent sodium is computed between

1.69 and 62.54 and 1.62 and 62.95 in the wet period and dry period (Tab. 2). It is showed that about 97% of waters fall under excellent to the good class during the wet period while 98.5% of waters are reported in this class during the dry period (Tab. 3). Figure 4a and Figure 4b present the spatial distribution maps of Na% values in the study area for both periods. In the wet period highest Na% values in water is observed in the north parts of the basin whereas in dry period the highest values of Na% values are observed in the northeast parts of the basin.

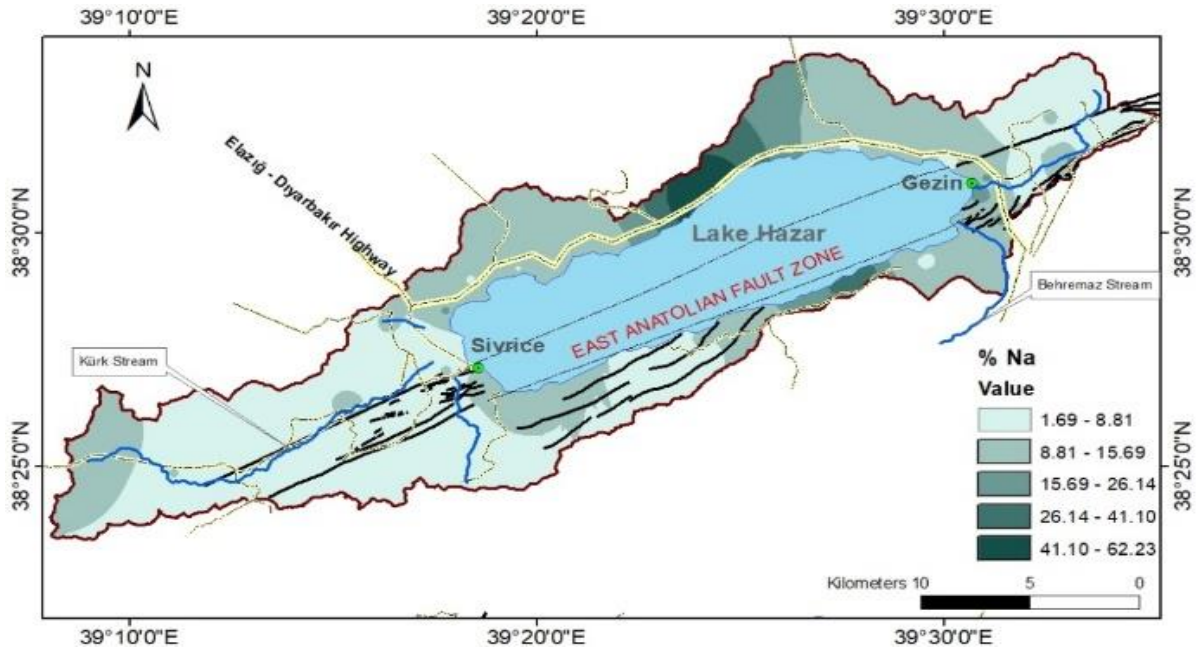


Figure 4b. Distribution map of Na% for dry period of Lake Hazar Basin.

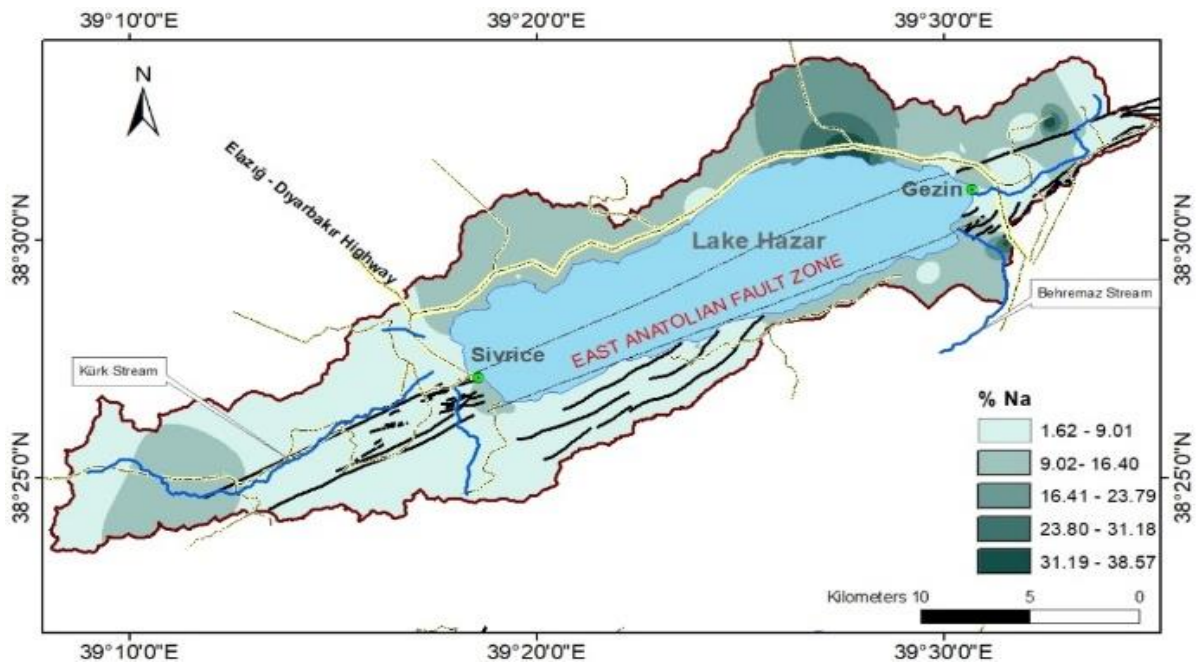


Figure 4b. Distribution map of Na% for dry period of Lake Hazar Basin.

Residual Sodium Carbonate (RSC)

Tiwari and Manzoor (1988) stated that negative RSC values indicate that calcium and magnesium ions do not completely precipitate. High value of RSC in irrigation water is notably harmful for plants growth (Kumar et al., 2009). The (+) RSC value of irrigation water indicates that there is an amount of carbonate and bicarbonate that can combine with sodium to form permanent sodium carbonate and this formation is a risk factor that may cause sodium damage (Sadashivaiah et al., 2008). High RSC value is not desirable in irrigation water because it causes

sodification in soil, ie increase in salinity. The (-) RSC value indicates that there is no possibility of sodium damage (Eaton, 1950; Satyanarayanan et al., 2007).

RSC was computed to determine the hazardous effect of carbonate and bicarbonate and is defined by the Eq. (3), where all ions are expressed in meq l⁻¹.

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (3)$$

Based on results, over 33 water samples have RSC values less than 1.25 and are suitable for agricultural irrigation during the wet period (Tab.

2). During the dry period 60 water samples were safe for irrigation. Only one water sample in the wet period and 13 water samples in the dry period were classified as doubtful and five water samples in the wet period as unsuitable (Tab. 3).

The spatial distribution maps of RSC in the basin for both periods are shown in Figure 5a and Figure 5b. RSC values varied from -10.09 to 4.39 during wet period and from -31.9 to 0.96 in dry period.

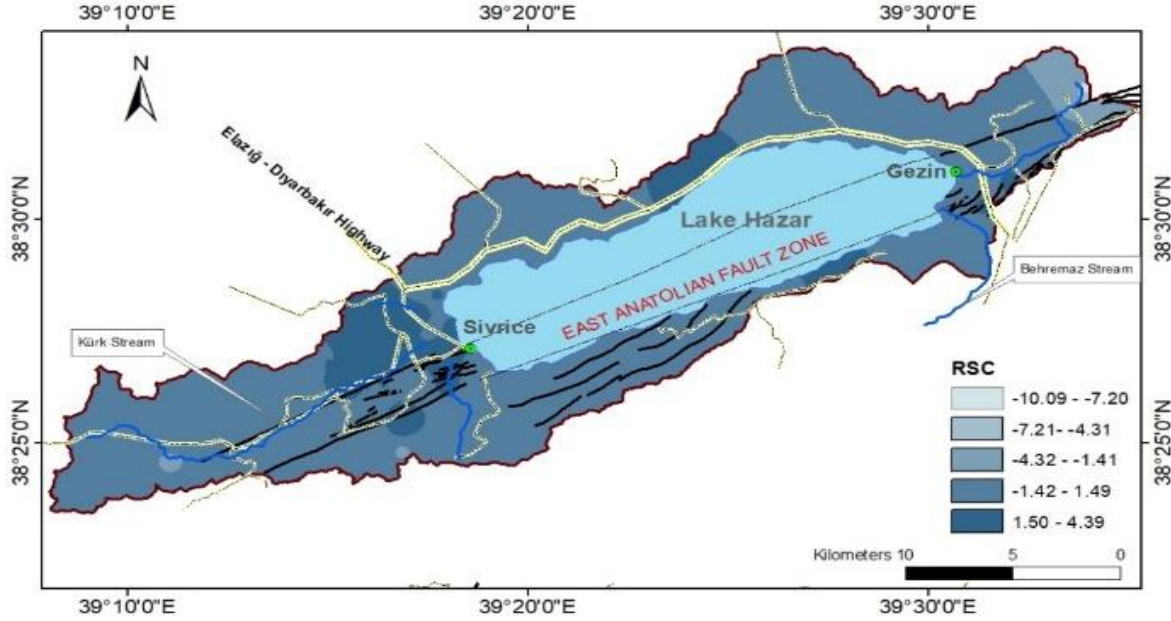


Figure 5a. Distribution map of RSC for wet period of Lake Hazar Basin.

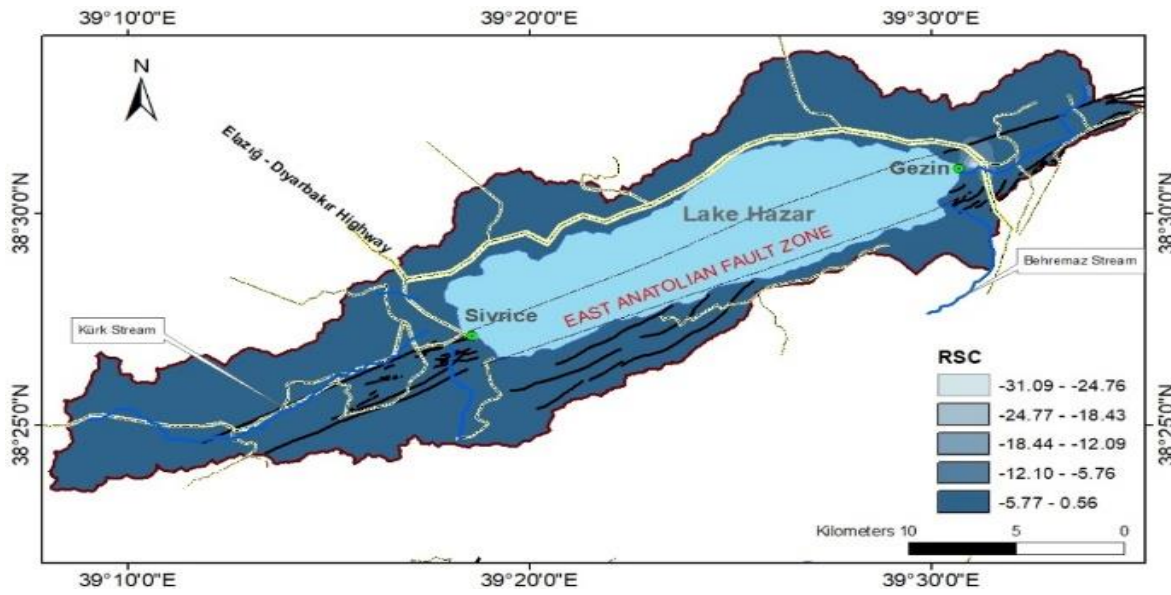


Figure 5b. Distribution map of RSC for dry period of Lake Hazar Basin.

Permeability index (PI)

Long-term use of saline water also has negative effects on soil permeability. Doneen (1964) introduced a new proposal for assessing the suitability of irrigation water based on PI.

The permeability index of Lake Hazar Basin water samples ranged from 18.86 to 145.05 during the wet period, 17.98 to 106.48 during in

the dry period (Tab. 2). According to PI, around 98% of waters takes place in the classes I and II of Doneen's classification (Tab. 3). Figure 6a and Figure 6b below are thematic maps where distribution of water PI in the basin has been showed for the wet period and dry period sampling periods respectively.

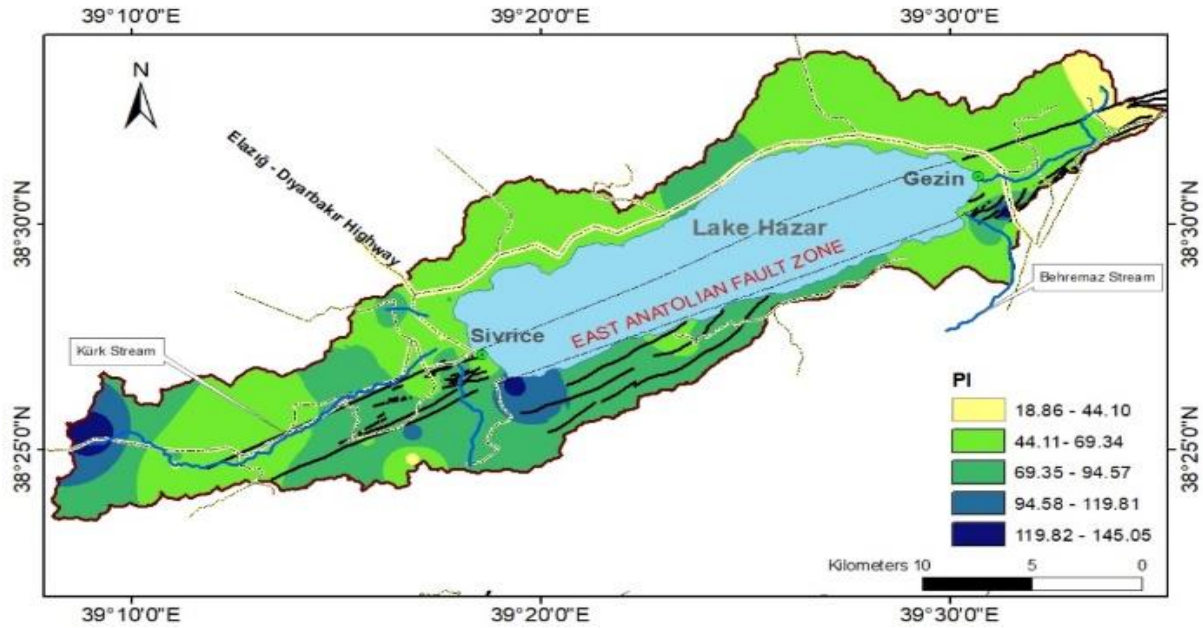


Figure 6a. Distribution map of PI for wet period of Lake Hazar Basin.

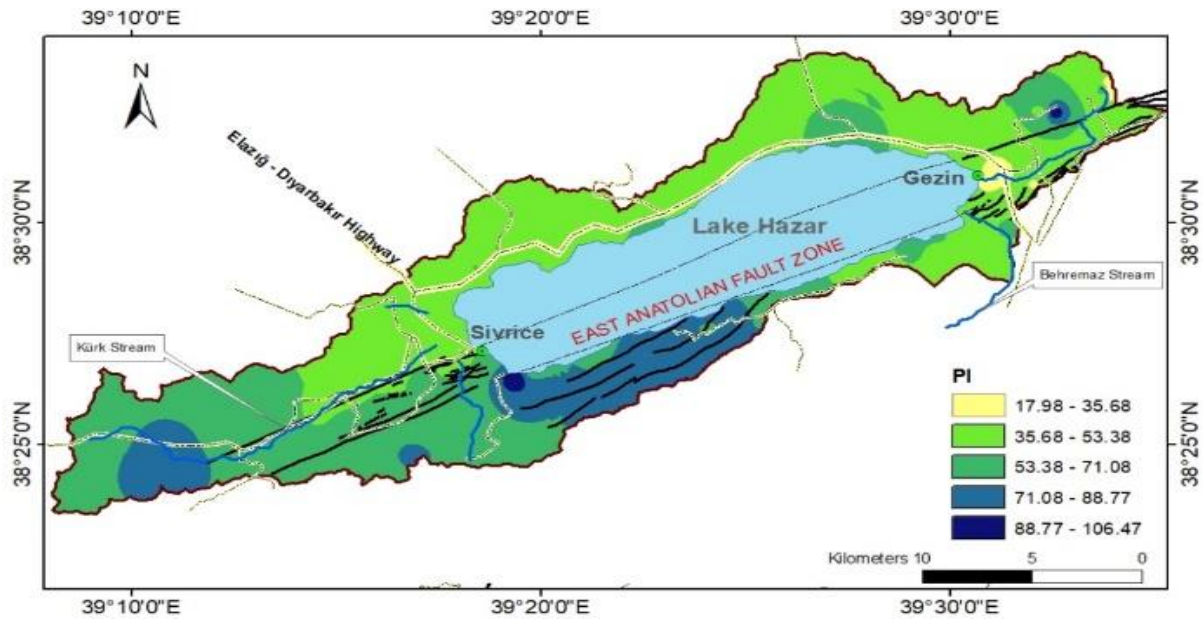


Figure 6b. Distribution map of PI for wet period of Lake Hazar Basin.

Magnesium Ratio (MR)

Raghunath (1987) reported that high magnesium ratio in irrigation water increases soil alkaline level and adversely affects crop yield. It has been suggested that MR values of irrigation water should be below 50% (Szabolcs and Darab, 1964). Magnesium ratio was calculated by using Eq. (4), where all cations are in meq/L.

$$\text{Magnesium Ratio (MR)} = \left[\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}} \right] \times 100 \quad (4)$$

Figure 7a and Figure 7b present the spatial distribution maps of MR values in the basin for both periods. It is observed that MR values of water samples follow similar trend in both periods. MR values varied from 8.05 to 92.04 during wet period and from 11.30 to 86.94 in dry period. Based on the magnesium ratio, 69% and 81% of the water samples fall under suitable class during wet and dry periods, respectively (Tab. 3).

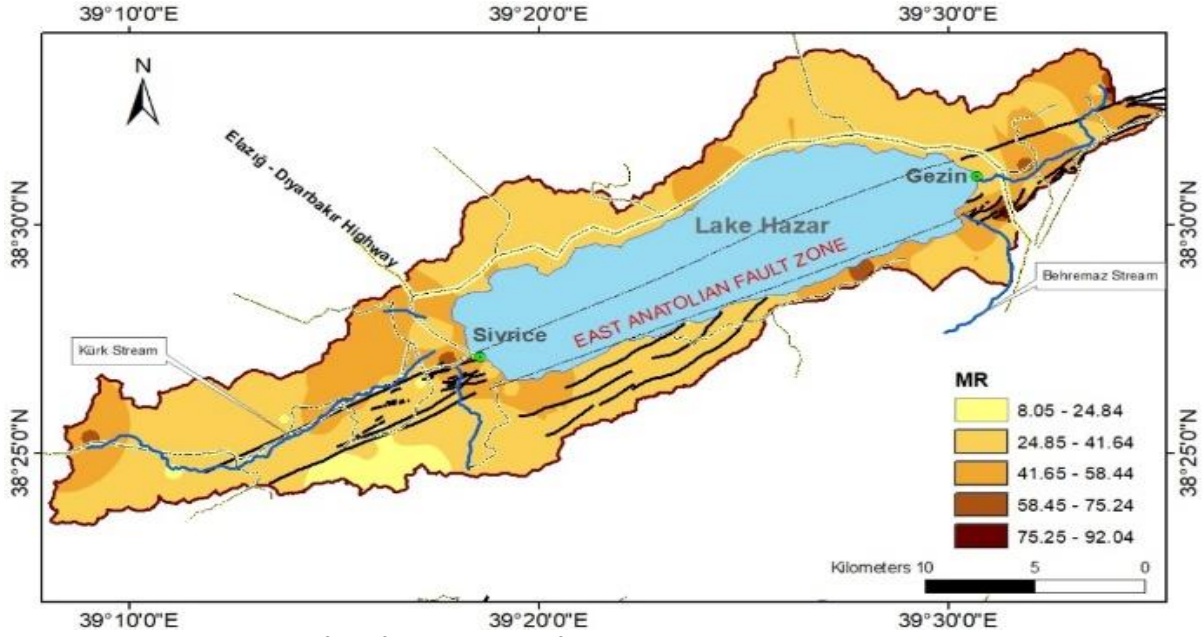


Figure 7a. Distribution map of MR for wet period of Lake Hazar Basin.

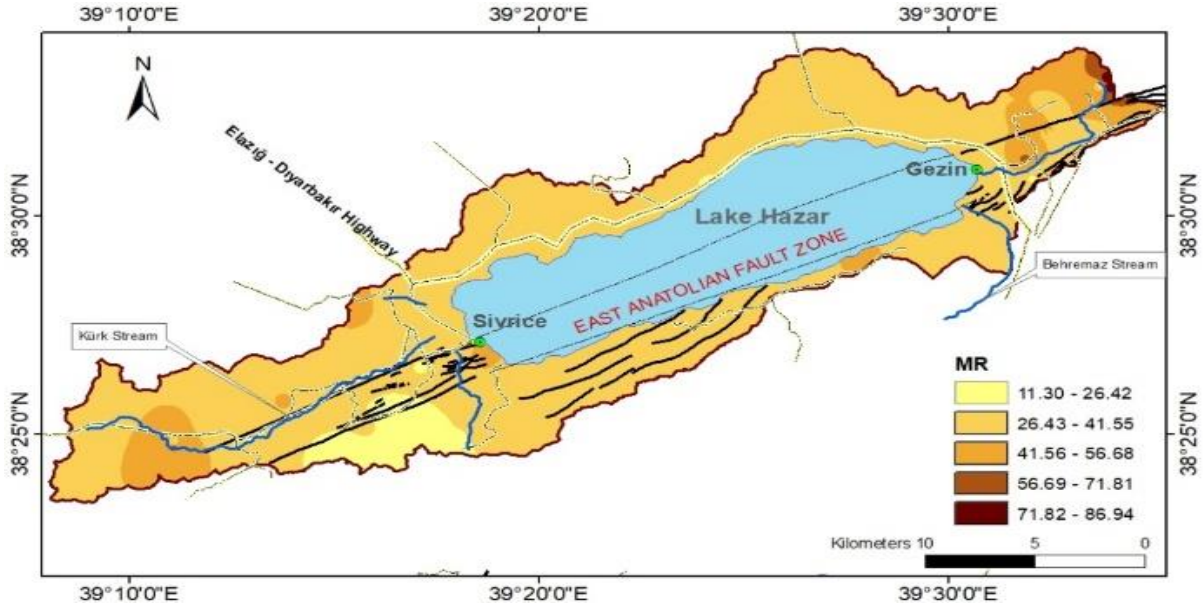


Figure 7b. Distribution map of MR for dry period of Lake Hazar Basin.

Kelly's Ratio (KR)

Kelly (1940) classified irrigation water quality according to the concentrations of Na^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} ions. The Kelly's ratio of equal to or less than 1 is express of good quality water for irrigation whereas above 1 is indicate of unsuitability for irrigation water due to alkali hazards (Karanth, 1987). Kelly's ratio was calculated by using Eq. (5), where all ions content are defined in meq l^{-1} .

$$\text{Kelly's Ratio (KR)} = \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

(5)

Kelly's ratio of the water samples ranges between 0.02 and 0.06 (Tab. 2). As per this criterion, the waters are suitable for agriculture purposes except for two water samples in the wet period and one water sample in the dry period (Tab. 3). Figure 8a and Figure 8b represent the spatial distribution of KR in the basin and KR values of water samples show similar trends in both periods.

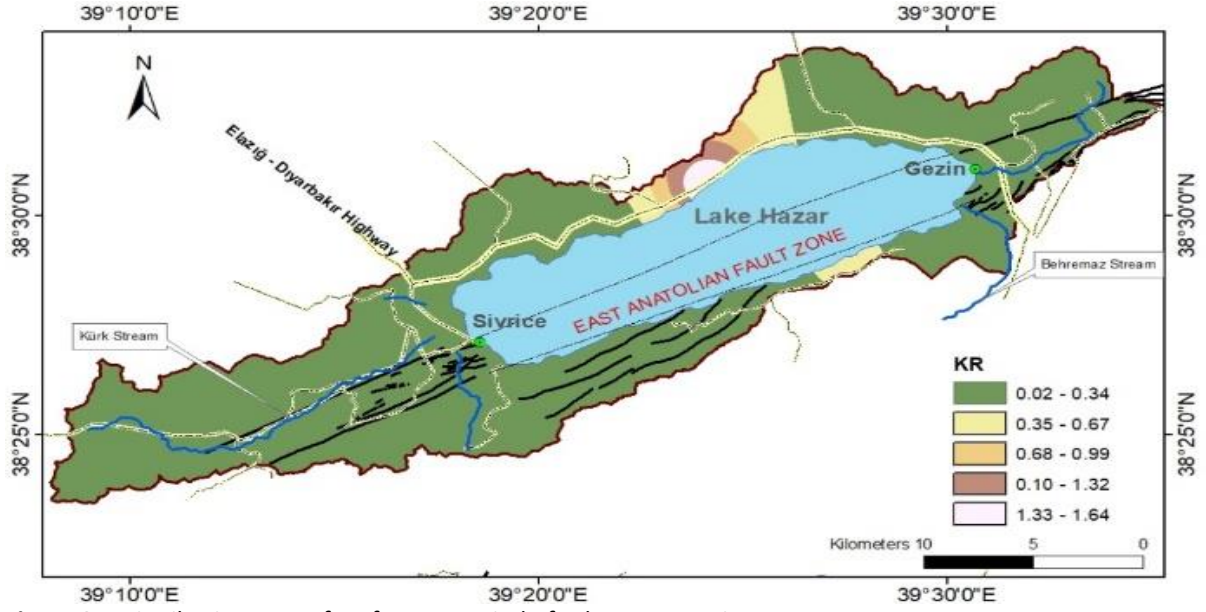


Figure 8a. Distribution map of KR for wet period of Lake Hazar Basin.

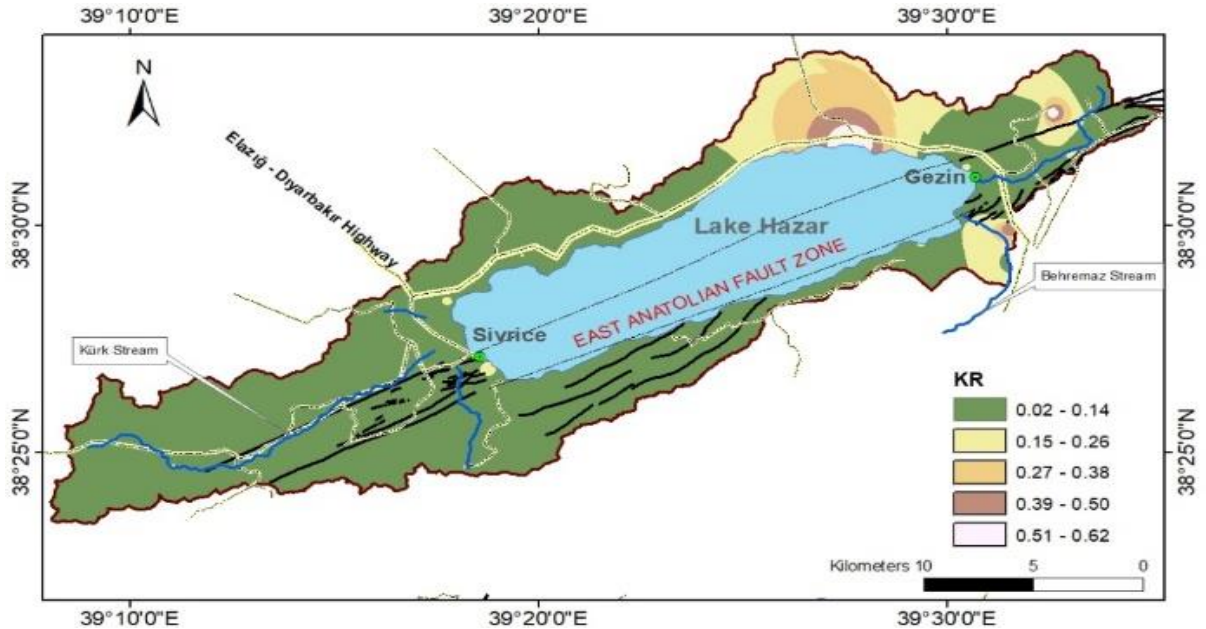


Figure 8b. Distribution map of KR for dry period of Lake Hazar Basin.

In order to understand the suitability water for agricultural use, the US Salinity Hazard Diagram (1954) has been made (Fig. 9). This diagram is based on sodium adsorption ratio (SAR) and the electrical conductivity (EC). The most of waters takes place into C1-S1 (low salinity with low sodium) and C2-S1 (medium salinity with low sodium) classes. In this case, almost all waters are suitable for agricultural activists. Three water samples (4.5%) in the wet period and five water

samples (7.5 %) in the dry period are in the class of C3-S1, displaying the high salinity/ low sodium property, which is harmful to products (Khodapanah et al., 2009). The high salinity/medium sodium (C3-S2) property waters should not be used on soils with poor drainage (Ravikumar et al., 2011). About, two water samples in the dry period and one sample in the wet period belong to this category.

