

Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 9

Volume: 9

Sayı : 2

Issue: 2

Yıl : 2022

Year : 2022



TTDB

2022



**Turkish Journal of Agricultural
and Natural Sciences**

ISSN 2148-3647

| No | Araştırma Makaleleri | Sayfa No |
|----|--|-----------|
| 1 | Yağlık Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i> , L.) Üretiminde İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Girdi Kullanım Etkinliğinin Analizi Arif SEMERCİ | 227 - 243 |
| 2 | <i>Rotylenchulus borealis</i> Loof and Oostenbrink, 1962'in morfolojik ve moleküler Karakterizasyonu Faruk AKYAZI, Buğra GÜVERCİN, Onur YILMAZ | 244 - 255 |
| 3 | Endemik Serik Armudu (<i>Pyrus serikensis</i>)'nun Yaprak ve Meyve Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslara Karşı Biyofungusidal Aktivitesi Aslı YAVUZ, Abdurrahman ONARAN, Yusuf BAYAR | 256 - 262 |
| 4 | Tarımsal Üretimde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Yağlık Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i> , L.) Üretimi Örneği Arif SEMERCİ | 263 - 281 |
| 5 | Dizel ve Aspir Biyodizel Karışımına Eklenen Bazı Katkı Maddelerinin Motor Performansına Etkilerinin Belirlenmesi Seda ŞAHİN, Hakan Okyay MENGEŞ | 282 - 294 |
| 6 | Bazı Mürdümük (<i>Lathyrus sativus</i> L.) Genotiplerinin Kes Kalitelerinin Belirlenmesi Selim ÖZDEMİR, Rıdvan UÇAR, Kağan KÖKTEN, Mahmut KAPLAN | 295 - 307 |
| 7 | Serbest Sistemde Yetiştirilen Beyaz ve Kahverengi Yumurtacı Tavuklarda Yumurtlama Zamanı ve Oranının Yumurta Kalitesi Üzerine Etkisi İsmail ALTUN, Turgay ŞENGÜL, Ahmet Yusuf ŞENGÜL | 308 - 319 |
| 8 | Tarım Arazisi Değerlerini Etkileyen Faktörlerin Analizi: Yortanlı Baraj Havzası Örneği Betül SUSAM SEREZ, Sait ENGİNDENİZ, Görkem ÖRÜK | 320 - 329 |
| 9 | Lavandula. <i>stoechas</i> L. Subsp. <i>stoechas</i> Bitkisinde Doku Kültürü Çalışmalarının Optimizasyonu Sam MOKHTARZADEH, Khalid Mahmood KHAWAR | 330 - 339 |
| 10 | Kuru Şartlarda Yetiştirilen Selvi Sirken (<i>Atriplex nitens</i>)'in Ot Verimi ve Bazı verim Öğeleri Üzerine Farklı Ekim ve Hasat Dönemlerinin Etkileri Bilal KESKİN, Süleyman TEMEL | 340 - 349 |
| 11 | Fındık Tarımında Kısmi Zamanlı Çiftçiliğin Tarımsal Arazi Kullanım Özelliklerine Etkilerinin ve Sosyal Maliyetinin Belirlenmesi Çağatay YILDIRIM, İsmet BOZ | 350 - 365 |
| 12 | Midyat (Mardin) Yöresindeki Mahalli Üzüm Genotiplerinin Sürgün, Genç ve Olgun Yaprak Karakterlerinin Tespiti Mehmet Settar ÜNAL, Cuma UCAŞ | 366 - 376 |

| No | Araştırma Makaleleri | Sayfa No |
|----|--|-----------|
| 13 | Yeşilyurt (Malatya) Yöresi Bademlerinin (<i>Prunus amygdalus</i> L.) Seleksiyonu Murat BÜYÜKFIRAT, Ersin GÜLSOY, Rafet ASLANTAŞ | 377 - 386 |
| 14 | Farmers' Approaches to Drip Irrigation Applications and the Factors Affecting the Utilization from Drip Irrigation Subsidies: Case of Adana and Niğde Provinces Hilal YILMAZ, Başak AYDIN, Nigar ANĞIN, Selcan AKKOYUN, Volkan ÇATALKAYA, Cengiz SAĞLAM | 387 - 395 |
| 15 | Buğdayda Partikül Boyutunun Renk Üzerine Etkisi ve Rengin Kalıtım Derecesinin Belirlenmesi Asuman KAPLAN EVLİCE | 396 - 405 |
| 16 | Ruminant Beslemede Kullanılan Bazı Kaba ve Kesif Yemlerin in Vitro Gaz Üretimlerinin Belirlenmesi Özer KURT, Adem KAMALAK, Ali İhsan ATALAY, Emrah KAYA, Ayşe Nida KURT | 406 - 412 |
| 17 | Türkiye'nin Farklı Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Çekirdek Kabağı Hatlarının (<i>Cucurbita pepo</i> L.) Kimyasal Bileşimi ve Besin Değerinin Karşılaştırılması Sıtkı ERMİŞ, Ruhsar YANMAZ | 413 - 423 |
| 18 | Nikelce Zengin Topraklardan (Çanakkale) İzole Edilen Bakterilerin Bitki Büyüme Teşvik Edici Potansiyellerinin Belirlenmesi Furkan ÖZTÜRK, İlke KARAKAŞ, Mustafa AY, Selen KAYA, Nurcihan HACIOĞLU | 424 - 431 |
| 19 | Rasyonlara Farklı Doz Enzim (<i>Grindazym Gp 5000</i>) İlavesinin Broylerin Besi Ve Karkas Özellikleri Üzerine Etkisi Ahmet AYDIN | 432 - 438 |
| 20 | Bir Süt Sığırdığı İşletmesinde Mekansal Gürültü Modellemesi Ünal KIZIL, Sefa AKSU, A. Cumhur KINACI, Ertuğrul BİLGÜCÜ, Songül ŞENTÜRLÜ | 439 - 445 |
| 21 | İzmir İli Koşullarında Bahçeli Bir Sitenin Yağmur Suyu Hasadı Potansiyelinin Değerlendirilmesi Handan ÇAKAR | 446 - 452 |
| 22 | Manisa Sarıgöl'deki Bağların Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi Fadime ATES | 453 - 461 |
| 23 | Hibrit domates fidelerinin (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.) vejetatif gelişimi için hümkik maddelerin uygulaması Bruna Aline VACELİK, Marcelle Michelotti BETTONİ, Tefide KIZILDENİZ | 462 - 468 |
| 24 | Establishment of A Novel Plant Micropropagation System From Mature Hydroprimed Seeds Of Two Turkish Broad Bean Cultivars Ferzat TURAN, Khalid Mahmood KHAWAR | 469 - 476 |

| No | Araştırma Makaleleri | Sayfa No |
|----|--|-----------|
| 25 | Kuraklık Stresinde Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Ön Uygulamasının Buğday Fidelerinde, Büyüme ve Katalaz Üzerine Etkileri Oğuz SOYLU, Nuray ERGÜN, Berna ÇALICI, Pelin ŞENGÜL TORAMAN | 477 - 485 |
| 26 | Effects of planting dates on yield, plant nutrient content and quality of some melon (Cucumis melo L.) genotypes in Southeastern Anatolia of Turkey Yelderem AKHOUNDNEJAD, Hayriye YILDIZ DAŞGAN, Nevzat SEVGİN | 486 - 495 |

Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus annuus, L.*) Üretiminde İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Girdi Kullanım Etkinliğinin Analizi

Arif SEMERCİ^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: arifsemerci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.02.2022 Kabul Tarihi: 08.02.2022

Öz

Bu araştırmanın amacı; Türkiye'nin Avrupa kıtasını oluşturan Trakya kesimindeki tarım işletmelerinde kuru şartlarda (rainfed conditions) yapılan yağlık ayçiçeği üretiminde işletme büyüklük gruplarına göre kullanılan fiziki üretim girdilerinin belirlenmesi, üretimde yer alan faktörlerin kaynak kullanım etkinliğinin tespit edilmesi ve ürün maliyetine etkisinin incelenmesidir. Araştırmada kullanılan veriler "Tabakalı Örneklem Yöntemi" ile belirlenen 53 yerleşim birimindeki 571 tarım işletmesinden anket yoluyla elde edilmiştir. Araştırmada yağlık ayçiçeği üretim alanına göre işletmeler küçük (>9.9 ha), orta (10-19.99 ha) ve büyük (>20 ha) olmak üzere 3 grupta değerlendirilmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminde ortalama 1772.87 kg ha⁻¹ verim elde edebilmek için; 3815 gr tohum, 196.43 kg kimyasal gübre, 1307.10 cc tarım ilacı, 49.46 saat işgücü, 98.12 lt mazot girdisine ihtiyaç duyulmuştur. Üretim fonksiyonu kullanılarak elde edilen yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin denklemin belirlilik katsayısı (R²) 0.907 olup, yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe azalan getiri söz konusudur ($\Sigma\beta$: 0.932). İşletme geneli dikkate alındığında marjinal etkinlik katsayılarına göre; yağlık ayçiçeği üretiminde tohum ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin (0.03) fazla kullanıldığı, gübre girdisinin optimum düzeyde (1.03), işgücü girdisinin ise optimuma yakın (0.86) düzeyde kullanıldığı anlaşılmıştır. İşletmelerin geneline göre yağlık ayçiçeği üretim maliyeti 873.29 USD ha⁻¹ olup, en düşük maliyet 866.20 USD ha⁻¹ ile büyük işletmelere, kg başına en düşük maliyet ise 0.48 USD ha⁻¹ ile orta büyüklükteki işletmelere aittir. İşletmelerin geneli bağlamında yağlık ayçiçeğinin üretim değeri 1134.64 USD ha⁻¹ olup, Brüt kar 559.74 USD ha⁻¹, Net Kar 261.35 USD/ha olarak hesaplanmıştır. Üretim değeri ortalaması (1163.08 USD/ha), Brüt Kar değeri ortalaması (580.89 USD ha⁻¹) ve Net Kar değeri ortalaması (289.42 USD ha⁻¹) en yüksek işletmeler orta büyüklükteki işletmelerdir. İşletmelerin ortalaması baz alındığında brüt kar değerinin üretim değerine oranı %49.33, Nispi Kar değeri ise 1.30 olarak hesaplanmıştır. Fayda/Masraf oranı en düşük olan değer 1.25 ile büyük işletmeler, en yüksek değer ise 1.33 ile orta büyüklükteki işletmelere aittir. Yapılan çalışma, incelenen işletmelerde girdi kullanımının etkin olmaması nedeniyle ürün maliyetinde artış, üretici gelirinde azalma olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Yağlık Ayçiçeği, Girdi Kullanımı, Etkinlik, Üretim Maliyeti, Türkiye.

Analysis of Input Usage Efficiency According to Business Size Groups in Oily Sunflower (*Helianthus annuus, L.*) Production

Abstract

The purpose of this research is to determine the amount of physical input use in oily sunflower production by enterprise size groups, and to explain the resource use efficiency of the factors involved in production. The data used in the study were obtained through a questionnaire from 571 agricultural enterprises in 53 settlements determined by the "Stratified Sampling Method". In the research, the enterprises were evaluated in 3 groups as small (> 9.9 ha), medium (10-19.99 ha) and large (> 20 ha) according to the oily sunflower production area. In order to obtain an average yield of 1772.87 kg ha⁻¹ in oily sunflower production in the enterprises examined; 3815 grams of seeds, 196.43 kg of chemical fertilizers, 1307.10 cc of pesticides,

49.46 hours of labor, 98.12 liters of diesel input are needed. The coefficient of determination (R^2) of the equation for oily sunflower is 0.907, and there is a decreasing return to scale in oil sunflower production ($\sum\beta_i$: 0.932). Evaluating the farms in general, according to the marginal efficiency coefficients it is found that seeds and agricultural pesticides are used more (0.03), fertilizer input is used at the optimum level (1.03) and the labor input is used at a near-optimum level (0.86). In this study the production cost of oily sunflower is 873.29 USD ha⁻¹, the lowest cost is 866.20 USD ha⁻¹ for large enterprises, and the lowest cost per kg is 0.48 USD ha⁻¹ for medium-sized enterprises. The production value of oily sunflower in the context of the enterprises in general is 1134.64 USD ha⁻¹, and gross profit is calculated as 559.74 USD ha⁻¹ and net profit as 261.35 USD ha⁻¹. The enterprises with the highest production value average (1163.08 USD ha⁻¹), Gross Profit average (580.89 USD ha⁻¹) and Net Profit average (289.42 USD ha⁻¹) are medium-sized enterprises. The value with the lowest benefit / cost ratio belongs to large enterprises with 1.25 and the highest value belongs to medium-sized enterprises with 1.33. This study has revealed that there is an increase in the cost of the oily sunflower product and a decrease in the producers' revenue due to the ineffectiveness use of inputs in the enterprises examined.

Key words: Oily Sunflower, Input Use, Efficiency, Production Cost, Turkey.

Giriş

Dünya genelinde yağlı tohumlu bitkiler denildiğinde; soya fasulyesi, ayçiçeği, yerfıstığı, kolza, susam, aspir, zeytin, mısır, palmiye tohumu, hindistan cevizi, yağ keteni ve hint yağı bitkileri anlaşılmaktadır. Üretim miktarları dikkate alındığında ilk sıralarda soya, kolza, ayçiçeği, yerfıstığı, pamuk tohumu ve palm çekirdeği bitkileri yer almaktadır. Türkiye'de üretimi yapılan yağlı tohumlar grubuna giren ürünler ise ayçiçeği, çığıt, yerfıstığı, soya, haşhaş, aspir, susam ve kolzadır (Semerci ve Durmuş, 2020).

Dünya genelinde önemli yağ bitkilerinden biri olan ayçiçeği Türkiye'de de en fazla ekim alanına ve üretim miktarına sahip yağlı tohum bitkisi olup, ülke bitkisel yağ ihtiyacının yaklaşık %50'sini ayçiçeğinden elde etmektedir (Semerci, 2019a). Ayçiçeği, tohum içeriğindeki yüksek yağ miktarı (%22-50) nedeniyle bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yağ bitkisidir. Ayçiçeği yağı besin değeri yüksek olan yağlardan biridir. 2018 yılı verilerine göre dünya bitkisel ham yağ üretiminin %9.52'si ayçiçeğinden karşılanmaktadır. Türkiye'de ise bitkisel ham yağ üretiminin %46.00'ü ayçiçeğinden karşılanmaktadır (USDA, 2020). Ayçiçeği yağı, içerdiği doymamış yağ yağ asitleri oranının yüksek (%69) olması açısından da beslenme değeri en yüksek bitkisel yağlardan birisidir. Yan ürün olarak %40-45 oranında elde edilen küspesi, %30-40 oranında protein içermekte olup, değerli bir yem olarak hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak ayçiçeği; yağ, sabun ve boya sanayinde değerlendirilmekte, sapları da yakacak olarak kullanılabilir. Yağlık ayçiçeği yağ, küspe ve biyodizel üretim amaçlı kullanılmaktadır. Dünyada üretilen ayçiçeği tohumunun yaklaşık %90'ı yağ için işlenmekte olup, dünya yağlı tohum üretiminde ayçiçeği 3. sırada yer almaktadır (TOB, 2020).

Türkiye, 2019 yılı verilerine göre dünya ayçiçeği ekim alanlarının %2.75'ini, üretim miktarının da %3.75'ini karşılamaktadır (FAO,2020). Bunun yanı sıra dünya ayçiçeği üretiminin %2.60'ı, Türkiye üretiminin de %7.66'sı çerezlik olarak tüketilmektedir (FAO, 2020). 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 676 bin ha alanda 1.95 milyon ton yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleşmiştir. Araştırma alanı olarak belirlenen Trakya kesiminin Türkiye yağlık ayçiçeği üretim alanlarındaki payı %50.37, üretim miktarındaki payı ise %45.89'dur (TÜİK, 2020).

Tarımsal üretimde kaynakların etkin kullanımı ve verimlilik ülke ekonomisi ve üretici refahı açısından büyük öneme sahiptir. Üretimde kullanılan faktörlerin optimal kullanım düzeylerinin belirlenmesi ile üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve verimliliğin artması üretici gelirinde olumlu bir değişme sağlayabilir (Akçay ve Uzunöz, 1999) . Dünya genelinde yağlık ayçiçeği üretiminde girdi kullanımı ve kaynak etkinliğinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yürütülmüştür (MousaviAvval ve ark., 2011; Irugu ve ark., 2017; Sonawane ve ark., 2019). Benzer şekilde Türkiye'de yağlık ayçiçeği üretiminde kaynak kullanım düzeyinin ve etkinliğinin incelenmesi konusunda bazı çalışmalar bulunmaktadır (Güngör ve Semerci, 1999; Oğuz ve Altıntaş, 2002; Semerci ve Süzer, 2006). Bununla birlikte yağlık ayçiçeğinde ürün maliyetine yönelik olarak yapılan araştırmalar da bulunmaktadır (Bayramoğlu ve ark., 2005; Uzundumlu ve Topçu, 2012; Alemdar ve ark., 2014; Unakitan ve Aydın, 2018; Dalchiavon ve ark., 2019; Yüksek, 2019; Dügmeçi ve Çelik, 2020; Nategh ve ark., 2020).

Yürütülen bu çalışmada Türkiye'nin Avrupa kıtasında kalan Trakya Bölgesi tarımında ve ekonomisinde önemli bir yere sahip olan yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan üretim faktörlerinin etkinlik düzeylerini tespit etmek amacıyla; girdilere ilişkin elastikiyet katsayısı, marjinal verim, marjinal verim değeri, etkinlik katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada işletme

büyükliklerine göre, yağlık ayçiçeği üretiminde girdi kullanım durumu yanında ürüne ilişkin üretim değeri, brüt kar, net kar ve nispi kar değerleri tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular konu ile ilgili yapılan diğer çalışma bulgularıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Literatür Özeti

Gerek dünya genelinde gerekse Türkiye’de yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi ve üretimde kullanılan girdilerin üretim miktarı üzerine etkisini ölçmek için yapılan fonksiyonel analiz çalışmalarına ilişkin yürütülen araştırmalara ait bilgiler özet olarak altta verilmiştir.

Güngör ve Semerci (1999) tarafından araştırma alanında yer alan Tekirdağ ilinde yürütülen araştırmada veriler 100 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Araştırmada yağlık ayçiçeğinde girdi-çıktı analizi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.94, DW: 2.12 olup, tahmin denkleminde yer alan 7 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$: 1.03) ölçeğe sabit getiri sağladığı belirlenmiştir. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise tohum ve gübre bedeli olarak tespit edilmiştir.

Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-TEAE- (2001) tarafından Türkiye’nin Trakya kesiminde yapılan çalışmada ayçiçeği maliyet unsurlarının %31.18’ini tarla kirası, %30.97’sini toprak hazırlama, %29.50’sini bakım işleri ve %8.35’ini de hasat ve harman giderlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir.