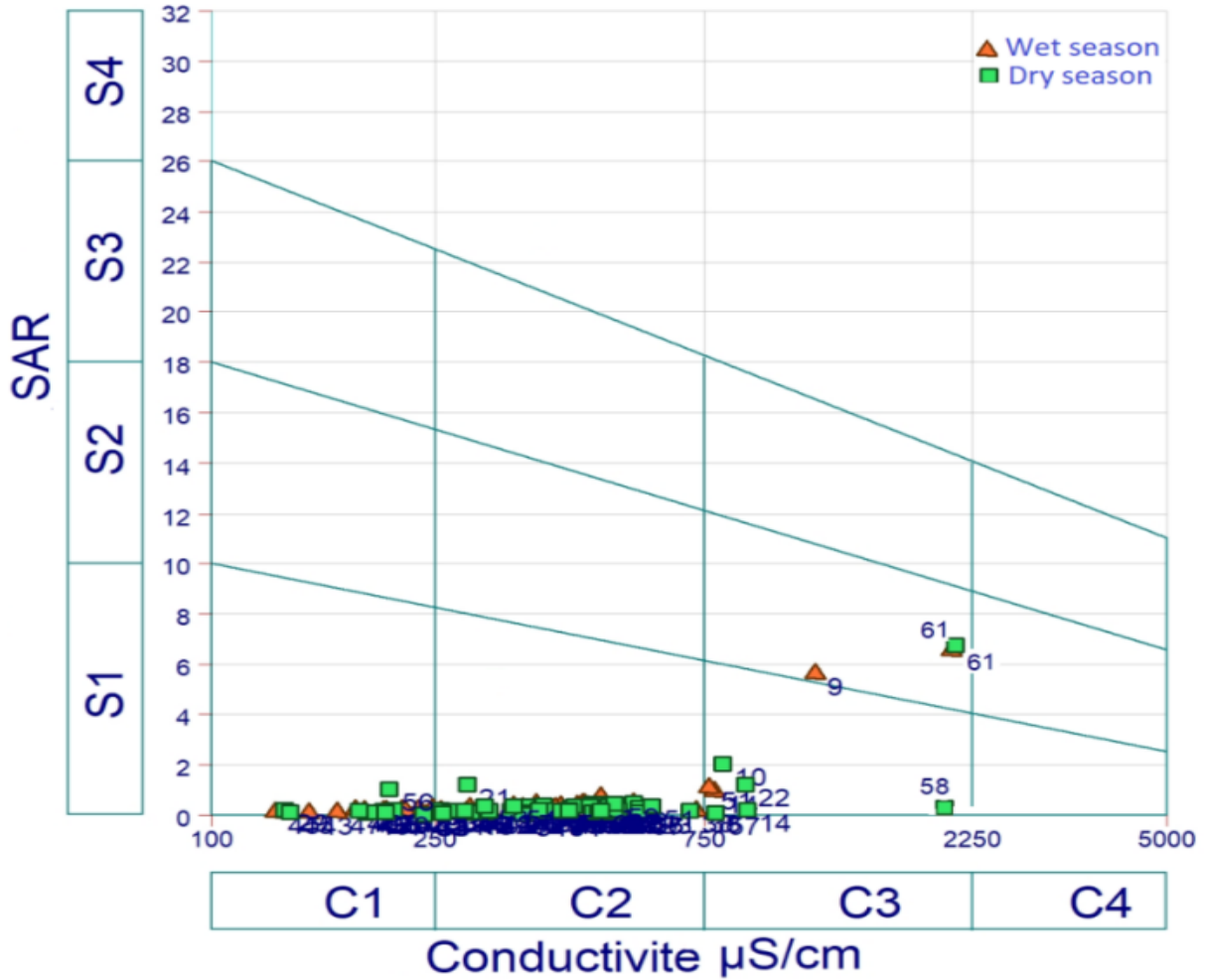


Figure 9. U.S. Salinity Diagram for wet period and dry period.

Na^+ cation in irrigation water reduces permeability of soil and causes infiltration problems. (Todd 1980). Therefore, another classification to identifying the suitability of irrigation water use is by calculating $\text{Na}\%$ (Wilcox, 1955). The Na^+ percentage values and the EC measures have been marked on the Wilcox diagram. The Wilcox (1995) diagram indicates that

around 58 water samples in the wet period and 57 water samples in the dry period belong to the “very good to good” water quality category (Fig. 10). Two water samples in both periods are defined as doubtful to unsuitable for irrigation water. About for water samples and one water sample in the dry and wet periods are in the class of good to permissible for irrigation water.

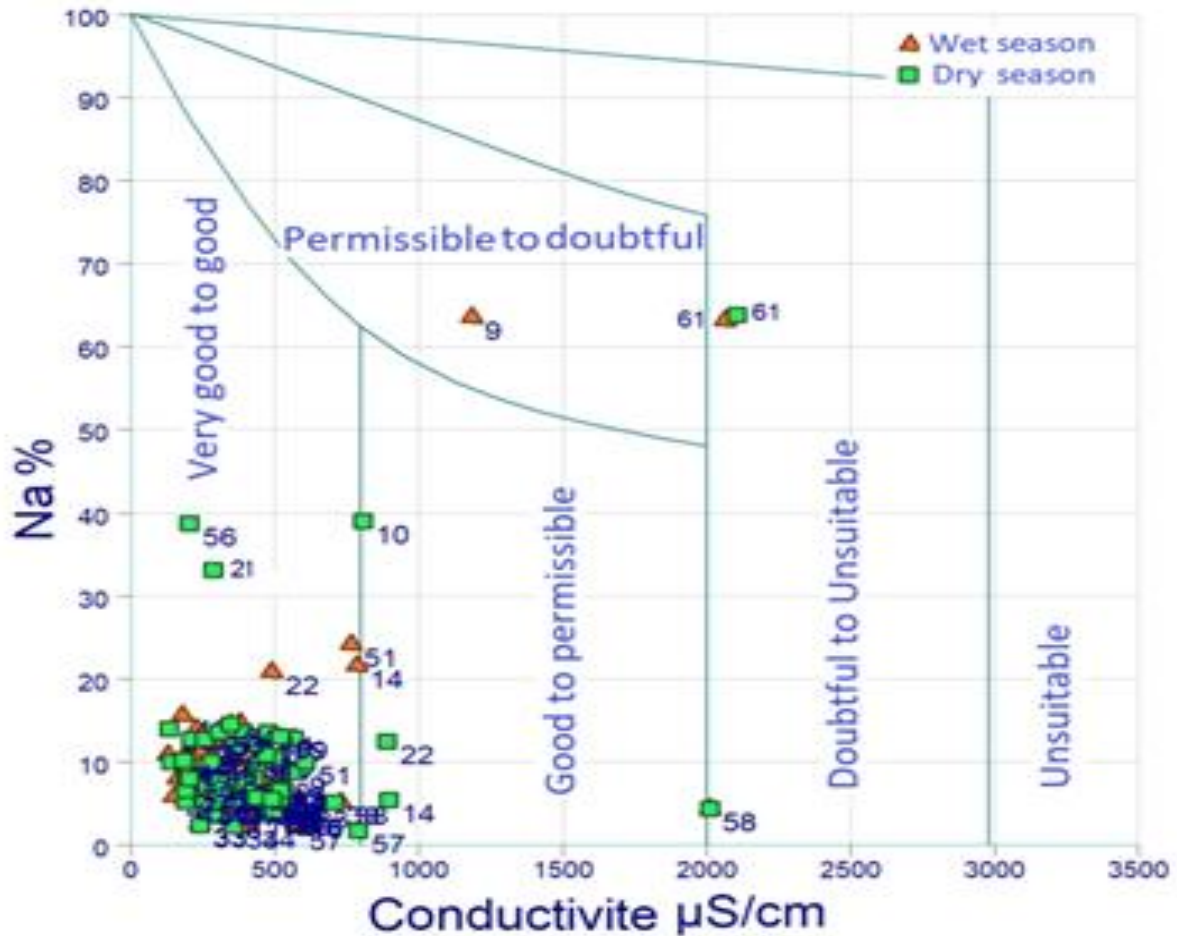


Figure 10. Wilcox Diagram for wet period and dry period.

Aksever (2016) stated that the low of quality in Çaygözü spring is mostly caused by mineralization processes due to rock - water interaction, while Çeliker (2008) stated that the low quality in some groundwater samples was caused by surface irrigation with Keban Dam Lake and Lake Hazar water.

In this study, it was observed that groundwaters in the Lake Hazar Basin were negatively affected by Lake Hazar water with high Na^+ and EC content. The parameter values for irrigation water show similar trends in both periods. The thematic maps have shown that the groundwater quality decreases gradually along the flow path from the high elevations to the lake level. In addition, it has been observed that water quality decreases in areas where lake.

Conclusions

In this work, the suitability of waters for irrigation were assessed based on SAR, EC, Na%, RSC, PI, MR, KI and salinity hazards. Most of the waters in Lake Hazar Basin fall in the safe range for irrigation purpose with respect to SAR, EC, Na%, RSC, PI, MR and KI values. About 90% of water

samples are grouped within C1-S1 (low salinity with low sodium) and C2-S1 (medium salinity with low sodium) categories in both wet and dry periods. Two water samples in the dry period and one sample in the wet period fall in the unsafe range for irrigation purpose from USSL diagram. Also, the Wilcox diagram classifies that most of the water samples as the “very good to good” water quality category in both periods. As a result, the groundwater quality in the Lake Hazar Basin was found to be suitable for irrigation water, except for some sampling sites. The thematic maps of SAR, EC, Na%, RSC, PI, MR and KR show that the groundwater quality decreases gradually from the high elevations to lake level. GIS maps, which can be easily updated in water quality assessment studies, have been understood to be necessary for sustainable water management.

Acknowledgments

This work was supported by the Research Fund of Fırat University. Project number: MF. 15.07. The researchers are thankful to the editor and reviewers for their helpful and constructive comments on an earlier draft of this paper.

Reference

- Aksever, F., Davraz, A., Bal, Y. 2016. Assessment of water quality for drinking and irrigation purposes: a case study of Başköy springs (Ağlasun/Burdur/Turkey). *Arab J. Geosci*, 9: 748.
- Alavi, N., Zaree, E, Hassani, M., Babaei, A.A., Goudarzi, G., Yari, A.R. 2016. Water quality assessment and zoning analysis of Dez eastern aquifer by Schuler and Wilcox diagrams and GIS. *Desalination and Water Treatment*, 57 (56).
- Ayers, R.S., Westcott, D.W. 1985. Water quality for agriculture (No. 29): Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Bozdağ, A., Göçmez, G. 2013. Evaluation of groundwater quality in the Cihanbeyli basin, Konya, Central Anatolia, Turkey, *Environmental Earth Sciences*. 69: 921–937.
- Çeliker, M. 2008. Hydrogeologic Assessment of Uluova (Elazığ) By Geographical Information Systems, *Çukurova University, Msc Thesis*. pp: 103
- Demer, S., Hepdeniz, K. 2018. Assessment of irrigation water quality in Isparta Plain (SW- Turkey) using statistic and Geographic Information Systems, *Turkish Geographical Review*, 70:109-122.
- DMI. 2016. Elazığ Regional Directorate Station Report (in Turkish), General Directorate of State Meteorological Service, Ankara.
- Doneen, L.D. 1964. Notes on water quality in Agriculture. Published as a Water Science and Engineering. Paper 4001, Department of Water Sciences and Engineering, University of California.
- Eaton, F.M. 1950. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 69:123-133.
- Jalali, M. 2007. Salinization of groundwater in arid and semi-arid zones: an example from Tajarak, western Iran. *Environ. Geol.*, 52:1133–1149.
- Kelly, W.P. 1940. Permissible composition and concentration of irrigated waters. *Proceeding of ASCF* 66, 607.
- Khodapanah, L., Sulaiman, W.N.A., Khodapanah, N. 2009. Groundwater quality assessment for different purposes in Eshtehard district, Tehran, Iran. *European J. Sci. Research*, 36(4): 543-553.
- Karant K.R. 1987. Groundwater assessment, development and management, Tata-McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Kumar S.K., Rammohan V., Sahayam, J., Jeevanandam, M. 2009. Assessment of groundwater quality and hydrogeochemistry of Manimuktha River basin, Tamil Nadu, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 159, 341–351.
- Oladeji, O.S., Adewoye, A.O., Adegbola, A.A. 2012. Suitability assessment of groundwater resources for irrigation around Otte Village, Kwara State, Nigeria, *Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, 1(3): 437-445.
- Ragunath, H.M. 1987. Groundwater, 2nd edn. Wiley Eastern Ltd, New Delhi.
- Ravikumar, P., Somashekar, R., Angami, M. 2011. Hydrochemistry and evaluation of groundwater suitability for irrigation and drinking purposes in the Markandeya River basin, Belgaum District, Karnataka State, India. *Environ. Monit. Assess*, 173(1):459–487.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis Improvement Saline Alkali Soils. US Department of Agriculture Handbook. 60.
- Sadashivaiah, C., Ramakrishnaiah, C.R., Ranganna, G. 2008. Hydrochemical Analysis and Evaluation of Groundwater Quality in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 5 (3):158-164.
- Saleh, A.F., Al-Ruwaih, M., Shehata, 1999. Hydrogeochemical processes operating within the main aquifers of Kuwait. *J. Arid. Envir.*, 42: 195-209.
- Satyanarayanan, M., Balam, V., Al Hussin, M.S., Al Jemali, M.A.R., Rao, T.G., Mathur, R., Dasaram, B., Ramesh, S.L. 2007. Assessment of Groundwater Quality in a Structurally Deformed Granitic Terrain in Hyderabad, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131: 117-127.
- Szabolcs, I., Darab C. 1964. The influence of irrigation water of high sodium carbonate content on soils. In I. Szabolcs (Ed.), *Proc 8th International Congress Soil Science Sodics Soils*, Res. Inst. Soil Sci. Agric. Chem. Hungarian Acad. Sci., ISSS Trans II, 1964, 802–812.
- Tiwari, T.N., Manzoor, A. 1988. Pollution of Subarnarekha River near Jamshedpur and the suitability of its water for irrigation. *Indian journal of environmental protection*, 8(7): 494–497.

- Todd, D.K., 1959. Groundwater Hydrology, International Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Todd, D.K., 1980. Groundwater hydrology (2nd ed.). New York, NY: Wiley.
- USSL, 1954. (United States Salinity Laboratory), Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali Soils, US Department of Agricultural Soils, US Department of Agricultural Hand Book 60, Washington, 11.
- Quist, L.G., Bannerman, R.R., Owusu, S. 1988. Groundwater in rural water supply in Ghana In: Ground Water in Rural Water Supply, Report of the West African Sub-Regional Workshop held in Accra, Ghana, 20–24 October, UNESCO Technical Documents in Hydrology, Paris, pp 101–126.
- Wilcox, L.V. 1955. Classification and Use of Irrigation Waters, USDA, Circular 969, Washington DC.

Araştırma Makalesi

**İç Anadolu Bölgesinde Faaliyette Bulunan Gıda Toptancıları Çalışanlarının Yöneticilerine
Güven Düzeyleri: Cips Toptancıları Örneği**

Halil Özcan ÖZDEMİR^{1*}, Ufuk KARADAVUT², Galip ŞİMŞEK²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Kırşehir

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Kırşehir

*Sorumlu yazar: hoozdemir@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.10.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 08.01.2020

Kabul Tarihi: 08.01.2020

Özet

Bu çalışmanın amacı, İç Anadolu Bölgesinde faaliyette bulunan özellikle cips grubu gıda ürünlerin dağıtımını ile ilgilenen firmalardaki çalışanların yöneticilerine duydukları güven düzeylerini belirlemektir. Bu kapsamda toplam 210 çalışana anket uygulanarak veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucunda; çalışanların işverenleri hakkında belli bir seviyede güven duymakla birlikte kafaların netleşmediği ve bir miktarda karışıklığın olduğu görülmektedir. Çalışanların %97 sini erkek çalışanlar oluşturmaktadır. Çalışanların %43'lük kısmı 20-29 yaş aralığındaki çalışanlardan oluşmaktadır. Çalışanların %57 gibi büyük çoğunluğu orta öğretim mezunlarından oluşmaktadır. Maaş düzeyleri incelendiğinde çalışanların genellikle asgari ücret seviyesinde maaş aldıkları görülmektedir. Çalışanların kıdemleri incelendiğinde %40'lık kısmı 6-10 yıl arası çalışanlardan oluşmaktadır. Yapılan korelasyon analizine göre yaş ilerledikçe idarecileri tanıma daha da arttığı için güven duygusu ve bilgileri paylaşma oranları da artmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yöneticiye güven, gıda toptancıları, örgütsel davranış, işgören.

**Confidence Levels of Food Wholesaler Employees Operating in Central Anatolia Region to
Their Managers: Chips Wholesalers Sample**

Abstract

The aim of this study was to determine the trust level of the employees to their managers in the companies dealing with the general distribution of the chips group in the region of Central Anatolia. In this scope, the data were obtained by using a questionnaire forms with 210 employees. As a result of the research; although there was a certain level of confidence to their managers, but it wasn't completely clear and there was some confusion. 97% of the employees was male. 43% of the employees was between 20-29 years of age. 57% of the employees were secondary school graduates. When the salary levels are examined, it is seen that the employees generally receive salaries at the minimum wage level. When the tenure of the employees is examined, 40% of the employees are between 6-10 years. According to the correlation analysis, as the age increases, the sense of trust and sharing of the information increases as the recognition of the administrators increases.

Key words: Trust to managers, food wholesalers, organizational behavior, employee.

Giriş

Pazarlama alıcı ile satıcıyı bir araya getiren sistemin genel adıdır. Bunun için yer ve zamanın da buna uygun bir şekilde ayarlanmış olması gerekmektedir. Pazarlama çalışmaları oldukça geniş bir süreyi ve süreci kapsamaktadır. Pazarlama

faaliyeti üretilen ürüne karar vermektten başlayıp son tüketiciye ulaşması ve satış sonrası faaliyetleri de kapsayan uzun bir süreçtir. Çünkü alınan ürünün genel olarak belli standartlarda olması ve bu standartlar kapsamında satıştan önce olduğu gibi satış sonrasında da bazı sorumlulukların satıcıya

yüklenmesine sebep olmaktadır. Ne tür ürün alınırsa alınsın, bu sorumluluk artık satıcıların sorumluluğu altındadır.

Tarım ürünleri yapı itibariyle diğer ürünlerden çok farklı yapıya sahiptirler. Bunun temel nedeni yapı olarak biraz daha hassas olmaları ve depolama bakımından uzun süre muhafaza edilememeleridir. Muhafaza koşullarının iyi olmaması da ayrıca ürünün ömrünü kısaltan büyük bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Gıda maddeleri son tüketiciye kadar giderken özel ilgi beklemektedir (Albayrak, 2009). Çünkü alınan ürün bir giysi ise bunu iade edebilirsiniz. Elektronik bir eşya ise bunu yine geri verebilir ya da servisine gönderebilirsiniz. Ancak gıda maddesinde böyle bir şansınız yoktur. Özellikle bunun eski veya bozuk olduğu konusunda bilginiz yoksa sağlığınız ciddi tehlike altına girebilir. Yediğiniz ya da içtiğiniz gıda maddesi sizleri zehirleyebilir ve hatta öldürebilir.

Üretilen gıda ürününün sahip olduğu yapısal farklılık ürünün üretiminden son tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen sürenin ve yapılacak işlemlerin belirlenmesinde kilit rol oynamaktadır. Pazarlaması yapılan ürün et ve süt ürünlerinden veya çok çabuk bozulabilen sebze ve meyvelerden oluşuyorsa bunların pazarlama koşullarına diğer ürünlere göre daha fazla özen gösterilir. Türkiye’de pazarlama kanalları olarak üretici, toptancı ve tüketici bağlarının korunması gerekir (Yurdakul ve Koç, 1997). Burada toptancılar üretici ile tüketici arasındaki bağlantıyı sağlamaktadırlar (Erbay, 2007). Eğer satılan ürünler paketli ürünler ise toptancılar için daha rahat olmaktadır. Çünkü bu tip ürünlerin satışı, pazarlaması ve muhafazası daha rahat olmaktadır.

Dünya genelinde cips pazarı 2005 yılından itibaren büyüme eğilimine girmiştir. 2005 yılında 16.5 milyar dolar düzeyinde iken, günümüzde 46.1 milyar dolara çıkmıştır (Karahan, 2019). Cips Türkiye’de tüketimi yapılan önemli gıda maddelerinden birisidir. 2000’li yıllardan itibaren hızla hayatımıza giren bu maddelerin kullanımı hızla artmaktadır. Türkiye’de 2002 yılında 233 milyon dolarlık bir pazar varken, günümüzde 2 milyar dolarlık bir pazar oluşmuştur (TÜRKTOB, 2018). Ayrıca kişi başı cips tüketimi 2002 yılında 400 gram iken, günümüzde bu rakam bir kilogramı geçmiş durumadır. Özellikle genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) tüketiminden kaynaklı olumsuzluklar için duyulan kaygı miktarının artışı bu ürünlerin tüketimde bir miktar durgunluğa sebep olsa da kısa süreli olmuş ve artış devam etmiştir (Mutlu, 2016). Cips pazarı özellikle pazarlama stratejilerinin gelişmesi ve satıcıların gençlerin zayıf noktalarına yönelik olarak ciddi vurgular yapmaları nedeniyle sürekli olarak artış göstermektedir. Yapılan bu çalışma ile İç Anadolu

bölgesinde cips alanında toptan satış yapan işletmelerdeki çalışanların durumları incelenmek istenmiştir.

Yönetim, başkalarına iş yaptırma, başkaları üzerinde otorite kurma veya bir grup içindeki kişileri ortak bir amaç doğrultusunda istenilen sonuçları elde edebilecek biçimde yönlendirme süreci olarak değerlendirilir (Eryılmaz, 2011). Yöneticiyi işgörenlerin gözünde güvenilir yapan, onun kişisel bütünlüğü ve yönetsel etkililiğidir. Yetkinlik, tutarlılık, dürüstlük, yardımseverlik, ilgi gösterme özellikleri, yöneticinin çalışanın gözünde güvenilirliğini arttırarak kendi çıkarını düşünmediğini gösterir. (Eren ve Hayatoğlu, 2012). Bu gibi davranışların neticesi olarak yöneticisine güvenen işgören organizasyonu için daha faydalı hale gelebilecek ve örgütün amaçlarına ulaşmasında katkısı artmış olacaktır.

Yöneticiye duyulan güven ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında; örgütsel davranış konularından birisi ile yöneticiye duyulan güven arasındaki ilişkilere yönelik yapılmış çalışmaların çoğu dikkati çekmektedir. Aslan ve Özata (2009) yaptıkları çalışmada lider-üye değişiminin (Imx) yöneticiye duyulan güven üzerindeki etkisine bakmışlar lider-üye etkileşimini olumlu değerlendirenlerin örgütsel güven düzeylerinin de yüksek olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Yolaç (2011) yapmış olduğu çalışmada algılanan liderlik tarzları ile yöneticiye duyulan güven arasındaki ilişkide lider-üye etkileşiminin rolünü incelemiş ve çalışma sonucunda dönüşümcü liderlik tarzının yöneticiye duyulan güveni açıklamada önemli etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Arslantaş (2008) yapmış olduğu çalışmada yöneticiye duyulan güven ile psikolojik güçlendirmenin örgütsel vatandaşlık üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda; yöneticiye duyulan güvenin örgütsel vatandaşlığın çalışanlar arasındaki uyum boyutu üzerinde bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.

Connell, Ferres ve Travaglione (2003) yaptıkları çalışmada, yöneticiye duyulan güvenin sonuçları ile ilgili Avusturalya da yaptıkları çalışma sonucunda; algılanan örgütsel desteğin rutin adaletin ve dönüşümsel liderliğin, yöneticilere duyulan güvenin önemli belirleyicileri olduğunu belirlemişlerdir.

Materyal ve Yöntem

Genel olarak araştırmacılar perakende satıcılar üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Oysa üretilen malların perakendecilere gidene kadar ki en önemli durakları toptancılarıdır. Gıda toptancıları pazarlama karmasındaki dağıtım fonksiyonu için önemli bir görevi yürütmektedirler. Çalışma yapılan alanda 20 ana dağıtım noktası ve 100 civarında tali dağıtım noktası bulunmaktadır.

Gayeli örnekleme yöntemi kullanılarak buralarda çalışanların tamamına ulaşılmaya çalışılmıştır. Buna göre İç Anadolu Bölgesinde faaliyette bulunan cips dağıtım işletmelerinde çalışan ve ulaşılabilen 210 kişi ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Çalışmalarda sorulan sorularda önce bireyleri tanımaya yönelik demografik sorular sorulmuş ve sonrasında ise yöneticiye duyulan güvenlerini ölçmek için literatürde kabul görmüş ve birçok araştırmacı tarafından kullanılmakta olan McAllister (1995)'in Yöneticiye Duyulan Güven Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen veriler dikkatli bir şekilde düzenlenmiştir. Katılımcılara ait frekansları, oransal durumları, ortalamaları ve standart sapma değerleri belirlenmiştir. Daha sonra ise elde edilen verilerin nitel veri olması nedeniyle nitel verilerin analizlerinde yoğun bir şekilde kullanılan Ki kare analizi yapılarak farklıklar tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin parametrik olmamasından dolayı incelenen değişkenler bakımından aralarında ilişkin olup olmadığını belirleyebilmek için Spearman Korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada

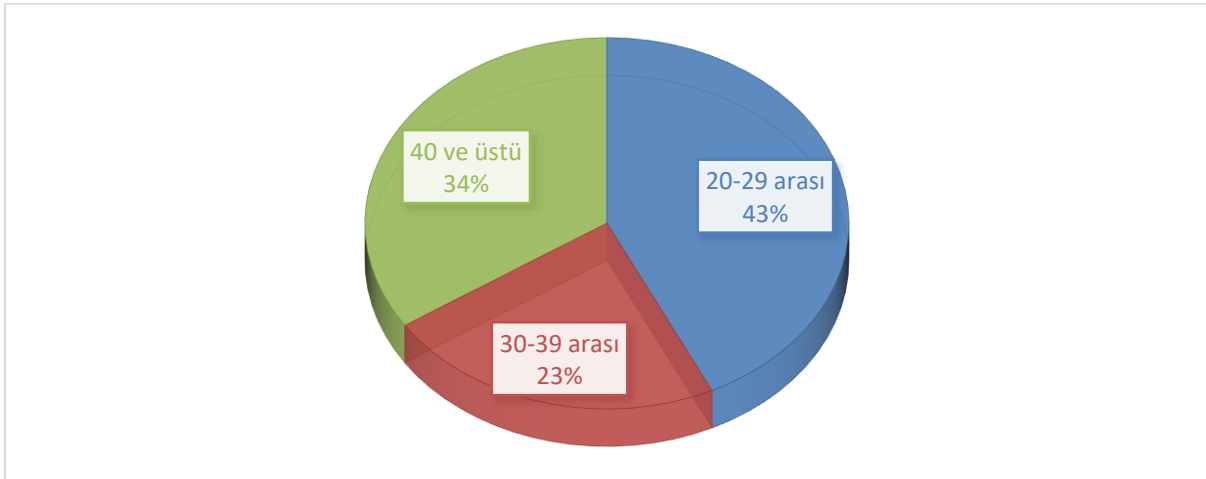
yapılan analizler SPSS 21 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmada katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde çalışanların genel olarak erkeklerden oluştuğu görülmektedir. Bütün çalışanlar içinde erkeklerin oranı %97 gibi oldukça büyük bir oranı oluştururken, kadınların oranı ise sadece %3'te kalmıştır. Elde edilen bu sonucun genel olarak beklenen bir sonuç olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü özellikle toptan satış yapılan alanlardaki çalışma koşullarının bayanlar için çok ta uygun olmaması ve işin ağırlığı dikkate alındığında bayanların bu mesleği tercih etmek istememelerinden çok işverenlerin bayan tercih etmek istememeleri ön plana çıkmaktadır. Özellikle yük indirme ve yükleme aşamalarında erkek yoğun işin olması işvereni bu yöne yönlendirdiği düşünülmektedir. Yapılan ikili görüşmelerde de bu yönde görüşler belirtilmiştir.



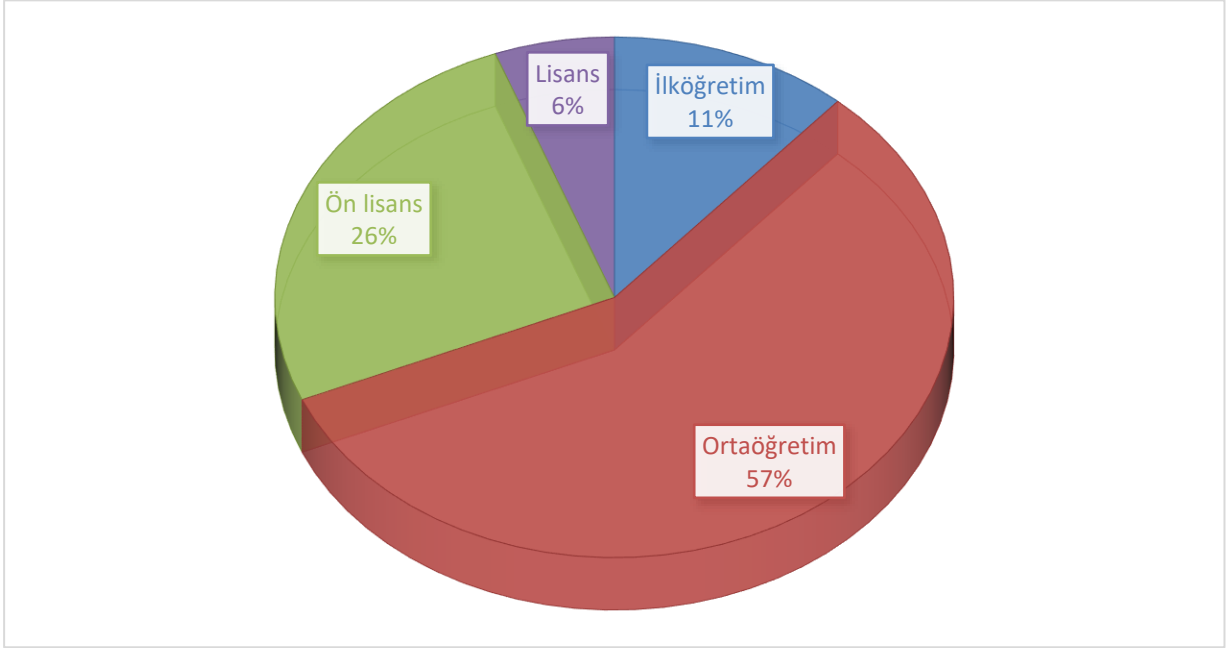
Şekil 1. Çalışanların cinsiyete göre dağılımı



Şekil 2. Çalışanların yaşa göre dağılımı

Çalışanların yaş durumlarının dağılımı Şekil 2'de gösterilmektedir. Çalışanların %43'lük kısmı 20-29 yaş aralığında yer almaktadır. %34'ü 40 ve üzerinde yaşa sahip olurken, %23'ü 30-39 yaş aralığında yer almıştır. Aslında bakılırsa %66'lık kısım 20-39 yaş aralığında olan bireylerden oluşmaktadır. Bu yaş gruplarında yoğunlaşmasının temel nedeninin yapılan işin özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Eğitim durumları bakımından yapılan incelemede elde edilen sonuçlar Şekil 3'te gösterilmiştir. Çalışanların %57 gibi büyük çoğunluğu orta öğretim mezunlarından oluşmaktadır. Bunu %26 ile ön lisans mezunları izlemiştir. Lisans mezunu sayı %6 ile en alt düzeyde kalmıştır. Buna göre bu meslekte çalışanların %83'lük kesimi lise ve ön lisans mezunlarından oluşmaktadır. Dört yıllık üniversite mezunlarının bu işi pek tercih etmedikleri anlaşılmaktadır.