Oğuz ve Altıntaş (2002) tarafından Kırıkkale ilinde yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinin ekonomik analizi yapılmıştır. Araştırmada verileri 95 tarım işletmesinden anket tekniği ile elde edilmiştir. Araştırmada brüt marj, net kar ve oransal kar değerleri hesaplanmış, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıktı ilişkileri araştırılmış ve değişkenlere ait etkinlik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.88, DW: 1.43, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) ise 1.15 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinde ekim alanı ve tohum masrafları yetersiz, toprak hazırlığı masrafları ise ekonomik seviyeden daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Bayramoğlu ve ark. (2005) tarafından yapılan araştırmada ayçiçeği üretiminde değişen masrafların payı %42.10 ve sabit masrafların payı ise %57.90 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir çalışmada ise ayçiçeği üretiminde incelenen işletmelerde üretim masraflarının %51.70’ini

değişen masraflar, %48.30’unu ise sabit masrafların oluşturduğu hesaplanmıştır (Alemdar, 2014).

Semerci ve Süzer (2006) tarafından Trakya genelinde yürütülen araştırmada veriler 182 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Araştırmada yağlık ayçiçeğinde girdi-çıktı analizi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.918, DW: 1.66 olup, tahmin denkleminde yer alan 5 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$: 0.989) sabite yakın ölçeğe getiri sağladığı belirlenmiştir. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise arazi kira değeri ve tohum bedeli olarak belirlenmiştir.

MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde girdi maliyetleri ile verim arasındaki ilişki üretim fonksiyonu kullanılarak tespit edilmiştir. Araştırma alanında 1626.51 kg ha⁻¹ verim için; üretim değeri 927.11 USD ha⁻¹, ürün maliyeti 822.57 USD ha⁻¹, net kar 104.54 USD ha⁻¹ ve fayda / masraf oranı 1.98 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada işgücü ve makine girdilerinin maliyette en yüksek paya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada tahmin denkleminde ait (R^2) değeri 0.95, DW: 1.56 olup, yağlık ayçiçeğinin fayda/maliyet oranı 1.13 ve verimlilik değeri (kg/USD) ise 1.98 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ayçiçeği üretiminde sulama, makine masrafları ve gübre değişkenleri için marjinal verim değerleri sırasıyla 0.62, 0.28 ve 0.12 olarak belirlenmiştir.

Uzundumlu ve Topçu (2012) tarafından yürütülen diğer bir çalışmada ise çerezlik ayçiçeği değişen masrafların payı %73 olarak saptanmış olup, değişen faktörlerden en çok gübre, tohum ve sulama suyu kullanıldığı sonucuna varılmıştır

Irugu ve ark. (2017) tarafından yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin oluşturulan tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.65, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 2.12 olarak hesaplanmıştır. Tahmin denkleminde yer alan 7 değişken içinde elastikiyet katsayısı en yüksek üretim faktörü 1.16 ile tohum masrafı olarak tespit edilmiştir.

Unakıtan ve Aydın (2018) tarafından Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde kullanılan girdilerin miktarı hesap edilerek ürünün ekonomik yönden değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dalchiavon ve ark. (2019) tarafından Brezilya’da yapılan bir araştırmada 2018 yılı ürünü ayçiçeği maliyeti 1457.01 R\$/ha, girdilerin parasal değeri ise 1023.07 R\$ ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Semerci (2019a,b) tarafından yürütülen bir araştırmada yağlık ayçiçeğinde nispi kar Kırklareli ilinde 1.45 TL ve Tekirdağ ilinde 1.43 TL olarak

tespit edilmiştir. Yüksek ise (2019) aynı değeri 1.03 TL da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Sonawane ve ark. (2019) tarafından Hindistan'da yapılan araştırmada veriler 450 ayçiçeği üreticisinden elde edilmiştir. Ayçiçeği üretiminde giri ve çıktı arasındaki ilişki ekonometrik analiz yapılarak belirlenmiştir. Elde edilen tahmin denkleminin (R²) değeri 0.61 olarak hesaplanmıştır. Denklemden işgücü, fosfor ve teknoloji benimseme endeksi %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Düğmeci ve Çelik (2020) tarafından Türkiye'de Konya ilinde yapılan çalışmada 2018-2019 döneminde 62 tarım işletmesinden elde edilen veriler kullanılarak yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi yapılmıştır. Çalışmada 4502.1 kg ha⁻¹ verim için; üretim değeri 10745.00 TL ha⁻¹, 7655.40 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Nategh ve ark. (2020) tarafından İran'da yapılan bir araştırmada 2114.30 kg ha⁻¹ verim için; toplam maliyeti 755.63 USD ha⁻¹, brüt değeri sırasıyla 958.04 USD ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ürün maliyetinde sabit maliyetin %52, değişken maliyet unsurlarının da %48 oranında pay aldığı belirlenmiştir. Ayçiçeği üretimi için Fayda-Maliyet (Benefit/Cost) oranı 2.62, verimlilik (kg/USD) 3.28 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen araştırma bulguları; yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan girdilerin üretim miktarına etkisinin ölçülmesi ve üretim kaynaklarının etkin kullanım düzeylerinin işletme büyüklük grupları bazında ürünün geliri, brüt karı, net karı ve nispi karlılık oranı üzerine etkisinin incelenmesi olmak üzere iki konu bağlamında verilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen veriler diğer araştırma bulgularıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Materyal ve Metot

Bu araştırmada yağlık ayçiçeği üretimine ait veriler 2009-2010 üretim döneminde Türkiye'nin Avrupa yakasında kalan yerleşim birimlerinde bulunan 571 tarım işletmesinden derlenmiştir. Araştırma kapsamında konuyla ilgili olarak yurtiçi ve yurtdışında yapılmış makaleler, raporlar ve diğer yayınlardan da istifade edilmiştir.

Yürütülen çalışmada Tabakalı Örneklemeye Yöntemlerinden "Neyman Yöntemi" kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{\Sigma(NhSh)^2}{N^2D^2 + \Sigma Nh(Sh)^2}$$

n= Örnek hacmi

Nh=h. tabakadaki birim sayısı (frekans)

Sh=h. tabakanın standart sapması

N= Toplam birim sayısı

S= Standart sapma

t= Seçilen güven sınırı ile ilgili "t değeri"

N= Örneklemeye çerçevesine ait toplam birim sayısı

D= d/z

d= Ortalamadan belirli bir oranda sapma

z=Eğer birim sayısı 30'un üzerinde ise t

dağılımındaki z değeri kullanılır.

Örnek hacminin tabakalara dağıtılmasında altta verilen eşitlikten yararlanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n = NhSh * n / \Sigma NhSh$$

Uygulanacak anket sayısının tespitinde %95 güven aralığı ve %1 ortalamadan sapma dikkate alınmış ve 571 anket uygulanmıştır. Araştırmada uygulanan örneklemeye yöntemi göre işletmeler 3 büyüklük grubuna ayrılmıştır. Birinci grupta 391 işletme (üretim alanı 1808.35 ha), ikinci grupta 131 işletme (üretim alanı 1686.50 ha) ve son grupta da 49 işletme (üretim alanı 1856.40 ha). Toplam uygulanan anket sayısında işletme büyüklüklerinin payları sırasıyla %68.48, %22.94 ve %8.58'dir. Anket uygulanan işletmelerin toplam yağlık ayçiçeği üretim alanı 5351.25 ha olup işletme büyüklüklerinin toplam üretim alanındaki payları ise sırasıyla %33.79, %31.52 ve %34.69 olarak hesaplanmıştır (Yamane, 1967; Çiçek ve Erkan, 1996).

Araştırmada uygulanan yöntem altta verilmiştir (Kiral ve ark, 1999). Yağlık ayçiçeğinde kısmi bütçe analizi yöntemi uygulanması nedeniyle ürünün Üretim Değeri dikkate alınmıştır. Araştırmada tüm masraf unsurlarının hesaplanmasında alternatif maliyet yöntemi kullanılmıştır.

Üretim Değeri: Ürün Verim Değeri (kg ha⁻¹)* Ürün Satış Fiyatı (USD kg⁻¹)

Değişen Masraflar: Toprak İşleme + Ekim ve Tohum + Gübre ve Gübreleme+ İlaç ve ilaçlama + Hasat + Nakliye masrafları + Sermaye Faizi

Sabit Masraflar: Arazi Kirası + Yönetim Gideri

Sermaye Faizi: Yağlık ayçiçeği üretiminde sermaye faizi; T.C. Ziraat Bankası'nın 2009 yılında bitkisel üretime uyguladığı yıllık faiz oranının (sübvansiyon kısmı düşüldükten sonra kalan faiz oranının) yağlık ayçiçeği üretim dönemine düşen payı olan %7 değeri dikkate alınmıştır

Arazi Kirası: İşletme sahiplerinin yağlık ayçiçeği üretiminde kiraladıkları alanların kira değeri ya da üretim yapılan alanın alternatif maliyet prensibine göre kira değerleri dikkate alınmıştır.

Yönetim Gideri: Yönetim Giderleri: Toplam Masraflar * %3

Ürün Maliyeti: Değişen Masraflar + Sabit Masraflar toplamıdır.

Brüt kâr, üretim faaliyetlerinin rekabet güçlerinin belirlenmesinde önemli bir başarı ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Araştırmada hem yağlık ayçiçeği hem de diğer ürünler için brüt kar ve net

kar değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan yöntem aşağıda verilmiştir.

Brüt Kar: Üretim Değeri - Değişen Masraflar
Mutlak (Net) Kar: Üretim Değeri -(Değişen Masraflar+Sabit Masraflar)
Nispi Kar (Fayda/Masraf Oranı): Üretim Değeri / (Değişen Masraflar+Sabit Masraflar)

Son yıllarda tarımda kaynakların etkin kullanımı için zorunlu ve gerekli olan ekonomik kriterleri üretim fonksiyonlarından elde etme eğiliminde bir artış olduğu gözlenmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu bu amaçla özellikle tarım ekonomisi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan fonksiyon tiplerinden biridir (Debertin, 2012). Cobb-Douglas üretim fonksiyonu endüstride ve ekonomide kullanılan, diferansiyellenebilir bir fonksiyon tipidir ve çift taraflı logaritmik bir yapıya sahiptir. Modelde her X değişkeninin katsayısı, Y bağımlı değişkeninin o değişkene göre (kısmi) esnekliğini ölçer. Eşitlik altta verilmiştir (Gujarati ve Porter, 2014):

$$Y = \alpha X_1^{b_1} X_2^{b_2} X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n}$$

Eşitlikte; Y çıktısı (output), X_i'ler üretimde kullanılan faktörleri, β_i 'ler ise üretim faktörlerinin elastikiyet katsayılarını göstermektedir. Cobb-Douglas fonksiyonu iki taraflı logaritması alındıktan sonra doğrusal formda aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\log Y = \log \alpha + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \dots + \beta_k \log x_k + e^u$$

Denklemden yer alan β_i sembolleri üretim faktörlerine ait üretim elastikiyetlerini belirtmektedir (β_i=1, 2,...,n). Üretim elastikiyetlerine ilişkin katsayılarının (β_i) önem düzeyleri,

$$t \beta_i = \beta_i / se(\beta_i)$$

formülü yardımıyla test edilmektedir. Belirlenen tβ_i değeri, "t-tablosu"nda (n-k-1) serbestlik derecesini gösteren satır ile istenen önem seviyesine ilişkin sütunun birleştiği noktadaki değeri ile karşılaştırılmaktadır.

Yağlık ayçiçeği üretiminin regresyon denkleminde ait; çoklu regresyon (R) ve belirleme katsayısı (R²), bağımsız değişkenlere ilişkin elastikiyet katsayıları (β_i), standart hataları (seβ_i) ve önem düzeyleri (tβ_i), değişkenlerin geometrik ortalamaları (X_G, Y_G), basit korelasyon katsayıları (r_{ij}) ile denklemin standart sapması (S) ve önem seviyesi (F değeri) uygun bir istatistik paket programı yardımıyla yapılan regresyon analizi sonucunda belirlenmiştir. Çalışmada tahmin denkleminde ilgili olarak; Belirleme Katsayısı (R²), Kısmi Korelasyon Katsayılarının (b_i) Önem Testi,

İçsel Bağlantı (otokorelasyon) ve Çoklu Bağlantı Varlığı (multicollinearity) testleri de yapılmıştır.

Regresyon denkleminin β_i katsayıları aynı zamanda ait oldukları inputların üretim elastikiyetlerini de verdiklerinden bu katsayılar yardımıyla inputların marjinal verimliliğini belirlemek de mümkündür. Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonlarında üretim elastikiyetlerinin toplamı (Σβ_i) işletme ölçeği ile üretim miktarı ve gelir düzeyi arasındaki bağlantıya belirtmektedir. Buğday üretiminde kullanılan herhangi bir X_j girdisinin marjinal fiziksel veriminin (Marginal Physical Productivity-MPP-) hesaplanmasında altta verilen formül kullanılmıştır (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010);

$$MPP_{X_j} = \beta_j * GM(Y) / GM(X_j)$$

Denklemden; MPP_{X_j} girdinin marjinal fiziksel verimini, α_j girdinin regresyon katsayısını, GM(Y) bağımlı değişken olan ürünün geometrik ortalama değerini, ve GM (X_j) girdilerin geometrik ortalama değerlerini göstermektedir.

Cobb-Douglas tipi modelde geometrik ortalamalar kullanılmaktadır. Herhangi bir üretim girdisine ilişkin (X_i) marjinal gelir (Marginal Revenue-MR-);

$$MR_{X_j} = \beta_j * \frac{GM(Y)}{GM(X_j)} * F_y$$

formülü kullanılarak tespit edilmiştir (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010;). Marjinal verimin ürün fiyatı ile çarpımı Marjinal Gelir'i vermektedir. Bu durumda, j'inci üretim faktörü kârı maksimum yapacak şekilde veya en ekonomik biçimde olarak kullanılıyor demektir.

Marjinal gelirlerin faktör fiyatlarına bölünmesi ile bulunan Marjinal Etkinlik Katsayıları (Marginal Efficiency Coefficients –MEC-) ekonomik yönden hangi faktörün etkin hangi faktörün de az veya fazla kullanıldığını ifade etmektedir. Marjinal etkinlik katsayısının hesaplanmasında kullanılan eşitlik altta gösterilmiştir (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010);

$$MEC = \frac{\text{Marginal Factor Revenue}}{\text{Marginal Factor Cost (Factor Price or Opportunity Cost)}}$$

Üretim faktörlerine ilişkin hesaplanan marjinal etkinlik katsayılarının yorumlanmasında aşağıda belirtilen kurallar dikkate alınmıştır:

EK = 1 ise faktör etkin kullanılmaktadır (MR=MC).
EK > 1 ise faktör az kullanılmaktadır ve artırılmalıdır (MR>MC),
EK < 1 ise faktör aşırı kullanılmaktadır ve azaltılmalıdır (MR<MC)

Çalışmada, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yağlık ayçiçeği üretim miktarı (Y) ile üretim faaliyetinde kullanılan girdiler (X) arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılmıştır (Heady ve Dillon, 1961). Oluşturulan modelde yer alan değişkenler aşağıda verilmiştir.

Log Y : Yağlık ayçiçeği üretim miktarı (kg).

Log X₁ : Tohumluk miktarı (gram).

Log X₂ : Kimyasal gübre miktarı (kg).

Log X₃ : Tarımsal mücadele ilacı (cc-gram).

Log X₄ : Yağlık ayçiçeğinin üretim dönemindeki toplam yağış miktarı (mm).

Log X₅ : İşgücü kullanımı (saat).

Bulgular ve Tartışma

2019 yılı FAO verileri göre dünya genelinde ayçiçeği üretim alanı 27.4 milyon ha olup, üretim miktarı da 56 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin bu verilerdeki payı sırasıyla %2.75 ve %3.75'tir. 2019 yılında ayçiçeği verim değeri dünya ortalaması 204.88 kg/da iken bu değer Türkiye için 279.37 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünyada ve Türkiye'de Ayçiçeği Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (2019)

| | Ekilen Alan (ha) | Üretim Miktarı (ton) |
|-------------|------------------|----------------------|
| Dünya | 27368766 | 56072746 |
| Türkiye | 751693 | 2100000 |
| Türkiye (%) | 2.75 | 3.75 |

Kaynak: FAO, 2020. (erişim <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>)

2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 676 bin ha alanda 1.95 milyon ton yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleşmiştir. Trakya kesiminin Türkiye yağlık ayçiçeği üretim alanlarındaki payı %50.37,

üretim miktarındaki payı ise %45.89'dur. Bu değerler Trakya'da yağlık ayçiçeği verim değerinin Türkiye ortalamasının altında olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye'de ve Trakya'da Yağlık Ayçiçeği Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (2019)

| | Ekilen Alan (ha) | Payı (%) | Üretim Miktarı (ton) | Payı (%) |
|------------|------------------|----------|----------------------|----------|
| Tekirdağ | 136535.0 | 20.20 | 342299 | 17.55 |
| Edirne | 95049.8 | 14.06 | 249569 | 12.80 |
| Kırklareli | 74051.1 | 10.95 | 210930 | 10.82 |
| Çanakkale | 18235.0 | 2.70 | 54249 | 2.78 |
| İstanbul | 16639.0 | 2.46 | 37851 | 1.94 |
| Türkiye | 675983.4 | 100.00 | 1950000 | 100.00 |

Kaynak: TÜİK, 2020. (erişim <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)

TÜİK verilerine göre 2019 yılında yağlık ayçiçeği verim değeri Türkiye ortalaması 288.47 kg/da iken bu değer Çanakkale ilinde 297.50 kg da⁻¹, Kırklareli ilinde 284.84 kg da⁻¹, Edirne ilinde 262.57 kg da⁻¹, Tekirdağ ilinde 250.70 kg da⁻¹ ve İstanbul ilinde 227.48 kg da⁻¹ olmuştur.

Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Fonksiyonel Analizi Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tarımsal

$$\text{Log } Y = 1.775 + 0.654 \text{ Log } X_1 + 0.146 \text{ Log } X_2 + 0.113 \text{ Log } X_3 - 0.057 \text{ Log } X_4 + 0.076 \text{ Log } X_5$$

Denklemden belirleme katsayısı (determination coefficient-R²) 0.907 olup, fonksiyonun “F_{hesap}” değeri %1 önem seviyesinde sıfırdan farklı bulunmuştur (F_{hesap}: 1099.20 > F_{tablo}

üretimde kaynak kullanımı etkinliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan fonksiyonlardan biridir. Bu çalışmada üretim fonksiyonu yağlık ayçiçeği üretimi ile üretimde kullanılan faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışmada işletmelerin geneli için elde edilen üretim fonksiyonu tahmin denklemi aşağıda verilmiştir.

0,01 : 2.85) (Çizelge 3 ve 5). İşletme büyüklük gruplarına göre tüm gruplar için (R²) ve F değeri aynı şekilde %1 düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Yağlık ayçiçeği üretimi ANOVA tablosu

| Model | Kareler Toplamı | Serb. Der. (df) | Ortalamalar Karesi | F | Önem Düzeyi |
|-----------|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-------------------|
| Regresyon | 81.423 | 5 | 16.285 | 1.099 | .000 ^a |
| Kalıntı | 8.370 | 565 | .015 | | |
| Toplam | 89.793 | 570 | | | |

a. Predictors: (Constant), isgucu, yagis, ilac, gubre, tohum

b. Dependent Variable: uretim

Yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin verim ve diğer girdilerine ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerleri; ortalama, minimum, maksimum, standart sapma ve geometrik ortalama değerleri işletme büyüklük gruplarına göre düzenlenerek Çizelge 4’te verilmiştir. Yağlık ayçiçeği üretimine ait denklemden bağımsız değişkenlerin tamamı üretim miktarındaki değişimlerin %90.7’sini açıklama kabiliyetine sahiptir. Elde edilen tahmin denkleminde ait belirleme katsayısı yatay kesit verileri için açıklama düzeyinin yeterli olduğunu göstermektedir. Çizelge 5 incelendiğinde işletme büyüklüğü arttıkça belirleme katsayısının azaldığını ortaya koymaktadır.