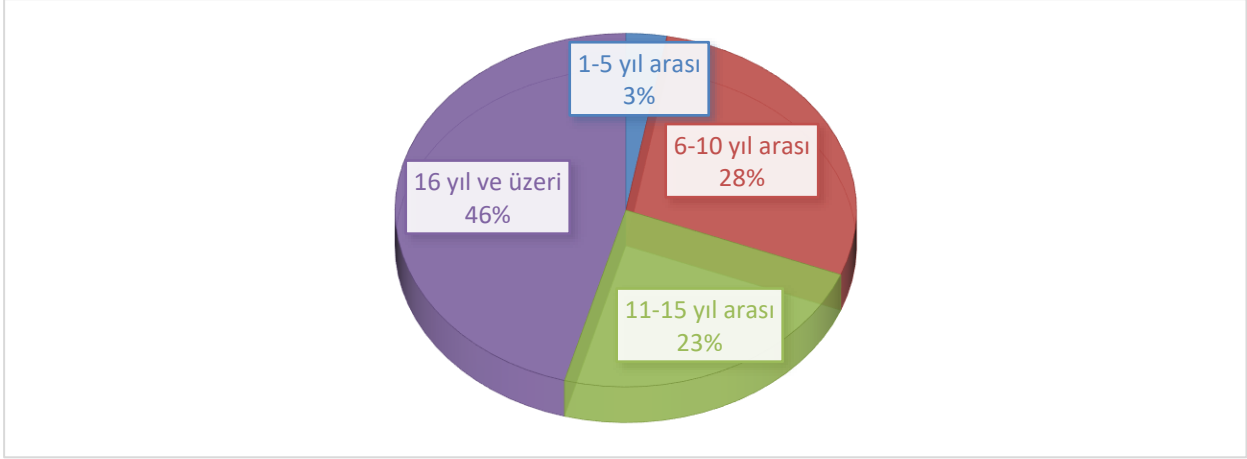


Şekil 3. Çalışanların eğitim durumlarına göre dağılımı

Gelir durumları bakımından yapılan incelemede genel olarak asgari ücret civarında maaş aldıkları görülmektedir. En yüksek oran 2001-2500 TL arasında alan kısım %60 ile ilk sırada yer almıştır. Bunu %28.6 ile 2501 ve üzerinde geliri olanlar izlemiştir. Ancak bu gelir grubuna sahip olanların genel olarak uzun süredir çalışanlar olduğunu belirtmek gerekir. Belli bir süreyi tamamlayan çalışanların işveren tarafından benimsendiği ve maaşlarının bir miktar artırıldığı gözlemlenmiştir. En düşük maaş alanlar ise 1500 TL ve altında gelir elde etmektedirler ki bunların oranı ise sadece %5.7 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre bu işi gelir seviyesi düşük olan kişilerin zorunlu tercih ettikleri görülmektedir.

Çalışanların toplam çalışma süreleri incelendiğinde elde edilen sonuçlar Şekil 4'de

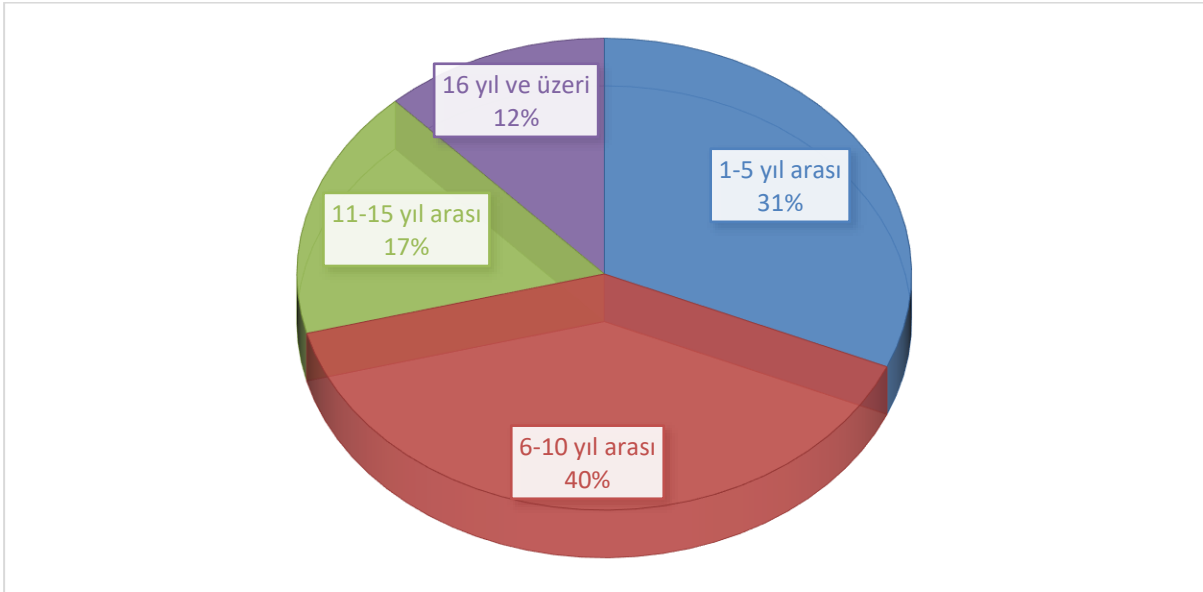
gösterilmektedir. Buna göre çalışanların yaklaşık yarısı (%46) 16 yıl ve üzerinde bir çalışma süresine sahiptir. Tespit edilen bu süre deneyim kazanma ve hayata yön verme anlamında oldukça önemlidir. %28'i 6-10 yıl arasında çalışırken, %23'ü 11-15 yıl arasında çalışmaktadır. Buna göre çalışanların %69'unun 11 yıl ve üzerinde bir deneyime sahip oldukları görülmektedir. Deneyimsiz olarak değerlendirilebilecek olan 1-5 yıllık çalışanların oranı ise %3'te kalmıştır. Buna göre gıda toptancılığı yapan işletmelerin eleman tercihi yaparken en az 6 yıl ve üzerinde bir çalışma deneyimi istemektedirler



Şekil 4. Çalışanların toplam çalışma sürelerine göre dağılımı

Gıda toptancı olan iş yerlerinde çalışanların halen buldukları yerde çalışma süreleri incelendiğinde ancak %12'sinin halen bulunduğu yerde çalıştığı anlaşılmaktadır. 11-15 yıl arasında çalışanların ise %17'lik bir kısmı oluşturmaktadır. En yüksek miktarı ise %40 ile 6-10 yıl arasında çalışanlar oluşturmaktadır (Şekil 5). Çalışma süreleri her meslekte olduğu gibi bu meslek

grubunda da ön plana çıkmaktadır. Özellikle çalışanların işlerinden memnun olması ve tutarlılık açısından önemlidir. Sürekli olarak iş ve iş yeri değiştiren bireylerin genel olarak tutunma şansları olmamaktadır. Bu işyerinin geleceği açısından alınacak kararları ciddi anlamda etkileyebilmektedir.



Şekil 5. Çalışanların çalıştıkları yerdeki çalışma sürelerine göre dağılımı

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkları belirleyebilmek için ki kare analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde cinsiyet açısından 186.686 ki kare değeri ile farklılığın 0.01'e göre önemli olduğu görülmüştür. Yaş bakımından incelendiğinde ise bu değer 12.686 olduğu ve ancak 0.05'e göre önemli olduğu görülmüştür. Eğitim durumu bakımından da oldukça önemli farkların olduğu görülmektedir. Eğitim durumu bakımından yapılan analiz sonucunda Ki kare değerinin 133.543 değerine

sahip olduğu ve 0.01'e göre önemli olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle orta öğretim mezunlarının sayılarının ciddi anlamda yüksek olması bu farklılığın oluşmasında etkili olduğunu düşündürmektedir. Gelir düzeyleri bakımından yapılan analiz sonucunda 166.457 değeri ile, şu anda buldukları işyerinde çalışma süreleri göre 40.781 değeri ile ve toplam çalışma süreleri bakımından 78.267 değeri ile 0.01'e göre önemlilik tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışanların demografik özelliklerinin Ki kare analiz sonuçları

| Gruplar | Gözlenen(O) | Beklenen(E) | Gruplar | Gözlenen (O) | Beklenen(E) |
|--|-------------|-------------|--|--------------|-------------|
| <i>Katılımcıların Cinsiyet Değişkenine Göre</i> | | | <i>Katılımcıların Şu Anda Buldukları İşyerinde Çalışma Süreleri Değişkenine Göre</i> | | |
| Ki-Kare(X^2) | | | Ki-Kare(X^2) | | |
| Erkek | 204 | 105.0 | 1-5 yıl arası | 66 | 52.5 |
| Kadın | 6 | 105.0 | 6-10 yıl arası | 83 | 52.5 |
| | | | 11-15 yıl arası | 36 | 52.5 |
| | | | 16 yıl ve üzeri | 25 | 52.5 |
| Toplam | 210 | 210.0 | Toplam | 210 | 210.0 |
| Ki-Kare(X^2) | 186.686** | | Ki-Kare(X^2) | 40.781** | |
| <i>Katılımcıların Yaş Değişkenine Göre</i> | | | <i>Katılımcıların Toplam Çalışma Süreleri Değişkenine Göre</i> | | |
| Ki-Kare(X^2) | | | Ki-Kare(X^2) | | |
| 20 yaş ve altı | - | - | 1-5 yıl arası | 6 | 52.5 |
| 20-29 arası | 90 | 70.0 | 6-10 yıl arası | 59 | 52.5 |
| 30-39 arası | 48 | 70.0 | 11-15 yıl arası | 49 | 52.5 |
| 40 ve üstü | 72 | 70.0 | 16 yıl ve üzeri | 96 | 52.5 |
| Toplam | 210 | 210.0 | Toplam | 210 | 210.0 |
| Ki-Kare(X^2) | 12.686* | | Ki-Kare(X^2) | 78.267** | |
| <i>Katılımcıların Eğitim Durumu Değişkenine Göre</i> | | | <i>Katılımcıların Gelir Düzeyi Değişkenine Göre</i> | | |
| Ki-Kare(X^2) | | | Ki-Kare(X^2) | | |
| İlköğretim | 24 | 52.5 | 1500 TL'den az | 12 | 52.5 |
| Ortaöğretim | 120 | 52.5 | 1501-2000 TL | 12 | 52.5 |
| Ön lisans | 54 | 52.5 | 2001-2500 TL | 126 | 52.5 |
| Lisans | 12 | 52.5 | 2501 TL üzeri | 60 | 52.5 |
| Toplam | 210 | 210.0 | Toplam | 210 | 210.0 |
| Ki-Kare(X^2) | 133.543** | | Ki-Kare(X^2) | 166.457** | |

*; 0,05'e göre önemli, **; 0,01'e göre önemli

Çalışanların yöneticilerine duydukları güveni belirlemek için yapılan Likert ölçeğindeki sorulara verilen cevaplara ait ortalama, standart sapma ve ki kare analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre **“Yöneticimi yakından tanıyanlar, onun işine bağlı olduğunu ve en iyi performansı ortaya koymak için çalışacağını bilir”** sorusuna 4,14 değeri ile en yüksek katılıyorum cevabı verilmiştir. Aslında bu çalışanların patronlarını tanıdıklarını göstermektedir. Bunu 4,11 değeri **“Beni dinleyeceğini bildiğim için, işimdeki zorluklar hakkında yöneticimle rahatlıkla konuşabilirim”** sorusu izlemiştir. Buna göre çalışanlar işverenlerini iyi tanımanın yanında kendilerini özgür hissetmektedirler. Çünkü bu soruya büyük oranda katılmış olmaları ve işverenin kendilerini dinleme yönünde kararlı olması bir güven ortamının oluşmasını sağlamış gözükmektedir. En düşük katılma oranı ise 2,80 değeri ile **“Yöneticimle birlikte çalıştığımız süre boyunca birbirimize bağlılık hissettiğimizi söyleyebilirim”** sorusu olmuştur. Aslına bakılırsa çalışan işverenine ve işverende çalışana belli ölçüde değer vermektedir. Ancak bunun çok ilerlemesi ve ciddi yetin bozulması istenmemektedir. Çünkü ortak çalışma

ortamının olması bağlılık duygusunun tam olarak gelişmesini sağlamamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre genel olarak çalışanlar yöneticilerinden memnundurlar.

Verilen cevaplar arasındaki farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek için yapılan ki kare analiz sonuçlarına göre bütün özellikler bakımından önemlilik görülmüştür ($P>0,01$). Bu sonuçlar aslında çalışanların işverenleri hakkında belli bir seviyede güven duymakla birlikte kafaların netleşmediği ve bir miktarda karışıklığın olduğu görülmektedir. Örneğin **“Yöneticimle birlikte çalıştığımız süre boyunca birbirimize bağlılık hissettiğimizi söyleyebilirim”** sorusuna %45.7'lik bir kesimin katılmıyorum cevabını vermiş olması bunun örneğini oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen veriler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için yapılan spearman korelasyon sonuçlarına göre cinsiyet bakımından işverene güven düzeyleri arasında bir ilişki bulunmamıştır ($r = 0.147$). Çalışan erkekte olsa bayanda olsa işveren hakkında benzer düşüncelere sahiptirler. Yaş olarak bakıldığında yaş ilerledikçe işveren güven duygusunun ve bilgi paylaşım miktarının önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir ($r = 0.512^{**}$). Aslında bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü

yaş ile birlikte deneyimde arttığından doğru ile yanlış ayırt etmek yeteneği de artmaktadır. Eğitim seviyesi artıkça işvereni anlama ve onunla daha rahat iletişim kurma sağlanmaktadır ($r = 0,459^*$). Eğitimin seviyesinin artması aynı zamanda çalışmadaki kararlılık açısından da önemlidir. Eğitim seviyesi işe çalışma sürelerinin arasındaki ilişkinin yüksek ve önemli olması ($r = 0,428^*$) da bunu teyit etmektedir. Bununla bağlantılı olarak toplam çalışma sürelerinin de artması benzer şekilde işverene olan bağlılığı artırmaktadır. Yıl geçtikçe işveren çalışanı, çalışanda işvereni tanıdığı için

iletişim daha rahat bir şekilde yapılabilir. Çalışma süresi artıkça işyerine olan bağlılığın önemli derecede artması da buna bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir ($r = 0,538^{**}$). Eğer çalışanlar yeterli geliri elde ediyorlarsa çalışma düzenlerini bozmamaktadırlar. Çünkü gelir ile çalışma süreleri arasındaki ilişki önemli ancak negatif yönlü olmuştur ($r = -0,465^{**}$). Buna göre diğer bütün faktörler iyi olsa bile çalışanlar yeterince maaş alamıyorlarsa zorunlu olarak başka işlere bakmaktadırlar.

Çizelge 2. Çalışanların yöneticiye duydukları güven düzeyleri

| İfadeler | | Hiç katılmıyorum | Katılmıyorum | Orta düzeyde katılmıyorum | Katılıyorum | Tamamen Katılıyorum | X Ortalama | S.Sapma | χ^2 Ki-kare |
|---|---|------------------|--------------|---------------------------|-------------|---------------------|------------|---------|------------------|
| Yöneticimle düşüncelerimi, hislerimi ve ümitlerimi özgürce paylaşabileceğim bir ilişkim vardır | f | 24 | - | 6 | 132 | 48 | 3.85 | 1.12 | 177.429** |
| | % | 11.4 | - | 2.9 | 62.9 | 22.9 | | | |
| Beni dinleyeceğini bildiğim için, işimdeki zorluklar hakkında yöneticimle rahatlıkla konuşabilirim | f | 24 | - | 12 | 66 | 108 | 4.11 | 1.26 | 108.857** |
| | % | 11.4 | - | 5.7 | 31.4 | 51.4 | | | |
| Yöneticimin başka işletmeye geçmesi durumunda onunla çalışamayacağım için üzüntü duyarım | f | 24 | 12 | 96 | 66 | 12 | 3.14 | 1.02 | 133.714** |
| | % | 11.4 | 5.7 | 45.7 | 31.4 | 5.7 | | | |
| Yöneticimle sorunlarımı paylaştığımda ilgileceğini ve yapıcı şekilde karşılık vereceğini bilirim | f | 24 | 12 | 72 | 78 | 24 | 3.31 | 1.11 | 89.143** |
| | % | 11.4 | 5.7 | 34.3 | 37.1 | 11.4 | | | |
| Yöneticimle birlikte çalıştığımız süre boyunca birbirimize bağlılık hissettiğimizi söyleyebilirim | f | 12 | 84 | 60 | 42 | 12 | 2.80 | 1.01 | 92.571** |
| | % | 5.7 | 40.0 | 28.6 | 20.0 | 5.7 | | | |
| Yöneticim işine profesyonel olarak yaklaşan ve kendini işine adanmış biridir | f | 24 | 72 | 6 | 72 | 36 | 3.11 | 1.35 | 82.286** |
| | % | 11.4 | 34.3 | 2.9 | 34.3 | 17.1 | | | |
| Yöneticimin geçmişine bakarak yeteneğinden ve iş yapış şeklinden şüphe duymak için bir neden göremiyorum | f | 12 | 24 | 66 | 96 | 12 | 3.34 | 0.95 | 133.714** |
| | % | 5.7 | 11.4 | 31.4 | 45.7 | 5.7 | | | |
| Yöneticimin gereksiz işlerle işimi zorlaştırmayacağını bilirim | f | 24 | 48 | 30 | 84 | 24 | 3.17 | 1.23 | 61.714** |
| | % | 11.4 | 22.9 | 14.3 | 40.0 | 11.4 | | | |
| Yöneticimi çok iyi tanımayan insanlar bile ona güven ve saygı duymaktadır | f | 24 | - | 60 | 126 | - | 3.37 | 0.96 | 76.457** |
| | % | 11.4 | - | 28.6 | 60.0 | - | | | |
| Yöneticimle daha önce çalışmış iş arkadaşlarım onun güvenilir olduğunu düşünmektedir | f | 24 | 24 | 72 | 90 | 24 | 3.97 | 1.25 | 64.971** |
| | % | 11.4 | 11.4 | 34.3 | 42.9 | 11.4 | | | |
| Yöneticimi yakından tanıyanlar, onun işine bağlı olduğunu ve en iyi performansı ortaya koymak için çalışacağını bilir | f | 24 | - | - | 84 | 102 | 4.14 | 1.22 | 47.657** |
| | % | 11.4 | - | - | 40.0 | 48.6 | | | |

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucuna bakıldığında gıda sektöründe yer alan cips toptancılarındaki

çalışanların %97 sini erkek çalışanlar oluşturmaktadır. Çalışanların %43'lük kısmı 20-29 yaş aralığında yer almaktadır. Bu durum dağıtım

işinin bedensel güç ve kuvvete çok fazla bağlı olması ile açıklanabilir. Çalışanların %57 gibi büyük çoğunluğu orta öğretim mezunlarından oluşmaktadır. Maaş düzeyleri incelendiğinde çalışanların genellikle asgari ücret seviyesinde maaş aldıkları görülmektedir. Maaş düzeyleri de eğitim düzeyleri ile paralellik göstermektedir. Çalışanların kıdemleri incelendiğinde %40'lık kısmı 6-10 yıl arası çalışanlardan oluşmaktadır. Bu durum ise yöneticiye duyulan güvendedeki kararsızlık sonucunda personel devir hızındaki artışa ve daha kısa süre işletmede ya da sektörde çalışmaya neden olmaktadır denilebilir. Çalışanların iş yerine bağlamasındaki en önemli faktörün aldığı maaş olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için bu tür işyerlerinde çalışanların temel ihtiyaçlarının karşılanabileceği maaşın verilmesi faydalı olacaktır.

Bu çalışma sonunda çalışanların işverenleri hakkında belli bir seviyede güven duymakla birlikte kafalarında bir miktarda karışıklığın olduğu görülmektedir. Örneğin **“Yöneticimle birlikte çalıştığımız süre boyunca birbirimize bağlılık hissettiğimizi söyleyebilirim”** sorusuna yaklaşık %46'lık bir kesim katılmıyorum şeklinde cevap vermesi bu durumu açıklar niteliktedir.

Kişisel çıkarlarını düşünmediğini astlarına gösteren ve hissettiren yöneticilerin ve kişisel bütünlüğü ve yönetsel etkililiğini arttırmış yöneticilerin sayılarının artması neticesinde işgörenlerdeki yöneticiye duyulan güven artmakta bu durum da işgören devir hızının azalması, performansın ve verimliliğin artması gibi olumlu hususları beraberinde getirecektir. Dolayısı ile en temel işletme amacı olan karlılık da arttırılmış olacaktır.

Kaynaklar

- Albayrak, M. 2009. Yaş Meyve ve Sebze Pazarlama Merkezler: Toptancı Haller-Pazarlar Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'den Örneklerle Yapısı ve İşleyişi. Ankara, TEAE Yayınları, no:177.
- Arslantaş, C.C. 2008. Yöneticiye duyulan güvenin ve psikolojik güçlendirmenin örgütsel vatandaşlık davranışı üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik görgül bir çalışma. *TISK Academy/TISK Akademi*, 3(5): 100-117.
- Aslan, Ş., Özata, M. 2009. Lider-üye etkileşiminin (LMX) yöneticiye duyulan güven düzeyine etkisi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9(17): 94-116.
- Connell, J., Ferres, N., Travaglione, T. 2003. Engendering trust in manager-subordinate relationships: Predictors and outcomes. *Personnel Review*, 32(5): 569-587.
- Erbay, R. 2007. Lisanslı depoculuğun ve teslimata bağlı işlemlerin Türkiye tarım ürünleri piyasasına ve vadeli işlemlere olası etkileri. İstanbul. İTO yayınları.
- Eren, S.S., Hayatoğlu, Ö. 2012. Etik iklimin satış elemanlarının iş tutumlarına ve iş performanslarına etkisi: İlaç sektöründe bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 7(14), 109-128.
- Eryılmaz, B. 2011. *Kamu Yönetimi: Düşünceler, Yapılar, Fonksiyonlar, Politikalar*. Ankara, Okutman Yayıncılık.
- Karahan, Y. 2019. Türkiye'de patates sanayisinin gelişimi ve gelecekle ilgili beklentiler. <https://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi10/27-29.pdf> (ET: 27.11.2019).
- McAllister, Daniel J. 1995. Affect and Cognition-Based Trust as Foundations for Interpersonal Cooperation in Organizations, *Academy of Management Journal*, 38(1): 24-59.
- Mutlu, Ş. 2016. Piyasada Satışa Sunulan Cips ve Gevreklerde GDO Varlığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- TÜRKTOB, 2018. Türkiye Tohumcular Birliği Kayıtları, Ankara (ET: 27.11.2019).
- Yolaç, S. 2011. Yöneticinin algılanan liderlik tarzı ile yöneticiye duyulan güven arasındaki ilişkide lider üye etkileşiminin rolü. *Öneri Dergisi*, 9(36): 63-72.
- Yurdakul, O., Koç, A. 1997. Gıda Ürünleri Pazarlaması, Çukurova Üniversitesi Genel Yayın No: 121. *Ders Kitapları Yayın*, (34): 257-258.

Farklı Solvent Tipi ile Yapılan Ekstraksiyon İşleminin Hünnap (*Ziziphus jujube*) Meyvesinin Biyoaktif Özellikleri Üzerine Etkisi

Beyza ÇİFTÇİ¹, Kevser KARAMAN^{2*}, Mahmut KAPLAN¹

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kayseri

*Sorumlu yazar: kevserkaraman@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.12.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 08.01.2020

Kabul Tarihi: 08.01.2020

Özet

Bu çalışmada hünnap (*Z. jujube*) meyvesinin farklı solvent tipi ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilen ekstrelerin biyoaktif performansları incelenmiş ve solvent tipine bağlı olarak biyoaktif parametrelerde meydana gelen değişim analiz edilmiştir. Solvent olarak etanol, metanol, aseton ve su ile organik solventlerin sulu karışımları (1:1) kullanılmış ve ekstre örneklerin de toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı ile antiradikal aktivite ve antioksidan kapasite değerleri belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 198.6-9504 mg GAE/kg, toplam flavonoid madde miktarları ise 872.5-5037.5 mg CE/kg aralığında belirlenmiş olup, en düşük değer aseton ile alınan ekstrede, en yüksek değer ise aseton:su karışımı ile elde edilen ekstrede belirlenmiştir. Örneklerin DPPH ve ABTS⁺ radikali süpürme aktiviteleri ise sırasıyla %1.49-63.7 ve 0.38-13.65 µg Troloks/g olarak belirlenmiş ve en yüksek değerler yine aseton:su karışımı ile elde edilen ekstre örneğinde tespit edilmiştir. Ekstre örneklerinin en yüksek antioksidan etki gösterdiği solvent tipi de yine aseton:su karışımı olmuş ve örneklerin antioksidan ve antiradikal aktiviteleri sahip oldukları fenolik madde yoğunluğu ölçüsünde artış göstermiş ve aralarında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hünnap, solvent, ekstraksiyon, fenolik, antioksidan, antiradikal.

The Effect of Extraction with Different Solvent Types on Bioactive Properties of Jujube (*Ziziphus jujube*) Fruit

Abstract

In this study, the bioactive performance of extracts obtained by extracting jujube (*Z. jujube*) fruit with different solvent type was investigated and the changes in bioactive parameters depending on solvent type were investigated. As solvent, ethanol, methanol, acetone, water and their mixtures with water (1: 1) were used and total phenolic and flavonoid content and antiradical activity and antioxidant capacity values of the samples were determined. Total phenolic content of the samples was determined as 198.6-9504 mg GAE/kg and total flavonoid content was determined as 872.5-5037.5 mg CE/kg. The lowest value was obtained with acetone and the highest value was for acetone:water mixture. DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities of the samples were determined as in the range of 1.49-63.7% and 0.38-13.65 µg Trolox/g respectively and the highest values were determined in the extract sample obtained with acetone:water mixture. Solvent type where the extract samples showed the highest antioxidant effect was also a mixture of acetone and water, and the antioxidant and antiradical activities of the samples showed an increase in the density of phenolic substances and positive and significant relationships was observed between them.

Key words: Jujube, solvent, extraction, phenolic, antioxidant, antiradical.

Giriş

Son on yılda, fitokimyasallar, anti-kanser ajanları olarak artan bir ilgi odağı haline gelmiştir. (Aravindaram ve Yang, 2010, Tosetti ve ark., 2009). Fitokimyasal içeriği güçlü olan *Ziziphus* türleri (Rhamnaceae familyası), çoğunlukla Asya ve Amerika'nın subtropikal ve tropikal bölgelerinde, aynı zamanda Akdeniz bölgesinde de bulunmaktadır (Plastina ve ark. 2012). Hünnap (*Ziziphus jujube* Mill.) 45 cins ve 550 tür içeren Rhamnaceae ailesinde (Ghobadi ve ark., 2019) meyve üretimi için en önemli *Ziziphus* türü olarak kabul edilmektedir. Hünnap meyvesi 4000 yılı aşkın bir geçmişi ile Çin, Avrupa, Güney ve Doğu Asya ve Avustralya'da yaygın olarak dağılmıştır (Gao ve ark., 2013).

Hünnap genellikle hem beslenmede hem de nutrasötik anlamda biyolojik olarak aktif bileşiklerin mükemmel bir kaynağı olarak tanınmaktadır. Kurutulmuş hünnap meyveleri, binlerce yıldır gıda, gıda katkı maddesi ve aroma olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Önceki çalışmalar hünnapın triterpenik asitler, flavonoidler, serebrositler, amino asit, fenolik asit, mineral bileşen ve polisakkarit dahil çeşitli bileşenleri içerdiğini ortaya koymuş, taze bir hünnap meyvesinin ortalama %77.86 nem, %1.20 protein, %0.20 lipid ve %20.23 oranında karbonhidrat içerdiği bildirilmiştir (Gao ve ark., 2013). *Ziziphus* bitkisinin farklı kısımları, Çin halk tıbbında sindirim bozuklukları, zayıflık, karaciğer şikayetleri, obezite, idrar sorunları, diyabet, cilt enfeksiyonları, iştahsızlık, ateş, farenjit, bronşit, anemi, diyare, uykusuzluk ve kanser gibi çeşitli hastalıkların tedavisi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Plastina ve ark., 2012).

Doğal fenolik bileşik kaynaklarının bileşimlerinin yanı sıra bu bileşiklerin yapı ve fizikokimyasal özellikleri de göz önüne alındığında, evrensel bir ekstraksiyon protokolü düşünülemez ve her bir fenolik kaynak için bir ekstraksiyon prosedürü tasarlanmalıdır (Thoo ve ark., 2010). Fenolik bileşiklerin bitki matriksinden ekstraksiyonu, kimyasal yapıları, kullanılan ekstraksiyon metotları ve solventleri, partiküllerin büyüklüğü, zaman, depolama koşulları ve diğer maddelerin varlığı gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

Fenolik bileşikler, şekerler, asitler veya alkil gruplarla birleştirilebilen farklı hidroksil gruplarına sahip olabilir. Sonuç olarak, fenolik bileşiklerin polariteleri büyük ölçüde değişkendir ve tüm fenolik bileşiklerin verimli bir şekilde özütlenmesi için tek bir yöntem geliştirmek zordur (Mokrani ve Madani, 2016).

Bazı araştırmacılar tarafından hünnap meyvesinin biyoaktif özellikleri ile ilgili yayınlanmış

çalışmalar olmasına rağmen (Xue ve ark., 2009; Du ve ark., 2013; Gao ve ark., 2012), bu çalışmalarda genellikle tek solvent üzerinde çalışmalar yürütülmüş, solvent tipinin biyoaktif özellikler üzerine etkisi konusunda araştırmalar sınırlı kalmıştır. Mevcut çalışmada etanol, metanol, aseton, su, ve bu organik solventlerin eşit orandaki sulu karışımları (etanol:su, metanol:su ve aseton:su) solvent olarak kullanılmış ve kullanılan bu solventler ile elde edilen ekstre örneklerinin temel biyoaktif özellikleri (toplam biyoaktif bileşen konsantrasyonu, antiradikal aktivite ve antioksidan kapasite) karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan hünnap meyvesi (*Ziziphus jujube*) Dr. Yılmaz Tıbbi Bitkiler ve İlaç Hammaddeleri A.Ş. (Kayseri, Türkiye)'den kurutulmuş olarak temin edilmiştir. Temin edilen materyal çekiçli değirmenden tüm meyve olarak geçirilmiş ve homojen bir toz haline getirilip 250 µm çaplı elek ile elendikten sonra denemelerde kullanılmıştır. Kullanılan meyvenin nem değeri %17.45 ve kül miktarı ise %2.87 olarak belirlenmiştir. Örnekler analize alınana kadar -18 °C sıcaklıkta ağızları sıkıca kapatılarak muhafaza altına alınmıştır.