Araştırmada içsel bağlantı varlığının araştırılmasında “DW (d) Testi” kullanılmıştır. İşletmelerin geneline ait denklemden “DW (d) Statistic” değeri 1.807 olarak elde edilmiştir (K=6; n=571). Çalışmada “DW (d) Statistic” hesap değeri tablo değeri ile karşılaştırılmış ve %1 önem

düzeyinde modelde negatif veya pozitif yönde korelasyon olmadığı sonucuna varılmıştır (d_{table L} 1.625 - U 1.725). Diğer işletme büyüklük grupları için de aynı durum söz konusudur. Yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin fonksiyon analizinde yer alan değişkenlerin üretim elastikiyeti katsayıları ve önem düzeyleri Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 4. Tahmin Edilen Denklemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (*)

| Faktörler | Tanımlayıcı İstatistikler | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel |
|---|---------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Yürün (kg/işletme ort.) | Ort. | 6944.73 | 22169.93 | 50778.52 | 10751.15 |
| | Min. | 250.00 | 6750.00 | 20000.00 | 250.00 |
| | Maks. | 24000.00 | 51000.00 | 295800.00 | 295800.00 |
| | Std. Sp. | 1.98 | 1.40 | 1.85 | 2.49 |
| | Geo. Ort. | 6752.97 | 22042.46 | 49935.95 | 10268.19 |
| X _{tohum} (gram /işletme ort.) | Ort. | 14596.87 | 47554.72 | 117303.92 | 22887.83 |
| | Min. | 875.00 | 30000.00 | 60000.00 | 875.00 |
| | Maks. | 41250.00 | 80350.00 | 900000.00 | 900000.00 |
| | Std. Sp. | 1.87 | 1.25 | 1.78 | 2.45 |
| | Geo. Ort. | 14285.08 | 47442.99 | 115726.35 | 21986.62 |
| X _{gübre} (kg/işletme ort.) | Ort. | 753.16 | 2441.96 | 5871.88 | 1176.59 |
| | Min. | 50.00 | 1000.00 | 2250.00 | 50.00 |
| | Maks. | 2600.00 | 5400.00 | 36000.00 | 36000.00 |
| | Std. Sp. | 1.92 | 1.38 | 1.86 | 2.48 |
| | Geo. Ort. | 727.84 | 2425.74 | 5747.08 | 1108.62 |
| X _{zirai mücadele ilacı} (gram-cc/işletme ort.) | Ort. | 4688.02 | 15212.33 | 36151.73 | 7318.14 |
| | Min. | 250.00 | 3900.00 | 4500.00 | 250.00 |
| | Maks. | 70875.00 | 90500.00 | 281400.00 | 281400.00 |
| | Std. Sp. | 2.16 | 1.60 | 2.02 | 2.69 |
| | Geo. Ort. | 4520.66 | 15038.52 | 35308.99 | 6921.74 |
| X _{yağış} (mm/işletme ort.) | Ort. | 523.16 | 534.97 | 536.66 | 527.00 |
| | Min. | 476.60 | 476.60 | 476.60 | 476.60 |
| | Maks. | 603.80 | 760.40 | 760.40 | 760.40 |
| | Std. Sp. | 1.08 | 1.11 | 1.12 | 1.09 |
| | Geo. Ort. | 522.93 | 534.53 | 536.10 | 526.69 |
| X _{işgücü} (saat/işletme ort.) | Ort. | 289.24 | 522.87 | 1417.44 | 274.09 |
| | Min. | 18.33 | 124.00 | 444.44 | 18.33 |
| | Maks. | 900.00 | 2176.00 | 8400.00 | 8400.00 |
| | Std. Sp. | 2.27 | 1.84 | 1.87 | 2.76 |
| | Geo. Ort. | 283.81 | 507.92 | 1380.38 | 249.13 |

(*): Çizelgede yer alan veriler orijinal hallerinin \log_{10} tabanına göre hesaplanan değerlerinin anti logaritmalarının alınmış durumlarını gösterir.

Çizelge 5. Üretim Faktörlerine İlişkin Belirlenen Parametreler ve İlgili Testler

| Değişkenler | Katsayıları ve İlgili Testler | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| Katsayı | a | 1.941 | 1.507 | 2.187 | 1.725 |
| X ₁ (Tohum) | b _i | 0.658(a) | 0.360(a) | 0.531(a) | 0.654(a) |
| | t-test | 9.984 | 4.083 | 4.530 | 12.64 |
| X ₂ (Gübre) | b _i | 0.105(b) | 0.120 | 0.384(a) | 0.146(a) |
| | t-test | 1.956 | 1.507 | 3.699 | 3.452 |
| X ₃ (Tar. Muc. İlacı) | b _i | 0.118(a) | 0.152(b) | 0.085 | 0.113(a) |
| | t-test | 3.272 | 1.933 | 1.389 | 4.168 |
| X ₄ (Yağış) | b _i | -0.078(a) | -0.092 | -0.148(a) | -0.057(a) |
| | t-test | -3.590 | -1.213 | -2.972 | -4.308 |
| X ₅ (İşgücü) | b _i | 0.080(a) | 0.176(b) | 0.018 | 0.076(a) |
| | t-test | 2.458 | 2.141 | 2.70 | 3.138 |
| R ² | | 0.907 | 0.340 | 0.270 | 0.907 |
| F | | 958.905(a) | 12.880(a) | 78.242(a) | 1099.201(a) |
| DW _{calculation} (α 0.01) | | 1.792 | 1.779 | 1.63 | 1.807 |
| DW _{Lower} (α 0.01) | | 1.625 | 1.557 | 1.164 | 1.625 |
| DW _{Upper} (α 0.01) | | 1.725 | 1.693 | 1.587 | 1.725 |
| Σb _i | | 0.883 | 0.716 | 0.870 | 0.932 |

(a): %1, (b):%5 düzeyinde anlamlı.

İşletmelerin geneline ve işletme büyüklük gruplarına bakıldığında fonksiyonlarda yer alan değişkenlerin tamamının istatistiki açıdan %1- %5 aralığında önemli bulunmuştur. Çizelge 5'te bulunan değerler incelendiğinde gruplara ait belirleme katsayılarının yüksek olması ve istatistiki açıdan önemli bulunması yanında, açıklayıcı değişkenlerin önem düzeyinin %1-%5 aralığında olması nedeniyle çalışmada değişkenler arasında çoklu bağıntı (multicollinearity) olmadığı sonucuna varılmıştır (Gujarati ve Porter, 2014).

Yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin elastikiyet katsayıları toplamı (Σb_i) hem genel hem de işletme büyüklük grupları özelinde 1'in altında kalmaktadır. Bu durum yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe azalan getirinin söz konusu olduğunu göstermektedir. Bu durum kullanılan faktörlerin marjinal verim değerleri incelendiğinde daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tahmin Edilen Denklemlere İlişkin Geometrik Ortalamalar (Geometric Mean) ve Marjinal Verim (MPP) Değerleri

| Faktörler | | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel |
|-------------------------------------|------|----------|----------|-----------|----------|
| Y Ürün | G.O. | 6752.97 | 22042.46 | 49935.95 | 10268.19 |
| X ₁ (Tohum) | G.O. | 14285.08 | 47442.99 | 115726.35 | 21986.62 |
| | M.V. | 0.31 | 0.17 | 0.23 | 0.31 |
| X ₂ (Gübre) | G.O. | 727.84 | 2425.74 | 5747.08 | 1108.62 |
| | M.V. | 0.97 | 1.09 | 3.34 | 1.35 |
| X ₃ (Tar. Muc. İlacı) | G.O. | 4520.66 | 15038.52 | 35308.99 | 6921.74 |
| | M.V. | 0.18 | 0.22 | 0.12 | 0.17 |
| X ₄ (Yağış) | G.O. | 522.93 | 534.53 | 536.10 | 526.69 |
| | M.V. | -1.01 | -3.79 | -13.13 | -1.11 |
| X ₅ (İşgücü) | G.O. | 283.81 | 507.92 | 1380.38 | 249.13 |
| | M.V. | 1.90 | 7.64 | 0.65 | 3.13 |

G.O.: Geometrik Ortalama, M.V.: Marjinal Verim

Yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan tohum için marjinal verim değeri işletmeler geneline göre 0.31 kg olup, bu değer sırasıyla gübre için 1.35 kg, tarımsal mücadele ilacı için 0.17 kg, işgücü için de 3.13 kg düzeyindedir. Yağış için bu değer elastikiyet katsayısına paralel olarak -1,11 olup negatif karakter taşımaktadır. Zira yapılan incelemede araştırma bölgesine üretim döneminde yağlık ayçiçeği için gerekli olan yağış miktarından çok daha fazla yağış düştüğünü, bazı alanlarda sel şeklinde yağış olduğu meteoroloji kayıtlarından anlaşılmıştır. Bazı işletmeler ise aynı alanda ikinci defa toprak hazırlığı, tohum ekimi, ve gübreleme yapmak durumunda kalmışlardır.

Üretimde kullanılan faktörlerin marjinal etkinlik katsayıları bu girdilerin üretimde aşırı,

optimum ya da az olarak kullanıldığını bariz bir şekilde açıklamaktadır. Zira bir faktörün marjinal etkinlik katsayısının 1'in altında olması ($MM > MR$) bu girdinin aşırı, 1'e eşit olması ($MM = MR$) optimum düzeyde kullanımı, 1'in üzerinde olması ise ($MR > MM$) az kullanıldığını göstermektedir (Çizelge 7). Diğer bir ifade ile; herhangi bir üretim faktörünün marjinal maliyeti o faktörün marjinal gelirinden yüksekse azaltılmalı, marjinal geliri marjinal maliyetine eşitse optimum kullanıma ulaşıldığı, marjinal geliri marjinal maliyetinden yüksek ise o faktörün optimum kaynak bileşimine ulaşılabilmesi için artırılması gerektiğini işaret etmektedir.

Çizelge 7. Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Üretim Faktörlerinin Marjinal Ürün Değerleri (MPV), Faktör Fiyatları (FP) ve Faktörlerin Marjinal Etkinlik Katsayıları (MEC) *

| Faktörler | Marjinal Göstergeler | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel |
|----------------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| X ₁ (Tohum) | MPV | 0.14 | 0.08 | 0.11 | 0.14 |
| | MC/FP | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| | MEC | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 |
| X ₂ (Gübre) | MPV | 0.45 | 0.50 | 1.53 | 0.62 |
| | MC/FP | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| | MEC | 0.75 | 0.83 | 2.55 | 1.03 |
| X ₃ (İlaç) | MPV | 0.08 | 0.10 | 0.06 | 0.08 |
| | MC/FP | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 |
| | MEC | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.03 |
| X ₅ (İşgücü) | MPV | 0.88 | 3.51 | 0.30 | 1.44 |
| | MC/FP | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| | MEC | 0.52 | 2.09 | 0.18 | 0.86 |

*: Faktör Fiyatları: Ürün fiyat 0,64 USD/kg, tohum 5,5 USD/da, gübre 0,60 USD/kg, zirai mücadele ilacı 2,6 USD/da, işgücü 1,68 USD/kg olarak dikkate alınmıştır.

Marjinal etkinlik katsayısı her faktörün marjinal ürün değerinin faktör fiyatına bulunması ile elde edilmektedir. İşletme geneli dikkate alındığında; yağlık ayçiçeği üretiminde tohum ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin (0.03) fazla kullanıldığı, gübre girdisinin optimum (1.03), işgücü girdisinin optimuma yakın (0.86) düzeyde kullanıldığı anlaşılmaktadır.

İşletme büyüklük gruplarına göre değerlendirme yapıldığında; tohum ve tarımsal mücadele ilacının tüm gruplarda aşırı kullanıldığı ve azaltılması gerektiği; gübrenin birinci ve ikinci grupta fazla kullanıldığı, üçüncü grupta ise az kullanıldığı ve artırılması gerektiği; işgücünün ise birinci ve üçüncü grupta aşırı kullanıldığı ve

azaltılması gerektiği, ikinci grupta ise az kullanıldığı ve artırılması gerektiği görülmektedir. Konu ile ilgili olarak yapılan diğer araştırma bulguları altta verilmiştir.

Güngör ve Semerci (1999) tarafından araştırma alanında yer alan Tekirdağ ilinde 1997 yılında yürütülen araştırmada veriler 100 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Araştırmada yağlık ayçiçeğinde girdi-çıktı analizi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Tahmin denkleminde yağlık ayçiçeği üretim değeri bağımsız değişken, parsel sayısı, tohum bedeli, gübre bedeli, tarımsal ilaç bedeli, üreticilerin eğitim süresi, üretimde kullanılan traktörün beygir gücü ve çapalama sayısı değişkenleri de bağımsız değişken olarak yer

almıştır. Denkleminde tohum bedeli ve gübre bedeli değişkenleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.94, DW: 2.12 olup, tahmin denkleminde yer alan 7 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$:1.03) ölçeğe sabit getiri sağladığı belirlenmiştir. Denkleminde yer alan gübre bedeli ve çapalama değişkenlerine ait Marjinal Etkinlik Katsayısı değeri 1'in üzerinde olup, bu değer tohum bedeli ve tarımsal mücadele ilacı değişkenleri için 1'in altında hesaplanmıştır. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise tohum ve gübre bedeli olarak tespit edilmiştir.

Oğuz ve Altıntaş (2002) tarafından Türkiye'nin Kırıkkale ilinde yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği üretim miktarı bağımsız değişken; üretim alanı, tohum masrafı, saf azot miktarı, saf fosfor miktarı, çapalama sayısı ve toprak hazırlığı masraflarına ilişkin değişkenler de bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıkıtlı ilişkileri araştırılmış ve değişkenlere ait etkinlik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.88, DW: 1.43, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) ise 1.15 olarak hesaplanmıştır. Tahmin denkleminde yer alan saf azot ve toprak hazırlığı değişkenlerine ait etkinlik katsayıları negatif karakterli olarak bulunmuş, üretim alanı ve tohum masrafı değişkenlerinin etkinlik katsayıları 1'in üzerinde hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; yağlık ayçiçeği yetistirciliğinde ekim alanı ve tohum masrafları yetersiz, toprak hazırlığı masrafları ise ekonomik seviyeden daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Semerci ve Süzer (2006) tarafından araştırma alanı olan Trakya'da yer alan Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde yürütülen araştırmada yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıkıtlı analizi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Tahmin denkleminde yağlık ayçiçeği üretim değeri bağımlı değişken; arazi kira değeri, tohum bedeli, kimyevi gübre bedeli, zirai ilaç bedeli ve çapalama bedeline ilişkin faktörler de bağımlı değişken olarak yer almıştır. Fonksiyonda yer alan gübre bedeli değişkeninin elastikiyet katsayısı negatif karakterli olup, arazi kira değeri ve tohum bedeli faktörleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.918, DW: 1.66 olup, tahmin denkleminde yer alan 5 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$: 0,989) sabite yakın ölçeğe getiri sağladığı belirlenmiştir. Tahmin denkleminde yer alan değişkenlerin tamamının Marjinal Etkinlik Katsayısı (MEC) 1'in altında olup, bu girdilerin aşırı düzeyde

kullanıldığını göstermektedir. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise arazi kira değeri ve tohum bedeli olarak belirlenmiştir.

MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından İran'da yapılan araştırmada elde edilen denkleminde ayçiçeği üretim miktarı bağımlı değişken; işgücü, alet-ekipman, tarımsal mücadele ilacı, kimyevi gübre, hayvan gübresi, tohum, sulama ve arazi faktörleri ise bağımsız değişken olarak yer almıştır. Tahmin denkleminde ait (R^2) değeri 0.95, DW: 1.56 olup, yağlık ayçiçeğinin fayda/maliyet oranı 1.13 ve verimlilik değeri (kg/USD) ise 1.98 olarak hesaplanmıştır. Fonksiyonda yer alan değişkenlerden hayvan gübresi, tohum ve arazi hariç diğer değişkenler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Çalışmada sulama, alet-ekipman ve kimyasal gübre değişkenlerinin marjinal verim değerinin en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ayçiçeği üretiminde sulama, makine masrafları ve gübre değişkenleri için marjinal verim değerleri sırasıyla 0.62 kg, 0.28 kg ve 0.12 kg olarak belirlenmiştir. Tohum ve çiftlik gübresine ait Marjinal verim değeri negatif değerlikli olduğu için bu girdilerin ayçiçeği üretimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Irugu ve ark (2017) tarafından 2012 yılında Hindistan'da yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği üretim miktarı bağımlı değişken olarak kullanılmış ve Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla üretimde girdi-çıkıtlı ilişkileri incelenmiş, değişkenlere ait etkinlik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.65, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 2.12 olarak hesaplanmıştır. Tahmin denkleminde yer alan 7 değişkenin tamamı istatistiki açıdan önemli bulunmuş olup, faktörler içinde elastikiyet katsayısı en yüksek üretim faktörü 1.16 ile tohum masrafı olarak tespit edilmiştir. Tahmin denkleminde yer alan alet-makine ve zirai mücadele ilacı değişkenleri hariç olmak üzere diğer değişkenlerin tamamının marjinal verim değeri ve marjinal etkinlik katsayıları 1'in üzerinde bulunmuştur.

Sonawane ve ark. (2019) tarafından Hindistan'da yapılan araştırmada bağımlı değişken olarak kullanılan ayçiçeği üretim miktarı üzerine; insan işgücü ve sığır çeki, çiftlik gübresi, kimyasal gübre (azot, fosfor ve potasyum), zirai mücadele ilacı, sulama sayısı ve benimseme indeksi değişkenlerinin etkisi ekonometrik analiz yapılarak incelenmiştir. Elde edilen tahmin denkleminin (R^2) değeri 0.61 olarak hesaplanmıştır. Denkleminde işgücü, Fosfor ve Teknoloji benimseme endeksi %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Denkleminde sığır çekigücü ve sulama sayısı değişkenlerinin etkinlik katsayılarını negatif olduğu ve üretimi olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Denkleminde yer alan

insan işgücü, çiftlik gübresi, fosfor ve benimsene indeksi değişkenleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular farklılık gösterebilmektedir. Yağlık ayçiçeği üreten her ülkenin ve her tarım işletmesinin kendine göre bazı özel şartları bulunmaktadır. Örneğin Türkiye’de yağlık ayçiçeği üretim alanlarında çiftlik gübresi ve hayvan çekigücü kullanılmamaktadır. Bazı ülkelerde yapılan çalışmalarda bu faktörlerin üretim miktarı üzerine etkisi yüksek düzeyde çıkabilmektedir. Diğer çalışmalarla birlikte bu araştırmada da yağlık ayçiçeği üretiminde tohum, gübre, tarımsal mücadele ilacı ve işgücü faktörlerinin istatistiki açıdan önemli olduğu ve üretim miktarını olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Ancak faktörlerin etkin kullanılabilmesi için her kullanılan girdinin son

biriminin toplam üretime sağladığı katkının (marjinal verim) parasal değerinin (marjinal verim değeri) o girdiye ait fırsat maliyetinin (faktör maliyetine) parasal değerine eşit ya da büyük bir değere sahip olması gerekmektedir. Ancak bu şekilde kullanılan üretim faktörünün etkin bir şekilde kullanılabilmesini söylenebilir.

Yağlık Ayçiçeğinde Üretim Maliyeti

Araştırma alanındaki incelenen işletmelerde yaklaşık 5350 ha alanda 9490 civarında yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleştirilmiştir. İşletme geneli dikkate alındığında ortalama verim değerinin 1773 kg ha⁻¹ olduğu anlaşılmaktadır. Tarım işletmelerin yağlık ayçiçeği üretimi için kullanmış oldukları girdiler işletme büyüklükleri dikkate alınarak hem toplam hem de ha bazında verilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. İncelenen İşletmelere Ait Üretim ve Girdi Kullanım Bilgileri

| Kriterler | İşletme Büyüklük Grupları | | | |
|---|---------------------------|-----------|-----------|------------|
| | 1. Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel |
| İşletme Sayısı | 391 | 131 | 49 | 571 |
| Üretim Alanı (ha) | 1808.35 | 1686.50 | 1856.40 | 5351.25 |
| Üretim Miktarı (ton-toplam) | 3282.98 | 3064.89 | 3139.20 | 9487.07 |
| Verim (kg ha ⁻¹) | 1815.46 | 1817.31 | 1691.01 | 1772.87 |
| Üretim Faktörleri | | | | |
| Tohum (kg-toplam) | 6713.23 | 6390.14 | 7314.24 | 20417.61 |
| Tohum (gram ha ⁻¹) | 3710.00 | 3789.00 | 3940.02 | 3815.00 |
| Gübre (kg-toplam) | 352386.10 | 337097.95 | 363650.00 | 1051134.05 |
| Gübre (kg/ha) | 194.87 | 199.88 | 195.89 | 196.43 |
| Zirai İlaç (lt-toplam) | 2438.06 | 2253.07 | 2335.84 | 6994.61 |
| Zirai İlaç (gram-cc/ha) | 1350.00 | 1335.94 | 1258.26 | 1307.10 |
| Yağış (mm) | 524.65 | 537.87 | 540.34 | 529.03 |
| İşgücü (toplam) | 94974.67 | 84001.32 | 85680.81 | 264656.81 |
| İşgücü (saat/ha) | 52.52 | 49.81 | 46.15 | 49.46 |
| Mazot (lt-toplam) | 181278.15 | 169391.00 | 174404.00 | 525073.15 |
| Mazot (lt/ha) | 100.25 | 100.44 | 93.95 | 98.12 |
| Arazi Kira Değeri (USD ha ⁻¹) | 509973.29 | 462109.03 | 532400.81 | 1504483.12 |
| Arazi Kira Değeri (USD ha ⁻¹) | 282.01 | 274.00 | 286.79 | 281.15 |

Çizelge 9. Yağlık Ayçiçeğinde İşletme Büyüklüklerine Göre Ürün Maliyeti (USD/ha)

| Kriterler | İşletme Büyüklük Grupları | | |
|--|---------------------------|---------------|---------------|
| | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup |
| Değişen Masraflar | | | |
| Tohum (USD ha ⁻¹) | 68.15 | 69.60 | 72.38 |
| Gübre (USD ha ⁻¹) | 116.92 | 119.93 | 117.53 |
| İlaç (USD ha ⁻¹) | 23.31 | 23.06 | 21.73 |
| İşgücü* (USD ha ⁻¹) | 88.23 | 83.68 | 77.53 |
| Mazot* (USD ha ⁻¹) | 182.46 | 182.80 | 170.99 |
| Hasat (USD ha ⁻¹) | 66.11 | 65.03 | 65.57 |
| Toplam (USD ha ⁻¹) | 545.19 | 544.10 | 525.73 |
| Sermaye faiz (7%) | 38.16 | 38.09 | 36.80 |
| Değişen masraflar toplamı (USD ha ⁻¹) | 583.35 | 582.19 | 562.53 |
| Sabit Masraflar | | | |
| Arazi kirası (USD ha ⁻¹) | 282.10 | 274.00 | 286.79 |
| Yönetim gideri (3%) | 17.50 | 17.47 | 16.88 |
| Toplam | 299.60 | 291.47 | 303.67 |
| Üretim Masrafı (USD ha⁻¹) | 882.95 | 873.66 | 866.20 |
| Üretim Masrafı (USD ha⁻¹) | 48.63 | 48.07 | 51.22 |
| Üretim miktarı (kg ha ⁻¹) | 1815.46 | 1817.31 | 1691.01 |
| Price (including premium support USD kg ⁻¹) | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| Üretim değeri (USD ha ⁻¹) | 1161.89 | 1163.08 | 1082.25 |
| Brüt Kar (USD ha ⁻¹) | 578.55 | 580.89 | 519.72 |
| Brüt Kar (USD ha ⁻¹) / Üretim değeri (USD ha ⁻¹) * 100 | 49.79 | 49.94 | 48.02 |
| Mutlak (Net) Kar (USD ha ⁻¹) | 278.95 | 289.42 | 216.05 |
| Nispi Kar (Fayda/Masraf Oranı) | 1.32 | 1.33 | 1.25 |

(*): Araştırmada mazot kullanımı ve işgücü masraf unsurlarının hesaplanmasında; toprak hazırlığı, ekim, ilaçlama, gübreleme, çapalama gibi kültürel işlemlerin tamamı dikkate alınmıştır.

İşletme grupları incelendiğinde toplam değer olarak üretim alanı ve üretim miktarının dengeli bir şekilde dağıldığı görülmekte olup, birim alandan elde edilen yağlık ayçiçeği veriminin en yüksek (1817 kg ha^{-1}) orta büyüklükte yer alan 2.gruptaki işletmelerden, en düşük değer ise (1691 kg ha^{-1}) büyük işletmelerin yer aldığı 3. gruptaki işletmeler olduğu anlaşılmaktadır. Birim alana en yüksek tohum kullanımı 3. Guptaki işletmeler için geçerlidir. Bununla birlikte 3.grupta yer alan işletmeler birim alana en az gübre, zirai ilaç, işgücü, mazot ve arazi kira değerine sahip işletmelerdir. Buna paralel olarak bu işletmelerden elde edilen verim değeri de diğer işletme gruplarına göre daha düşük düzeyde kalmaktadır.

İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminin işletme büyüklüklerine göre maliyet bilgileri Çizelge 9'da verilmiştir. İşletmelerin geneli dikkate alındığında değişen masraf unsurlarının $574.89 \text{ USD ha}^{-1}$ olup, en düşük değer ($562.53 \text{ USD ha}^{-1}$) büyük işletmelerin bulunduğu 3.gruba aittir. Sabit masraf unsuru ise $298.40 \text{ USD ha}^{-1}$ olup, en düşük değer orta büyüklükte yer alan 2.gruptaki işletmelere aittir. İşletmelerin geneli dikkate alındığında yağlık ayçiçeği üretim maliyeti $873.29 \text{ USD ha}^{-1}$ 'dir ve en düşük maliyet alan başına $866.20 \text{ USD ha}^{-1}$ ile 3.grup, kg başına ise 0.48 USD ile 2.gruptaki işletmelere aittir (Çizelge 9).

Yağlık ayçiçeğinin üretim değeri hesaplanırken ürünün satış fiyatına fark desteği (Premium support) de eklenmiştir. İşletmelerin geneli bağlamında yağlık ayçiçeğinin üretim değeri $1134.64 \text{ USD ha}^{-1}$ olup, Brüt kar $559.74 \text{ USD ha}^{-1}$, Net Kar $261.35 \text{ USD ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Üretim değeri ortalaması ($1163.08 \text{ USD ha}^{-1}$), Brüt Kar değeri ortalaması ($580.89 \text{ USD ha}^{-1}$) ve Net Kar değeri ortalaması ($289.42 \text{ USD ha}^{-1}$) en yüksek işletmeler 2.gruptaki işletmelerdir. İşletmelerin ortalaması baz alındığında brüt kar değerinin üretim değerine oranı %49.33, Nispi Kar değeri ise 1.30 olarak hesaplanmıştır. Fayda/Masraf oranı en düşük işletme grubu 1.25 ile 3.grup, en yüksek grup ise 1.33 ile 2.gruptaki işletmeler oluşturmuştur. Yağlık ayçiçeği üretiminde ürün maliyetinin tespit edilmesinde yönelik olarak yürütülen araştırmalara ait bulgular altta özet olarak verilmiştir.

Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-TEAE- (2001) tarafından Türkiye'nin Trakya kesiminde yapılan çalışmada ayçiçeği maliyet unsurlarının %31.18'ini tarla kirası, %30.97'sini toprak hazırlama, %29.50'sini bakım işleri ve %8.35'ini de hasat ve harman giderlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Bayramoğlu ve ark. (2005) tarafından yapılan araştırmada ayçiçeği üretiminde değişen masrafların payı %42.10 ve sabit masrafların payı %57.90, nispi karı ise 1.38 TL

olarak hesaplanmıştır. Yapılan bir başka araştırmada ise başlıca tarla ürünlerinin üretim maliyeti ve pazarlama yapıları incelenmiş olup, yağlık ayçiçeğinin brüt kârı $188.81 \text{ TL da}^{-1}$, nispi karı ise 1.34 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada ayçiçeği üretiminde incelenen işletmelerde üretim masraflarının %51.70'ini değişen masraflar, %48.30'unu ise sabit masrafların oluşturduğu hesaplanmıştır (Alemdar ve ark., 2014).

MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde girdi maliyetleri ile verim arasındaki ilişki fonksiyonel analiz yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma alanında $1626.51 \text{ kg ha}^{-1}$ verim için; üretim değeri $927.11 \text{ USD ha}^{-1}$, ürün maliyeti $822.57 \text{ USD ha}^{-1}$, net kar $104.54 \text{ USD ha}^{-1}$ ve fayda / masraf oranı 1.98 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada işgücü ve makine girdilerinin maliyette en yüksek paya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Uzundumlu ve Topçu (2012) tarafından yürütülen diğer bir çalışmada ise çerezlik ayçiçeği değişen masrafların payı %73 olarak saptanmış olup, değişen faktörlerden en çok gübre, tohum ve sulama suyu kullanıldığı sonucuna varılmıştır

Unakıtan ve Aydın (2018) tarafından Türkiye'nin Tekirdağ ilinde yürütülen araştırmada yağlık ayçiçeği üretiminde birim alana kullanılan girdilerin miktarı verilerek ürünün ekonomik analizi yapılmıştır. Araştırmada 1530 kg ha^{-1} verim için; üretim değeri $1132.0 \text{ USD ha}^{-1}$, değişen masraflar $483.75 \text{ USD ha}^{-1}$, sabit masraflar $622.38 \text{ USD ha}^{-1}$ olmak üzere üretim maliyeti $1106.13 \text{ USD ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Çalışmada yağlık ayçiçeğinin brüt karı $648.45 \text{ USD ha}^{-1}$, Net Kar değeri $26.07 \text{ USD ha}^{-1}$, fayda/masraf oranı ise 1.20 olarak hesaplanmıştır. Dalchiavon ve ark. (2019) tarafından Brezilya'da yapılan bir araştırmada 2018 yılı ürünü ayçiçeği maliyeti $1457.01 \text{ R\$ ha}^{-1}$, girdilerin parasal değeri ise $1023.07 \text{ R\$ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili Kırklareli ilinde yapılan çalışmada 2017/2018 üretim döneminde brüt kar $3064.90 \text{ TL ha}^{-1}$, net kar $1701.30 \text{ TL ha}^{-1}$, nispi kar 1.45 TL olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019a). Aynı dönemde yine kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili olarak Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada brüt kar $781.30 \text{ USD ha}^{-1}$, net kar $415.70 \text{ USD ha}^{-1}$, nispi kar 1.43 TL olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019b). Başka bir bölgede yapılan çalışmada ise yağlık ayçiçeğinde nispi kar değeri $1,028 \text{ TL da}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Yüksek, 2019).

Düğmeci ve Çelik (2020) tarafından Türkiye'de Konya ilinde yapılan çalışmada 2018-2019 döneminde 62 tarım işletmesinden elde edilen veriler kullanılarak yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi yapılmıştır. Çalışmada 4502.1 kg

ha⁻¹ verim için; değişen masraflar 4102.30 TL, sabit masraflar ise 3553.10 TL olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim değeri 10745.00 TL ha⁻¹, brüt kar 6642.70 TL ha⁻¹, net kar 3089.60 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Brüt kar oranı %61.82, net kar oranı ise %28.75 olarak saptanmıştır. Elde edilen GSÜD içinde brüt kar oranı işletme büyüklüklerine göre artış göstermekte olup, işletme büyüklük gruplarında %59.94 ile %64.27 arasında değişmekte olup, işletmeler ortalamasında %61.82'dir. İşletmeler ortalamasında 1 kg yağlık ayçiçeğinin maliyeti 1.70 TL iken, net karı 0.69 TL'dir. Yağlık ayçiçeği için yapılan 1 TL'lik girdi değerine karşılık elde edilen çıktı değerini ifade eden nispi kar ise birinci gruptaki işletmelerde 1.26 TL, ikinci gruptaki işletmelerde 1.39 TL, üçüncü tabakadaki işletmelerde 1.59 TL ve işletmeler ortalamasında ise 1.40 TL olarak belirlenmiştir. Araştırmada; işletme büyüklüğü arttıkça dekara düşen sabit masraflar ve değişen masrafların azaldığı, masraflardaki bu farklılaşmaya rağmen işletme büyüklük gruplarında verimde çok önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre karlılık oranlarının işletme büyüklük gruplarına göre artış gösterdiği belirlenmiştir.

Nategh ve ark. (2020) tarafından İran'da yapılan bir araştırmada 2114.30 kg ha⁻¹ verim için; toplam maliyeti 755.63 USD ha⁻¹, brüt değeri sırasıyla 958.04 USD ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ürün maliyetinde sabit maliyetin %52, değişken maliyet unsurlarının da %48 oranında pay aldığı belirlenmiştir. Ayçiçeği üretimi için Fayda-Maliyet oranı 2.62, verimlilik (kg/USD) 3.28 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen yağlık ayçiçeği üretim değeri, değişen masraflar, sabit masraflar, toplam üretim masrafı yanında ürüne ait brüt kar ve net kar değeri ile nispi kar değerleri diğer araştırma bulguları karşılaştırıldığında bazı konularda paralellik bazı konularda ise farklılık gösterdiği görülmektedir.

Türkiye'de yağlık ayçiçeği üretimine mazot ve gübre desteği yanında fark (prim) desteği uygulanmaktadır. Bu nedenle çalışmada incelenen işletmelerde üretilen yağlık ayçiçeğinin üretim değeri hesaplanırken kg başına ürün satış fiyatına prim desteği de eklenmiştir. Bununla birlikte yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin kullanmış oldukları girdi miktarları ve girdi fiyatları da hem ülke içindeki iller arasında hem de ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir. Genel olarak değerlendirme yapıldığında yağlık ayçiçeği üretiminde hem bu araştırmada hem de diğer araştırmalarda elde edilen bulgular işletmelerin yapısal özellikleri ve işletmelerde uygulanan üretim teknikleri yanında ülkelerin bu ürüne uygulamış

oldukları desteklere bağlı olarak üretim değeri yanında ürünün masrafı ile brüt kar ve net kar değerini olumlu ya da olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Son yıllarda ekonomiyi oluşturan sektörlerde işletmecilik bağlamında verimlilik ve kaynakların etkin kullanımı kavramları gittikçe önem kazanmaya başlamıştır. Tarım sektöründe de üretim faaliyetlerinde kullanılan girdilerin etkinlik düzeylerinin belirlenmesi üzerine yürütülen çalışmalarda artış gözlenmektedir. Zira, tarımsal üretimde girdilerin ekonomik etkinlik düzeyine uygun olarak kullanılması üründen elde edilen verim yanında bu ürünün maliyetinin azaltılması ve karlılık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Türkiye'nin önemli yağlı tohum üretim merkezlerinden birini oluşturan Trakya Bölgesinde yürütülen bu araştırmada işletme büyüklüğü bazında; yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan girdiler ile üretim miktarı arasındaki ilişkiler incelenmiş ve ürün geliri yanında ürün maliyeti, brüt kar ve net kar değeri üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerde yaklaşık 5350 ha alanda 9490 ton civarında yağlık ayçiçeği üretilmiş ve ortalama verim değeri ise 1773 kg ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. İşletmelerden elde edilen veriler yardımıyla yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin denklemdeki bağımsız değişkenler üretim miktarındaki değişimlerin yaklaşık %91'ini açıklamaktadır. İşletmelerin hem geneline hem de işletme büyüklük gruplarına göre elde edilen fonksiyonlarda yer alan değişkenlerin tamamı istatistikî açıdan önemli bulunmuştur. Yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin üretimde kullanmış oldukları faktörlerin elastikiyet katsayıları toplamı (Σb_i) 1'in altında olup, bu durum yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe azalan getirinin varlığını göstermektedir. Yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan tohumun marjinal verim değeri 0.31 kg olup, bu değer gübrede 1.35 kg, tarımsal mücadele ilacında 0.17 kg ve işgücünde 3.13 kg seviyesindedir. İşletme geneli dikkate alındığında optimum girdi kullanım kuralına göre; yağlık ayçiçeği üretiminde tohum ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin (0.03) fazla kullanıldığı, gübre girdisinin optimum düzeyde (1.03), işgücü girdisinin ise optimuma yakın (0.86) düzeyde kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

İşletme büyüklük grupları dikkate alındığında; tohum ve tarımsal mücadele ilacının tüm işletmelerde aşırı kullanıldığı ve azaltılması gerektiği; gübrenin küçük ve orta büyüklükteki

işletmelerde fazla kullanıldığı, büyük işletmelerde ise az kullanıldığı ve artırılması gerektiği; işgücünün ise küçük ve büyük işletmelerde aşırı kullanıldığı ve azaltılması gerektiği, orta büyüklükteki işletmelerde ise az kullanıldığı ve artırılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim maliyeti 873.29 USD ha⁻¹ olup, üretim alanı başına en düşük maliyet 866.20 USD ha⁻¹ ile büyük işletmelerde, ton başına maliyet ise 480USD ile orta büyüklükteki işletmelerden elde edilmiştir. İşletmelerin genel ortalamasına göre; yağlık ayçiçeğinin üretim değeri 1134.64 USD ha⁻¹ olup, Brüt kar 559.74 USD ha⁻¹, Net Kar 261.35 USD ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada orta büyüklükte yer alan işletmeler üretim değeri, brüt kar değeri ve net kar değeri bakımından en yüksek değere sahip işletmelerdir. Diğer bir ifade ile yağlık ayçiçeği üretimini en karlı düzeyde gerçekleştiren işletmeler orta büyüklükteki işletmelerdir. Zira bu işletmelerde nispi kar (Fayda/Masraf oranı) 1.33 ile en yüksek değere sahiptir.