Yöntem

Hünnap meyvesinin ekstraksiyonu

Çalışma kapsamında dört farklı solvent (etanol, metanol, aseton ve su) ve bu solventlerin eşit orandaki sulu karışımları ekstraksiyon işleminde çözücü olarak kullanılmış ve ekstraksiyon işlemi sonunda elde edilen sıvı ekstraktın biyoaktif performansları kıyaslanmıştır. Bu amaçla 1 g toz haldeki hünnap örneği 20 mL ilgili solvent ile karıştırılmış ve ağızları sıkıca parafilm ile sarılmış falkon tüplerinde oda sıcaklığında (20-25 °C) çalkalamalı su banyosunda 1 saat süreyle ekstraksiyona bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler 9000 g hızında ve +4 °C sıcaklıkta 5 dk süreyle santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve işlem sonunda üst faz 0.45 µm şırınga filtre yardımıyla süzülerek analize hazır hale getirilmiştir. Şekil 1'de farklı solvent tipleri ile elde edilen ekstraktlara ait görsel verilmiştir.

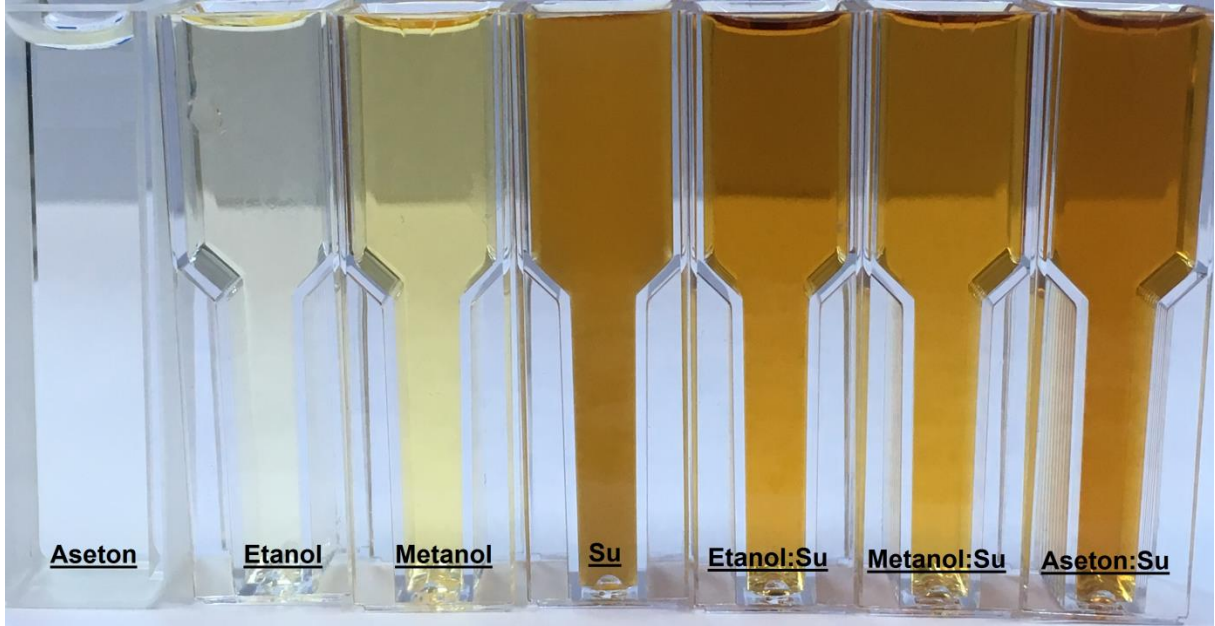
Hünnap meyvesinin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları Singleton ve Rossi (1965) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 200 µL hünnap ekstresi 1800 µL saf su ile karıştırılmış ve ardından örneklere 1 mL Folin Cioceltau (1/10

oranında su ile seyreltilmiş) reagenti eklenmiştir. Daha sonra örnekler 2 mL sodyum karbonat (%2 w/v) ilavesi yapılmış ve tüplerin ağızları sıkıca kapatıldıktan sonra vortekslenerek 2 saat süreyle oda sıcaklığında (20-25 °C) ve karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorptans değerleri 765 nm’de UV-vis

spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarları galik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon kütvesi kullanılarak mg GAE/kg olarak hesaplanmıştır. Ölçümler iki tekrür ve dört paralel olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 1. Farklı solvent kullanımı ile elde edilen ekstre örnekleri.

Toplam flavonoid madde miktarının belirlenmesi

Örneklerin toplam flavonoid madde miktarı Zhishen ve ark. (1999) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla 500 µL örnek, 2 mL su ile karıştırılmış ve ardından örneklere 150 µL NaNO₂ (%5 w/v) ilavesi yapılmıştır. 5 dk süre sonunda 150 µL AlCl₃ (%10 w/v) eklenen örnekler 6 dk inkübasyona alınmış ve ardından 1 mL NaOH eklenmiş ve 1.2 mL su ilavesi ile örnek hacmi 5 mL’ye tamamlanmıştır. Örnekler vorteks ile karıştırıldıktan sonra 10 dk süreyle oda sıcaklığında (20-25 °C) ve karanlık ortamda inkübasyona bırakılmış ve sonrasında örneklerin absorptans değerleri 510 nm’de UV-vis spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Toplam flavonoid madde miktarları kateşin standardı ile hazırlanan kalibrasyon kütvesi kullanılarak mg CE/kg olarak hesaplanmıştır. Ölçümler iki tekrür ve dört paralel olacak şekilde yapılmıştır.

DPPH radikali süpürme aktivitesi

Örneklerin DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali süpürme aktivitesi Faller ve Fialho (2009)’ya göre tespit edilmiştir. Bu amaçla 100 µL hünnap ekstresi 3900 µL DPPH radikal solüsyonu (0.1 mM) ile karıştırılmış, ağızları sıkıca

kapatıldıktan sonra vortekslenip 30 dk süreyle oda sıcaklığında (20-25 °C) ve karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorptans değerleri UV-vis spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 517 nm dalga boyunda kaydedilmiştir. Örneklerin DPPH radikali süpürme aktivitesi, ölçülen absorptans değerlerinin aşağıdaki denklemde yerine konması ile % inhibisyon olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Inhibisyon}_{\text{DPPH}} = \left[\frac{\text{Absorptans}_{\text{Kontrol}} - \text{Absorptans}_{\text{Örnek}}}{\text{Absorptans}_{\text{Kontrol}}} \right] \times 100$$

ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi

Örneklerin ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi Wettasinghe ve ark. (2002) ile Mathew ve Abraham (2006) tarafından önerilen metot dikkate alınarak belirlenmiştir. 7 mmol ABTS⁺ bir miktar suda çözülmüş ve 2.45 mmol potasyum persülfat ile muamele edilerek hacmine tamamlanmıştır. Karışım daha sonra oda sıcaklığında (20-25 °C) 16 saat koyu mavi renk oluşana kadar bekletilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Koyu mavi renkli bu çözelti, tampon çözelti (pH 7.4) ile absorptansı 734 nm de 0.7 olana kadar seyreltilmiştir. Daha sonra bu seyreltilmiş çözeltiden 2 mL (ABTS⁺ çözeltisi) alınarak 100 µL uygun oranlarda (1:30) seyreltilmiş örnek ekstresi ile karıştırılmış ve 6 dk inkübasyon sonunda absorptans değerleri UV-vis

spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 734 nm’de ölçülmüştür. ABTS⁺ radikal katyonundaki azalma yüzde olarak aşağıdaki denkleme göre hesaplanmış ve sonuçlar TEAC (Troloks eşdeğer antiradikal kapasite) olarak verilmiştir. Yapılan tüm deneyler 2 tekerrür ve 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ Inhibisyon}_{\text{ABTS}^+} = \left[\frac{\text{Absorbans}_{\text{Kontrol}^-} - \text{Absorbans}_{\text{Örnek}}}{\text{Absorbans}_{\text{Kontrol}^-}} \right] \times 100$$

Demir şelatlama aktivitesi

Örneklerin demir şelatlama aktiviteleri Rival ve ark. (2001) tarafından önerilen metotta kısmi modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 1-10 oranında seyreltilmiş örnek ekstresinden 1 mL alınmış ve üzerine 3.7 mL etanol (%95 v/v) eklenmiştir. Ardından örnekler 100 µL FeCl₂ ilavesi yapılmış ve örnekler vortekslenirken hemen sonra 200 µL ferrozine (5 mM) eklenmiştir. Homojen şekilde karıştırılan örnekler karanlık ortamda ve oda sıcaklığında (20-25 °C) 10 dk süreyle inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda örneklerin absorbens değerleri 562 nm’de UV-vis spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Örneklerin demir şelatlama aktivitesi değerleri aşağıdaki denklem kullanılarak % inhibisyon şeklinde hesaplanmıştır. Yapılan tüm deneyler 2 tekerrür ve 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ Şelatlama Aktivitesi (Inh.)} = \left[\frac{\text{Absorbans}_{\text{Kontrol}^-} - \text{Absorbans}_{\text{Örnek}}}{\text{Absorbans}_{\text{Kontrol}^-}} \right] \times 100$$

Demir indirgeme (redüktif potansiyel) aktivitesi

Örneklerin antioksidan kapasiteleri hakkında fikir veren indirgeme gücü Oyaizu (1986)’nın uyguladığı yöntem temel alınarak tespit edilmiştir. Çeşitli konsantrasyondaki örnek ekstrelerinin ve standart (askorbik asit) maddenin 1 mL’si 2.5 mL 0.2 M fosfat tampon çözeltisi (pH=6.6) ile karıştırılmış ve sonrasında 2.5 mL % 1 w/v potasyumferrisiyanid [K₃Fe(CN)₆] eklenerek 50 °C’de 20 dk inkübasyona bırakılmıştır. Bu aşamadan sonra reaksiyon karışımına 2.5 mL trikloroasetik asit (10% w/v) eklenerek 1000 g de 10 dk santrifüj edilmiş ve çözeltinin üst kısmından 2.5 mL alınarak 2.5 mL distile su ve 0.5 mL %0.1 FeCl₃ eklendikten sonra örnekler vortekslenmiş ve 700 nm’de absorbens değerleri UV-vis spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Sonuçlar mg askorbik asit eşdeğer (mg AAE/kg) olarak verilmiştir. Yapılan tüm deneyler 2 tekerrür ve 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Fosfomolibden yöntemi ile antioksidan kapasite

Örneklerin antioksidan kapasite değerleri Prieto ve ark. (1999) tarafından önerilen yöntem kullanılarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak test çözeltisi (0.6 M sülfirik asit (30 mL), 28 mM sodyum fosfat (28 mL) ve 4 mM amonyum molibdat (40 mL) birleştirilmesi ile taze olarak hazırlanmış ve sonrasında 0.4 mL örnek, 4 mL test çözeltisi ile karıştırılmış ve test tüpleri vortekslenirken sonra su banyosunda 95 °C sıcaklıkta 90 dk süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbens değerleri 695 nm’de UV-vis spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Antioksidan aktivite sonuçları askorbik asit standardı ile çizilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak mg askorbik asit eşdeğeri (mg AAE/kg) olarak verilmiştir. Yapılan tüm deneyler 2 tekerrür ve 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel analiz

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin birbiri ile kıyaslanması amacıyla SAS istatistiksel paket programı kullanılmıştır (SAS, 2000). Değerlendirilen örneklerin özellikleri tek faktör varyans analiz yöntemi kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile de solventler birbiri ile kıyaslanmıştır (p<0.05). Test parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Pearson korelasyon analizi XLSTAT programı (XLSTAT, 2013) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

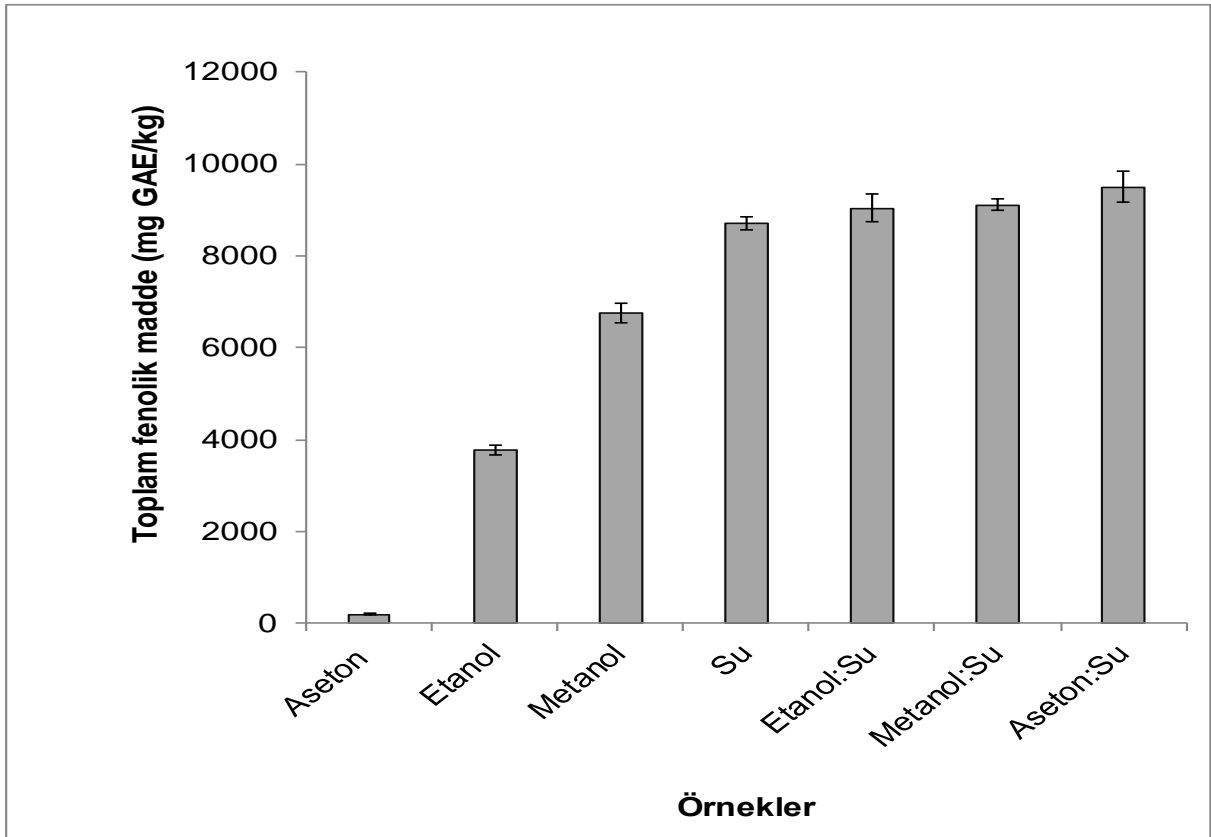
Hünnap meyvesinin biyoaktif bileşen konsantrasyonu

Hünnap meyvesinin farklı solventler ve bu solventlerin saf su ile 1:1 oranındaki karışımları ile yapılan ekstraksiyon işlemi neticesinde elde edilen sıvı ekstraktlarına ait görüntü Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere solvent tipine göre elde edilen ekstraktların renkleri birbirinde oldukça farklı ve daha açık iken solventlerin su ile karıştırılması ile daha koyu bir ekstre elde edilmiştir.

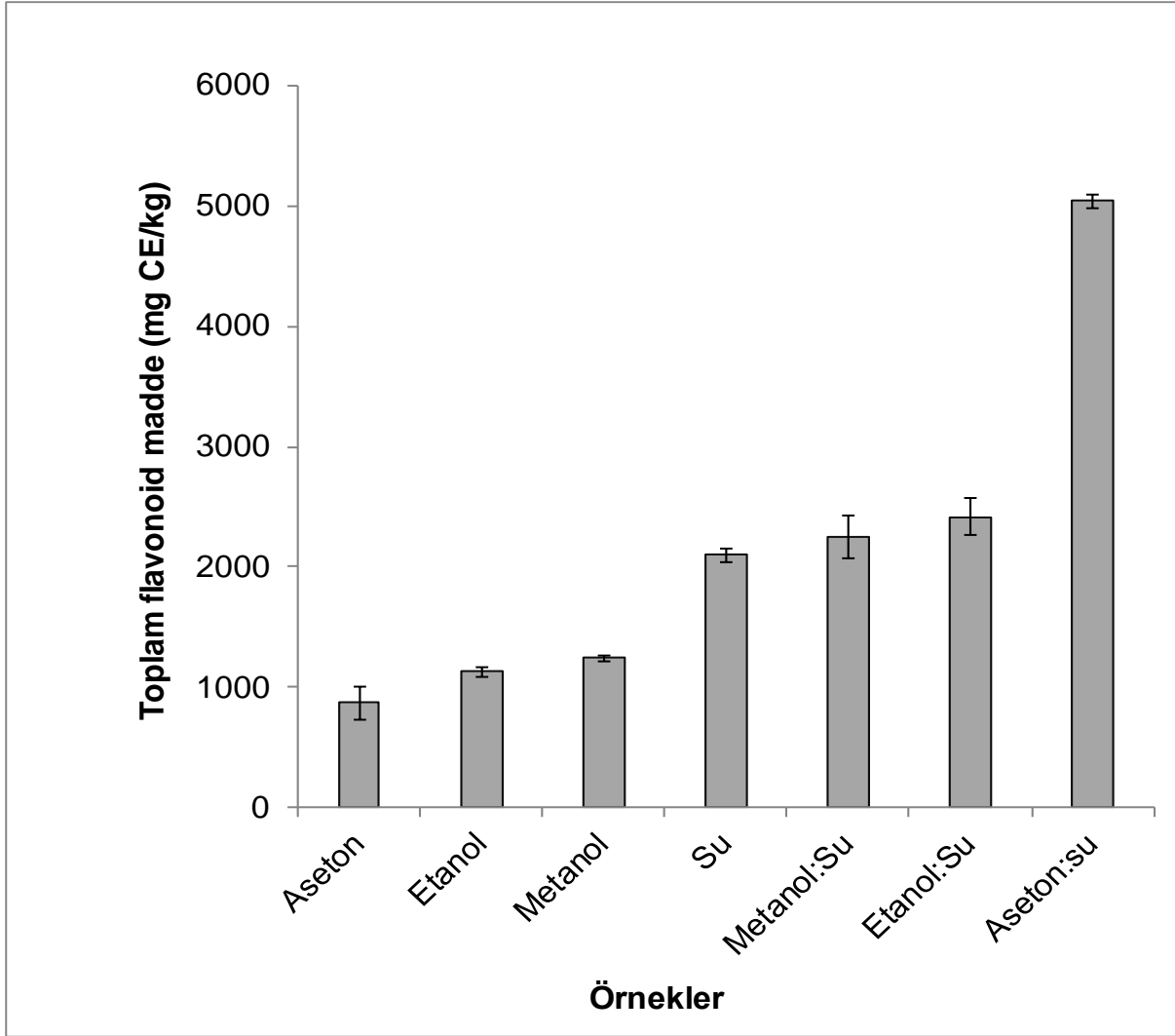
Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarındaki değişim Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekilden de net olarak görüldüğü üzere hünnap meyvesinin farklı solventler ile yapılan ekstraksiyonu sonrasında elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarları, solvent tipine bağlı olarak oldukça büyük farklılıklar sergilemiş (p<0.05), toplam fenolik madde miktarının en düşük olduğu örnek sadece aseton ile ekstrakte edilen örnek olurken (198.6 mg GAE/kg), bu örneği sırasıyla etanol (3766.7 mg GAE/kg), metanol (6750.5 mg GAE/kg) ve su (8695.2 mg GAE/kg)

ekstreleri takip etmiştir. Tüm solventlerin su ile yapılan karışımları ile elde edilen ekstraların toplam fenolik madde miktarları solventlerin tek başlarına kullanılmaları ile edilen ekstraların toplam fenolik madde miktarlarından daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Etanol:su karışımı ile elde edilen ekstrenin toplam fenolik madde miktarı 9034 mg GAE/kg olarak bulunmuşken bu değer metanol:su ve aseton:su örnekleri için 9115.4 ve 9504 mg GAE/kg olarak kaydedilmiştir (Şekil 2). Solvent tipine bağlı olarak örnekler arasında gözlenen toplam fenolik madde miktarlarındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Doğan ve ark. (2014) farklı solvent kullanımının ceviz dış kabuğunun biyoaktivitesi üzerindeki etkisini araştırmışlar ve en düşük toplam fenolik madde miktarını su ekstresinde (44.34-48.91 mg GAE/g örnek), en yüksek toplam fenolik madde miktarını ise sırasıyla etanol (63.81-67.12 mg GAE/g örnek) ve metanol (69.18-73.16 mg GAE/g örnek) ekstralarında gözlemişlerdir. Bir başka çalışmada Alothman ve ark. (2009), farklı tropikal meyve pulplarının biyoaktivite performanslarını kıyaslamak amacıyla farklı organik solvent ve bu solventlerin sulu karışımlarının örneklerin biyoaktivitesi üzerine etkisini incelemiş ve solvent tipinin biyoaktif performans üzerinde

son derece önemli olduğunu vurgulamıştır. Aynı çalışmada etanol ve metanol solventlerinin farklı oranlardaki sulu karışımları ile elde edilen ekstre örnekleri, sadece su ile elde edilen ekstraların toplam fenolik madde değerleri ile kıyaslanmış ve en yüksek değer tüm meyve örnekleri içinde aseton:su karışımı ile alınan ekstre örneklerinde tespit edilmiştir. Maisuthisakul ve ark. (2007) yağı alınmış buğday rüşeyminde toplam fenolik ekstraksiyonunda %50'lik etanolün, sadece su ve etanole göre daha iyi sonuç verdiğini bildirmiştir. Boeing ve ark. (2014) yapmış oldukları bir çalışmada etanol, metanol ve asetonu hem sulu hem de asitlendirilmiş sulu karışımları olarak hazırlamış ve örnekler içerisinde en yüksek toplam fenolik madde miktarının aseton:su karışımı ile (70:30) elde edilen örneklerde olduğu sonucuna varmıştır. Bosso ve ark. (2016) solventlerin fenolik izole etme kapasitelerinin sahip oldukları dielektrik sabiti ile alakalı olduğunu ve bu sabitin büyüklüğüne göre solventin polaritesinin değiştiğini, normal şartlarda bu sabitin büyümesi ile örneğin polaritesinin arttığı ve çözme gücünün de yükseldiğini, bu durumda saf metanolün etanole göre daha iyi ekstraksiyon verimi sağladığını bildirilmiştir.



Şekil 2. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri.



Şekil 3. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının toplam flavonoid madde içerikleri.

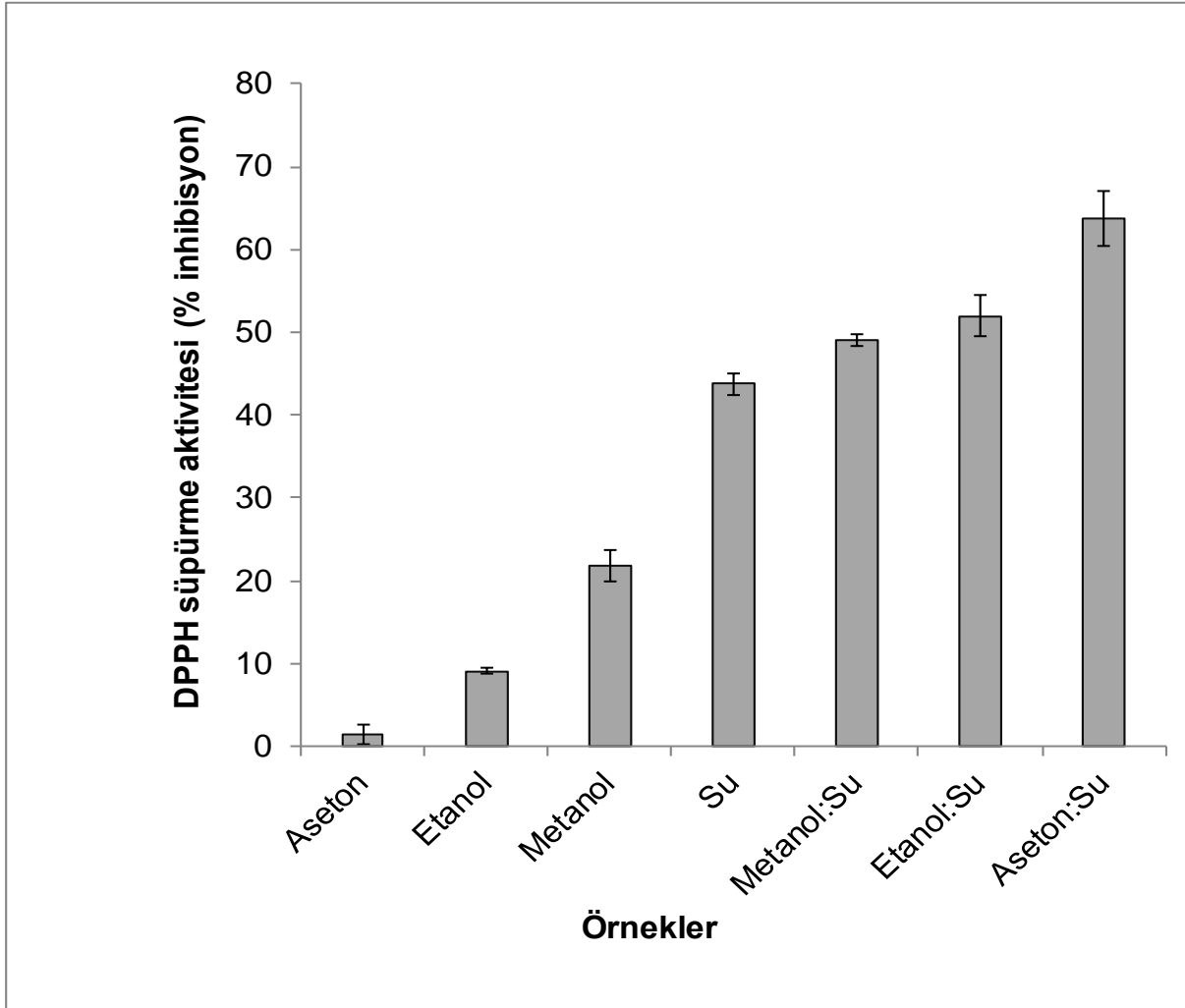
Hünnap örneklerinin solvent tipine göre toplam flavonoid madde miktarlarındaki değişim ise Şekil 3'te gösterilmiştir. Toplam fenolik madde miktarlarına benzer şekilde örneklerin toplam flavonoid madde içerikleri arasında da solvent tipine bağlı olarak önemli farklılıklar kaydedilmiş ve gözlemlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En küçük toplam flavonoid madde miktarı aseton ekstresinde (872.5 mg CE/kg), en yüksek toplam flavonoid madde miktarı ise aseton:su ile elde edilen ekstre örneğinde belirlenmiştir (5037.5 mg CE/kg). Sadece aseton yerine eşit oranda aseton:su içeren karışım ile yapılan ekstraksiyon ile yaklaşık 6 kat daha fazla flavonoid ekstraksiyonu sağlanmıştır. Benzer şekilde etanol ve metanol yerine bunların sulu karışımları ile yapılan ekstraksiyonda daha yüksek oranda flavonoid oranı tespit edilmiş ve bu farklılık da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sulu solventler içerisinde etanol:su ve metanol:su karışımlarının toplam flavonoid içerikleri birbirine yakın bulunurken aseton:su karışımı ile alınan

ekstrelerin toplam flavonoid madde içerikleri yaklaşık 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, farklı solvent kullanımının *Carissa opaca* meyvesinin toplam flavonoid madde içeriği bakımından farklı sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiş, en düşük değer n-hexan ile elde edilen fraksiyonda gözlenirken, en yüksek değer kloroform ekstresinde gözlenmiştir (Sahreen ve ak., 2010). Bir başka çalışmada ise etanol, metanol ve aseton solventleri ile elde edilen ekstraktların toplam flavonoid içerikleri kıyaslanmış ve en yüksek değer aseton:su karışımı ile elde edilen ekstre örneğinde belirlenmiş, etanol:su ve metanol:su karışımı ile elde edilen ekstraktlar, yaklaşık %50 daha düşük toplam flavonoid içeriği sergilemiştir (Allothman ve ark., 2009).

Bitkisel materyallerden polifenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda, fenolik yapıli bileşiğin ekstraksiyon prosesinde kullanılan solvent içerisindeki çözünürlüğü, son ürünün biyoaktivitesini ortaya koyan en önemli parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda kullanılan

solventin polaritesi fenolik maddelerin çözünürlüğü üzerindeki en etkili faktörlerden biridir ve bu şekilde kullanılan solvent tipi, göstereceği polariteye bağlı olarak elde edilen ekstrenin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarını doğrudan ve önemli bir şekilde etkilemektedir (Nacz ve Shahidi, 2006). Bundan dolayı tüm bitki fenoliklerini izole edebilmeye yönelik standart bir ekstraksiyon prosedürü geliştirmek oldukça zordur. Genel olarak

lipofilik karakterli polifenoller polaritesi düşük olan solventler ile daha iyi ekstrakte edilebilmektedir. Genel olarak aseton:su karışımı solventler, polar yapılı polifenollerin özütlenmesinde oldukça iyi sonuçlar vermekte olup (Lu ve Foo, 1999; Luximon-Ramma ve ark., 2003; Sun ve ark., 2002), insan tüketimi açısından çoğunlukla hidroalkolik (etanol:su) ekstraksiyon daha çok ve yaygın bir şekilde tercih edilmektedir.



Şekil 4. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının DPPH radikali süpürme aktivitesi.