Çalışmada, incelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminde artış sağlanabilmesi için mutlaka üretim faktörlerinin verimli ve etkin bir şekilde (optimum seviyede) kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu durumu sağlayabilmek için öncelikle ayçiçeği üretimine yönelik olarak üreticilere teknik eğitim verilmelidir. Ayrıca yağlık ayçiçeğinden daha yüksek verim alabilmek için üretimin sulu şartlarda yapılması büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte; yağlık ayçiçeği üreten işletmelere verilen desteklerin (mazot ve gübre desteği, fark desteği, yağ oranındaki her %1'lik artışa verilen prim vb.) günümüz şartlarına uygun olarak düzenlenmesi araştırma alanında bu faaliyet dalını daha karlı hale getirmiş olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Akcay, Y., Uzunöz, M. 1999. Tarım işletmelerinde kaynak kullanımı etkinliği üzerine bir araştırma: niksar ovası örneği, Tarım ve Mühendislik Dergisi, 59: (29-38).

Alemdar, T., Seçer, A., Demirdöğen, A., Öztornacı, B., Aykanat, S. 2014. Çukurova Bölgesinde Başlıca Tarla Ürünlerinin Üretim Maliyetleri ve Pazarlama Yapıları. GTHB Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (Proje No: Ç.Ü.-

ZF2011BAP7). TEPGE Yayın No: 230. Haziran. Ankara. 134 s. (access: <http://arastirma.tarim.gov.tr/tepge/Lists/Duyuru/Attachments/10/CukurovaBolgeBaslicaTarlaMaliyetPazarlamaYap%C4%B1.pdf>).

- Bayramoğlu, Z. Göktolga, Z.G. ve Gündüz, O., 2005. Tokat İli Zile İlçesinde Yetiştirilen Bazı Önemli Tarla Ürünlerinde Fiziki Üretim Girdileri Ve Maliyet Analizleri. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(2): 101-109.
- Çiçek, A., Erkan, O. 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. GOP Ün. Ziraat Fak. Yay. No:12, Ders Notları Seri No:6, Tokat, 118 s., Türkiye.
- Dalchiavon, F.C., Lorenzon, L.A., Perina, R.A., Oliveira, R.A., Santos, J.A. 2019. Economic Opportunity for Investment in Soybean and Sunflower Crop System in Mato Grosso, Brazil. Journal of Experimental Agriculture International, 29(5): 1-12 (Article no.JEAI.45695).
- Debertin, L.D. 2012. Agricultural production economics. (2.Baskı.). Pearson Education. Upper Saddle River, N.J., 427 s.USA.
- Düğmeci, H.Y., Çelik, Y. 2020. Konya İli Çumra İlçesinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(3): 682–690.
- FAO. 2020. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. FAOSTAT. Erişim: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> [Erişim tarihi:10.02.2020].
- Gujarati, D.N., Porter, D. 2014. Temel Ekonometri. Literatür Yayıncılık. (5.Basımdan Çeviri). 915 s., İstanbul, Türkiye.
- Güngör, H., Semerci, A. 1999. Tekirdağ İli Ayçiçeği Üretiminde Verimlilik Analizleri. MPM Verimlilik Dergisi, S.1999/3, s.193-202, Ankara.
- Irugu, S.D., Suhasini, K., Prabhakar, B.N. 2017. Resource Use Efficiency of Sunflower in Kurnool district of Andhra Pradesh. Research Journal of Agricultural Sciences, 8(1): 91-94.
- Heady, E.O., Dillon, J. L. 1961. Agricultural Production Functions. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 667 s.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F.F., Fidan, H., Gündoğmuş, E. 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi (Cost Calculation Methodology for Agricultural Products and Database Guide). Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, Ankara, Türkiye.

- Mobtaker, H.G., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., Akram, A. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agric Ecosyst Environ*, 137(3-4):367-372.
- MousaviAvval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A. 2011. Econometric modeling and sensitivity analysis of costs of inputs for sunflower production in Iran. *International Journal Of Applied Engineering Research*, 1 (4): 759-766.
- Nategh, N.A., Banaeian, N., Gholamshahi, A., Nosrati, M. 2020. Optimization of energy, economic, and environmental indices in sunflower cultivation: A comparative analysis. *Environ. Prog. & Sustainable Energy*. 2020e13505. (<https://doi.org/10.1002/ep.13505>).
- Oguz, C., Altıntaş, Ö. 2002. Kırıkkale İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeği Yetiştiriciliğinin Üretim Maliyeti Ve Fonksiyonel Analizi. *Selçuk Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (29): 39-47.
- Rafiee, S., Mousavi Avval, S. H., and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35(8): 3301-3306.
- Semerci, A. 2019a.Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Ekonomik Analizi: Kırklareli İli Örneği, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(4): 616–623.
- Semerci, A. 2019b. Cost Analysis of Oily Sunflower Production: the Case of Tekirdag Province, Turkey. *Custos e @gronegocio on line*, 15(2):167-191.
- Semerci, A., Süzer, S. 2006. Trakya’da Ayçiçeği Üreten Tarım İşletmelerinde Girdi Kullanımı ve Destekleme Politikalarının Etkinliğinin Araştırılması (Proje No: TAGEM/TA/05/02/01/002). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. 152 s., Edirne.
- Semerci, A., Durmuş, E. 2021. Analysis of Oily Sunflower Production in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(1): 56-62.
- Singh, G., Singh, S., and Singh, J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45 (3): 453-465.
- Sonawane, K.G., Pokharkar, V.G., Nirgude, R.R. 2019. Sunflower production technology: An economic analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3): 2378-2382.
- TEAE. 2001. Türkiye’de Bazı Bölgeler İçin Önemli Ürünlerde Girdi Kullanımı ve Üretim Maliyetleri, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 64, Ankara.
- TOB. 2020. Dünyada Ayçiçeği. Ürün Masaları (Ayçiçeği Bülteni). Tarım ve Orman Bakanlığı. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Tarım Havzaları Daire Başkanlığı. Ankara. Erişim: (<https://www.tarimorman.gov.tr>)
- TÜİK. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> [Erişim tarihi:10.02.2020].
- Unakıtan, G.; Aydın, B. 2018. comparison of energy use efficiency and economic analysis of wheat and sunflower production in Turkey: A case study in Thrace Region. *Energy* 149: 279-285.
- USDA. 2020. Amerika Birleşik Devletleri Tarım ve Orman Bakanlığı. Oilcrops Year Book. Erişim: <https://www.ers.usda.gov/data-products/oil-crops-yearbook/oil-crops-yearbook/> [Erişim tarihi:10.02.2020].
- Uzundumlu, A.S.; Topcu, Y. Erzurum İlinde Çerezlik Ayçiçeği Üretim Maliyeti, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2,Ek:A): 33-40. 2012.
- Yamane, T. *Elementary Sampling Theory*, Taro Yamane. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-. Hall, Inc., pp.405. USA,1967.
- Yüksek, E. 2019. Adana İlinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 38 s. Kahramanmaraş.

Morphological and Molecular Characterization of *Rotylenchulus borealis* Loof and Oostenbrink, 1962 from Turkey

Faruk AKYAZI^{1*}, Buğra GÜVERCİN¹, Onur YILMAZ¹

¹Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Ordu, Turkey

*Sorumlu Yazar: farukakyazi@hotmail.com

Received: 06.10.2021 Received in revised: 22.02.2022 Accepted: 23.02.2022

Abstract

Reniform nematodes (*Rotylenchulus spp.*) have been reported to be associated with a large number of important products all over the world, ranging from important cereals, vegetables and ornamental plants. In this study, morphologic and molecular characters were used to identify *Rotylenchulus* population obtained from a soybean field in Adana province of Turkey. Nematodes were extracted from the soil using a modified baermann funnel method. The morphological characters and morphometrics of male and immature females were examined and compared with previous studies. For molecular characterisation, DNA was extracted from immature females and the D2-D3 expansion region of the 28S rRNA gene was amplified using primer pair D2A (5'ACA AGTACCGTGAGGGAAAGTTG 3') and D3B (5' TCGGAAGGAACCAGCTACTA 3'). PCR product (780 bp) was sequenced and then compared with sequences of *Rotylenchulus* species available in the GenBank database. The result obtained from morphologic and molecular studies showed that the reniform nematode population was *Rotylenchulus borealis*.

Key words: *Rotylenchulus borealis*, soybean, Reniform nematodes, D2A, D3B.

Rotylenchulus borealis Loof and Oostenbrink, 1962'in morfolojik ve moleküler Karakterizasyonu

Öz

Reniform nematodların (*Rotylenchulus spp.*), tüm dünyada hububattan sebze ve süs bitkilerine kadar birçok önemli ürünlerle ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada, Adana ilinde soya fasulyesi üretimi yapılan bir alandan alınan toprak örneklerinden elde edilen *Rotylenchulus* popülasyonuna ait bir tür, morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak teşhis edilmiştir. Topraktaki nematodlar, modifiye Baermann huni yöntemi kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Tür teşhisi için ilk olarak morfolojik ve morfometrik karakterler ölçülmüş ve önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Moleküler karakter özellikleri için, olgunlaşmamış dişilerden DNA izole edilerek ve 28S rRNA geninin D2-D3 genişleme bölgesine ait primer çifti, D2A (5' ACAAGTACCGTGAGGGAAAGTTG 3') ve D3B (5' TCGGAAGGAACCAGCTACTA 3') kullanılarak amplifiye edilmiştir. PCR ürünü (780 bp) dizi analizinin ardından GenBank veri tabanında bulunan *Rotylenchulus* türlerinin dizileriyle karşılaştırıldı. Çalışmada morfolojik, morfometrik ve moleküler olarak incelenen reniform nematod popülasyonu *R. borealis* olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Rotylenchulus borealis*, Soya fasulyesi, Reniform nematodes, D2A, D3B.

Introduction

Reniform nematodes (*Rotylenchulus spp.*) are distributed in tropical, subtropical and warm regions (Liskova, 2002; Wang, 2019). Their

economically great potential as plant pathogens make it especially important (Dasgupta et al., 1968). The genus *Rotylenchulus* comprises 11 valid species: *Rotylenchulus borealis*, *Rotylenchulus clavicaudatus*, *Rotylenchulus eximius*,

Rotylenchulus leptus, *Rotylenchulus macrodoratus*, *Rotylenchulus macrosoma*, *Rotylenchulus macrosomoides*, *Rotylenchulus parvus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Rotylenchulus sacchari*, and *Rotylenchulus vitis* (Ortiz et al., 2019). Some of these are distributed worldwide, whereas others have shown a limited distribution (Van Den Berg et al., 2016). *Rotylenchulus* species feed as a semi-endoparasite on the roots of herbaceous and woody plants (Fortuner, 1987). Females are penetrate the root cortex, establish a permanent-feeding site in the root and become immobile. The head region remains in the root whereas the posterior portion protrudes from the root surface and swells during maturation (Wang, 2019). Soybean has an important plant in Turkey both as a nutritional and industrial raw material. More than 100 species of nematodes found in soybean production areas have been reported (Gava et al., 2020). *Rotylenchulus reniformis* is one of the major pests on both *soybean* in the southern United States (Kularathna et al., 2019). In Turkey, *Rotylenchulus macrosomus* was expressed as a plant parasitic nematodes found in soybean fields (Elekcioglu et al., 1994).

Correct identification of plant parasitic nematodes is important at control of nematode in agriculture (Devran and Söğüt, 2009). High intra-species variability makes identification of this nematode group based on morphology a difficult status (Palomares-Rius et al., 2018). Therefore, it is necessary to use molecular identification (Palomares-Rius et al., 2021). Molecular techniques have been successfully used for the molecular diagnostics of species of *Rotylenchulus* (Palomares-Rius et al., 2018). In the present study, morphological and molecular characters were used to identify *Rotylenchulus* population obtained from soybean field in Adana province of Turkey.

Material ve Method

Sampling and Nematode Extraction

A plant parasitic nematode survey was conducted in December 2020 and March 2021 in a soybean field in Adana province in Turkey. Soil samples were collected from the rhizosphere of the plants using a hand shovel. Soil samples were taken into plastic bag and transferred to the laboratory for analysis. Samples were stored in refrigerator at 4 °C until nematode extraction process. Nematodes were extracted from 100 cm³ of soil samples with a modified Beermann Funnel method (Hooper, 1986). Extracted nematodes were examined at 40X magnifications under a inverted microscope. When examining the samples, a very dense *Rotylenchulus* spp. was

found. To identification of species, morphological and molecular characters of nematodes were used.

Morphological characterization

Twenty immature female and male were used for morphometric characters. Nematodes were transferred to a drop of pure water on a clean glass slide on the hot plate for 4-6 seconds. Then, samples were immediately examined for morphological characters and morphometric measurements using a camera (Axiocam 105) mounted on the ZEISS primo-vert Light microscope at size of 400X. The following characters were observed and measured from females; body length (L), a (body length/maximum body diameter), b (body length/ distance from anterior to base of esophageal glands), c (body length/ tail length), c' (tail length/ tail diameter at anus), V(% distance of vulva from anterior), DGO, lip height, lip region diameter, stylet length, stylet knob height, stylet knob width, excretory pore from anterior end, distance from anterior to base of esophageal glands, maximum body diameter, tail length, anal body diameter, vulva to posterior end, vulva to anterior end (Fig. 1). In addition to these measurements, spicula length and gubernaculum length were also measured for male. Microsoft excel programme was used to calculate allometrics variables of the females and males. (Fig 2).

The scanning electron microscope (SEM) were used to study nematode morphology. First the nematodes were transferred into vials containing 1 ml of 0.1 M phosphate buffer pH 7.2 and kept for 1 hour in refrigerator at 6°C. At the end of the period, 0.3 ml-0.3 ml-0.4 ml 3 times every 30 minutes, 6% glutaraldehyde was added and kept at 6°C for 24 hours. Later, the nematodes were transferred to phosphate buffer. For cleaning the bodies of nematodes, the petri dish is slightly shaken and buffer is dripped on them. After the cleaning process, 2% Osmium tetroxide was added to cover the nematodes for 12 h at 25°C. After the waiting process, Osmium tetroxide was taken and replaced with a phosphate buffer 5 times every 10 minutes. Then, the nematodes were washed in ethanol series between 10% and 100% and waited 15 minutes at each concentration. It was made ready for imaging by washing 3 times at 100% concentration. Anhydrous nematodes were placed on double-sided carbon conductive tape and coated with gold (20 nm) Automatic Spray Coating. All specimens were examined with a Hitachi SU1510 scanning electron microscope at the Central Research Laboratory, Ordu University.

Molecular characterization

The 28S rDNA D2-D3 region of the large subunit was selected for molecular characterization. The genomic DNA was extracted from females according to the procedure of Pagan et al. (2014). Five specimens were collected into 10 µl of extraction buffer (10 mM Tris HCl, pH 8.8, 1 mM EDTA, 0.1 % Triton X-100 (v/v); 20 mg/ml Proteinase K) in a 1.5 ml eppendorf tube. Sample **Table1**. Nematode species including genbank accession numbers and origin used in the phylogenetic analysis.

| Nematode species | Accession Numbers | Country |
|-------------------------------|-------------------|-------------|
| <i>Rotylenchulus borealis</i> | MW173974 | Netherlands |
| <i>R. borealis</i> | MW173982 | Israel |
| <i>R. borealis</i> | MW173973 | Netherlands |
| <i>R. borealis</i> | MW173977 | Israel |
| <i>R. borealis</i> | MK558206 | Belgium |
| <i>R. borealis</i> | MW173975 | Netherlands |
| <i>R. borealis</i> | MW173970 | Netherlands |
| <i>R. borealis</i> | MW173971 | Netherlands |
| <i>R. borealis</i> | MW173983 | Israel |
| <i>R. borealis</i> | MW173976 | Netherlands |
| <i>R. macrosoma</i> | KT003748 | Spain |
| <i>R. macrosoma</i> | MT084016 | Spain |
| <i>R. macrosoma</i> | MT084017 | Serbia |
| <i>R. macrosoma</i> | KT003751 | Spain |
| <i>R. macrosoma</i> | MK558208 | Ethiopia |
| <i>R. macrosoma</i> | MT775429 | India |
| <i>R. macrosoma</i> | KY992794 | Greece |
| <i>R. macrosoma</i> | MT084014 | Greece |
| <i>R. macrosoma</i> | MT084013 | Greece |
| <i>R. macrosoma</i> | KY992800 | Greece |
| <i>R. reniformis</i> | KP054111 | China |
| <i>R. reniformis</i> | HM131857 | China |
| <i>R. reniformis</i> | KP054116 | China |
| <i>R. reniformis</i> | HM131853 | China |
| <i>R. reniformis</i> | MT160083 | China |
| <i>R. reniformis</i> | KJ721978 | China |
| <i>R. reniformis</i> | KP054091 | China |
| <i>R. reniformis</i> | HM131854 | China |
| <i>R. reniformis</i> | HM131871 | China |
| <i>R. reniformis</i> | MT328542 | China |
| <i>Xiphinema index</i> | HG969307 | Hungary |

tubes were kept at -20 °C for 1 night. Samples were ground using a glass capillary tube and incubated at 56°C for 1 h and subsequently at 95°C for 10 min. Total 25 µl PCR mixture volume was prepared containing 12,5 µl of DreamTaq Green Master Mix (2X) (Thermo Fisher Scientific), 8,5 µl of DNase/RNase-Free distilled water, 1.5 µl of DNA, and 1.25 µl of each primer. The obtained mixture was used for PCR amplification. PCR reaction was carried out with D2A (5' ACA AGT ACC GTG AGG GAA AGT TG 3') and D3B (5' TCG GAA GGA ACC AGC TAC TA 3') (De Ley et al., 1999). Thermocycling was carried out by using master cycler Veriti (Singapore). The PCR reactions were as follows; 95

°C for 3 min., followed by 40 cycles of 95 °C for 30s, 50 °C for 60s and 72 °C for 1 min; and a final extension step of 72 °C for 7 min.

Fragments of DNA were separated by electrophoresis in 1X Tris Acetate EDTA (TAE) buffer and 1.5% agarose gel stained with Ethidium Bromide, visualized using Er-Biyotek GEN-BOX imagER Fx and photographed. PCR products were sent to STAB VIDA company in Portugal (<https://www.stabvida.com>) for sequence analysis.

In this article, maximum likelihood methods were used for phylogenetic inference. The DNA sequences obtained from this study were edited using Bioedit 7,2,5 programme (Hall, 1999). Consensus sequences were compared with selected other *Rotylenchulus* species sequences obtained from GenBank (NCBI) database using BLAST engine search for sequence homology. Sequences from this study and those retrieved from the GenBank databases (Table 1) were aligned with Clustal W for multiple alignments of 32 nucleotide sequences using MEGA 7 programme (Kumar et al., 2016). The alignment was analysed to get the base substitution model for these sequences. The phylogram was generated running Maximum Likelihood Model (ML) with 1000 bootstrap replicates.

Results and Discussion

The Adana population of reniform nematode studied in this study was identified as *R. borealis* by morphologically, morphometrically and molecularly. In this study, *Rotylenchulus borealis* individuals were detected in the rhizosphere of soybean in high densities (354 nematodes /100 cm³ soil). Sipes and Schmitt (2000), reported that economic threshold for reniform nematode on pineapple is 310 nematodes /250 cm³ soil. Morphological and molecular characters of immature females and males obtained from soil samples were examined.

Morphological characterization

Morphological identification of *Rotylenchulus* spp. immature females is important characteristics such as lip region, stylet, vulva position and tail (Palomares-Rius et al., 2018). In female, lip region conoid-rounded not set off, finely annulated (Fig. 4C, 4D). Stylet long and well developed. Stylet knobs rounded, sloping posteriorly. Excretory pore is situated opposite middle of isthmus to opposite anterior part of pharyngeal lobe. Pharyngeal glands overlapping intestine laterally and mostly ventrally. Lateral field distinct with three lines (Fig. 4B, 5D). The female reproductive system is amphidelphic with two ovary. The vulva situated near the middle of body

(Fig. 4E). Tail with bluntly rounded terminus, annulation around terminus prominent (Fig. 4A, 4F). In male, similar to immature female except for genital system and a more curved posterior part of body (Fig. 5A, 5B). Tail broadly rounded with

rounded tip (Fig. 5E, 5F, 5G). Gubernaculum and spicules well developed, ventrally arcuate (Fig. 5C).



Figure 1. Photomicrograf of *Rotylenchulus borealis* immature females. A- anterior region (lip, stylet, median bulb, excretory pore) B- whole body, C- posterior region (vulva, tail).



Figure 2. Photomicrograf of *Rotylenchulus borealis* males. A- whole body, B- anterior region (lip, stylet, excretory pore), C- tail (gubernaculum, spicula).

The morphometric characteristics of *R. borealis* male and female in the Turkey soybean population were studied and measured. Morphometric of the immature female and male of *R. borealis* is reported in Table 2 and 3 for this study. Body length in females measured 529.8 μm . When we compare this with the study data of the previous results of Germani (1978), Van Den Berg et al (2003), Liskova et al. (2002) and Tan and Okten (2008), it was larger than other measurements. The stylet length was measured 15.1 μm , it was shorter than the descriptions 18.3 μm reported by Tan and Ökten (2008). However, it was longer than reported of Germani (1978), Liskova et al. (2002) and Van Den Berg et al (2003). Vulva was calculated as 61.0 %. This rate was higher than previously reported by Tan and Okten (2008). However it was lower than reported of Germani (1978), Liskova et al. (2002), Van Den Berg et al. (2003). Robinson et al. (1997) by; Vulva (%) between 55 and 66 morphologically confirms that it is *R. borealis*.

The excretory pore from anterior end measured 95.4 μm , it was longer than the descriptions reported by Liskova et al. (2002) and Van Den Berg et al. (2003). The tail length measured 46.5 μm , it was longer than the measurements reported by Tan and Okten (2008), Liskova et al. (2002) and Van Den Berg et al (2003).

Body length in males was 554.2 μm . When we compare this with the study data of the previous results of Germani (1978), Van Den Berg et al (2003), Liskova et al. (2002) and Tan and Okten (2008), it is larger than other measurements. So et al. (2012) reported that temperature and food plays an important role in body size. The stylet length was 11.7 μm , it was similarly by 11.5 μm than the descriptions reported by Van Den Berg et al (2003) but Germani (1978) and Liskova et al. (2002) was longer. The spicula length was 25.4 μm , it was longer than Germani (1978), Liskova et al. (2002) and Tan and Okten (2008).

Molecular characterization

The nematode population analyzed in this study were identified as *R. borealis*. according to molecular study. The PCR amplification of the 28S

rDNA D2-D3 region of the large subunit of the nematode population yielded single fragment of about 780 bp (Fig. 3). The BLAST analysis of these sequences from Turkey population revealed 98% similarity with the GenBank sequences from *R. borealis* (Accession no: MW173974.1).

According to phylogenetic analysis, the evolutionary relationships of the *R. borealis* shown in Fig 6. The tree is reconstructed from 31 sequences, out of which 10 sequences belong to species of *R. borealis* group, 10 from *R. macrosoma* group, 10 from *R. reniformis* group and *Xiphinema index* as out group taxon. Alignment and phylogenetic analysis of D2-D3 sequences revealed several clades that were separated by varying bootstrap support (BS) values in the Maximum likelihood (ML) analysis.

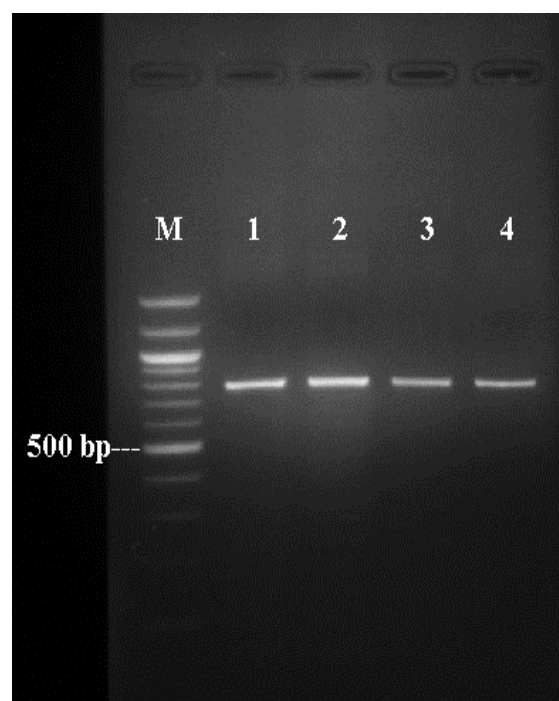


Figure 3. PCR products of *Rotylenchulus borealis* population obtained from soybean field, Turkey using D2A-D3B primer pairs. M= molecular size marker (100 bp DNA ladder), Line 1- 4= samples of *R. borealis*.

Table 2. Morphometrics of *Rotylenchulus borealis* males from a soybean field and comparison with previous study measurements. (All measurements are in μm). (Means \pm standard deviation).

| Characteristics | This study n=20 | | Van Den Berg et al. (2003) n=6 | | Germani (1978) n=8 | | Tan and Okten (2008) n=6 | | Liskova et al. (2002) n=5 | |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) | Mean \pm SD (Min.-Max.) |
| L | 554.2 \pm 30.5 (486.2-599.2) | 478 \pm 25.1 (448-513) | 480-570 | 520 \pm 0.016 (470-580) | 445 \pm 17.1 (416-459) | | | | | |
| a | 32.7 \pm 1.2 (31.0-35.5) | 28.4 \pm 3.1 (25-33) | 24-36 | 34.87 \pm 1.57 (30.37-39.71) | 31 \pm 1.5 (28.7-32.1) | | | | | |
| b | 4.2 \pm 0 (3.7-4.6) | 4.3 \pm 0.3 (3.8-4.5) | 4.0-5.5 | 4.14 \pm 0.11 (3.72-4.55) | 4.0 | | | | | |
| c | 13.8 \pm 1 (12.4-16.2) | 14 \pm 0.7 (12.7-14.6) | 11-18 | 10.56 \pm 0.80 (8.68-13.76) | 14 \pm 0.1 (12.8-15.3) | | | | | |
| c' | 3.6 \pm 0.4 (2.9-4.3) | 2.9 \pm 0.4 (2.6-3.5) | - | 4.7 \pm 0.33 (3.3-5.7) | 3.0 \pm 0.3 (2.6-3.5) | | | | | |
| Lip region diameter | 5.3 \pm 0.3 (4.8-5.8) | 7 \pm 0.6 (6-7) | - | - | - | | | | | |
| Lip region height | 4.0 \pm 0.3 (3.5-4.5) | 4 \pm 0.4 (3.7-4.4) | - | - | - | | | | | |
| Stylet length | 11.7 \pm 0.5 (10.8-12.4) | 12 \pm 0.8 (11.5-13) | 13-14 | - | 13 \pm 0.8 (11.5-13.5) | | | | | |

Table 3. Morphometrics of *Rotylenchulus borealis* females from a soybean field and comparison with previous study measurements. (All measurements are in μm). (Means \pm standard deviation).

| Characteristics | This study | Van Den Berg et al. (2003) | Germani (1978) | Tan and Okten (2008) | Liskova et al. (2002) |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | n=20 Mean \pm SD (Min.-Max.) | n=8 Mean \pm SD (Min.-Max.) | n=18 (Min.-Max.) | n=12 Mean \pm SD (Min.-Max.) | n=8 Mean \pm SD (Min.-Max.) |
| L | 529.8 \pm 23.0 (486.3-558.0) | 426 \pm 18.8 (406-457) | 360-550 | 510 \pm 0.007 (470-550) | 428 \pm 18.4 (410-457) |
| a | 31.3 \pm 1.6 (28.8-34.2) | 25.5 \pm 2.5 (20.5-28.9) | 23-31 | 34.7 \pm 1.3 (27.3-45.1) | 29 \pm 2.3 (7-14.5) |
| b | 3.2 \pm 0 (2.8-3.6) | 3 \pm 0.2 (2.8-3.3) | 2.0-3.3 | 3.87 \pm 0.18 (2.9-4.81) | 4.2 \pm 0.3 (3.9-4.6) |
| c | 11.5 \pm 1 (8.6-13.4) | 13.2 \pm 1 (11.6-14.5) | 12.5-17.3 | 15.05 \pm 0.8 (12.9-20.6) | 13.9 \pm 1.4 (12.7-16.7) |
| c' | 4 \pm 0 (4.3-5) | 3.4 \pm 0.4 (2.7-3.7) | 3-4 | 3.6 \pm 0.19 (2.6-4.6) | 3.4 \pm 0.3 (2.9-3.8) |
| V (%) | 61.0 \pm 1.2 (57.9-63.0) | 64 \pm 1.9 (61-67) | 57-67 | 60.5 \pm 0.8 (55-64) | 63 \pm 1.3 (62-65) |
| DGO | 2.4 \pm 0.3 (1.9-2.8) | - | - | - | - |
| Lip region diameter | 3.2 \pm 0.3 (2.58-3.6) | 7.5 \pm 0.4 (6.5-8) | - | - | - |

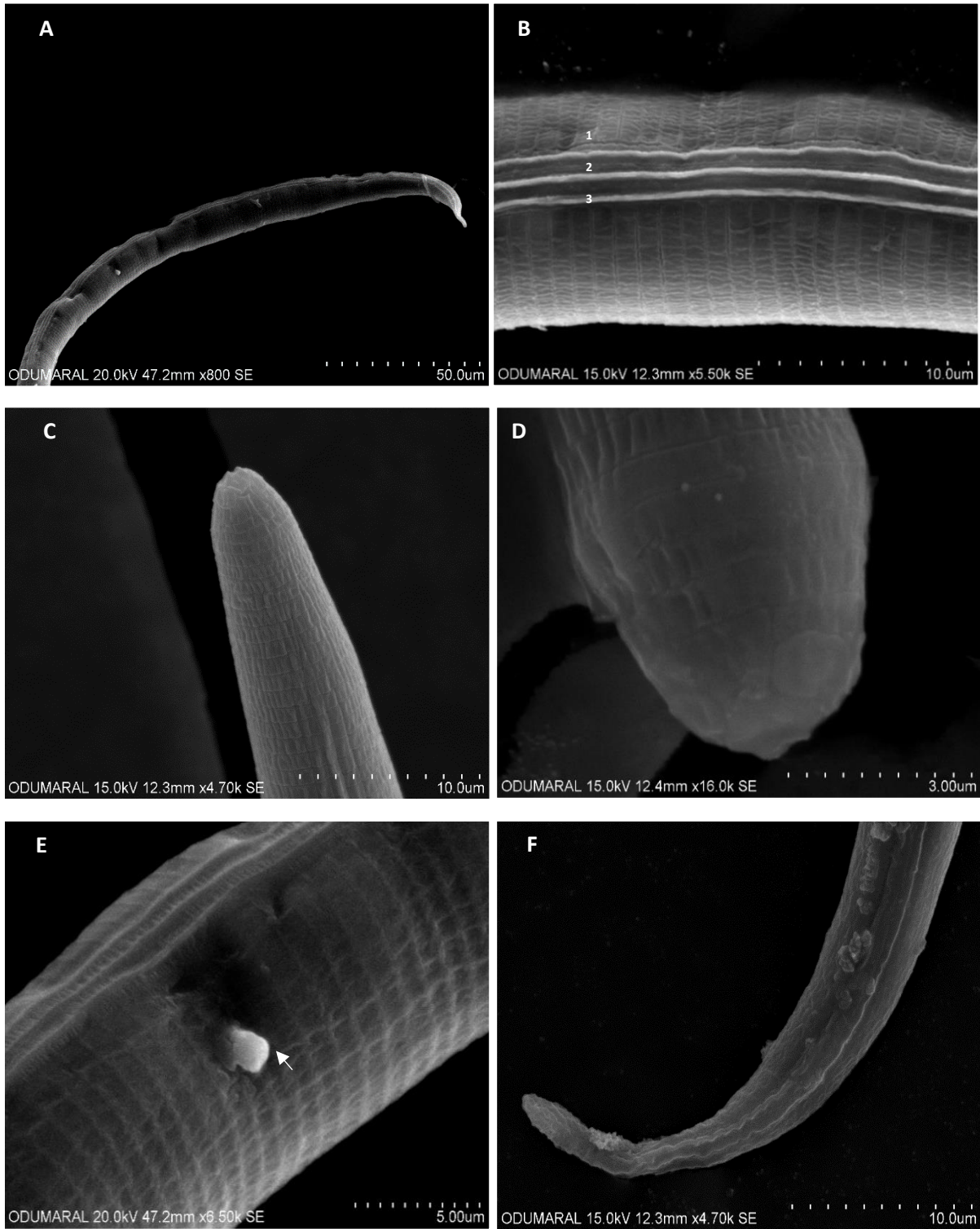


Figure 4. SEM photomicrographs of *Rotylenchulus borealis* immature female: (A) posterior region; (B) lateral field in middle body region showing lateral line; (C) anterior region; (D) head region; (E) vulva; (F) tail region.

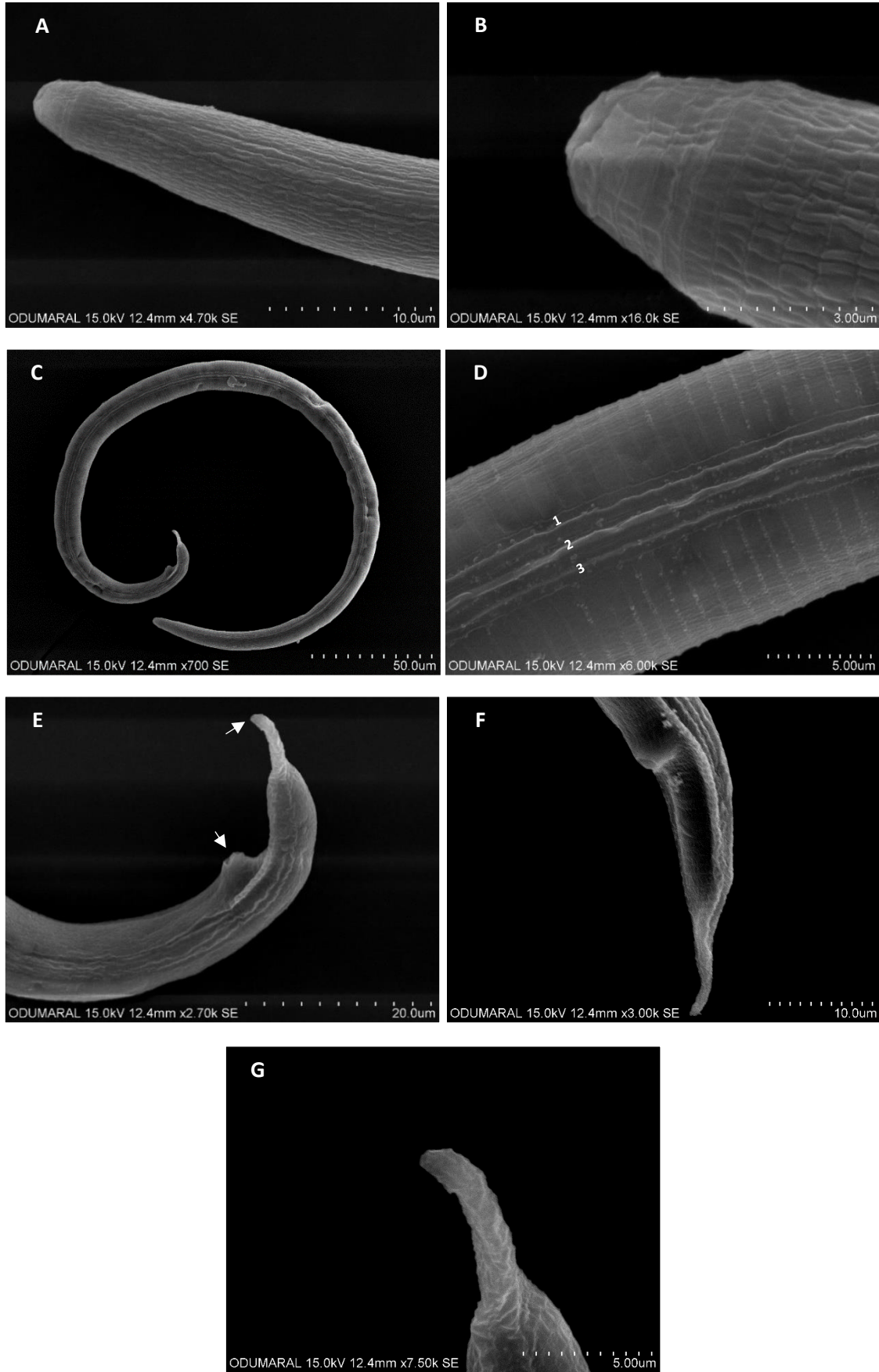


Figure 5. SEM photomicrographs of *Rotylenchulus borealis* male: (A) anterior region; (B) head region; (C) whole body; (D) lateral field in middle body region showing lateral line; (E) tail region and cloaca; (F) tail region; (G) tail terminus.