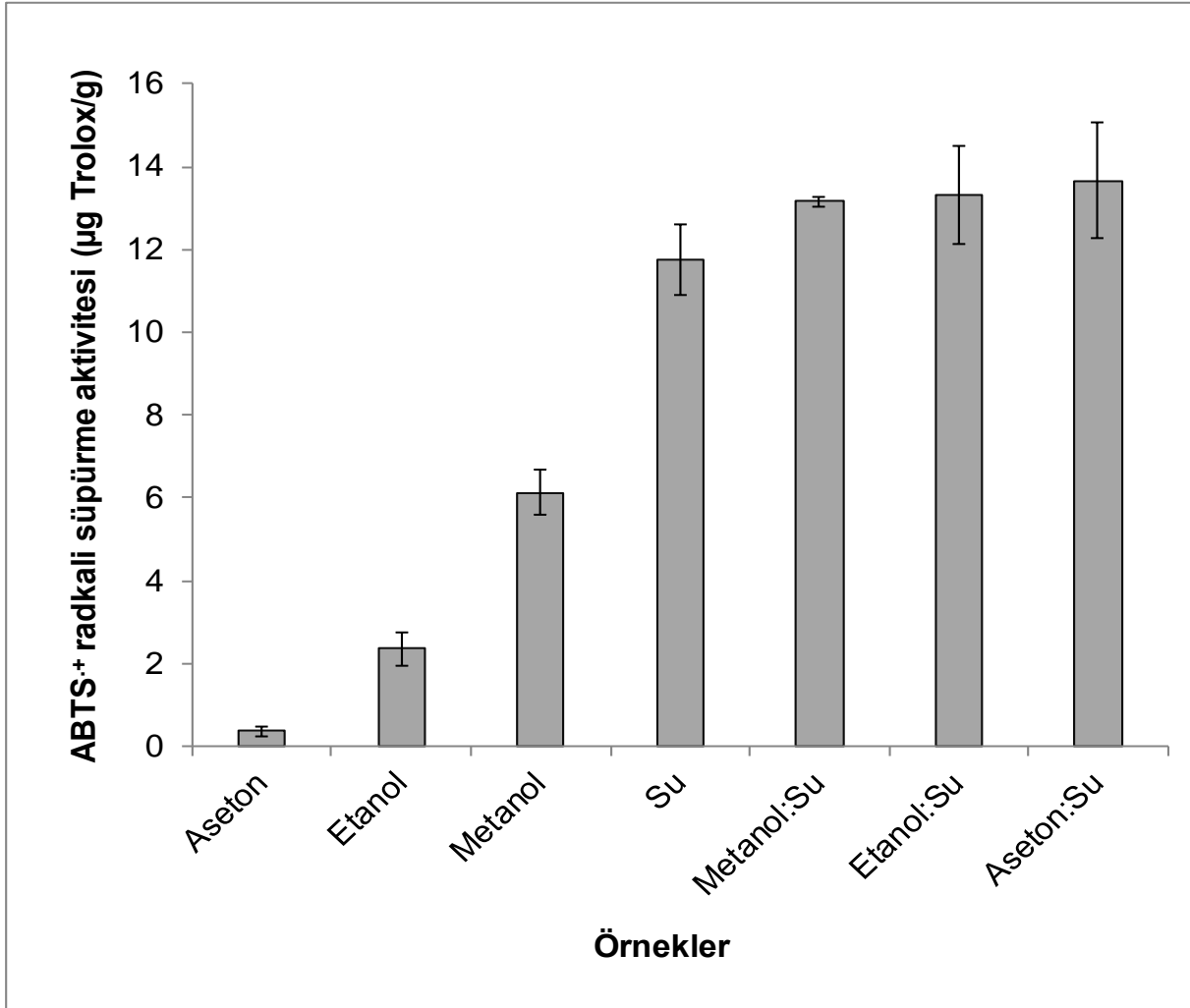
Hünnap meyvesinin antiradikal aktivitesi

Örneklerin antiradikal aktivitelerini ortaya koymak amacıyla DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve ABTS⁺ (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radikallerini süpürme performansları test edilmiştir. Farklı solventler ile elde edilen hünnap meyvesi ekstraktlarına ait DPPH radikali süpürme aktiviteleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Örnekler içerisinde en düşük antiradikal aktivite değeri neredeyse hiç inhibisyon değeri olmayan (%1.49) asetonlu ekstrede gözlenmiştir. Bu örneği %9.09 ve 21.92 inhibisyon oranları ile etanol ve metanollü

ekstreler takip etmiştir. Aseton ile elde edilen ekstrenin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde değerlerinin diğer örnekler ile kıyaslandığında en düşük seviyede olması sebebiyle aseton ile alınan ekstre örneğinde radikal süpürme aktivitesi oldukça düşük bulunmuştur. DPPH radikalini en yüksek oranda inhibe edebilen örnek ise aseton-su karışımı ile elde edilen ekstre olmuş ve bu değer de %63.7 olarak ölçülmüştür. Etanol-su ve metanol-su ile elde edilen ekstraktların DPPH radikali süpürme aktiviteleri aseton-su karışımına nazaran yaklaşık %20 daha düşük bulunmuştur. Kullanılan solvent tipine bağlı olarak elde edilen

ekstrelerin DPPH radikali süpürme performansları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yaşa (2019), hünnap meyvesinin su ile elde edilen ekstralarının 1 mg/mL konsantrasyondaki bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT)'e göre daha yüksek DPPH radikali süpürme etkisi gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise, Alothman ve ark. (2009), ananas püresinin farklı solventler ile elde edilen

ekstrelerinin DPPH radikali süpürme aktivitesinin solvent tipine göre farklı sonuçlar sergilediğini ($p<0.05$) bildirmiş ve araştırmamızda elde edilen bulgulara benzer şekilde, sadece su ile alınan ekstrenin % inhibisyon değerini %12.7, metanol:su, etanol:su ve aseton:su ile alınan ekstralarda ise bu değerlerin sırasıyla %67.7, 78.9 ve 87.8 olduğunu ifade etmiştir.



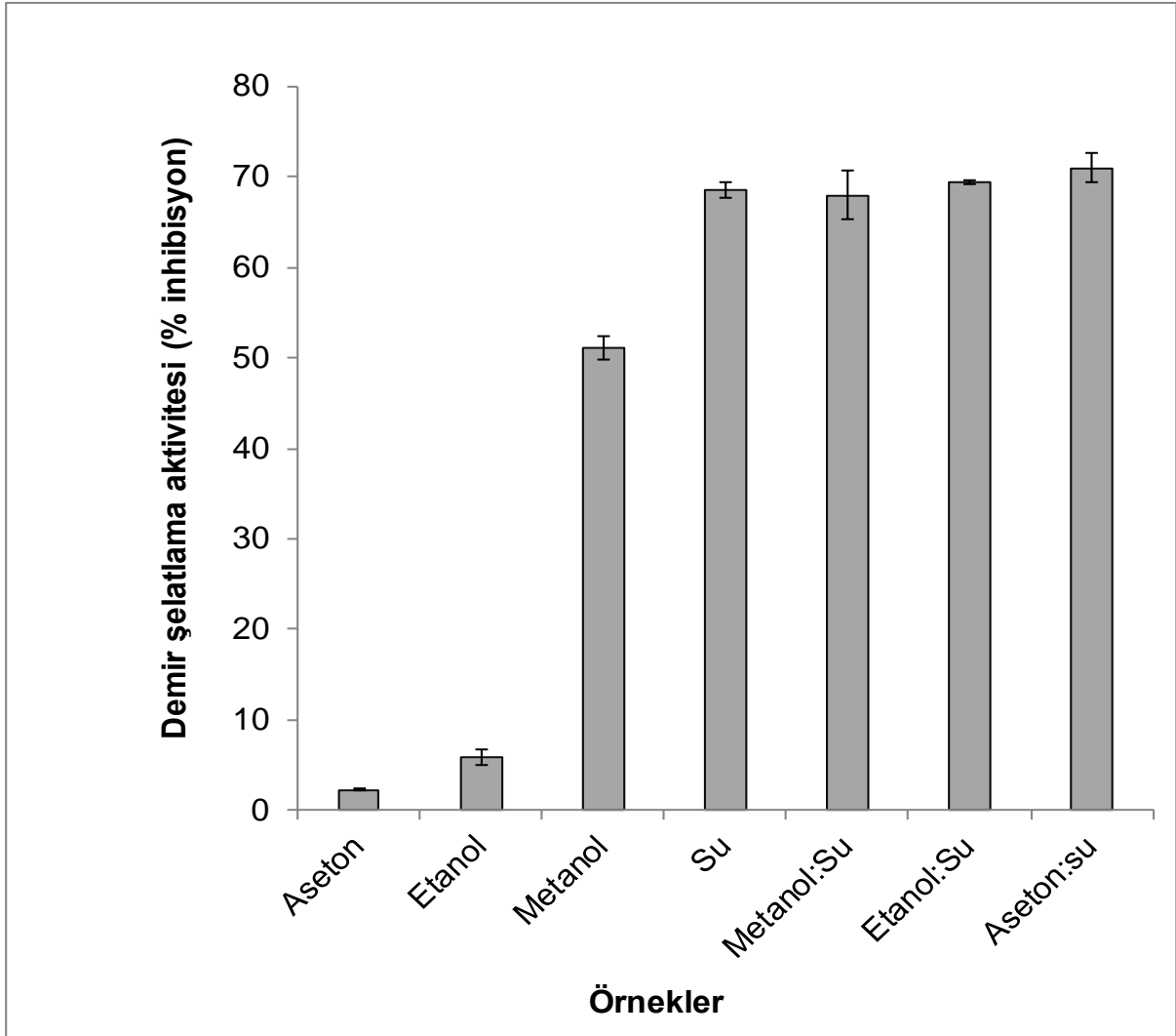
Şekil 5. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstralarının ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi.

Hünnap ekstralarına ait ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi değerleri ise Şekil 5'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar DPPH radikaline paralellik göstermiş, benzer şekilde en yüksek antiradikal aktivite 0.38 µg Troloks/g örnek olarak aseton ile elde edilen ekstre örneğinde belirlenmiş, bu örneği yine etanolü (2.36 µg Troloks/g) ve metanolü (6.14 µg Troloks/g) ekstre örnekleri takip etmiştir. En yüksek antiradikal aktivite ise yine DPPH radikali süpürme aktivitesinde olduğu gibi aseton-su karışımı ile elde edilen ekstre örneğinde gözlenmiştir (13.65 µg Troloks/g). Bununla birlikte etanol-su ve metanol-su

karışımları ile elde edilen ekstraların ABTS⁺ radikali süpürme aktiviteleri birbirine yakın bulunmuş olup aseton-su karışımı ile elde edilen ekstrenin antiradikal aktivitesi ile bu örneklerin aktiviteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı da belirlenmiştir ($p>0.05$). Yine DPPH radikali süpürme aktivitesi değerlerinde olduğu gibi, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları bakımından zayıf olan örneklerin ABTS⁺ radikali süpürme aktiviteleri de oldukça zayıf bulunmuştur. Jan ve ark. (2013) su ile elde edilen ekstraların oldukça iyi ABTS⁺ radikal süpürme aktivitesi sergilediğini bildirmiş ve bu radikalın

süpürülmesinde ekstredeki fenolik madde yoğunluğunun oldukça önemli olduğunu ifade edilmiştir (Pietta ve ark., 1998). Örneklerin radikal süpürme aktivitesi ile sahip olduğu toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde içerikleri arasında bir ilişki olup olmadığı Pearson korelasyon analizi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 1’de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere örneklerin toplam fenolik madde içerikleri doğrudan antiradikal performans üzerinde etkili olmuş, toplam fenolik madde ile DPPH ($r=0.934$, $p<0.05$) ve ABTS⁺

($r=0.960$, $p<0.05$) radikali süpürme aktivitesi arasında pozitif ve oldukça önemli bir korelasyon belirlenmiştir. Jan ve ark. (2013) da yaptıkları bir çalışmada örneklerin toplam fenolik madde ile DPPH radikali süpürme aktiviteleri arasında pozitif ve oldukça önemli bir korelasyon gözlemişlerdir ($r=0.929$, $p<0.05$). Genel olarak fitokimyasalların DPPH ve ABTS⁺ radikal süpürme aktiviteleri arasında güçlü ve pozitif bir ilişki varlığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Leong ve Shui, 2001; Maisuthisakul ve ark., 2007).



Şekil 6. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının demir şelatlama aktivitesi.

Hünnap meyvesinin antioksidan kapasitesi

Hünnap meyvesinden farklı solventler ile elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitelerini ortaya koymak amacıyla, demir şelatlama, indirgeme gücü (redüktif potansiyel) ve fosfomolibden yöntemi ile antioksidan kapasite tayin yöntemlerinden faydalanılmıştır. Örnekler için demir şelatlama aktivitesi değerleri % inhibisyon şeklinde Şekil 6’da gösterilmiştir. Görüldüğü üzere en düşük şelatlama etkisi (%2.20) biyoaktivitenin de daha önceden en

düşük olarak belirlendiği aseton ile elde edilen ekstrede belirlenmiştir. Bu örneği, etanol (%5.80) ve metanol (%51) ile elde edilen ekstraktlar takip etmiştir. En yüksek şelatlama aktivitesi ise aseton:su karışımında (%71) ölçülmüştür. Örneklerin şelatlama aktiviteleri bakımından solvent tipine bağlı olarak gözlemlenen farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Antiradikal kapasite değerlerinde olduğu gibi, örneklerin biyoaktif bileşen konsantrasyonu

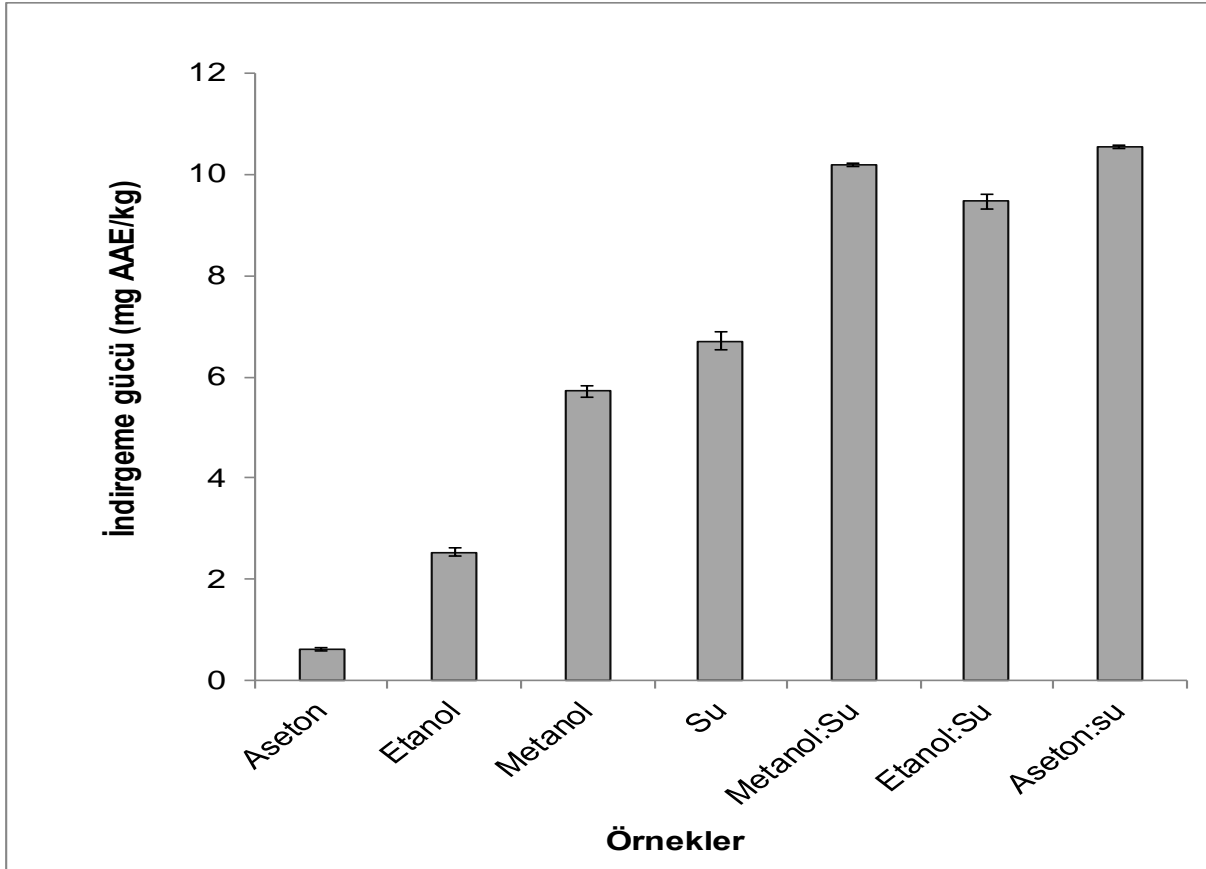
şelatlama aktivitesi üzerinde önemli etki göstermiştir ($p<0.05$). Demir şelatlama aktivitesi ile toplam fenolik madde miktarı arasında önemli ve pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir

($r=0.964$, $p<0.05$, Tablo 1). Benzer şekilde örneklerin demir şelatlama aktivitesi antiradikal kapasitesi ile de pozitif ve önemli bir korelasyon sergilemiştir ($p<0.05$, Tablo 1).

Tablo 1. Hünnap meyvesine ait biyoaktivite parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren Pearson korelasyon katsayıları

| Parametreler | TFnM | TFvM | ARA _(DPPH) | ARA _(ABTS.+) | DŞA | İG | AA |
|-------------------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------|
| TFnM | 1 | | | | | | |
| TFvM | 0.677 | 1 | | | | | |
| ARA _(DPPH) | 0.934 | 0.848 | 1 | | | | |
| ARA _(ABTS.+) | 0.960 | 0.739 | 0.983 | 1 | | | |
| DŞA | 0.964 | 0.661 | 0.933 | 0.964 | 1 | | |
| İG | 0.950 | 0.768 | 0.971 | 0.971 | 0.939 | 1 | |
| AA | 0.987 | 0.644 | 0.888 | 0.911 | 0.927 | 0.932 | 1 |

TFnM: Toplam fenolik madde, TFvM: Toplam flavonoid madde, ARA_(DPPH): DPPH radikali süpürme aktivitesi, ARA_(ABTS.+): ABTS^{•+} radikali süpürme aktivitesi, DŞA: Demir şelatlama aktivitesi, İG: İndirgeme gücü (redüktif potansiyeli), AA: Antioksidan aktivite (fosfomolibden).



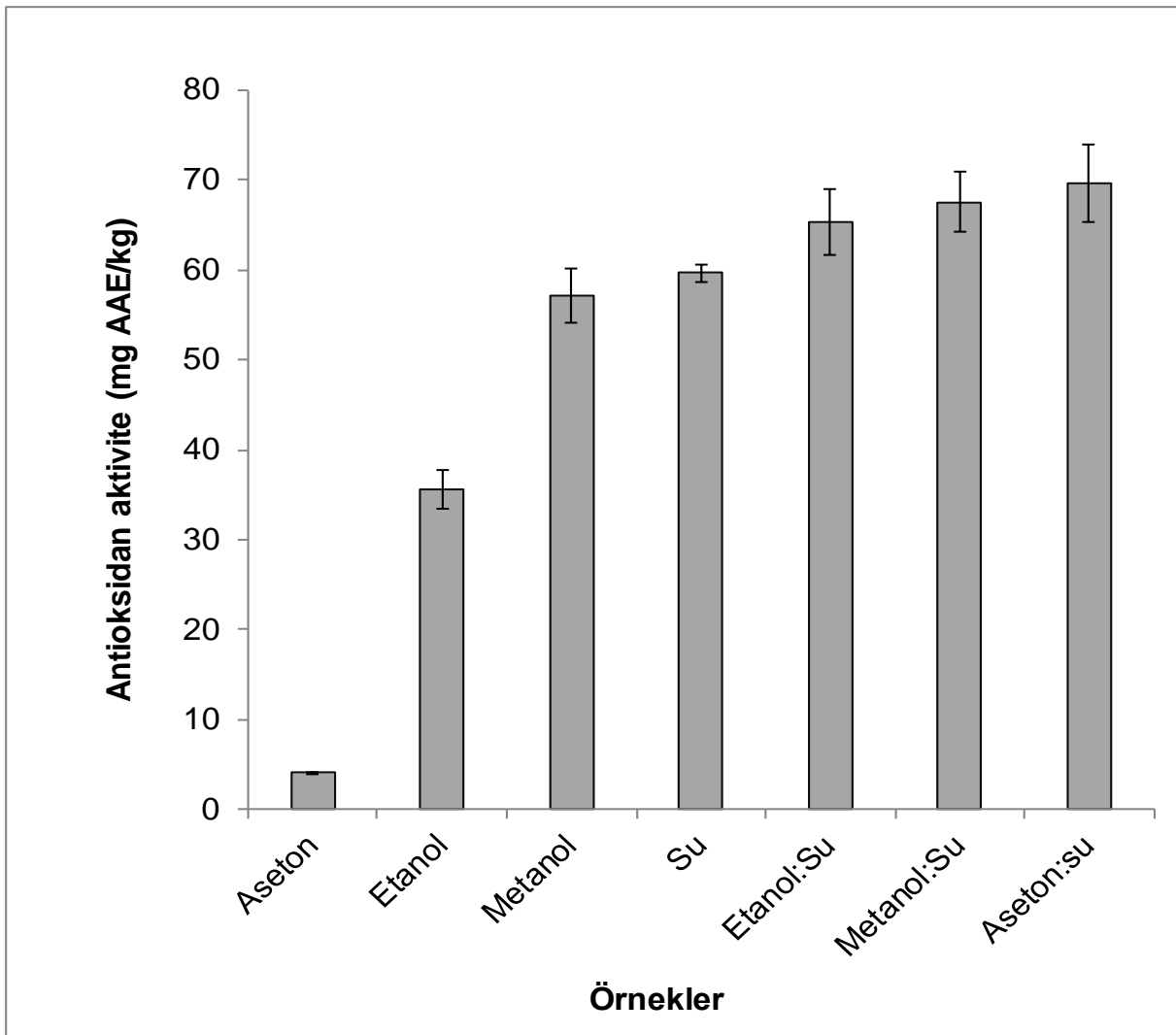
Şekil 7. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının indirgeme gücü (redüktif potansiyeli).

Örneklerin antioksidan kapasitesi değerleri indirgeme potansiyeli olarak Şekil 7'de gösterilmiştir. Örneklerin indirgeme potansiyeli

değerleri açısından en düşük aktivite aseton ile elde edilen ekstre örneğinde ölçülürken (0.6 mg AAE/kg) en yüksek aktivite asetonun sulu karışımı

(1:1) ile elde edilen ekstre örneğinde tespit edilmiştir (10.5 mg AAE/kg). Tekli solventler içerisinde en yüksek aktivite sadece su ile elde edilen ekstre örneğinde belirlenmiş olup, diğer çözücülerin sulu karışımları tekli kullanımlarına nazaran daha yüksek indirgeme gücü değeri sergilemiştir. Solvent tipine bağlı olarak örneklerin redüktif potansiyel aktiviteleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak bakıldığında örneklerin antioksidan kapasitesinin tek başına organik solvent kullanımı ile elde edilen ekstrelerde net olarak ortaya çıkmadığı, organik çözücülerin sulu karışımları ile elde edilen ekstrelerin daha fazla biyoaktif madde transferi sağlaması sebebiyle, daha yüksek bir

antioksidan etki ortaya koyabildiği gözlenmiştir. Tablo 1’de de görüldüğü üzere, örneklerin indirgeme gücü (redüktif potansiyeli) örneğin yapısında yer alan toplam fenolik madde miktarı arttıkça yükselmiş ve bu etki de önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İndirgeme gücü aynı zamanda toplam flavonoid içeriği ile de pozitif ve önemli bir korelasyon sergilemiştir ($r=0.768$, $p<0.05$). Jan ve ark. (2013) farklı solvent tiplerini *Monotheca buxifolia* meyvesinin biyoaktivitesi üzerinde denemiş ve sadece su ile alınan ekstrelerin indirgeme gücünün metanol, n-hekzan, etil asetat ve bütanol ile alınan ekstrelerin indirgeme gücü değerinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir ($p<0.05$).



Şekil 8. Farklı solvent kullanımı ile üretilmiş *Z. jujube* ekstraktlarının antioksidan aktivitesi.

Hünnap ekstralarının antioksidan kapasite değerleri fosfomolibden yöntemi ile de test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 8’de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere elde edilen antioksidan aktivite değerleri redüktif potansiyel değerlerine paralellik sergilemiş, en düşük antioksidan aktivite değeri

aseton ile elde edilen ekstre örneğinde (4.1 mg AAE/kg) tespit edilmişken, bu örneği etanol (35.6 mg AAE/kg) ve metanol ekstraları (57.1 mg AAE/kg) takip etmiştir. Redüktif potansiyeli değerlerinde olduğu gibi, organik solventlerin sulu karışımları tekli kullanımlarına göre oldukça yüksek

antioksidan aktivite değeri sergilemiş ve en yüksek antioksidan aktivite değeri de diğer parametrelerde olduğu gibi aseton:su karışımı (1:1) ile elde edilen ekstre örneğinde gözlenmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite değerleri bakımından sergilemiş oldukları farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer antioksidan ve antiradikal kapasite değerlerinde olduğu gibi, fosfomolibden tayini ile ortaya konan antioksidan aktivite değeri, örneklerin toplam fenolik madde miktarları ile pozitif ve önemli bir korelasyon sergilemiş, artan fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitenin de önemli ölçüde artışı sağlamıştır ($p < 0.05$, Tablo 1). Yapılan bir çalışmada örneklerin sulu ekstralarının metanol ve hekzan ile alınan ekstralarına göre fosfomolibdat iyonunu daha kuvvetli indirgediği ve bu şekilde daha güçlü bir antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir (Jan ve ark., 2013).

Sonuç ve Öneriler

Hünnap meyvesinin farklı organik solvent ve bu solventlerin sulu karışımlarının elde edilen ekstre biyoaktivitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, solvent tipinin hünnap biyoaktivitesi üzerinde son derece önemli olduğu ve başta meyvenin toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği olmak üzere, tüm antiradikal ve antioksidan etkilerinin organik solvent:su karışımı ile elde edilen ekstralarda daha yüksek bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm biyoaktif parametreler göz önüne alındığında hünnap meyvesinin en düşük biyoaktivitesi sadece aseton kullanılarak elde edilen ekstralarda gözlenmişken, en yüksek biyoaktif performans aseton ve suyun eşit oranda karıştırılması ile elde edilen solvent kullanılarak üretilen ekstre örneklerinde tespit edilmiştir. Hünnap meyvesinin yapısında yer alan fenolik yapıları bileşenlerin tek solvent tipi ile değil ilgili solventin sulu çözeltisinin kullanımı ile daha iyi özütlenilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda hünnap meyvesinden biyoaktif bileşen ekstraksiyonunda en etkili solvent aseton:su olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Alothman, M., Bhat, R., Karim, A.A. 2009. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry*, 115(3): 785-788.

Aravindaram, K., Yang, N.S. 2010. Anti-inflammatory plant natural products for cancer therapy. *Planta Medica*, 76(11): 1103-1117.

Boeing, J.S., Barizão, É.O., e Silva, B.C., Montanher, P.F., de Cinque Almeida, V., Visentainer, J.V.

2014. Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: Application of principal component analysis. *Chemistry Central Journal*, 8(1): 48.

Bosso, A., Guaita, M., Petrozziello, M. (2016). Influence of solvents on the composition of condensed tannins in grape pomace seed extracts. *Food Chemistry*, 207: 162-169.

Doğan, C., Doğan, N. Çelik, Ş. 2014. Farklı solventlerle ekstrakte edilen ceviz dış kabuklarının bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(3): 41-47.

Du, L.J., Gao, Q.H., Ji, X.L., Ma, Y.J., Xu, F.Y., Wang, M. 2013. Comparison of flavonoids, phenolic acids, and antioxidant activity of explosion-puffed and sun-dried jujubes (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(48): 11840-11847.

Faller, A. L. K., Fialho, E. 2009. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42(1): 210-215.

Gao, Q.H., Wu, C.S., Yu, J.G., Wang, M., Ma, Y.J., Li, C.L. 2012. Textural characteristic, antioxidant activity, sugar, organic acid, and phenolic profiles of 10 promising jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) selections. *Journal of Food Science*, 77(11): C1218-C1225.

Gao, Q. H., Wu, C. S., Wang, M. 2013. The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit: a review of current knowledge of fruit composition and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(14): 3351-3363.

Ghobadi, A., Amini Behbahani, F., Yousefi, A., Taghavi Shirazi, M., Behnoud, N. 2019. Medicinal and nutritional properties of *Ziziphus jujuba* Mill. in traditional persian medicine and modern phytotherapy. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*, 6(2): 146-50.

Jan, S., Khan, M. R., Rashid, U., Bokhari, J. 2013. Assessment of antioxidant potential, total phenolics and flavonoids of different solvent fractions of *Monothea buxifolia* fruit. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 4(5): 246-254.

Leong, L.P, Shui, G. 2001. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*, 76: 69-75.

Lu, Y., Foo, L.Y. 1999. Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. *Phytochemistry*, 51: 91-94.

- Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Crozier, A. 2003. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 496-502.
- Maisuthisakul, P., Pongsawatmanit, R., Gordon, M.H. 2007. Characterization of the phytochemicals and antioxidant properties of extracts from Teaw (*Cratoxylum formosum* Dyer). *Food Chemistry*, 100(4): 1620-1629.
- Mathew, S. and Abraham, T.E. 2006. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models, *Food Chemistry*, 94: 520-528.
- Mokrani, A., Madani, K. 2016. Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *Separation and Purification Technology*, 162: 68-76.
- Naczki, M., Shahidi, F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 1523-1542.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine, *Japan Journal of Nutrition*, 44: 307-315.
- Pietta, P., Simonetti, P., Mauri, P. 1998. Antioxidant activity of selected medicinal plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11): 4487-90.
- Plastina, P., Bonofiglio, D., Vizza, D., Fazio, A., Rovito, D., Giordano, C., Gabriele, B. 2012. Identification of bioactive constituents of *Ziziphus jujube* fruit extracts exerting antiproliferative and apoptotic effects in human breast cancer cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 140(2): 325-332.
- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2): 337-341.
- Rival, S. G., Boeriu, C. G., Wichers, H. J. 2001. Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1): 295-302.
- Sahreem, S., Khan, M.R., Khan, R.A. 2010. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extracts of *Carissa opaca* fruits. *Food Chemistry*, 122(4): 1205-1211.
- SAS Institute. 2000. JMP: Statistics and Graphics Guide. Sas Inst.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Sun, J., Chu, Y., Wu, X., Liu, R.H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 7449-7454.
- Thoo, Y.Y., Ho, S.K., Liang, J.Y., Ho, C.W., Tan, C.P. 2010. Effects of binary solvent extraction system, extraction time and extraction temperature on phenolic antioxidants and antioxidant capacity from mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Food Chemistry*, 120(1): 290-295.
- Tosetti, F., Noonan, D. M., Albin, A. 2009. Metabolic regulation and redox activity as mechanisms for angio prevention by dietary phytochemicals. *International Journal of Cancer*, 125(9): 1997-2003.
- Wettasinghe, M., Bolling, B., Pihak, L., Xiao, H., Parkin, K., 2002. Phase II enzyme-inducing and antioxidant activities of beetroot (*Beta vulgaris* L.) extracts from phenotypes of different pigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6704-6709.
- XLSTAT. 2013. Data analysis and statistics software for Microsoft Excel. New York, NY: Addinsoft.
- Xue, Z., Feng, W., Cao, J., Cao, D., Jiang, W. 2009. Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill) fruits. *Journal of Food Biochemistry*, 33(5): 613-629.
- Yaşa, H. 2019. Türkiye Çanakkale'den hünnap meyvesinin (*Zizyphus jujuba*) sulu ekstresinin toplam fenolik miktarı ve antioksidan aktivitesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 158-165.
- Zhishen J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4): 555-559.

Gaziantep İlindeki Tüketicilerin Yumurta Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi

Yeşim AYTOP*, Fikret IŞIK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: yesimneral@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.11.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 09.01.2020

Kabul Tarihi: 09.01.2020

Özet

Bu çalışmanın amacı Gaziantep ili kent merkezindeki tüketicilerin yumurta tüketim davranışlarını ve tüketim tercihinde etkili olan faktörleri belirlemektir. Araştırmanın ana materyalini Gaziantep ili kent merkezinde 271 tüketici ile yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, F-testi ve ki-kare testlerinden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, tüketicilerin %96.31'inin yumurta tükettiği, hanede haftada ortalama 16.79 adet yumurta tüketildiği ve yumurta harcamasının aylık gıda harcaması içerisinde payının %3.81 olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin önemli bir kısmı (%89.27) market veya süpermarketlerden yumurta satın alırken, %42,50'si sadece markalı yumurta tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Tüketiciler yumurtada dikkat edilen en önemli özelliklerin sırasıyla sağlıklı olması (4.87), imalat tarihi (4.85), tazeliği (4.84) ve tadı (4.81) olduğunu bildirmişlerdir. Yumurta tüketimi Türkiye ortalamasına yakın, ancak dünya ortalamasının oldukça altındadır ve artırılması gerekmektedir. Tüketici bilinçlendirme çalışmaları yapılması, hayvan ve çevre refahını artıracak önlemler alınması ve yumurtanın pazarlanabilirliğinin artırılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Yumurta, tüketici davranışları, Gaziantep.

Determination of Egg Consumption Habits of Consumers in Gaziantep Province

Abstract

The aim of this study is to determine the egg consumption behaviors of the consumers in Gaziantep and the factors affecting the consumption preferences. The main material of the study is the data obtained from surveys conducted with 271 consumers living in Gaziantep province. Descriptive statistics, f and chi-square tests were used in the analysis of the data. According to the findings of the study, 96.31% of the consumers consume eggs, 16.79 eggs are consumed on average per week in the household and the rate of egg expenditure in the monthly food expenditure is 3.81%. While a significant portion of consumers (89.27%) purchased eggs from supermarkets, 42.50% of consumers preferred only branded eggs. Consumers reported that the most important characteristics observed in eggs were healthy (4.87), manufacturing date (4.85), freshness (4.84) and taste (4.81), respectively. Egg consumption is close to the average of Turkey, but well below the world average. It is recommended to increase the consumption of eggs, conduct consumer awareness studies, to take measures to increase animal and environmental welfare and to increase the marketability of eggs.

Key words: Egg, consumer behavior, Gaziantep.

Giriş

Yüksek besin ögesi içeriğine rağmen düşük kalorili olan yumurta, doğal ambalajı ile hiçbir şekilde hile yapılamayan, büyüme gelişme ve

hastalıklardan korunmada önemli bir hayvansal üründür (Anonim, 2019a). İçerdiği A, E, D, K ve B grubu vitaminler, demir fosfor gibi mineraller ile yeterli ve dengeli beslenme açısından önemli bir

ürün olan yumurta, en iyi protein kalitesine sahip hayvansal fonksiyonel bir gıdadır (Stadelman ve ark., 1988'den aktaran Açıkgöz ve Soyca Öneç, 2006). Yumurta, insan tarafından sentezlenemeyen ve mutlaka yiyeceklerle alınması gereken önemli aminoasitlerin tamamını veya çok önemli bir kısmını uygun oran ve miktarlarda içermektedir (Çelebi ve Karaca, 2006). Yumurtalar insanlık tarihi boyunca tüketilmiş olmasına rağmen henüz potansiyeli kavranamamıştır (Iannotti ve ark., 2014).

Önemli hayvansal ürün olan yumurtanın; fiyatının ucuz olması, kolay ulaşılabilir olması, pratik bir şekilde hazırlanması, çeşitli şekillerde tüketilebilir olması ve uzmanların tüketimini önermesi gibi birçok faktör tüketiciler tarafından tercih edilmesini sağlamaktadır.

Dünya yumurta üretimi incelendiğinde ilk üç sırayı Çin (24.8 bin ton), ABD (5.6 bin ton) ve Hindistan (3.08 bin ton) almaktadır. Türkiye 1.08 bin ton ile yumurta üretiminde sekizinci sırada yer almaktadır. Ülkemizin 2006 yılında 8.4 milyar adet olan ticari yumurta üretimi yıllar itibarıyla artarak 2018'de 22.3 milyar adete ulaşmıştır. Türkiye'nin 2018 yılı yumurta ihracatı bir önceki yıla göre %15 artarak 430.7 milyon dolara ulaşmıştır. Bu ihracatın büyük bir kısmı Irak'a (%71.1) ve Suudi Arabistan'a (%9.1) yapılmaktadır. Yumurta ihracatının üretimdeki payının %27.36 (Anonim, 2018a) olduğu düşünüldüğünde, üretilen yumurtanın yaklaşık %20'si Irak'a ihraç edilmektedir. 2019 Mayıs ayında Irak'ın yumurta ithalatını yasaklaması (Anonim, 2019b) bu verilerde olumsuz değişikliklere neden olmuştur.

Kişi başına yıllık yumurta tüketim miktarı Japonya'da 333, Çin'de 307, Rusya'da 305, Arjantin'de 280 adet iken Türkiye'de 224 adettir (Anonim, 2018b).

2018 yılı verilerine göre ülkemizin toplam 127 milyon adet olan yumurtacı tavuk kümes kapasitesinin 25 milyonu Afyon, 20 milyonu Konya ve 11 milyonu Manisa ilinden karşılanmaktadır. Gaziantep 4 milyon ile, kümes kapasitesi sıralamasında ülkemizde onuncu sırada yer almaktadır (Anonim, 2018b).

Beslenme açısından oldukça önemli bir hayvansal ürün olan yumurta üretimi ve tüketimi konusunda dünyada ve Türkiye'de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'deki yumurta tüketim miktarını ve tüketimde etkili olan faktörleri belirlemeye yönelik yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Çelik ve Şengül (2001) Şanlıurfa ilinde yaptıkları araştırmalarında, kişi başına yıllık yumurta tüketiminin 126 adet olduğunu ve tüketicilerin %62.9'unun yumurta fiyatlarından etkilenmediğini, Armağan ve Özdoğan (2005) Aydın

ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi başı yıllık yumurta tüketim miktarını 228.8 adet olduğunu, Durmuş ve ark. (2007) yılında Ankara ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi başına yıllık yumurta tüketiminin ortalama 171 adet olduğunu, yumurtanın büyük bir oranda marketlerden satın alındığı ve tercihte ambalajın etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Mızrak (2011) Türkiye'de 2241 tüketici ile yaptığı araştırmasında, ailelerin %98'inin yumurta tükettiğini ve yılda kişi başına yumurta tüketiminin ortalama 158 adet olduğunu ayrıca kuş gribi hastalığının yumurta tüketiminde %36 oranında azalmaya yol açtığını bulmuşlardır. Karakaya ve ark. (2014) Bingöl ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi başına yıllık yumurta tüketiminin 146.3 adet olduğunu ve tüketicilerin %77.3'ünün yumurtayı marketten satın aldıklarını belirlemişlerdir. Bircan ve ark. (2017) Sivas ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi başı yıllık yumurta tüketimini 123.40 adet, Eleroğlu ve ark. (2018) Yozgat ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi başı yıllık yumurta tüketim miktarını 130.49 adet olarak bulmuşlardır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, Gaziantep ili kent merkezinde yumurta tüketimini inceleyen bir çalışmanın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu araştırmanın amacı Gaziantep ili kent merkezindeki tüketicilerin yumurta tüketiminde etkili faktörleri belirleyerek tüketim tercihlerini ortaya koymaktır.

Temel amaç doğrultusunda daha ayrıntılı olarak; Gaziantep ili Merkez ilçedeki tüketicilerin sosyo-demografik özelliklerinin belirlenmesi, tüketicilerin yumurta tüketme durumları ve tüketme sıklıklarının belirlenmesi, yumurta tüketme ve tüketmeme nedenlerinin belirlenmesi, yumurtanın temin edildiği pazarlama kanallarının belirlenmesi ve yumurta satın alırken dikkat edilen özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın sonuçları yumurta tüketim davranışları ortaya koyduğu için konu ile ilgili araştırmacılara, firmalara, karar vericilere, üretici ve tüketicilere katkı sağlaması beklenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini oransal örnekleme yöntemine göre belirlenmiş 271 tüketici ile yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Anket çalışması, 2018 yılı Ocak-Mart aylarında Gaziantep ili merkez ilçeleri olan Şahinbey ve Şehitkamil ilçelerinde gerçekleştirilmiştir.

Yapılacak anket sayısının belirlenmesinde oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Newbold, 2009).

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

$\sigma_{p_x}^2$ = Oranın varyansı, n: Örnek hacmi, N: Anakitle, p: Oran (maksimum örnek hacmine ulaşmak amacıyla $p=0.5$ alınmıştır).

TÜİK verilerine göre, Gaziantep ili kent merkezi nüfusu 1.663.273 kişidir (TÜİK, 2017). %90 güven aralığı ve %5 hata payı ile örnek sayısı 271 olarak bulunmuştur. Anketler ilçelerdeki kişi sayısı dikkate alınarak oransal olarak dağıtılmıştır. Anketlerin %54'ü (146 anket) Şahinbey ilçesinde, %46'sı (125 anket) Şehitkâmil ilçesinde yapılmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler ki-kare ve One-way ANOVA testi kullanılmıştır.

Çalışmanın ikincil verilerini, kurumların yayınlamış oldukları istatistiki veriler ve konu hakkında yapılmış diğer çalışmalara ait bilgiler oluşturmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Anket yapılan tüketicilerin sosyo-demografik özelliklerine ait bilgiler Çizelge 1'de

verilmiştir. Tüketicilerin büyük bir oranının (%44,28) 31-45 yaş aralığında olduğu, ortalama yaşın 40,17 yıl, alınan eğitim süresinin ise ortalama 8,09 yıl olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin %53,51'inin erkek, %82,66'sının evli, 38,38'inin özel sektör çalışanı ve serbest meslek erbabı olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin %69'unun Gaziantepli olduğu ve ortalama 31,91 yıldır Gaziantep ilinde yaşadıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin yaklaşık yarısının (%51,66) 2000-3999 TL gelire sahip oldukları, hanehalkı ortalama gelirinin aylık ortalama 2730,44 TL olduğu ve aylık gelirin ortalama %25,71'ini gıda harcamasına (702,16 TL/ay) ayırdıkları tespit edilmiştir. Tüketicilerin %44,28'inin hanehalkının 4-5 kişiden oluştuğu (hanede yaşayan birey sayısı ortalama:4,01 kişi), hanede çalışan birey sayısı ortalamasının 1,21 kişi, çocuk sayısının ise ortalama 2.37 kişi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Anket yapılan tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

| Demografik özellikler | Kişi sayısı | Oran (%) | Demografik özellikler | Kişi sayısı | Oran (%) |
|--------------------------------|-------------|----------|-------------------------|-------------|----------|
| Yaş (yıl) | | | Gelir (TL/ay) | | |
| <30 | 70 | 25.83 | ≤1999 | 81 | 29.89 |
| 31-45 | 120 | 44.28 | 2000-3999 | 140 | 51.66 |
| ≥46 | 81 | 29.89 | ≥4000 | 50 | 18.45 |
| Toplam | 271 | 100.00 | Toplam | 271 | 100.00 |
| Cinsiyet | | | Medeni durum | | |
| Kadın | 126 | 46.49 | Bekar | 47 | 17.34 |
| Erkek | 145 | 53.51 | Evli | 224 | 82.66 |
| Toplam | 271 | 100.00 | Toplam | 271 | 100.00 |
| Ailede çalışan sayısı | | | Memleket | | |
| ≤1 | 210 | 77.49 | Gaziantep | 187 | 69.00 |
| 2 | 52 | 19.19 | Şanlıurfa | 16 | 5.90 |
| ≥3 | 9 | 3.32 | Kahramanmaraş | 14 | 5.17 |
| Toplam | 271 | 100.00 | Diğer | 54 | 19.93 |
| Eğitim durumu (yıl) | | | Toplam | 271 | 100.00 |
| ≤5 | 120 | 44.28 | Çocuk sayısı | | |
| 6-8 | 45 | 16.61 | ≤2 | 153 | 56.46 |
| 9-12 | 59 | 21.77 | 3-4 | 89 | 32.84 |
| ≥13 | 47 | 17.34 | ≥5 | 29 | 10.70 |
| Toplam | 271 | 100.00 | Toplam | 271 | 100.00 |
| Meslek | | | Hanehalkı sayısı | | |
| Kamu çalışanı | 31 | 11.44 | ≤3 | 103 | 38.01 |
| Özel sektör çalışanı | 52 | 19.19 | 4-5 | 120 | 44.28 |
| Emekli | 29 | 10.70 | ≥6 | 48 | 17.71 |
| Serbest meslek | 52 | 19.19 | Toplam | 271 | 100.00 |
| İşsiz (evhanımı+çalışmayan) | 44 | 16.24 | | | |
| Öğrenci | 13 | 4.80 | | | |
| Çiftçi | 50 | 18.45 | | | |
| Toplam | 271 | 100.00 | | | |

Çizelge 2’de anket yapılan bireylerin yumurta tüketim bilgilerine yer verilmiştir. Tüketicilerin %96.31’i tavuk yumurtası tükettiklerini bildirmişlerdir. Mızrak (2011) Türkiye’de 2241 tüketici ile yaptığı araştırmasında ailelerin %98’inin yumurta tükettiğini tespit etmiştir.

Aylık hanehalkı yumurta tüketimi ortalama 71.96 adet iken kişi başı yıllık yumurta tüketimi ortalama 218.32 adet olarak bulunmuştur. Türkiye’de kişi başı yıllık yumurta tüketim miktarı 224’tür (Anonim, 2018a). Bulunan sonuç Türkiye ortalamasına oldukça yakındır. Yıllık gıda harcaması içinde %3.81’lik paya sahip olan yumurta tüketimi

için ödenen aylık miktar 26.73 TL’dir. Gelir grupları ile yumurta tüketme durumu, tüketim miktarı ve ödenen fiyat arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla ki-kare ve f testi yapılmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre gelir grupları ile tüketme durumu ($p>0.05$), tüketim miktarı ($p>0.05$) açısından istatistiki açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Parlakay ve ark. (2017) Uşak ilinde yaptıkları araştırmalarında gelir düzeylerine göre tüketilen yumurta miktarları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 2. Yumurta tüketim bilgisi

| | Tüketme durumu (%) | | Tüketim miktarı | | Harcama | |
|-----------------------------|--------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------------|
| | Tüketmeyen | Tüketen | Hanehalkı adet/hafta | Kişi Başı adet/yıl | Harcama değeri TL/ay | Aylık gıda harcaması içindeki payı % |
| Düşük gelir ≤ 1999 TL | 3.70 | 96.30 | 16.30 | 211.95 | 25.95 | 3.70 |
| Ortagelir 2000-3999 TL | 2.14 | 97.86 | 17.76 | 230.94 | 28.27 | 4.03 |
| Yüksek gelir ≥ 4000 TL | 8.00 | 92.00 | 14.88 | 193.49 | 23.69 | 3.37 |
| Genel | 3.69 | 96.31 | 16.79 | 218.32 | 26.73 | 3.81 |
| Ki-kare (p değeri) | 3,556 (0,169) | | | | | |
| F (p değeri) | | | 1,845 (0,160) | | | |

Ailedeki bireylerin yumurta tüketim sıklığına ilişkin bilgiler Çizelge 3’te verilmiştir. ≥ 15 yaş çocukların %10.95’inin, 7-14 yaş arasındaki çocukların ise %8.80’inin yumurta tüketmedikleri tespit edilmiştir. Ailedeki bireylerin büyük bir kısmı her gün yumurta tüketmektedirler. Çocukların gelişimlerine önemli katkı sağlayan yumurtayı her gün tüketenlerin en çok 0-6 yaş grubundaki çocuklar (%81.31) olduğu görülmektedir. Konya

ilinde yapılan araştırmada 5-6 yaş arasındaki çocukların %42.2’sinin her gün, %28’inin gün aşırı yumurta tükettikleri %2.7’sinin ise hiç yumurta tüketmedikleri (Oğuz, 2011), Ortaokuldaki öğrencilerle yapılan başka bir çalışmada, öğrencilerin %80.9’unun bazen, %5’inin her gün, %14.1’inin ise yumurta tüketmedikleri tespit edilmiştir (Özdoğan, 2006).

Çizelge 3. Yumurta tüketim sıklığı

| | Anne | | Baba | | 0-6 yaş çocuk | | 7-14 yaş çocuk | | ≥ 15 yaş çocuk | |
|--------------------|-------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|---------------------|----------|
| | Kişi sayısı | Oran (%) | Kişi sayısı | Oran (%) | Kişi sayısı | Oran (%) | Kişi sayısı | Oran (%) | Kişi sayısı | Oran (%) |
| Tüketmeyen | 9 | 3.37 | 18 | 6.79 | 5 | 4.67 | 11 | 8.80 | 15 | 10.95 |
| Her Gün | 181 | 67.79 | 152 | 57.36 | 87 | 81.31 | 94 | 75.20 | 89 | 64.96 |
| Haftada Birkaç Kez | 66 | 24.72 | 75 | 28.30 | 10 | 9.35 | 20 | 16.00 | 32 | 23.36 |
| Daha nadir | 11 | 4.12 | 20 | 7.55 | 5 | 4.67 | 0 | 0.00 | 1 | 0.73 |
| Toplam | 267 | 100.00 | 265 | 100.00 | 107 | 100.00 | 125 | 100.00 | 137 | 100.00 |

Tüketicilerin yumurta satın alırken tercih ettiği pazarlama kanalları incelendiğinde büyük bir kısmının yumurtayı market-süpermarketlerden (%89.27) temin ettikleri, diğer önemli bir kısmının ise bakkalları (%34.10) tercih ettikleri görülmektedir. Direkt üretici (%14.56), kasap-şarküteri (%19.16) ve pazarlardan (%14.90) yumurta satın alan tüketici sayısı birbirine çok yakındır (Çizelge 4). Çelik ve Şengül (2001) Şanlıurfa ilinde yaptıkları araştırmalarında tüketicilerin %45'inin marketten, %19.2'sinin bakkaldan, %13.1'inin semt pazarından, %9.6'sının yumurta toptancısından ve %13.1'inin uygun olan herhangi bir yerden yumurta satın aldıklarını tespit etmişlerdir. Durmuş ve ark. (2007) Ankara ilinde yaptıkları araştırmalarında kişi yumurtanın büyük

bir oranda marketlerden satın alındığını, Karakaya ve ark. (2014) Bingöl ilinde yaptıkları araştırmalarında tüketicilerin %77.3'ünün yumurtayı marketten satın aldıklarını tespit etmişlerdir.

Tüketicilerin çeşitli pazarlama kanallarından yumurta temin şekilleri Çizelge 4'te verilmişti. Yapılan anketlerde tüketicilerin ambalajsız ve markasız yumurtaları, köy yumurtası olarak değerlendirdikleri belirlenmiştir. Tüketiciler, köy yumurtalarının önemli bir kısmını direkt üreticiden ve pazarlardan temin etmektedir. Yine tüketiciler bakkallardan, kasaplardan ve az oranda da olsa marketlerden markası olmayan köy yumurtalarını bulabilmekte ve diğerlerine göre daha yüksek fiyat ödemektedirler.

Çizelge 4. Yumurta satın alım yeri

| | Kişi sayısı | Oran(%) |
|---------------------|-------------|---------|
| Direkt üretici | 38 | 14.56 |
| Kasap- şarküteri | 50 | 19.16 |
| Market –süpermarket | 233 | 89.27 |
| Bakkal | 89 | 34.10 |
| Pazar | 39 | 14.90 |

Çizelge 5. Yumurtada marka tercih etme durumu

| | Kişi sayısı | Oran(%) |
|--------------------------|-------------|---------|
| Yalnızca markalı | 111 | 42.53 |
| Yalnızca markasız | 5 | 1.87 |
| Hem markalı hem markasız | 145 | 55.60 |
| Toplam | 261 | 100.00 |

Tüketicilerin önemli bir kısmı (%42.53) yumurta satın alırken yalnızca markalı olanları tercih ettiklerini, diğer önemli bir kısmı ise hem markalı hem de markasız yumurta (%55.60) tercih ettiklerini bildirmişlerdir (Çizelge 5).

Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken bazı özelliklere dikkat etmektedirler. Tüketiciler yaptıkları alışverişleri, tekrar satın alımda deneyim olarak değerlendirmekte ve tüketim davranışlarını deneyimlerine göre gerçekleştirmektedirler. Bu bağlamda tüketicilerin yumurta satın alırken ve tüketirken dikkat ettikleri özelliklere önem verme dereceleri değerlendirilmiştir (Çizelge 6). Yumurtada dikkat edilen en önemli özellikler

sırasıyla sağlıklı olması (4.87), üretim tarihi (4.85), tazeliği (4.84) ve tadıdır (4.81). En az dikkat edilen özellikler ise kabuk rengi (3.06), ağırlığı (2.95) ve ürünün üretildiği şehirdir (2.13). Araştırma sonuçlarına benzer şekilde Çelik ve Şengül (2001) Şanlıurfa ilinde yaptıkları araştırmalarında, tüketicilerin %62.9'unun yumurta fiyatlarından etkilenmediğini, %11.2'sinin ise yumurta rengini önemsemediklerini tespit etmişlerdir. Durmuş ve ark. (2007) Ankara ilinde yaptıkları araştırmalarında yumurta satın alırken tüketicilerin %47.13'ünün üretim tarihine, %14.65'inin üretici firmaya, %7.64'ünün fiyata dikkat ettiklerini tespit etmişlerdir.

Çizelge 6. Yumurtada dikkat edilen özellikler

| Özellik | Ortalama | Std. Sapma |
|--------------------------------------|----------|------------|
| Sağlıklı olması | 4.87 | 0.433 |
| Üretim tarihi | 4.85 | 0.486 |
| Tazelik | 4.84 | 0.528 |
| Tadı | 4.81 | 0.438 |
| Kalitesi | 4.78 | 0.506 |
| Kokusu | 4.75 | 0.618 |
| Görünüşü | 4.48 | 0.991 |
| Kalite belgeleri | 4.48 | 0.967 |
| Organik olması | 4.15 | 1.162 |
| Markası | 4.11 | 1.153 |
| Uzmanların önermesi | 3.71 | 1.457 |
| Ürüne ilişkin daha önceki deneyimler | 3.70 | 1.492 |
| Fiyatı | 3.62 | 1.546 |
| Alındığı kişi ya da satış mağazası | 3.62 | 1.503 |
| Gezen tavuk yumurtası olması | 3.59 | 1.595 |
| Aileden gelen alışkanlık | 3.49 | 1.684 |
| Kabuk rengi | 3.06 | 1.617 |
| Büyüklüğü | 2.95 | 1.698 |
| Ürünün ait olduğu şehir | 2.13 | 1.481 |

Önemsiz: 1, Çok az önemli: 2, Orta önemli: 3, Oldukça önemli: 4, Çok önemli: 5.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma Gaziantep kent merkezindeki tüketicilerin yumurta tüketim davranışlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Yumurta kahvaltılarda, yemeklerde, pastalarda, böreklerde vb. direkt veya dolaylı olarak kullanılmaktadır. Araştırma alanında yıllık kişi başı yumurta tüketimi Türkiye ortalamasına çok yakın çıkmıştır. Ancak sağlık açısından önemi bir gıda ürünü olan yumurtanın Gaziantep ilindeki tüketimi dünya ortalamasının oldukça altındadır. Bu açıdan çeşitli şekillerde yumurta tüketiminin artırılması gerekmektedir. TV/radyo/internet vasıtası ile yumurtanın yararları hakkında yapılacak programlar geniş kitlelere ulaşabilir ve tüketime katkı sağlayabilir. Bunun yanı sıra özellikle çocukların yumurta tüketimini artırmak için yapılacak bilinçlendirme çalışmaları, seminerler, okul kantinlerinde haşlanmış yumurta satışı gibi birçok uygulama yumurta tüketimini olumlu yönde etkileyebilir.

Tüketiciler yumurta satın alırken imalat tarihi, marka, kalite belgeleri gibi birçok özelliğe dikkat etmektedir. Yumurtanın doğal ambalajında hile yapılması mümkün değildir. Tüketiciler yumurtanın kullanım süresinin, üretim tarihinden itibaren 28 gün olduğuna dikkat ederek, üzerindeki kodları silinmemiş, temiz ve çatlak olmayan yumurtaları tercih etmelidirler. Yumurtalar; gezen tavuk yumurtası, organik yumurta, çiftlik yumurtası, köy yumurtası gibi çeşitli şekillerde adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda tüketicilerin çiftlik yumurtası haricindeki diğer yumurtalara daha fazla ödeme isteğinde

buldukları tespit edilmiştir. Ancak tüketiciler bu yumurtalar arasında ne gibi fark olduğunu bilmemektedir. Besin içeriği yönünden gerçekten bu yumurtalar arasında bir farkın olup olmadığı tüketicilere detaylı bir şekilde anlatılıp, tüketici istismarı önlenmelidir.

Yumurta tavukçuluğunda hayvan ve çevre refahını artıracak önlemler alınmasının sektöre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Yumurta sektörünün devamlılığının sağlanması açısından alınacak biyogüvenlik önlemleri ile tavuklar arasında bulaşıcı hastalıklarının yayılmasının engellenmesi amaçlanmalıdır.

Yumurtanın pazarlanmasıyla ilgili sorunların temelinde kısa raf ömrü gelmektedir. Bu durumda sektör, talep dalgalanmalarından oldukça olumsuz etkilenmektedir. İşlenmiş yumurta ürünleri teknolojilerinin ve pazarlarının geliştirilmesi sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Açıkgöz, Z., Soycan Önenç, S. 2006. Fonksiyonel Yumurta Üretimi, *Hayvansal Üretim*, 47(1): 36-46.
- Anonim, 2018a. Yumurta Haber Bülteni. (<https://view.publitas.com>) (Erişim tarihi: 24.04.2019).
- Anonim, 2018b. Yum-Bir Yumurta Tavukçuluğu Verileri. (<https://www.yum-bir.org>) (Erişim tarihi: 24.04.2019).
- Anonim, 2019a. Yumurta Hakkında. (<https://www.yum-bir.org>) (Erişim tarihi: 10.06.2019).

- Anonim, 2019b. Yumurta Haber Bülteni. (<https://view.publitas.com>) (Erişim tarihi: 17.10.2019).
- Armağan, G., Özdoğan, M. 2005. Ekolojik Yumurta ve Tavuk Etinin Tüketim Eğilimleri ve Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 46(2): 14-21.
- Bircan, H., Eleroğlu, H., Arslan, R. 2017. Sivas Kent Merkezinde Tavukçuluk Ürünlerinin Tüketimi ve Tüketime Etki Eden Faktörler, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(12): 1609-1614.
- Çelebi, Ş., Karaca, H. 2006. Yumurtanın Besin Değeri, Kolesterol İçeriği Ve Yumurtayı n-3 Yağ Asitleri Bakımından Zenginleştirmeye Yönelik Çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2): 257-265.
- Çelik, Y., Şengül, T. 2001. Şanlıurfa İli Kentsel Alanında Tüketicilerin Yumurta Tüketim Düzeyleri ve Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, *Hayvansal Üretim*, 42 (2): 53-62.
- Durmuş, İ., Demirtaş, Ş.E., Can, M., Kalebaşı, S. 2007. Ankara İlinde Yumurta Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 7 (1): 42-45.
- Eleroğlu, H , Bircan, H., Arslan, R., 2018. Yozgat İl Merkezinde Yumurta ve Tavuk Eti Tüketimi Üzerine Etki Eden Faktörler, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 15 (1): 29-33.
- Iannotti, L.L.; Lutter, C.K.; Bunn, D.A.; Stewart, C.P. 2014. Eggs: The Uncracked Potential for Improving Maternal and Young Child Nutrition among the World's Poor. *Nutrition Reviews*, 72: 355-368.
- Karakaya, E., İnci, H., Söğüt, B., Şengül, T. 2014. Bingöl İl Merkezinde Yaşayan Hane Halklarının Yumurta Tüketim Durumu Üzerine Bir Araştırma, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 239-247.
- Mızrak, C. 2011. Türkiye’de Yumurta ve Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tavukçuluk Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Araştırma Projesi, Ankara. (<http://www.tae.gov.tr>) (Erişim tarihi: 17.05.2019).
- Newbold, P., 2009. İşletme ve İktisat İçin İstatistik, (Çev. Ümit Şenesen), İstanbul, Literatür Yayınları.
- Oğuz, Ş. 2011. Konya İl Merkezinde Okulöncesi Eğitim Kurumlarına Devam Etmekte Olan 60-72 Aylık Çocukların Beslenme Alışkanlıkları, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya, 304s.
- Özdoğan, Y. 2006. Konya İl Merkezinde Farklı Sosyo Ekonomik Düzeylerdeki İlköğretim Okullarına Devam Eden Çocukların Kahvaltı Yapma Alışkanlıklarının Saptanması, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya, 148s.
- Parlakay, O., Arslan, A., Akın, Y. 2017. Tüketicilerin Yumurta Tüketim Tercihlerinin Belirlenmesi: Uşak İli Örneği, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 108-115.
- Stadelman, W.J., Olson, V. M., Shemwell, G. A., Pasch, S. 1988. *Egg and Meat Processing*. Ellis Horwood Ltd. Chichester (England) s, 211.
- TÜİK, 2017. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, (<http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 23.07.2019).