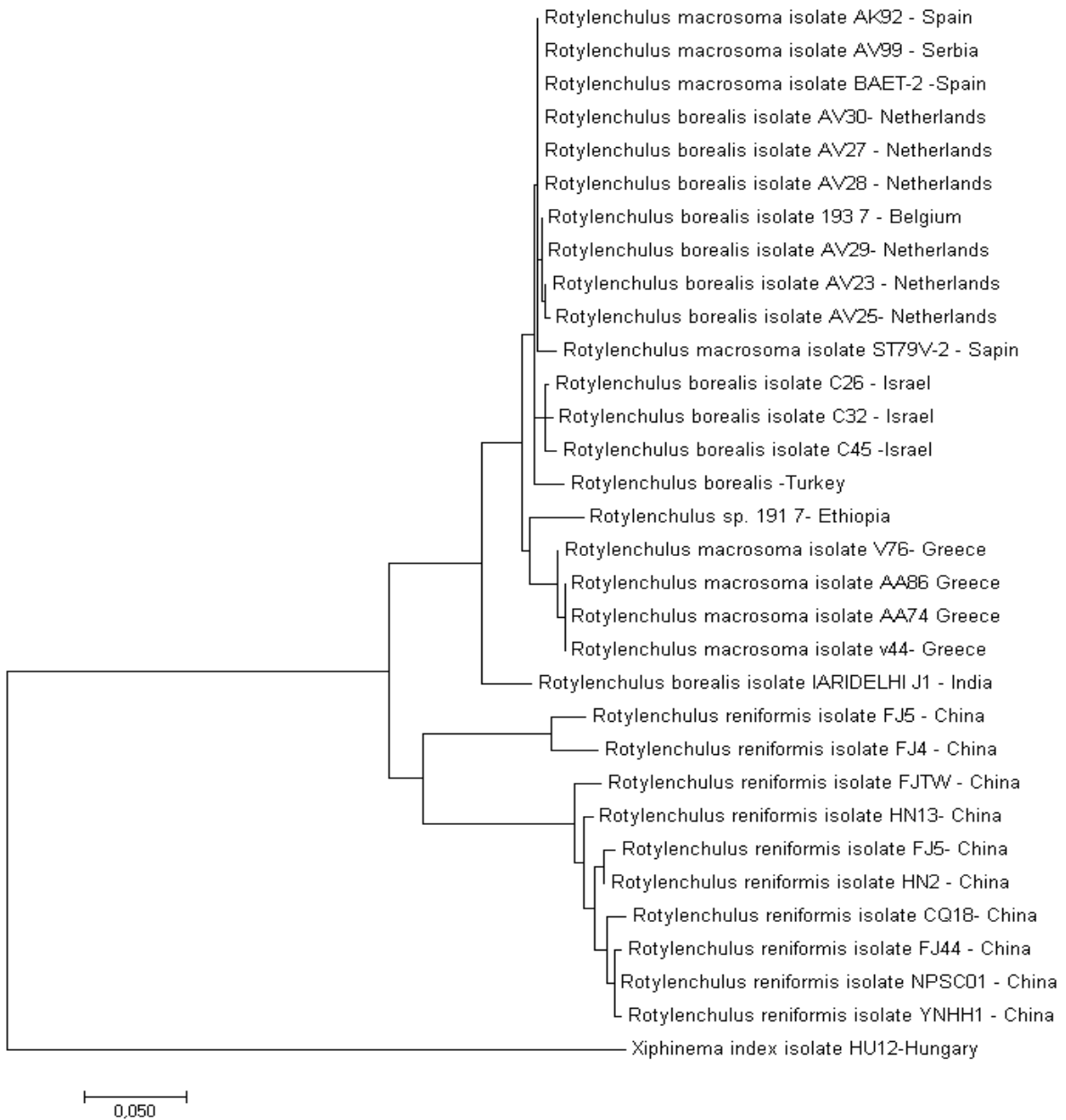


Figure 6. Maximum likelihood (ML) phylogenetic tree of *Rotylenchulus borealis*, inferred from D2 expansion segment of LSU rDNA. The analysis was using 1000 bootstrap replicates. *Rotylenchulus borealis* (Turkey) obtained from this study. *Xiphinema index* sequences were used as out group for the construction of phylogram.

Rotylenchulus borealis is one of the important species from reniform nematodes. This species has been reported from European countries; Estonia, France, Germany, Italy, Spain, Slovak Republic, Turkey and Netherlands (Dasgupta et al., 1968; Germershausen and Gunther, 1984; Ryss, 1992; Liskova, 2002; Tan and Okten, 2008). However it has also been reported in West Africa, Cameroon, Kenya, Rwanda and South Africa (Van Den Berg et al., 2003). Until now, *R. borealis* was detected on *Arachis hypogea*, *Phaseolus vulgaris*,

Zea mays, *Pisum sativum*, *Solanum tuberosum*, *Sorghum bicolor*, *Ipomoea batatas*, *Citrus* spp. *Cucumis melo*, *Chenopodium album*, *Gossypium hirsutum*, *Grass* spp., *Musa cavendishii*, *Vitis* spp. (Bello, 1972; Germani, 1978; Desgupta et al., 1968; Loof and Oostenbrink, 1962; Robinson et al., 1997; Tan and Okten, 2008). However, the nematode hasn't been found in soybean-grown areas. Among the six reniform species identified from different plants in Turkey, this species was reported for the

first time on melon (*Cucumis melo* L.) (Tan and Okten, 2008).

Conclusion

Soybean production is important for Turkey and cultivated areas increases especially in recent years. The important plant parasitic nematodes have been identified in soybean areas worldwide, and host selection of the species varies. The correct diagnosis of nematode species is essential to choose adequate control methods. It is also important to distinguish between the different species of nematodes occurring associated with a specific crop to make decisions on appropriate control measures. Therefore, morphological and molecular characters were used to identify *Rotylenchulus* species from a soybean field in Turkey. All the results confirmed that this species is *R. borealis*.

Conflict of Interest Declaration: The authors have no conflict of interest concerned to this work.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Bello, A. 1972. *Rotylenchulus borealis* en los cultivos de agrinos (*Citrus* spp.) del levante español. *Nematropica* 2, 25.
- Dasgupta D.R., Raski, D.J., Sher, S.A. 1968. A revision of the genus *Rotylenchulus* Linford and Oliveira 1940 (Nematoda: Tylenchidae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 35, 169-172.
- De Ley, P., Félix, M. A., Frisse, L. M., Nadler, S. A., Sternberg, P.W., Thomas, K. W. 1999. Molecular and morphological characterisation of two reproductively isolated species with mirror-image anatomy (Nematoda: Cephalobidae). *Nematology*, 1, 591–612.
- Devran, Z., Söğüt, M. A. 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41(2), 128.
- Elekcioglu, I. H., Ohnesorge, B., Lung, G., Uygun, N. 1994. Plant parasitic nematodes in the east Mediterranean region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22(1), 59-63.
- Fortuner, R. 1987. A reappraisal of Tylenchina (Nematoda). 8. The family Hoplolaimidae Filip'ev, 1934. *Revue de Nématologie*, 10(2), 219-232.
- Gava, R., Da Silva, T. R., Cotrim, M. F., Abreu, A. B. L., Anselmo, J. L., Teodoro, P. E. 2020. Irrigation management in soybean crops influences the occurrence of nematodes in the soil. *Bioscience Journal*, 36(5), 1645-1651.
- Germani, G. 1978. Caracters morphobiométriques de trois especes ouestafricaines de *Rotylenchulus* Linford & Oliveira, 1940 (Nematoda: Tylenchida). *Rev. Nematology*, 1, 241-250.
- Germershausen, K., Günther, P. 1984. *Rotylenchulus borealis* Loof & Oostenbrink, 1962 in der DDR. *Nacr. Bl. Pfl.-Schutzdienst DDR*, 38: 91.
- Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In *Nucleic acids symposium series* 41(41), 95-98.
- Hooper, D.J., 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes, Reference book 402, J.F. Southey, ed. (London, UK: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food).
- Kularathna, M.T., Overstreet, C., McGawley, E.C., Stetina, S.R., Khanal, C., Godoy, F. M.C., McInnes. B.K. 2019. Pathogenicity and reproduction of isolates of reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*, from Louisiana on soybean. *Nematropica* 49:31-41.
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K. 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7), 1870-1874.
- Lišková, M., Troccoli, A., Vovlas, N., Sasanelli, N. 2002. On the occurrence of *Rotylenchulus borealis* in the Slovak Republic. *Helminthologia*, 39(3), 165-167.
- Loof, P.A.A., Oostenbrink, M. 1962. *Rotylenchulus borealis* n. sp. with a key to the species of *Rotylenchulus*. *Nematologica*, 7, 83-90.
- McDonald, A., Fourie, H., Loots, G. 2001. Plant-parasitic nematodes in field crops in South Africa. 6. Soybean. *Nematology*, 3(5), 447-454.
- Palomares-Rius, J. E., Cantalapiedra-Navarrete, C., Archidona-Yuste, A., Tzortzakakis, E. A., Birmipilis, I. G., Vovlas, N., Castillo, P. 2018. Prevalence and molecular diversity of reniform nematodes of the genus *Rotylenchulus* (Nematoda: Rotylenchulinae) in the Mediterranean

- Basin. *European Journal of Plant Pathology*, 150(2), 439-455.
- Palomares-Rius, J. E., Clavero-Camacho, I., Archidona-Yuste, A., Cantalapiedra-Navarrete, C., León-Ropero, G., Braun Miyara, S. and Castillo, P. 2021. Global distribution of the reniform nematode genus *Rotylenchulus* with the Synonymy of *Rotylenchulus macrosoma* with *Rotylenchulus borealis*. *Plants*, 10(1), 1-24.
- Robinson, A. F., Inserra, R. N., Caswell-Chen, E. P., Vovlas, N., Troccoli, A. 1997. *Rotylenchulus* species: Identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica*, 27(2), 127-180.
- Ryss, A. 1992. Some records of plant parasitic nematodes (Nematoda, Tylenchida) from Estonia. *Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised, Bioloogia*, 41(2), 72-76.
- Sipes B. S, Schmitt D. P. 2000. *Rotylenchulus reniformis* damage thresholds on pineapple. *Acta Horticulturae*, 529, 239-245.
- So, S., Garan, Y., Miyahara, K., Ohshima, Y., 2012. Body size change in various nematodes depending on bacterial food, sex and growth temperature. *Worm*, 1(2), 93-97.
- Tan, A., Ökten, M., 2008. Tylenchid nematodes associated with melon growing in Diyarbakir province, Turkey. *International Journal of Nematology*, 18(2), 235-243.
- Van Den Berg, E., Marais, M., Gaidashova, S., Tiedt, L. R. 2003. Hoplolaimidae Filip'ev, 1934 (Nemata) from Rwandan banana fields. *African Plant Protection*, 9(1), 31-42.
- Van den Berg, E., Palomares-Rius, J.E., Vovlas, N.; Tiedt, L.R., Castillo, P., Subbotin, S.A. 2016. Morphological and molecular characterisation of one new and several known species of the reniform nematode, *Rotylenchulus* Linford & Oliveira, 1940 (Hoplolaimidae: Rotylenchulinae), and a phylogeny of the genus. *Nematology*, 18, 67-107.
- Vovlas, N., Subbotin, S. A., Troccoli, A., Liebanas, G., Castillo, P. 2008. Molecular phylogeny of the genus *Rotylenchus* (Nematoda, Tylenchida) and description of a new species. *Zoologica Scripta*, 37(5), 521-537.
- Wang, K., 2019. Reniform nematode. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/r_reniformis.htm

Endemik Serik Armudu (*Pyrus serikensis* Güner & Duman)'nun Yaprak ve Meyve Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslara Karşı Biyofungisidal Aktivitesi

Aslı YAVUZ¹, Abdurrahman ONARAN¹, Yusuf BAYAR^{2*}

¹Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

^{2*}Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, 40100, Türkiye

*Sorumlu Yazar: yusuf.bayar@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.10.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.03.2022 Kabul Tarihi: 16.03.2022

Öz

Pyrus serikensis (Serik armudu) ülkemizde yetişen endemik bir türdür. Bu çalışmada, hıyar, patates ve elmadaki bitki patojeni olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* ve *Monillina fructigena*'ya karşı serik armudunun yaprak ve meyve kısımlarından elde edilen etanol ekstraktlarının biyofungisidal aktivitesi araştırılmıştır. Bitki ekstraktlarının biyofungisidal aktiviteleri *in vitro* koşullar altında belirlenmiştir. Denemeler 0.1, 0.5, 1, 2, 5 mg/ml'lik ekstrakt dozları ile gerçekleştirilmiştir. Denemede agar petri metodu kullanılmıştır. Fungusların ekstraktlara karşı aktivite değerleri miselyum gelişimi, miselyum gelişim engellemesi, lethal doz olarak hesaplanmıştır. Ekstraktlar, *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *S. sclerotiorum* ve *M. fructigena* karşı farklı oranlarda biyofungisidal aktivite göstermelerine karşın *R. solani*'ye karşı her hangi bir aktivite göstermediği saptanmıştır. En yüksek etki, yaprak ekstraktının 5mg/ml'lik dozunda %100 oranında miselyal gelişimi engellemesiyle *M. fructigena*'ya karşı gözlenmiştir. Bitki ekstraktlarına karşı en hassas olan türün *M. fructigena* olduğu belirlenmiştir. *M. fructigena* için lethal doz (LD₅₀)'un yaprak ekstraktında 0.48 mg/ml, meyve ekstraktında ise 0.72 mg/ml olduğu belirlenmiştir. Denemelerde diğer patojenlere karşı da letal doz değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *P. serikensis* yaprak ve meyve ekstraktlarının, bitki patojenlerinin kontrolünde biyofungisidal etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Bitki ekstraktları ile yapılan çalışmalar yeni alternatif biyofungisidal maddeler elde etmek açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Bitki Ekstraktları, Antifungal aktivite, Lethal Doz, *Pyrus serikensis*

Bio-Fungicidal Activity Against Some Plant Pathogens of Endemic *Pyrus serikensis* Güner & Duman Leaf and Fruit Extracts

Abstract

Pyrus serikensis (Serik pear) is an endemic species growing in our country. In this study, the biofungicidal activity of ethanol extracts obtained from the leaf and fruit parts of serik pear against plant pathogens (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* and *Monillina fructigena*) on cucumber, potato and apple were investigated. Biofungicide activities of plant extracts were determined under *in vitro* conditions. Trials were conducted against the tested plant pathogens with doses of 0.1, 0.5, 1, 2.5 mg/ml. The agar petri dish was used in the experiment. The activity values of the fungi against the extracts were calculated as mycelium growth, mycelium growth inhibition, lethal dose. Extracts of *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *S. sclerotiorum* and *M. fructigena* showed biofungicide activity at different rates against plant pathogens. However, no activity against the *R. solani* was observed in the extracts. The highest effect was against the *M. fructigena*, with the leaf extract inhibiting mycelial growth by 100% at a dose of 5 mg/ml. The pathogen species most sensitive to plant extracts was determined as *M. fructigena*. The lethal dose (LD₅₀) for *M. fructigena* was calculated as 0.48 mg/ml in leaf extract and 0.72 mg/ml in fruit extract. Lethal dose against other pathogens was calculated. According to the results obtained, it was found that the leaf and fruit

extract of *P. serikensis* had bio-fungicide effects in the control of plant pathogens. Studies with plant extracts are important in terms of obtaining new alternative bio-fungicides.

Key words: Plant extracts, Antifungal activity, Lethal dose, *Pyrus serikensis*

Giriş

Dünya’da ve ülkemizdeki tarım alanlarında, tükettiğimiz sebze ve meyvelerde ürün kayıplarına neden olan çok önemli hastalık etmenleri bulunmaktadır. Bu hastalık etmenlerinden, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* solgunluk hastalığı Dünya’nın birçok yerinde hıyar bitkilerinde kök ve gövde çürüklüğüne sebep olarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu patojen hıyar bitkisine özelleşmiştir (Ahn ve ark., 1997; Owen, 1955). Hıyar yetiştirilen alanlarda önemli kayıplara neden olan hastalıklardan birisi de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary ’un neden olduğu beyaz çürüklük hastalığıdır. Bu etmen seralarda bitki çeşidine ve ortam koşullarına bağlı olarak yüksek düzeyde ürün kayıplarına neden olmaktadır (Aksay ve ark., 1991). *Monillinia fructigena* elma meyvelerinde mumyalaşma hastalığına neden olarak ve yumuşak ve sert çekirdekli meyve ağaçlarında meyvelerin mumyalaşarak dalda asılı kalması şeklinde kendini göstermektedir (Van ve ark., 2000). *Rhizoctonia solani* Kühn, kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına neden olan hem yumru hem de toprak kaynaklı bir fungustur. Bitkinin stolon ve gövde kısmında çürümelere yol açarak, bitkideki besin maddelerinin diğer organlara taşınmasını engeller, gelişme geriliğine ve verim kayıplarına yol açar. Yine yumru üzerinde siyah siğillenme, çatlama gibi şekil bozukluklarına neden olmaktadır (Anonim, 2000).

Türkiye’de Antalya ilinin Serik ilçesinde yetişen *Pyrus serikensis* (Serik armudu) bitkisi endemik bir armut türüdür. Halk arasında ‘Zingit’ veya ‘Gurmut’ olarak adlandırılan Serik armudu (Duman, 2007), ülkemizde sınırlı bir yayılışa sahiptir. *P. serikensis*, ağaç veya ağaççık formunda olup, çalılışma eğilimi gösteren ve 10 metreye kadar boylanabilen bir bitki türüdür. Taç kısmı küresel görünüşlü ve genellikle yayvan, gövde çapı en fazla 50 cm civarındadır (Gökceoğlu ve ark. 2008).

Günümüzde bitkisel kaynaklı hastalıklarla mücadelede çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır. Bunların başında ise kimyasal mücadele gelmektedir. Fakat kimyasal mücadelenin tarım alanlarındaki zararı ise oldukça fazladır. Bu zararlar tarım alanlarını giderek daha kullanışsız hale getirmektedir. Bu mücadelelere ek olarak alternatif yöntemler geliştirilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda bitkilerden elde edilen ekstraktların

antifungal (Kalkışım, 2012; Erdoğan ark., 2016; Şin ark., 2017; Bayar ve Genç, 2021), antibakteriyel (Basım ark., 2000; Baydar ark., 2004; Kalhora ark., 2014), nematisidal (Hatipoğlu ve Kaşkavalcı, 2007; Kaşkavalcı ve Civelek, 2009; Tan, 2011), herbisidal (Kordali vd., 2009; Yılar ark., 2020;) ve insektisidal (Gökçe ark., 2006; Karakoç ark., 2013; Asiry ark., 2022) etkilere sahip olduğu bir çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir.

Bu çalışma, Akdeniz bölgesinde endemik olarak yetişen *Pyrus serikensis*’in yaprak ve meyve kısımlarından elde edilen etanol ekstraktlarının, hıyar, patates ve elmada görülen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* ve *Monillinia fructigena* patojenlerine karşı biyofungisidal aktivitesini test etmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Bitki Materyali

Pyrus serikensis’in yaprak ve meyve kısımları 2016 yılında gelişme dönemlerine göre, Antalya/Serik ilçesinden toplanmıştır. Bitki kısımları steril saf su ile yıkanarak oda sıcaklığında gölgede kurutulmuştur. Daha sonra bitki kısımları öğütücüden geçirilerek öğütülmüştür.

Fungus Kültürleri

Çalışmada kullanılan bitki patojeni funguslar Çizelge 1’de verilmiştir. Bu funguslar Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarında bulunan stok kültürlerden elde edilmiştir. Fungus kültürleri, 20 ml Potato Dextrose Agar (PDA) içeren 90 mm petri kaplarında 23±2 °C’de 7 gün geliştirildikten sonra çalışmada kullanılmıştır.