Muş İlindeki Kaz Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Sorunları[§]

Turgay ŞENGÜL^{1*}, İsmail YETER²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bingöl

²Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl

*Sorumlu yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 11.11.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 09.01.2020

Kabul Tarihi: 09.01.2020

Özet

Bu çalışma, Muş ilinde ekstansif ve yarı entansif şartlarda yapılan kaz yetiştiriciliğinin mevcut durumunun ortaya konulması ve yetiştiricilikte karşılaşılan önemli sorunların tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın materyalini, Muş ili merkez, Hasköy, Bulanık, Malazgirt, Varto ve Korkut ilçelerine bağlı ve kaz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı köylerdeki 105 adet kaz üreticisinden elde edilen veriler oluşturmuştur. Araştırma bulgularına göre; Muş ilinde, üreticilerin hiçbirinin kaz yetiştiriciliği konusunda eğitim almadığı ve yetiştiricilik yapma sürelerinin ortalama 17 yıl olduğu belirlenmiştir. İşletme başına damızlık dişi kaz sayısının ortalama 18 adet, damızlık erkek kaz sayısının ise 8 adet olduğu saptanmıştır. Kaz barınaklarının büyüklüğünün ortalama 50 m² olduğu ve genellikle briket malzemeden yapıldığı belirlenmiştir. Kazların genellikle 4 haftalık yaşta iken meraya çıkarıldığı ve günde 2 kez yeşlendiği saptanmıştır. Yetiştiricilerin %67'sinin hastalıklara karşı hiçbir önlem almadığı, %30'unun vitamin, ilaç vb. kullandığı, %3'ünün ise aşı yaptırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; Muş ilinde yapılan kaz yetiştiriciliğinin yapısı ve sorunlarının ülke geneli ile benzer olduğu ve üretimin daha çok ailenin et ihtiyacını karşılamak amacıyla yapıldığı saptanmıştır. Üreticilerin başta gelen sorunlarının; eğitim yetersizliği, hastalıklar, kullanılan düşük verimli ırklar, bakım-besleme konusundaki yetersizlikler ve pazarlamada karşılaşılan sorunlar olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Muş, kaz yetiştiriciliği, üretici, bakım-besleme, hastalıklar, pazarlama.

General Structure and Problems of Goose Production in Muş Province

Abstract

This study aims to determine the current situation of goose breeding in Muş province under extensive and semi-intensive conditions and to identify important problems encountered. The material of the study consists of data obtained from 105 goose breeders from the villages located in Merkez (Central), Hasköy, Bulanık, Malazgirt, Varto, and Korkut districts, where intensive goose breeding is being carried out, in Muş Province. According to the findings of the research, it was determined that none of the breeders received training on goose breeding in Muş province and the average duration of breeding was 17 years. It is determined that the average number of female breeder geese per farm was 18 and male breeder geese per farm was 8. The average size of the geese enclosures was 50 m² and they were generally made of briquettes. It was found that geese were generally taken out to the pasture at the age of 4 weeks and fed twice a day. It was determined that 67% of breeders did not take any precautions against diseases, 30% used vitamins, medicines, etc., and 3% vaccinated the animals. As a result, it was determined that the structure and problems of goose production in Muş province were similar to the rest of Turkey and the production was mostly made to supply the meat needs of the family. It can be stated that the main problems of the breeders are inadequacy in education, diseases, low-yield breeds, inadequate management and feeding, and marketing problems.

Key words: Muş, goose production, producer, management-feeding, diseases, marketing.

Giriş

Kanatlı etlerinin ucuz üretim maliyetli protein kaynağı olmalarından dolayı hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir payı vardır. Kanatlı eti denildiğinde, ilk akla gelen ve en büyük paya sahip olan tavuk eti olsa da, hindi, kaz ve ördek gibi diğer kanatlı etlerinin de insanların beslenmesindeki yeri önemlidir. Kaz yetiştiriciliği, tüm dünyada üretim düzeyi açısından diğer kanatlılar arasında en son sıralarda yer almaktadır. Bunun en önemli nedenleri, kaz ürünlerine olan talebin düşüklüğü, kazın sıcak- kurak iklimlere uygun olmaması ve kazların üreme yeteneklerinin diğer kanatlılara oranla daha sınırlı olmasıdır. Dünyada, toplam kanatlı eti üretimi içindeki kaz ve ördek eti payının %4 olduğu ve bu oranın gelişmekte olan ülkelerde %9.8'e kadar çıktığı bildirilmiştir (Aksoy ve Arıkan, 1995). Ancak, son yıllarda, özellikle ülkemizde kaz ürünlerine olan ilginin değiştiği ve kaz etine olan talebin hızla arttığı görülmektedir. Kaz yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttıran etmenler olarak; tüketicilerin alternatif lezzet arayışı, kırsal alanlarda yetiştirilmesi nedeniyle kaz etinin daha sağlıklı ve güvenilir bulunması, kaz yetiştiriciliğinin organik üretime uygun olması ve kırsal kalkınmaya sağladığı yararlar sayılabilir (Cywa-Benko ve ark., 1999; Çelik ve Bozkurt 2009). Ayrıca, kazların otlama kabiliyetlerinin iyi oluşu, yabancı otları tüketebilmeleri, zor şartlara ve hastalıklara dayanıklı olmaları yanında besi performanslarının da yüksek olması yetiştiriciler açısından tercih sebebidir (Labatut, 2002). Bu nedenle, kaz etinin, gelecekte protein kaynağı olarak tavuk etine önemli bir alternatif olabileceği söylenilebilir. Kaz yetiştiriciliği, daha çok soğuk iklimlere sahip ve su kaynaklarının bol olduğu ülkelerde ve bölgelerde yapılmaktadır. Özellikle, Güneydoğu Asya ve Doğu Avrupa ülkelerinde kaz ve ördek eti üretimi büyük öneme sahiptir (Çelebi, 1999; Çelik, 2007). Kaz yetiştiriciliği bakımından, Çin, Rusya, Mısır, Romanya, Ukrayna, Polonya, Madagaskar ve Macaristan önde gelen ülkeler arasındadır. Bu ülkelerin çoğunda kazlar, kaz eti, kaz ciğeri ve kaz tüyü elde etmek amacıyla yetiştirilmektedir. Kazlardan elde edilen verimler arasında et üretimi en başta gelse de, kaz yetiştirme amaçları ülkelere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bazı ülkelerde kaz ciğeri veya kaz tüyü üretimi daha ön planda olabilmektedir.

Sahip olduğu iklim ve su kaynakları açısından değerlendirildiğinde, kaz yetiştiriciliği açısından ülkemizin önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenilebilir. 2018 yılı itibarıyla ülkemizde kaz varlığının 1.080.190 adet olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2018). Türkiye'de kaz yetiştiriciliği, Doğu ve Orta Anadolu ile İç Ege bölgeleri başta olmak üzere hemen hemen tüm bölgelerde ve genellikle

ekstansif şartlarda yapılmaktadır. Kaz yetiştiriciliğinin en yoğun olarak yapıldığı üç il sırasıyla, Kars, Ardahan ve Muş'tur. Kaz yetiştiriciliği, ülkemizde, özellikle üretim maliyetlerinin düşüklüğü ön planda tutularak, daha çok kırsal alanlarda ve geleneksel olarak sürdürülmektedir (Boz ve ark., 2014; Taşkın ve ark., 2017). Kaz yetiştiriciliği, ülkemizde daha çok ailelerin et ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak yapılmaktadır. Bu nedenle, kaz etinin, kırsal kesimde yaşayan tüketiciler açısından önemli bir protein kaynağı olduğu söylenilebilir.

Bu çalışmanın Muş'ta yürütülmesinin nedeni, bu ilin ülkemizde kaz yetiştiriciliği açısından önde gelen illerden biri olmasıdır. Muş ilindeki yaklaşık 660.000 adet toplam kanatlı hayvan varlığının yaklaşık %17'sini kazlar oluşturmaktadır. Bu oran, diğer illerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Van, Muş, Bitlis ve Hakkâri illerinden oluşan TRB2 Bölgesindeki 2018 yılındaki toplam kaz sayısı 102.141 adet olarak belirlenmiş olup, Muş ilinin bölge içindeki payı yaklaşık olarak %91 oranındadır. TRB2 bölgesinin Türkiye genelindeki payı ise, %9.5 civarındadır. Muş'ta, tarım ve hayvancılığa dayalı bir üretim yapısının olması, iklimin soğuk, rakımın yüksek, su kaynaklarının bol ve aile tipi kanatlı yetiştiriciliği için kazın uygun bir tür olması, bu ilde kaz yetiştiriciliğini geleneksel hale getirmiştir. Muş ve ilçelerindeki kırsal alanlarda üretilen kazların etleri, kış aylarında ailelerin et ihtiyaçlarının bir kısmını karşılamakta ve aile fertleri tarafından severek tüketilmektedir. Muş ilinde yapılan kaz yetiştiriciliği, özellikle Malazgirt ve Bulanık ilçelerinde yoğunlaşmıştır.

Bu çalışmada, ülkemizde kaz yetiştiriciliği bakımından ilk sıralarda yer alan Muş ili ve ilçelerindeki kaz üretimiyle ilgili mevcut uygulamaların ve sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara çözüm getirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini, Muş iline bağlı Merkez, Hasköy, Bulanık, Malazgirt, Varto ve Korkut ilçelerine bağlı, kaz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı köylerdeki kaz üreticileri ile yapılan anket verileri oluşturmuştur. İldeki kaz yetiştiriciliğinin mevcut durumunun belirlenmesi amacıyla 40 adet sorudan oluşan anket formları hazırlanmıştır. Muş ili merkez ve ilçelerinde toplam 105 adet işletme ile anket yapılması planlanmış ve söz konusu işletmelere gidilerek birebir görüşmelerle anketler doldurulmuştur. Merkez ilçede 48, Hasköy'de 7, Bulanık'ta 20, Malazgirt'te 18, Varto'da 5 ve Korkut'ta 7 adet işletmede anket yapılmıştır.

Çalışmada, üreticilerin sosyo-demografik özellikleri ile kaz varlığı, bakım-besleme uygulamaları, kaz barınaklarının durumu, ekipman

kullanımı, sağlık koruma ve hastalıklar, pazarlama vb. konular araştırılmıştır. Çalışmanın örnek hacmi belirlenirken, ana kütle oranlarına dayalı gruplandırılmamış tek aşamalı rastgele olasılık örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Karasar, 1994).

$$n = (z^2 * N * p * q) / (N * d^2 + z^2 * p * q)$$

Burada;

n: Örnek hacmi

z: % 95 önem derecesine karşılık gelen z çizelge değeri

N: Ana kütle sayısı

p: İncelenen olayın ana kütle içinde gerçekleşme olasılığı %50 olarak alınmıştır.

q: İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı (1-p)

d: Kabul edilen hata payı (Bu çalışmada hata payı %5 olarak alınmıştır).

Çalışmanın verileri SPSS 17.0 paket programında değerlendirilmiş, tanımlayıcı istatistikler ve yüzde değerler olarak ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yetiştiricilerin sosyo-demografik özellikleri

Yapılan anket sonuçlarına göre, yetiştiricilerin %42.8'inin 40 yaşından küçük olduğu, %30.5'inin 41-50 yaş arasında olduğu ve %26.7'sinin ise 50 yaş ve üstünde olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin yaşlarının 28 ile 65 arasında değiştiği ve ortalama 43.8 olduğu tespit edilmiştir. Demir ve ark., (2013) Ardahan'da yaptıkları çalışmada, yetiştiricilerin ortalama 41.9 yaşında olduğunu belirlemişlerdir. Boz ve ark., (2014) ise, yapmış oldukları çalışmada, yetiştiricilerin %58'inin 40-59; %23'ünün 20-39 yaşları arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Yetiştiricilerin eğitim durumlarına bakıldığında, okuryazar olan yetiştirici oranının %9.5, ilkokul mezunu olanların %35.2, ortaokul mezunu olanların %54.3 ve lise mezunu olanların oranı %1 olarak tespit edilmiştir. Demir ve ark., (2013) Ardahan'da yaptıkları çalışmada, yetiştiricilerin %79'unun (%4 okuma yazma bilmeyen, %75 ilkokul mezunu) eğitim düzeyinin düşük olduğunu belirlemişlerdir. Boz ve ark., (2014) tarafından Yozgat'ta yapılan çalışmada, yetiştiricilerin %15.5'inin okuryazar olmadığı, %40'ının ilkokul, %35.5'inin ortaokul ve %9'unun lise mezunu olduğu saptanmıştır. Yetiştiricilerin aylık gelirlerinin ortalama 888.1 TL olduğu belirlenirken, aylık geliri 500 TL ve altında olan yetiştirici oranı %16.1, 501-1000 TL arasında olan yetiştirici oranı %34.2 ve 1000 TL ve üstünde olan yetiştirici oranı ise %49.7 olarak saptanmıştır.

Yetiştiricilerin kaz yetiştiriciliği yapma süresinin ortalama 17 yıl olduğu belirlenirken, %44.7'sinin 10-20 yıl arasında, %38.2'sinin 20 yıl ve üstünde, %17.1'inin ise 10 yıldan az süreyle kaz yetiştiriciliği yaptığı saptanmıştır. Ardahan'da yapılan bir çalışmada, kaz yetiştiriciliği yapma süresi ortalama 18.6 yıl olarak tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2013). Boz ve ark., (2014) yürüttükleri bir çalışmada, yetiştiricilerin büyük bir kısmının (%48) kaz yetiştiriciliği yapma süresini 10 yıldan az olarak tespit etmişlerdir.

Üreticilerin, kaz yetiştiriciliği konusunda herhangi bir eğitim alıp almadıklarıyla ilgili sorulara verdikleri cevaplardan, hiçbir üreticinin konuyla ilgili eğitim almadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Kaz yetiştiriciliğinin amacı ve üretim yapısı

Anket sonuçlarına göre, Muş ilindeki üreticilerin %64'ünün ailenin et ihtiyacını karşılamak, %11'inin gelir elde etmek ve %25'inin ise hem ailenin et ihtiyacı hem de gelir elde etmek için kaz yetiştiriciliği yaptıkları belirlenmiştir. Kaz yetiştirme amacının ilçeler itibariyle farklılık gösterdiği belirlenirken, Korkut ilçesindeki tüm yetiştiricilerin et ihtiyacı için bu işi yaptıkları saptanmıştır. Kaz yetiştiriciliğini gelir elde etmek için yapan yetiştiricilerin genel olarak Merkez ilçe ve Malazgirt ilçelerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Demir ve ark., (2013) tarafından Ardahan'da yapılan bir çalışmada, kaz yetiştiriciliğinin öncelikli olarak et ihtiyacı için yapıldığı, ayrıca kaz etinin yetiştiricilerin %79.3'ü için önemli bir geçim kaynağı olduğu bildirilmiştir. Aygün ve Akbulak (2017) tarafından Ardahan'da yapılan diğer bir çalışmada da, kaz yetiştiriciliğinin büyük ölçüde ailenin et ihtiyacı için yapıldığı, kaz etinin çok az bir kısmının ise yerel pazarlarda satılarak gelir elde edildiği bildirilmiştir. Yozgat ilinde yapılan bir çalışmada, ailelerin %85.5'inin kaz yetiştiriciliğini tüketim alışkanlığı ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yaptıkları belirlenmiştir (Boz ve ark., 2014).

Palaz ihtiyacını satın alarak karşılayan yetiştiricilerin oranı %53, doğal kuluçka yoluyla üretenlerin oranı %26 ve her iki şekilde karşılayanların oranı ise %21 olarak bulunmuştur. Boz ve ark., (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada, üreticilerin palaz teminini genellikle doğal kuluçka ile sağladığı, çok bir kısmının ise palaz satın aldığı belirlenmiştir.

Yetiştiricilerin ortalama olarak 14.7 adet palaz satın aldıkları belirlenirken, satın alınan palazların %62'sinin 2 haftalık yaşta, %21'inin 3 haftalık yaşta ve %17'sinin ise 3 haftalık yaştan büyük olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin kaz palazını ortalama 36.2 TL/adet 'ten satın aldıkları saptanmıştır. Palazları, Nisan ayında kuluçkadan çıkararak veya satın alan yetiştiricilerin oranı %58,

Mart ayında kuluçkadan çıkaran veya satın alan yetiştiricilerin oranı %26, Mayıs ayında kuluçkadan çıkaran veya satın alan yetiştiricilerin oranı %13 ve Şubat ayında kuluçkadan çıkaran veya satın alan yetiştiricilerin oranı ise %3 olarak bulunmuştur. Yetiştiricilerin, sahip oldukları kazları satışa kadar ortalama 30 hafta süreyle besledikleri ve palaz ölümlerinin genellikle 0-7 günler arasında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Sahip olunan dişi kaz sayısı ortalaması, Muş ili genelinde 18 adet olarak bulunurken, Merkez ilçede 23 adet ile en yüksek, Hasköy ilçesinde ise 10 adet ile en düşük sayı belirlenmiştir. Erkek kaz sayısı ise, ortalama 11 adet ile en yüksek Malazgirt ilçesinde görülürken, en düşük değer 2 adet ile Korkut ilçesinde saptanmıştır. Muş ili genelinde erkek damızlık kaz sayısı ortalama 8 adet olarak belirlenmiştir. Erkek ve dişi damızlık kaz sayılarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar ilçeler itibarıyla değişiklik göstermiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) bulunmuştur. Yetiştiriciler, dişi damızlıkları ortalama 2.4 yıl, erkek damızlıkları ise ortalama 2.3 yıl süreyle ellerinde tuttuklarını ifade etmişlerdir. Bir dişi kazdan yılda ortalama 4.34 adet yumurta ve 2.36 adet civciv alındığı belirlenmiştir.

Yılda 0-25 adet kaz üreten yetiştiricilerin oranı %42; 26-50 adet üretenlerin oranı %13.6; 51-75 adet üretenlerin oranı %24.7; 76-100 adet üretenlerin oranı %6.2 ve 101 adet ve daha fazla üretenlerin oranı ise %1.2 olarak saptanmıştır. Yetiştiricilerin %57.6'sı, doğal kuluçkada bir kazın altına yaklaşık 8-9 adet yumurta bıraktıklarını ifade etmişlerdir.

Kaz barınaklarının yapısal durumu

Anket sonuçlarına göre, kaz barınaklarının büyüklüğünün 6 m² ile 100 m² arasında değiştiği ve ortalama olarak 50 m² olduğu belirlenmiştir. Barınaklarının %46'sının briket, %27'sinin tahta, %18'inin betonarme, %7'sinin taş ve %2'sinin ise kerpiç malzemesinden yapıldığı tespit edilmiştir. Barınakların %70'inde çatı malzemesi olarak sac, %13'ünde toprak, %12'sinde beton, %5'inde ise tahta kullanıldığı saptanmıştır. Bir veya daha fazla penceresi olan barınakların oranı %82, penceresi olmayan barınakların oranı ise %25 olarak tespit edilmiştir.

Barınakların %66'sında tepsi veya tabak şeklinde, %21'inde ise yuvarlak plastik şeklinde yemlikler kullanıldığı %13'ünde ise hiç yemlik kullanmadığı gözlenmiştir. Barınaklarda kullanılan suluk tiplerinin, %47'sinin tepsi veya tabak, %34'ünün teneke, %18'inin yuvarlak plastik ve %1'inin oluk şeklinde olduğu belirlenmiştir. Barınakların, %53'ünde zemine altlık olarak saman, %11'inde talaş ve %5'inde ise odun külü serildiği

belirlenirken, %31'inde altlık serilmediği saptanmıştır. Yetiştiricilerin %77'si kışın kümesi havalandırdıklarını, %23'ü ise havalandırmadıklarını ifade etmişlerdir.

Barınaklarda duvar yüksekliğine bakıldığında, barınakların %99'unda 1.5 m ve üzerinde olduğu gözlenmiştir. Boz ve ark., (2014), Yozgat ilinde yaptıkları bir çalışmada, kazların genellikle diğer hayvanlarla birlikte aynı barınakta barındırıldığını ve barınaklarda ekipman (folluk, yemlik, suluk) kullanıma oranının ise %38 düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Boz ve ark., (2016) Samsun'da ilinde kaz yetiştirilen kümeslerde altlık malzemesi olarak talaş kullanıldığını bildirmişlerdir.

Kazların bakım ve beslemeleri

İncelenen işletmelerde kaz yetiştiriciliğine dair bakım ve besleme uygulamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Kazların, genellikle sabah erken saatlerde dışarı çıkarıldıkları; palazları meraya çıkarma yaşının 4 hafta olduğu; kazların genellikle çayırda otlatıldığı ve içerde iken daha çok tahıllarla (buğday, arpa ve mısır) beslendiği belirlenmiştir. Yetiştiricilerin, yemleri genellikle köyden satın aldığı ve kazlara sabah-akşam olmak üzere günde 2 kez veya düzensiz yemleme yapıldığı saptanmıştır. Ticari yem kullanma oranının %14.3 gibi oldukça düşük bir düzeyde olduğu görülmüştür. Kırmızıbayrak ve ark., (2011) tarafından Kars'ta yapılan çalışmada, kazların beslemesinin kesimden 1-1.5 ay öncesine kadar tamamen meraya bağlı olduğu, son dönemde ise kesif yemle ya da arpa kırmasıyla besleme yapıldığı bildirilmiştir. Yozgat ilinde yapılan bir çalışmada, kazların mera, otlak, köy alanı ve su kenarlarında otlatıldığı, bunun yanı sıra tahıllar ev artıkları ve diğer hayvanlar için kullanılan ticari yemlerle ek yemleme yapıldığı, en fazla kullanılan yemlerin ise tahıl ve ev artıkları olduğu belirlenmiştir (Boz ve ark., (2014). Sarıca ve ark., (2015)'nin Yozgat'ta yapmış oldukları diğer bir çalışmada, kazların 3 haftalık yaşta kesime kadar merada otlatıldığı, mera dönüşünden sonra ise buğday, arpa ve ev artıkları ile yemleme yapıldığı bildirilmiştir.

Kazların, diğer kanatlı hayvanlarla oranla hastalıklara karşı çok daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Kırmızıbayrak, 2001; Labatut, 2002; Ünal ve ark., 2005; Sarıca ve ark., 2015; Karabulut ve ark., 2017). Bu nedenle, hastalıklara karşı hiçbir önlem alınmaması veya alınan önlemlerin yetersiz olması durumunda bile, kazlarda ölüm oranı düşüktür. Anket sonuçlarına göre, yetiştiricilerin büyük bir kısmının (%67) hastalıklara karşı hiçbir önlem almadığı belirlenirken, %30'unun vitamin, ilaç vb. kullanarak, %3'ünün ise aşı yaparak önlem aldığı saptanmıştır. Yetiştiricilerin %85'i her yıl

kazlarının çok az bir kısmının, %15'i ise yarım azının öldüğünü ifade etmişlerdir. Demir ve ark., (2013), Ardahan'da yaptıkları bir çalışmada, kazların ölüm oranını %13; Demir ve Aksu Elmalı (2012) ise, Kars'ta yaptıkları çalışmada %8.7 olarak saptamışlardır. Yozgat'ta yapılan çalışmada, kazlarda hastalık görülme oranının %1.5 gibi düşük bir oran olduğu belirlenmiştir (Boz ve ark., 2014). Taşkın ve ark., (2017), Kırşehir ilinde, kazların

hastalıklara karşı dayanıklı olmasının yetiştiriciler açısından önemli bir avantaj olarak görüldüğünü bildirmişlerdir.

İncelenen işletmelerde, kazların bakım ve beslenmesinin %77 oranında bütün aile bireyleri tarafından yapıldığı belirlenmiştir. Demir ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada, kazların yetiştirilmesiyle genellikle yöredeki ev hanımlarının ilgilendiği bildirilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen işletmelerdeki kazların bakım ve beslenmesi ile ilgili bilgiler

| Bakım-besleme | Oran (%) |
|---------------------------------------|----------|
| Kazların dışarı çıkma zamanı, | |
| Sabah erken | 69.5 |
| Öğlene doğru | 7.6 |
| Her ikisi de | 22.9 |
| Meraya olatmaya çıkarma yaşı*, | |
| 2 haftalık | 6.8 |
| 3 haftalık | 20.4 |
| 4 haftalık | 66.7 |
| 5 haftalık | 20.0 |
| 6 haftalık | 1.9 |
| Kazların otlatıldığı yer, | |
| Anızda | 2.9 |
| Çayırdaki | 89.5 |
| Su kenarında | 7.6 |
| Kazların beslendiği yem çeşidi, | |
| Tahıllar | 72.4 |
| Ticari yem | 14.3 |
| Yemek artıkları | 13.3 |
| Yemlerin temin edilme durumu, | |
| Kendi üretiyor | 15.2 |
| Köyden satın alıyor | 61.0 |
| İl veya ilçe merkezinden satın alıyor | 23.8 |
| Kazların günlük yemleme sayısı, | |
| Günde 1 defa | 11.4 |
| Günde 2 defa | 46.7 |
| Günde 3 defa | 4.8 |
| Diğer (düzensiz) | 37.1 |

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Yetiştirilen kazların pazarlanması

İncelenen işletmelerde, büyütülen kazların %55.2 oranında il merkezinde, %44.8 oranında ise köyde satıldığı belirlenmiştir. Kazların genelde canlı olarak satıldığı, ancak az da olsa kesilmiş ve temizlenmiş olarak ta satıldığı saptanmıştır. Satış fiyatlarına bakıldığında, ortalama olarak erkek kazın 124.0 TL'den, dişi kazın ise 99.0 TL'den satıldığı belirlenmiştir. Kazların, yoğun olarak Kasım (%37) ve Aralık (%63) aylarında satıldığı saptanmıştır. Yetiştiricilerin tamamı, kuluçkadan çıkan kazların %90'undan fazlasının satışa kadar canlı kaldığını ifade etmişlerdir. Demir ve ark., (2013) tarafından yürütülen çalışmada, yetiştiricilerin ellerinde bulunan kazların ya kesip temizledikten sonra ya da canlı olarak ortalama 78.43 TL'ye ve satıldığı

belirlenmiştir. Yetiştiricilerin ürettikleri kazların satış yerinin farklılıklar gösterdiğini tespit eden Taşkın ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada, en önemli satış yerinin pazar yeri olduğunu (%40), %25'inin tüccara ve %15'inin yakın çevreye satıldığını bildirmişlerdir.

Üreticilerin kaz yetiştiriciliği hakkındaki düşünceleri

Çalışmada, yetiştiricilerin %95.2'si, kazları için kümeslerine konuyla ilgili herhangi bir uzmanın gelmediğini, %4.8'i ise yılda bir kez geldiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, yetiştiricilerin tamamına yakını (%98) kaz yetiştiriciliğine devam etmek istediklerini ifade etmişlerdir. Yine, yetiştiricilerin tamamına yakınının (%97) kaz

yetiştiriciliğini devlet desteği almadan yürüttükleri belirlenmiştir. Kaz yetiştiriciliğini karlı bir iş olarak görenlerin oranı %68,7, karlı görmeyenlerin oranı ise %31,3 olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin büyük bir kısmında (%98) yerli ırk kazlarla yetiştiricilik yapıldığı, az sayıdaki işletmede ise yabancı ırklarla veya karışık (yerli-yabancı) olarak üretim yapıldığı belirlenmiştir.

Kaz yetiştiriciliği ile ilgili sorunlarınız nedir? sorusuna cevap veren yetiştiriciler, genellikle palaz temini, yem gideri, ilaç-aşı ve veteriner hizmetleri konularındaki desteklerin çok yetersiz olduğunu ve pazarlamayla ilgili önemli sorunları olduğunu ifade etmişlerdir. Ardahan’da, Demir ve ark., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, kaz yetiştiriciliğinin zorlukları, yem fiyatlarının yüksek olması, kuluçka veriminin düşük olması ve bakımlarının uzun sürmesi olarak tespit edilmiştir. Kaz yetiştiriciliğinin bölgede gelişmesi için yetiştiricilerin özellikle konuya yönelik eğitim ve devlet desteği verilmesinin gerekli olduğunu ifade ettikleri bildirilmiştir. Boz ve ark., (2014) tarafından Yozgat ilinde yapılan çalışmada, yöre halkının kaz yetiştiriciliğinde sorun olarak gördüğü konular; bakım-besleme konusundaki bilgi eksikliği, devlet desteği yetersizliği ve düşük verimli ırklarla üretim yapma şeklinde sıralanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Muş ilinde yapılan kaz yetiştiriciliğinin, genelde kırsal kesimdeki ailelerin geleneksel olarak et ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılan bir aile işletmeciliği olduğu saptanmıştır. Gerek üretim amacı ve üretim şekli, gerekse yapısal sorunları ve pazarlama problemleri bakımından ülke genelindeki kaz yetiştiriciliğinin yapısıyla önemli benzerlikler göstermektedir. Yetiştiriciler, genellikle az sayıda hayvanla, bölgeye uyum sağlamış fakat düşük verimli ırklarla üretim yapmaktadırlar. Üreticilerin önemli bir kısmı palaz satın alarak üretim yapmakta olduğundan, gerek palaz teminindeki zorluklar ve gerekse yüksek palaz fiyatları üretimi sınırlandırmaktadır. Kaz barınaklarının durumu ve bakım-besleme konusundaki yetersizlikler verimlerdeki düşüklüğün nedenleri arasındadır. Yetiştiricilerin, sağlık-koruma ve hastalıklar konusunda hiçbir önlem almaması da karlılığı azaltan önemli sorunlarından biridir. Diğer dikkati çeken önemli bir sorun da, pazarlama ve satış konusunda yaşanan problemlerdir. Gerek, pazar bulmadaki zorluklar ve gerekse kazların değer fiyattan satılamaması üretimi sınırlayan önemli sorunlardır. Yetiştiricilerin, daha büyük kapasite ile üretim yapması konusunda devletin teşvik ve desteği yetersizdir. Tüm bu olumsuzluklara rağmen, üreticilerin kaz yetiştiriciliğini sürdürme isteğinin yüksek olması ümit verici bir durumdur.

Yetiştiricilerin başlıca sorunlarının; palaz teminindeki zorluklar, palaz ve yem fiyatlarının yüksekliği, düşük verimli ırklar, yetersiz bakım-besleme, yetersiz veteriner hizmetleri, yüksek ölüm oranı, yetersiz devlet desteği ve pazarlamada karşılaşılan problemler olduğu belirlenmiştir. Muş ilindeki kaz yetiştiriciliğinin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla aşağıda bazı önerilere yer verilmiştir:

Kaz yetiştiriciliği, yöre halkı için alternatif bir gelir kaynağı olarak görülmelidir. Kaz yetiştiriciliğinin, modern üretim sistemleri kullanılarak, teknik ve rasyonel uygulamalarla daha karlı hale getirilmesi sağlanmalıdır. Bu konuyla ilgili olarak, üreticilere eğitim seminerleri verilmeli ve geleneksel üretim şeklinin zamanla yarı entansif ve entansif üretime dönüşmesi teşvik edilmelidir. Üreticilerin ihtiyacı olan kaliteli ve yüksek verimli damızlık palazlar devlet tarafından temin edilip, üreticiye ücretsiz olarak dağıtılmalıdır. Kaz üretimini geliştirmek için, üreticilere, barınak, kuluçka makinası, ekipman vb. yatırımlar için, belirli bir kısmı hibe olmak üzere, uzun vadeli ve faizsiz krediler verilmelidir. Yörede, sanayicilere verilecek teşviklerle modern bir adet kaz kuluçkahanesi ve bir adet kaz kesimhanesinin kurulması bu konuda çok önemli bir adım olacaktır. Kurulacak kesimhane ile, bölgede üretilen kazların sağlıklı bir şekilde kesimi, paketlenmesi ve muhafazası sağlanacak ve çok değerli bir kaz ürünü olan kaz tüylerinin değerlendirilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca, kurulacak olan kesimhanenin sağlayacağı avantajlardan yararlanmak amacıyla, sözleşmeli yetiştiricilik uygulaması başlatılmalı ve modern kaz yetiştiriciliği teşvik edilmelidir. Üretime yönelik uygulamaların dışında, uygun iç ve dış pazar alt yapısının oluşturulması da büyük önem arz etmektedir.

⁵: Bu çalışma İsmail YETER’in Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL’ün danışmanlığında yürütmüş olduğu yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Aksoy, T., Arıkan, F. 1995. Tekirdağ bölgesinde yetiştirilen kazlarda kesim sonuçlarına ilişkin bir araştırma. Hayvancılık 96 Ulusal Kongresi, 18-20 Eylül, İzmir.
- Aygün, G., Akbulak, C. 2017. Ardahan ili organik hayvancılık potansiyelinin değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 53: 144-161.
- Boz, M.A., Sarıca, M., Yamak, U.S. 2014. Yozgat ilinde kaz yetiştiriciliği. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 11(1): 16-20.
- Boz, M.A., Sarıca, M., Yamak, U.S., 2016. Kapalı ve serbest gezinmeli üretim sistemlerinde doğal

- ve yapay kuluçka ile üretilen kazların ekonomik değerlendirmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(11): 981-986.
- Cywa-Benko, K., Wezyk, S., Krawczyk, J., Knapik, J., Bielinska, H., Rosinski, A. 1999. The possibility of using Usg technique for muscle and fatness testing in geese. 12th European Symposium on Waterfowl, Adana, Turkey.
- Çelebi, S. 1999. Erzurum’da yetiştirilen kazların bazı önemli kesim ve karkas özellikleri üzerine bir araştırma. Uluslararası Hayvancılık’99 kongresi, 21-24 Eylül, İzmir.
- Çelik, B. 2007. Muş yöresi yerli kazlarında kesim ve karkas özellikleri. Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyon.
- Çelik, B. Bozkurt, Z., 2009. Muş yöresi yerli kazlarında kesim ve karkas özellikleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 49: 37-46.
- Demir, P., Aksu Elmalı, D. 2012. Economical analysis of goose breeding commercially by small family farms. *World’s Poultry Science Journal*, 68: 5-10.
- Demir, P., Kırmızıbayrak, T., Yazıcı, K. 2013. Kaz yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik önemi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 60: 129-134.
- Karabulut, O., Ün, H., Çamkerten, İ., Garip, M., Bulut, G. 2017. Aksaray yöresi kazlarda kuluçka randımanı üzerine araştırmalar. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi Journal of Bahri Dagdas Animal Research* 6(1): 13-22.
- Karasar, N. 1994. Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, İlkeler, Teknikler. ISBN 975-954-32-1-6, Ankara.
- Kırmızıbayrak, T. 2001. Kars ilinde kaz yetiştiriciliği ve ekonomik önemi. *Çiftlik Derg.*, 206: 62-64.
- Kırmızıbayrak, T. Önk, K., Yazıcı, K. 2011. Kars ilinde serbest çiftlik koşullarında yetiştirilmiş yerli ırk kazların kesim ve karkas özellikleri üzerine yaş ve cinsiyetin etkisi. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17: 41-45.
- Labatut, M.C. 2002. Goose production in Chile and South America. Eds: Buckland R and Guy G: Goose Production. FAO Animal Production and Health paper No: 154, Rome, Italy.
- Sarıca, M., Boz, M.A., Yamak, U.S. 2015. Yozgat ili halk elinde yetiştirilen Beyaz ve Alaca kazların kesim ve karkas özellikleri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Derg.*, 3(3): 142-147.
- Taşkın, A., Karadavut, U., Camcı, Ö. 2017. Kırşehir ilindeki damızlık kaz yetiştiriciliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2): 138-144.
- TÜİK, 2018. Veri tabanları, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 15.03.2019).
- Ünal, Y., Kaya, İ., Saatçi, M., Yıldız, S., Öncüer, A. 2005. Farklı protein düzeylerinde beslemenin kazlarda besi performansına etkisi. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 45: 33-39.

***In vitro* Suppression Effects of Rhizobacteria against *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* the Agent of Bacterial Speck Disease of Tomato**

Gül İMRİZ*

Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 21280 Sur Diyarbakır, Turkey

Sorumlu yazar*: gul.imriz@dicle.edu.tr

Received: 18.12.2019

Revised in Received: 23.01.2020

Accepted: 23.01.2020

Abstract

Bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* is significant pathogen of tomato causing economical losses in yield and quality. Bactericides for the control of such plant diseases are insufficient in some cases. Plant Promote Growth Promoting Rhizobacteria is recently considered as a potential alternative approach to the control of plant pathogens. Here, a collection of bacteria (thirty-eight in total) obtained from rhizospheric soil of different plants were examined for *in vitro* antagonistic effects on the *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* growth on agar plates through dual culture assay. Seven isolates out of thirty-eight exhibited effects with varying ranges of inhibition zones from 0.1 to 0.867 cm on the growth of pathogen isolate obtained from Çumra District of Konya. Based on MALDI Biotyper classification results, all of the rhizobacterial isolates showing *in vitro* antagonistic actions were identified as *Bacillus* genera, excluding an isolate that was determined as belonged to *Paenibacillus* genera.

Key words: Antagonism, Bacteria, Disease, *In vitro*, Rhizobacteria, Tomato

Domates Bakteriyel Benek Hastalığı Etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun Üzerinde Rhizobakterilerin *In vitro*' da Baskılayıcı Etkileri

Özet

Pseudomonas syringae pv. *tomato*' nun neden olduğu bakteriyel benek domateste verim ve kalitede ekonomik olarak kayıplara neden olan önemli bir patojendir. Bazı durumlarda bu tür bitki hastalıklarının kontrolünde bakterisit uygulamaları yetersiz kalmaktadır. Son zamanlarda bitki patojenlerinin kontrolünde Bitki Büyümesini Destekleyen Rizobakteriler potansiyel bir alternatif yaklaşım olarak görülmektedir. Bu çalışmada, farklı bitkilerin rizosfer toprağından elde edilen bir bakteri koleksiyonunun (otuz sekiz adet), patojen bakterinin besi ortamında büyümesi üzerinde *in vitro* antagonistik etkileri ikili kültür yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* izolatu Konya-Çumra'da açık alan üretimi yapılan domates bitkilerinden izole edilmiştir. Otuz sekiz rizobakteriyel izolattan yedi tanesi, besi üzerinde 0.1 ila 0.867 cm arasında değişen inhibisyon zonları oluşturarak *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*' ya karşı etkinlik göstermişlerdir. MALDI Biotyper sınıflandırma sonuçlarına göre, *Paenibacillus* cinsine ait olduğu belirlenen bir izolat dışında *in vitro*' da antagonistik etki gösteren rizobakteriyel izolatların tümünün *Bacillus* cinsine olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Antagonizm, Bakteri, Domates, Hastalık, *In vitro*, Rizobakteri

Introduction

Bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst), is a significant disease of tomato influencing economically the yield and quality worldwide including Turkey (Çınar, 1977; Wilson et al., 2002). The pathogen can maintain saprophytically in plant waste, soil and as well as on leaf surfaces. In spring, when the weather is cool and humid which favors the bacteria reproduce, the pathogen attack and causes bacterial speck disease on tomato plants. The disease symptoms can be defined with brownish-black spots surrounded by a yellow margin on leaf and ripe fruit as well as dark specks on green fruit (Preston, 2000). Particularly, in early infections, the yield could be significantly decreased due to a decline in the photosynthetic capacity of infected plant leaves. The speckled symptoms on fruit lead to reducing the market value of tomato fruits. For control bacterial speck caused by Pst, copper-based bactericides have been used, however, prolonged use of such compounds has led to copper-resistance development and hereby loses in compound effectiveness have been reported in several studies (Silva and Lopes, 1995a; Alexander et al., 1999). Also, the antibiotic resistance in the pathogen populations also has been reported by Silva and Lopes (1995b). The resistant varieties in some cases are insufficient for controlling the pathogen since the Pst has different races (Oldroyd and Staskawicz, 1998). Genetically modified tomato plants that possessive Pto/Prf genes expressions might be resistant to the races, however, it is a paradox whether these transgenic lines would be commercialized (Oldroyd and Staskawicz, 1998). The rhizosphere, the soil around the plant roots, hosts numerous of microorganisms including beneficial bacteria and has been focusing attention in recent years (Nautiyal and DasGupta, 2007). Rhizobacteria that promote plant development were first entitled as “Plant Growth-Promoting Rhizobacteria” by Kloepper and Schroth (1978). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPRs) can survive in the rhizosphere, the phyllosphere, or in plants. The PGPRs can boost plant growth by direct and indirect mechanisms based on the way of their impact. Indirect mechanisms involve combating the pathogen through the production of antibiotics and enzymes and the action of siderophores, Inducing Systemic Resistance (ISR), and exo-polysaccharides production. Direct mechanisms are as follows; making the natural nutrition source ready to use for plants through nitrogen fixation, solubilization of phosphorus, potassium, and iron; production of

siderophores; producing phytohormones namely, auxins, cytokinins and gibberellins (Ahemad and Kibret, 2014) or by producing an enzyme, 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC)-deaminase that hinders the over-secretion of ethylene in plant which is called as “plant stress ethylene” when the plant is exposed to biotic and abiotic stresses such as flooding, high temperature, organic and inorganic residual pollutants, phytopathogens, drought or salinity (Glick, 2014). Bacteria from the *Bacillus* group are microorganisms are highly adaptable to different habitats. The isolates of the genera primarily are known with the ability to produce enzymes such as proteases glucanases, cellulases, chitinases, and lipases that have a role to block the pathogen infection in the plant by demolishing the fungal and bacterial cell wall (Stein, 2005). Among the recent studies relevant with PGPRs, *Paenibacillus polymyxa* (synonym, *Bacillus polymyxa*) has been getting attention as a bio-control agent (Raza et al., 2008). *Paenibacillus* which separated from *Bacillus* in 1993 can enhance the plant growth by direct (e.g. production of antibiotic, hydrolytic enzymes, some other metabolites which kill directly pathogens) and indirect mechanisms (stimulating the protein secretions related to disease resistance and producing plant hormone and converting the nutrients available in soil to uptake by plants (Çakmakçı et al., 2006; Weselowski et al., 2016). The broad and prolonged application of chemical compounds in agriculture has been lead to danger for living organisms including humans and disruption of natural balance as well as ineffectiveness control based on resistant formation. Although biological control studies have been carried out for long years, more studies are still needed to find out novel eligible bio-agent in pathogen control. This study was mainly focused on determining the antagonistic properties of territorial rhizobacterial isolates on the growth of Pst *in vitro* which is the beginning step in the screening of a novel biocontrol agent.

Material and Method

Isolation and identification of the pathogen

The study was conducted in 2019. Tomato plant samples showing typical disease symptoms were collected from the open tomato production area in Çumra, Turkey. A small piece of infected tomato leaf containing infected and healthy parts (shown in Figure 1) was suspended by macerating with a small amount of sterilized distilled water (3-5 ml) in a mortar.



Figure 1. Tomato leaves showing bacterial speck symptoms collected from the open production field in Çumra.

Loopfulls of the suspension was inoculated by streaking on King's B agar medium (Merck, Germany) which allows separating the bacteria produce fluorescent pigment. The petri dishes were kept in an incubator adjusted to 25 °C for 48 h. The colonies grown intensively were purified on King's B medium. Tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* cv. H-2274) were spray inoculated with suspensions prepared with purified bacterial isolates at the density of $\sim 1 \times 10^8$ CFU ml⁻¹. Negative control plants were treated just with sterile distilled water by spraying. For each isolate, three tomato plants were used. Inoculated plants were kept in a climate room at 25 °C and 70% humidity for 15 days to enhance the disease symptom formation. Bacteria were re-isolated from the leaf displaying bacterial speck symptom. Re-isolated bacterium was identified by a series of biochemical tests as gram reaction using the KOH method,

fluorescent pigmentation, formation of levan colonies, reaction of oxidase, pectinase activity as inducing soft rot formation on potato slices, activity of arginine dihydrolase, and HR (Hypersensitivity) activity on tobacco leaves (Lelliot and Stead, 1987). The re-isolate identification was additionally confirmed by the MALDI Biotyper classification system in Plant Clinic Service at Mustafa Kemal University through service purchase.

Rhizobacterial isolates

Thirty-eight isolates were selected randomly from Rhizobacterial Culture Collection (Gul IMRIZ, Dicle University). The isolates were obtained from rhizosphere of different plants in Konya districts in previous study (Imriz et al., 2020). The properties belonging to the isolates including the codes, origin of plants, locations are given in Table 1.

Table 1. Codes, locations and origin plants of rhizobacterial isolates involved in the antagonistic activity assay.

| Isolate code | Location / district | Origin plant | Isolate code | Location / district | Origin plant |
|--------------|---------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| GP23* | Selçuklu | Wheat | GP412 | Ilgın | Wheat |
| GP28* | Çumra | Nut Grass | GP4 | Güneysinır | Wheat |
| GP110* | Selçuklu | Wheat | GP2 | Güneysinır | Wheat |
| GP211* | Selçuklu | Wheat | GP416 | Çumra | Wheat |
| GP10* | Ilgın | Wheat | GP15 | Ilgın | Wheat |
| GP9* | Seydişehir | Wheat | GP39 | Kadınhanı | Wheat |
| GP7* | Selçuklu | Barley | GP1 | Güneysinır | Wheat |
| GP11 | Kadınhanı | Barley | GP11a | Kadınhanı | Barley |
| GP196 | Cihanbeyli | Barley | GP29 | Ilgın | Wheat |
| GP122 | Kadınhanı | Wheat | GP16 | Güneysinır | Wheat |
| GP328 | Çumra | Nut Grass | GP25 | Selçuklu | Wheat |
| GP129 | Sarayönü | Wheat | GP13 | Güneysinır | Wheat |
| GP8 | Güneysinır | Wheat | GP20 | Selçuklu | Wheat |
| GP350 | Karapınar | Wheat | GP27 | Selçuklu | Wheat |
| GP3 | Yalıhöyük | Wheat | GP124 | Kadınhanı | Wheat |
| GP128 | Sarayönü | Wheat | GP127 | Sarayönü | Wheat |
| GP19 | Selçuklu | Wheat | GP228 | Yalıhöyük | Wheat |
| GP14 | Akşehir | Wheat | GP130 | Selçuklu | Wheat |
| GP6 | Seydişehir | Wheat | GP125 | Selçuklu | Wheat |

Rhizobacterial isolates and antagonistic activities

In vitro antibacterial activity of all isolates (Table 1) against Pst was screened by using the dual-culture technique (Weselowski et al., 2016) on Nutrient Agar (NA) (Merck, Germany). A hundred μl of suspension of each pathogen isolate at $\sim 1 \times 10^8$ CFU ml^{-1} was spread on the NA plates by using a glass spatula. The treated plates were kept for an hour at room temperature allowed bacteria to be settled on agar medium, and those were inoculated with pure rhizobacterial isolates, which were grown for 48 hours, in three points with an equal distance to each other on agar medium by a loopful. Experiment was settled up according to randomized plot design. Three replicates were applied for each bacterial isolate. Only sterile distilled water was used instead of bacterial culture for the control plates. The experiment was conducted in sterile conditions entirely. The treated petri dishes were incubated at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ for 7 days, when the control petri dishes were completely covered by pathogen. The inhibition zones were measured in cm. The isolates showed *in vitro* inhibition activity were identified with MALDI Biotyper classification system.

Statistical data analysis

One-way analysis of variance (ANOVA) was applied to statistically analyze the inhibition zone dimensions resulting from interactions between rhizobacterial isolates and pathogen by using software SPSS. The means were separated by the Tukey HSD test ($p < 0.05$).

Results and Discussion

Isolation, diagnosis and re-isolation of the pathogen

As a result of isolations on King's B medium, fluorescent bacteria were obtained from tomato plant leaves showing typical bacterial speck symptoms. The isolates coded as ÇD displayed similar symptoms as bacterial specks on artificially inoculated tomato leaves. Isolations were made from the leaves and re-isolate was identified as

Pseudomonas syringae pv. *tomato* by traditional bacteriological test methods as well as the MALDI Biotyper classification system. The results of traditional bacteriological tests and MALDI-Biotyper characterization for pathogen isolate are shown in Table 2.

Antagonistic activities of rhizobacterial isolates

This study exhibited that dual culture assay as a suitable method for preliminary screening of antagonistic activity and made possible the initial screen of potential bio-control rhizobacterial isolates against pathogenic bacteria Pst in tomato crop. Among thirty-eight, seven rhizobacterial isolates (namely; GP23, GP28, GP110, GP211, GP10, GP9, and GP7) displayed an ability to suppress the colonial growth of Pst on NA medium, with inhibition zones ranged from 0.1 to 0.867 cm (Table 2).

The highest inhibiting zone was formed by GP23 coded isolate with inhibition zone in size of 0.867 cm (Figure 2) whereas the minimum was obtained from GP7 (0.1 cm). The MALDI Biotyper results belonging to all isolates which showed *in vitro* suppression on Pst are summarised in Table 4.

According to the results, the isolates coded GP23, GP28, GP110, GP211, GP10, GP9, and GP7 were determined as *Bacillus safensis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus pumilus*, and *Bacillus safensis*, respectively (Table 4). The remaining thirty-one rhizobacterial isolates showed no effect against Pst (Table 3). There were statistically significant differences among the inhibition zone sizes of the isolates ($F = 61,276$, $df = 39$, $P = 0.001$).

Table 2. Results of Bio-chemical tests and MALDI Biotyper of pathogen isolated from tomato leaf.

| Pathogen isolate code | Bio-chemical characters | | | | | | | MALDI-Biotyper characterization |
|-----------------------|-------------------------|------------------|------------|---------------------|----------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------------|
| | Levan type colony | Oxidase reaction | Potato rot | Arginin dehydrolase | Tobacco hyper sensitive reaction | Gram Reaction | Growth on King's B | Score value |
| ÇD | + | - | - | - | + | - | Fluorescent | 2.598 |

Table3. *In vitro* antagonistic properties of the rhizobacterial isolates.

| Isolate code | Means of inhibition zones (cm) | Std. deviation | % Efficiency | Isolate code | Means of inhibition zones (cm) | Std. deviation | % Efficiency |
|---------------|--------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------------------------|----------------|--------------|
| GP23* | 0,867 ^f | ±0.115 | 86,70 | GP412 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP28* | 0,367 ^e | ±0.155 | 36,70 | GP4 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP211* | 0,333 ^{de} | ±0.152 | 33,33 | GP2 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP110* | 0,300 ^{cd} | ±0.000 | 30,00 | GP416 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP10* | 0,200 ^{bc} | ±0.000 | 20,00 | GP15 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP9* | 0,200 ^{bc} | ±0.000 | 20,00 | GP39 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP7* | 0,100 ^{ab} | ±0.000 | 10,00 | GP1 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| Control (Pst) | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP11a | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP11 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP29 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP196 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP16 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP122 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP25 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP328 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP13 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP129 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP20 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP8 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP27 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP350 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP124 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP3 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP127 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP128 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP228 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP19 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP130 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP14 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | GP125 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 |
| GP6 | 0,000 ^a | ±0.000 | 0,000 | | | | |

*The isolates have shown suppression on Pst growth on NA medium

Mean values followed by different superscript in a column are significantly different ($p < 0.05$).

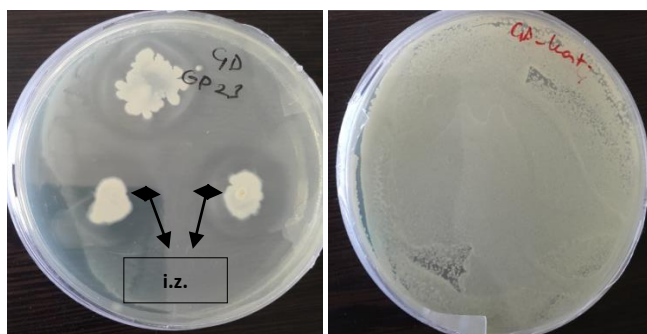


Figure 2. The finest inhibition zones (i.z.) with 0,867 in cm provided by isolate GP23 which identified as *Bacillus safensis* on the left and control petri completely covered by Pst on the right.

Table 4. MALDI Results for the rhizobacterial isolates which showed *in vitro* antagonistic activity.

| Isolate Code | MALDI Scores | MALDI Biotyper Results |
|--------------|--------------|-------------------------------|
| GP23 | 1.726 | <i>Bacillus safensis</i> |
| GP28 | 2.101 | <i>Paenibacillus polymyxa</i> |
| GP110 | 1.762 | <i>Bacillus subtilis</i> |
| GP211 | 2.119 | <i>Bacillus atrophaeus</i> |
| GP10 | 1.987 | <i>Bacillus mojavensis</i> |
| GP9 | 1.712 | <i>Bacillus pumilus</i> |
| GP7 | 1.853 | <i>Bacillus safensis</i> |

The results of this study are consistent with several studies that reported the bacteria in the *Bacillus* and *Paenibacillus* groups to have multifaceted properties, including antagonistic effects (Glick 2014; Weselowski et al., 2016). In this study, the presence of *Paenibacillus* and *Bacillus* was proved in the area that they had been collected from the agricultural production area in Konya-Karaman provinces (as seen in Table 1-4) where the drought is subjected. These bacteria are known as gram-positive and have the ability to produce endospores that endure even under unfavorable environmental conditions (Logan et al., 2007). The data in this study displayed isolates belong to *Paenibacillus* and *Bacillus* genera, that are gram-positive, have antagonistic potential for Pst and these gram-positive rhizobacterial isolates have ability to survive despite arid conditions. In the present study, the majority of successful isolates found as *in vitro* suppressor of Pst were identified as *Bacillus* (6 isolates). The bio-control potential of *Bacillus* isolates has been shown by numerous studies (Milijašević-Marčić and Todorović, 2017). Milijašević-Marčić et al., (2018) reported a study on the *in vitro* actions of *Bacillus* spp. against bacterial pathogens of tomato and pepper plants. In their study, two *B. subtilis* strains coded as B-338 and B-348 provided the highest inhibition zone on *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* whereas the best inhibition was obtained by the treatment of *B. subtilis* strain B-319 for *X. vesicatoria*. Mirik et al., (2008) determined the *in vitro* antagonistic activities of *Bacillus* strains. The researchers observed the antagonistic suppression activity with 3 *Bacillus* strains namely; M1-3, M3-1, and against

X. axonopodis pv. *vesicatoria*. Of the tested isolates, an isolate coded as GP28 was identified as *Paenibacillus polymyxa* (Table 4). This bacterial species has been demonstrated in previous studies for antagonism to bacterial pathogens *Xanthomonas campestris* causing agent for bacterial blight, cankers and leaf spots (Weselowski et al., 2016). On the other hand, Kim et al., (2009) indicated not all *P. polymyxa* strains have antagonistic features to pathogenic organisms, therewithal, the diversity was observed among strains in their gene clusters that encode antimicrobial peptides (Xie et al., 2016; Eastman et al., 2014). This study is the beginning of identifying potential biocontrol agents for control of Pst in tomato. Results obtained in the study are giving promise for biological control possibilities of the disease with potential rhizobacterial isolates as bio-control agents in tomato. Nevertheless, control of seed-borne pathogens, such as Pst would be initiated when the seed first being placed in soil. So that, the protection of plants against such pathogen attacks would be achieved by either seed coating or soil application with a bio-control agent which is proven for success in suppressing the pathogen. The next action has to be surely determining the efficiencies of isolates on the plants *in vivo* conditions as well as natural conditions with field experiments. Additionally, the survival of isolates in/on seed and in the soil should be revealed by detailed studies to achieve significant milestones for developing an effective bio-control agent.

References

- Ahemad M., Kibret M. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. Journal of King Saud University-Science, 26: 1–20.
- Alexander, S. A., Kim, S. H., Waldenmaier, C. M. 1999. First report of copper-tolerant *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Virginia. Plant Dis. 83:964.
- Çakmakçı, R., Dönmez F., Aydın A., Şahin F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry. 38(6):1482-1487.
- Çınar, Ö., 1977. Akdeniz Bölgesi Domateslerinde görülen bir hastalık. Bitki, 4(2), 282-288.
- Eastman, A.W., Heinrichs D.E., Yuan Z.C. 2014. Comparative and genetic analysis of the four sequenced *Paenibacillus polymyxa* genomes reveals a diverse metabolism and conservation of genes relevant to plant-growth promotion and competitiveness. BMC Genom., 15:851.
- Glick, B. R. 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. Microbiological Research, 169: 30–39.
- Imriz G., Özdemir F., Karaca M.S., Taş M.N., Topal İ., Ercan B. 2020. Biological control potentials of rhizosphere bacteria with ACC-deaminase activity against *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) in wheat. Zemdirbyste-Agriculture", 107:2

- Kim, S.G., Khan Z., Jeon Y.H., Kim Y.H. 2009. Inhibitory effect of *Paenibacillus polymyxa* GBR-462 on *Phytophthora capsici* causing phytophthora blight in chili pepper. *J Phytopathol.*, 157:329–37.
- Kloepper, J.W., Schroth, M.N., 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. *Proc. 4th Int. Conf. Plant path. Bact., Angers*, pp. 879–882.
- Lelliot, R. A., Stead, D. E. 1987. Media and methods. in: *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*. Blackwell Scientific Publications Inc., Oxford, UK. pp. 169-199.
- Logan, N.A., Popovic, T., Hoffmaster, A. 2007. *Bacillus* and other aerobic endospore-forming bacteria. In P. R. Murray, E. J. Baron, J. H. Jorgensen, M. L. Landry & M. A. Pfaller (Eds), *Manual of clinical microbiology*, pp. 455-473, Washington, DC, USA: AMS Press.
- Milijašević-Marčić, S., Todorović, B. 2017. Biological control of bacterial pathogens in horticultural systems. In Victor Green (ed.), *Bio-control agents: Types, applications and research insights*, pp. 1-40, New York, USA: Nova Science Publishers.
- Milijašević-Marčić, S., Todorović, V., Stanojević, O., Berić, T., Stanković, S., Todorović, B., Potočnik, I., 2018. Antagonistic potential of *Bacillus* spp. isolates against bacterial pathogens of tomato and fungal pathogen of pepper. *Pestic. Phytomed.*, 33(1): 9–18.
- Mirik, M., Aysan, Y., Çınar, Ö. 2008. Biological Control of Bacterial Spot Disease of Pepper with *Bacillus* strains, *Turk J. Agric. For.*, 32: 381-390.
- Nautiyal, C., DasGupta, S.M. 2007. Screening of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. In: Varma A., Oelmüller R. (eds) *Advanced Techniques in Soil Microbiology*. *Soil Biology*, vol 11. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Oldroyd, G. E. D., Staskawicz, B. J. 1998. Genetically engineered broad-spectrum disease resistance in tomato. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 95:10300-10305.
- Preston, G. M. 2000. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: The right pathogen, of the right plant, at the right time. *Mol. Plant Pathol.*, 1:263-275.
- Raza, W., Yang, R., Shen, Q.R. 2008. *Paenibacillus polymyxa*: antibiotic, hydrolytic enzymes and hazard assessment. *J. Plant Pathol.* 90, 419–430.
- Silva, V. L., da Lopes, C. A. 1995a. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* resistant to streptomycin and oxytetracycline in tomato plants treated or not with agricultural antibiotics. *Fitopatol. Bras.*, 20:80-84.
- Silva, V. L., da Lopes, C. A. 1995b. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* resistant to copper in copper-sprayed tomato fields. *Fitopatol. Bras.*, 20:85-89.
- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: Structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology*, 56, 845–857. doi:10.1111/j.1365-2958.2005.04587.x
- Weselowski, B., Nathoo, N., Eastman, A.W., MacDonald, J., Yuan, Z.C., 2016. Isolation, identification and characterization of *Paenibacillus polymyxa* CR1 with potentials for biopesticide, biofertilization, biomass degradation and biofuel production. *Microbiology*, 16:24.
- Wilson, M., Campbell, H. L., Ji, P., Jones, J. B., Cuppels, D. A. 2002. Biological control of bacterial speck of tomato under field conditions at several locations in North America. *Phytopathology*, 92:1284-1292
- Xie, J., Shi, H., Du, Z., Wang, T., Liu, X., Chen, S. 2016. Comparative genomic and functional analysis reveal conservation of plant growth promoting traits in *Paenibacillus polymyxa* and its closely related species. *Sci. Rep.*, 6:21329.