Bitki Ekstraktları

Bitkinin öğütülmüş farklı bitki kısımlarının her birinden 100’er gr alınarak 1 L’lik cam kaplara konulmuştur. Cam kap içerisindeki bitki kısımlarının üzerini kapatacak şekilde etanol organik çözücüsü (gr/mL) ilave edilmiştir. Her bitki kısmı için aynı işlem tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında 72 saat orbital çalkalayıcıda 120 rpm de karıştırılmıştır. Yetmiş iki saat çalkalanan bitki örnekleri daha sonra filtre kağıdı yardımıyla süzülerek, organik çözücüden uzaklaştırılmıştır. Saf ekstraktlar 10, 50, 100, 200 ve 500 mg dozunda tartılmıştır. Daha sonra tartılan ekstraktlar, sulu %50’lik 10 ml asetonla çözülmüştür.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki patojeni funguslar

| Bitki patojeni | Hastalığın Türkçe ismi | Konukçu | İzolasyon yeri |
|--|------------------------|---------|----------------|
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i> (Foc) | Fusarium solgunluğu | Hıyar | Antalya |
| <i>Rhizoctonia solani</i> (Rs) | Kök çürüklüğü | Patates | Kırşehir |
| <i>Monillinia fructigena</i> (Mf) | Monilya | Elma | Gümüşhane |
| <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Ss) | Beyaz çürüklük | Hıyar | Antalya |

In vitro Antifungal Aktivite

Antifungal etkiyi belirlemek amacıyla agar plate metodu uygulanmıştır (Nwosu ve Okafor, 1995). Hazırlanan PDA'lar otoklav edilerek 40°C'ye kadar soğutulmuştur. Bitkinin farklı kısımlarından elde edilmiş olan etanol ekstraktının farklı dozları (10, 50, 100, 200 ve 500 mg/mL) PDA ile karıştırılmıştır. Daha sonra, PDA'lar 60 mm çaplı petri kaplarına (~10 mL/petri) aktarılmıştır. Yedi günlük fungus kültürlerinden alınan miselyum diskleri (5 mm) petri kaplarına inokule edilmiştir. Fungus kültürleri inokulasyondan sonra 23±2°C'de 10 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır. Bitki patojenlerinin fungal gelişimleri her günün sonunda ölçülmüş ve 7 gün boyunca kaydedilmiştir. Koloni çapının ölçümü fungus koloni çapının birbirine dik ayrı yönde ölçülmesi şeklinde yapılmıştır (Benjlali ark., 1984). Fungusların miselyum gelişimleri kontroldeki gelişimle kıyaslanarak yüzde miselyum gelişmesi hesaplanmıştır.

Pozitif kontrol olarak standart bir fungusit olan thiram %80 (Hektaş grup) ticari firmanın önerdiği dozda kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak %50 aseton kullanılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Yüzde miselyum gelişmesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Pandey ve ark., 1982).

$$I=100x(dc-dt)/dc$$

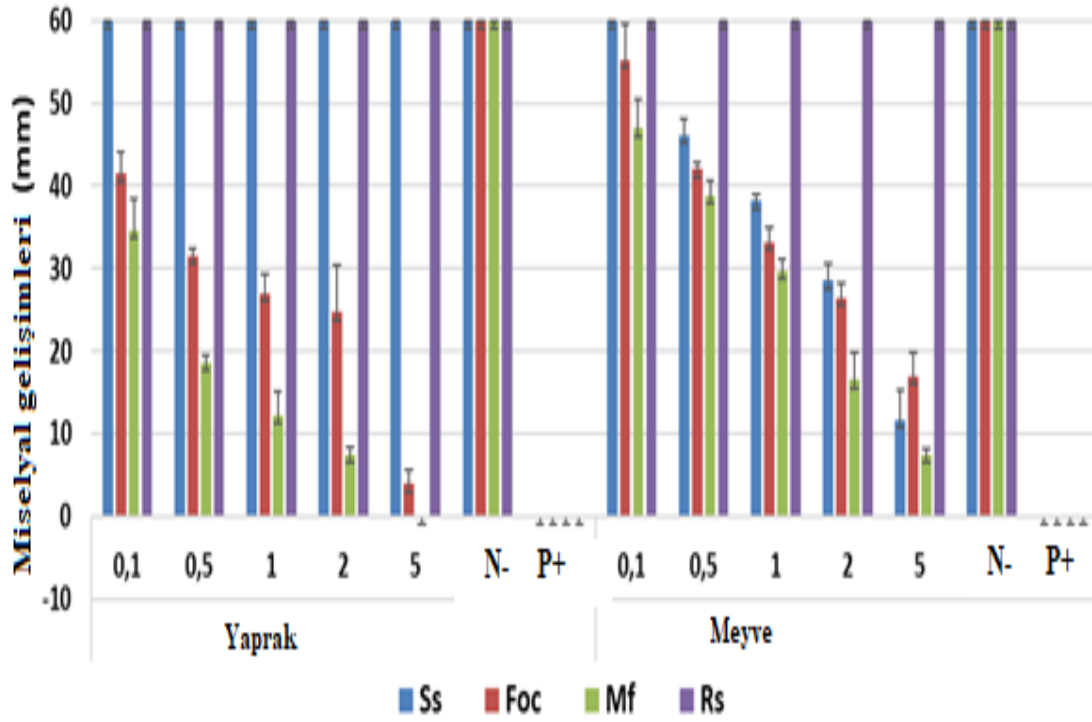
I; Yüzde miselyum gelişmesi
dc; Kontroldeki miselyum gelişmesi
dt; Davranışlardaki miselyum gelişmesi

Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen veriler, SSPS 15.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır, ortalamalar arasındaki farklar DUNCAN testi ile belirlenmiştir. Letal dozlar (LD₅₀₋₉₀) Polo 1.0 programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, Serik armudunun yaprak ve meyve etanol ekstraktlarının önemli bitki patojenlerinden *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Monillinia fructigena* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı biyofungisidal etkileri araştırılmıştır. Bitki patojenlerinin Serik armudunun yaprak ve meyve ekstraktlarına karşı göstermiş oldukları miselyum gelişmeleri Şekil 1'de verilmiştir. Foc, Ss ve Mf'ye karşı biyofungisidal aktivite gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, yaprak ve meyve ekstraktlarında Rs'ye karşı herhangi bir aktivite gözlemlenmemiştir (Şekil 1). Bütün bitki ekstraktları, doz artışına bağlı olarak aktivite göstermiştir.



Şekil 1. *Pyrus serikensis* yaprak ve meyve ekstraktlarının fungusların miselyum gelişimi üzerine etkileri (mm)

Bu ekstraktların farklı dozları, Ss'ye karşı % 0 ile % 80, Foc'a karşı % 8 ile % 93, Mf'ye karşı ise % 22 ile % 100 oranında fungusların miselyal gelişimini engellemiştir (Çizelge 2). Sonuçlara göre,

R. solani'nin, bitki ekstraktlarına karşı en duyarlı fungus olduğu, bunu sırasıyla *S. sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* ve *M. fructigena*'nın takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. *P. serikensis*'in yaprak ve meyve ekstraktlarının fungusların miselyum gelişimini engellemesi (%)

| Bitki Kısımları | Dozlar (mg/ml) | Funguslar | | | |
|-----------------|----------------|-----------|-----|-----|-----|
| | | Ss | Foc | Mf | Rs |
| Yaprak | 0,1 | - | 31 | 42 | - |
| | 0,5 | - | 47 | 69 | - |
| | 1 | - | 55 | 80 | - |
| | 2 | - | 59 | 88 | - |
| | 5 | - | 93 | 100 | - |
| | Meyve | 0,1 | - | 8 | 22 |
| | 0,5 | 23 | 30 | 35 | - |
| | 1 | 36 | 45 | 50 | - |
| | 2 | 52 | 56 | 72 | - |
| | 5 | 80 | 72 | 88 | - |
| N- | Aseton %10 | - | - | - | - |
| P+ | Thiram %80 | 100 | 100 | 100 | 100 |

N-: Negatif kontrol, P+: Pozitif kontrol, (-): Aktivite gözlemlenmedi, Ss: *Sclerotinia sclerotiorum*, Foc: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, Mf: *Monillinia fructigena*, Rs: *Rhizoctonia solani*

P. serikensis ekstraktlarının LD₅₀ (Test organizmalarının %50'sini öldüren doz) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre; Ss için yaprak ve meyve ekstraktlarının LD₅₀ değerleri 0.00 ve 1.67 mg/ml; Foc için 0.48 ve 1.47 mg/ml; Mf

için sırasıyla 0.17 ve 0.72 mg/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. *P. serikensis* ekstraktlarının funguslara karşı letal doz değerleri (mg/ml)

| Bitki Kısımları | LD Değerleri | Funguslar | | | |
|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | Ss | Foc | Mf | Rs |
| Yaprak | LD ₅₀ | 0.00 | 0.48 | 0.17 | 0.00 |
| | Slope | - | 0.925±0.081 | 1.222±0.094 | - |
| | Heterojenite | - | 1.13 | 1.09 | - |
| Meyve | LD ₅₀ | 1.67 | 1.47 | 0.72 | 0.00 |
| | Slope | 1.751±0.119 | 1.143±0.089 | 1.165±0.085 | - |
| | Heterojenite | 0.92 | 0.85 | 1.52 | - |

LD: Letal Doz, Ss: *Sclerotinia sclerotiorum*, Foc: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, Mf: *Monillinia fructigena*, Rs: *Rhizoctonia solani*

Daha önce bitki ekstraktları ile yapılan çalışmalarda ekstraktların bitki patojenleri üzerine aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Kordali ve ark., 2009; Özcan ve ark., 2013; Bayar ve Genç 2021). Daha önce yapılan bir çalışmada *P. serikensis*'in de içerisinde bulunduğu farklı armut türlerinin (*Pyrus* spp.) çeşitli mikroorganizmalar üzerine etkileri belirlenmiştir. Serik armudu meyvesinin etil asetat ekstraktı ile elde edilen en önemli sonuç, *P. serikensis* ekstraktının, *Pseudomonas fluorescens*'in gelişimini engelleyen tek test materyali olmasıdır. Özellikle, *P. serikensis* meyve ekstraktının, önemli antifungal aktiviteler gösterdiği ve alternatif yeni ilaç tedavilerinde antimikrobiyal ajan olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (Güven ve ark., 2006).

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan bitki ekstraktları doza bağlı olarak farklı bir biyofungisidal aktivite seviyesi göstermiştir. Belirlenen aktiviteler ekstraktların, biyopestisit olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Bu bulgular ışığında daha çok çalışmanın yapılması gerekmektedir. Ek olarak, ilk kez bu çalışma ile *Pyrus serikensis*'in bitki patojenlerine karşı antimikrobiyal özellikleri araştırılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ahn I.P, Chung H.S., ve Lee Y.H. 1997. Vegetative compatibility groups and pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Plant Disease*, 82, 244–246.
- Aksay, A., Biçici, M. ve Çınar, O.,1991. Beyaz Çürüklük Etmeni *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) De Bary'a Karşı Antagonistlerin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 55-62.
- Anonim, 2000. Patates Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Asiry, K.A, Al-Nasser, A.S. ve Abohassan R.A. 2022. Repellent and toxic effects of some plant extracts on subterranean termite *Psammotermes hybostoma* (Isoptera:

- Rhinotermitidae). Intl J Agric Biol 27:99–104
- Basim, H., Yeğen, O. ve Zeller, W. 2000. Antibacterial effect of essential oil of *T. spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 107, 279-284.
- Bayar, Y ve Genç, N. 2021. Total Phenolic, Total Flavonoids, Antioxidant and Antifungal Activity of *Inula viscosa* Extracts from Turkey. *Agrica*, 10, 46-54.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Ozkan, G. ve Karadoğan, T. 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15, 169-172.
- Benjilali, B., Tantadui-Elaraki, A., Ayadi, A. ve Ihlal, M. 1984. Method to Study Antimicrobial Effects of Essential Oils: Application to the Antifungal Activity of Six Moroccan Essences. *Journal of Food Protection*, 47, 748-752.
- Duman, H. 2007. Türkiye Florasını Koruma Çalışmaları, Hedef 8, Zingit/Gurmut [*Pyrus serikensis* "tehlikede (EN)"] Bağbahçe 14 (Kasım-Aralık 2007). 18-20.
- Erdogan, O., Celik, A. ve Zeybek, A. 2016. In Vitro Antifungal Activity of Mint, Thyme, Lavender Extracts and Essential Oils on *Verticillium dahliae* Kleb. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (11), 4856-4862.
- Güven, K., Yücel, E., Çetintaş, F. 2006. Antimicrobial Activities of Fruits of *Crataegus* and *Pyrus*. *Species Pharm. Biol.*, 44 (2), 79–83. DOI: <https://doi.org/10.1080/13880200600591253>
- Gökçe, A., Whalon, M.E., Çam, H., Yanar, Y., Demiştaş, İ. ve Gören, N. 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, 149, 197-202.
- Gökceoğlu, M., Işık, K., Sümbül, H., Ünal, O. ve Göktürk, R. 2008. Belek Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Serik Armudu (*Pyrus serikensis*) Türünün Biyolojik Çeşitlilik Yönünden Korunması ve İzlenmesi. *Akdeniz Üniv. Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi (Ak-Biyom) ve T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Ankara*.
- Hatipoğlu, A. ve Kaşkavalcı, G. 2007. Kök-ur nematodları [*Meloidogyne incognita* (Kofoid&White) Chitwood]'na karşı savaşta bazı bitki kısımlarının etkileri üzerine araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 31 (2), 139-151.
- Kalhor, M. A., Farheen, S. ve Aqsa, N.U. 2014. The Antimicrobial activity of ethanol extract of *Vitex agnus castus*. *American International Journal of Contemporary Research*, 1 (1), 47-50.
- Kalkışım, Ö. 2012. In vitro antifungal evaluation of various plant extracts against walnut anthracnose (*Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces et de Not.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3&4), 309-313.
- Karakoç, Ö. C., Tüfekçi, A.R., Demirtaş, İ. ve İpek, A. 2013. *Salvia tchihatcheffii* ve *Salvia cryptantha* Uçucu Yağlarının ve Ekstraktlarının İki Önemli Depo Zararlısı Üzerindeki İnsektisidal Aktiviteleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (1), 155-158.
- Kaşkavalcı, G. ve Civelek, H.S. 2009. Effects of Two Plant Extracts on the Damage of *Meloidogyne incognita* in Tomato Plants. *Ekoloji*, 18 (72), 16-22.
- Kordali, Ş., Çakır, A., Akcin, T.A., Mete, E., Akcin, A., Aydın, T. ve Kılıç, H. 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Industrial Crops and Products*, 29, 562-570.
- Nwosu, M. O. ve Okafor, J. L. 1995. Preliminary studies of the antifungal activities of some medicinal plants against *Basidiobolus* and some other pathogenic fungi. *Mycoses*, 38, 191-195.
- Owen, J. H. 1955. *Fusarium* wilt of cucumber. *Phytopathology*, 45, 435-439.
- Şin, Bahadır, Kadioğlu, İ. ve Onaran, A. 2017. Parazit bitkilerden (*Orobancha ramosa* L., *Cuscuta campestris* Yunck. ve *Viscum album* L.) elde edilen ekstraktların bazı bitki patojeni funguslara karşı antifungal etkileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 20 (1), 61-69.

- Tan, A.N. 2011. Nematisit Etkili Bitkiler ve Bitki Ekstraktları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (2), 165-173.
- Yılar, M., Bayar, Y., Abaci Bayar, A.A and Genc, N. 2020. Chemical composition of the essential oil of *Salvia bracteata* Banks and the biological activity of its extracts: antioxidant, total phenolic, total flavonoid, antifungal and allelopathic effects. *Botanica serbica*. 44 (1): 71-79.

Tarımsal Üretimde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus annuus*, L.) Üretimi Örneği

Arif SEMERCİ^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: arifsemerci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.02.2022 Kabul Tarihi: 08.02.2022

Öz

Türkiye, dünyanın önemli yağlık ayçiçeği üreticisi ülkelerinden biridir. 2019 yılı FAO verilerine göre dünya genelinde ayçiçeği üretim alanı 27.4 milyon ha olup, üretim miktarı da 56 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin bu verilerdeki payı sırasıyla %2.75 ve %3.75'tir. 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 676 bin ha alanda 1.95 milyon ton yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleşmiştir. Trakya'nın Türkiye yağlık ayçiçeği üretim alanlarındaki payı %50.37, üretim miktarındaki payı ise %45.89'dur. Bu veriler Trakya'nın ülke genelinde yağlık ayçiçeği üretim merkezi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı; araştırma alanı olarak belirlenen Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve İstanbul illerinde yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan fiziki girdilerin miktarlarının belirlenmesi ve üretimde yer alan faktörlerin kaynak kullanım etkinliğinin tespit edilmesidir. Araştırmada kullanılan veriler "Tabakalı Örneklem Yöntemi" ile belirlenen 53 yerleşim birimindeki 571 tarım işletmesinden anket yoluyla elde edilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen işletmeler iller bazında 5 grupta değerlendirilmiştir. Üretim fonksiyonu kullanılarak elde edilen yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin denklemin belirlilik katsayısı (R^2) 0.907 olup, yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe azalan getiri söz konusudur ($\Sigma\beta$: 0.932). İşletme geneli dikkate alındığında marjinal etkinlik katsayılarına göre; yağlık ayçiçeği üretiminde tohum ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin (0.03) fazla kullanıldığı, gübre girdisinin optimum düzeyde (1.03), işgücü girdisinin ise fazla (0.86) kullanıldığı anlaşılmıştır. Yapılan çalışma, iller bazında yağlık ayçiçeği üretiminde; verim, tohum, gübre, tarımsal mücadele ilacı, yağış faktörleri bakımından istatistiki açıdan önemli derecede fark görüldüğünü ortaya koymuştur. Araştırma alanında ortalama verim 1773 kg ha^{-1} , birim alanda yağlık ayçiçeği üretim değeri ise 1135 USD olarak hesaplanmış olup, iller arasında en yüksek üretim değeri Çanakkale ilinde (1404 USD /ha) elde edilmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim maliyeti 929 USD ha^{-1} olup, kg başına maliyetin en düşük olduğu il Edirne (0.47 USD), en yüksek olduğu il ise İstanbul (0.68 USD) olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde birim alandan elde edilen brüt kar değeri 580 USD ha^{-1} , bu değer en yüksek olduğu il yine Çanakkale ilidir (716 USD ha^{-1}). İşletmelerin ortalaması baz alındığında brüt kar değerinin üretim değerine oranı %51.15, Nispi Kar değeri ise 1.22 olarak hesaplanmıştır. Fayda/Masraf oranı en düşük il 0.94 ile İstanbul, en yüksek değere sahip il ise 1.37 ile Edirne ili olmuştur. Çalışma sonucunda; yağlık ayçiçeği üretiminde yer alan girdilerin hem işletmeler genelinde hem de işletme büyüklük grupları bazında yeterince etkin bir şekilde kullanılmadığı ve bu durumun da ürün maliyetinin artmasına ve üretici gelirinin azalmasına neden olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yağlık Ayçiçeği, Girdi Kullanımı, Etkinlik, Üretim Maliyeti, Türkiye.

Determination of Resource Utilization Efficiency in Agricultural Production: Oily Sunflower (*Helianthus annuus*, L.)

Abstract

Turkey is one of the world's major producers in oily sunflower production. According to 2019 FAO data, worldwide the sunflower production area is 27.4 million ha, and the amount of production is 56 million tons. Turkey's share in the data respectively 2.75% and 3.75%. According to TURKSTAT data for 2019, 1.95

million tons of sunflower for oil was produced on 676 thousand hectares in Turkey. The share of Thrace Region's in oily sunflower production areas in Turkey is 50.37%, while the share in production quantity is 45.89%. These data show that Thrace Region is the oily sunflower production center throughout the country. Aim of this study is to determine the amount of physical inputs used in the production of sunflower for oil in Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ and Istanbul provinces, and calculate the resource use efficiency of the factors involved in production. The data used in the study were obtained through a questionnaire from 571 agricultural enterprises in 53 settlements determined by the "Stratified Sampling Method". The coefficient of determination (R^2) of the equation for oily sunflower production is 0.907, and there is a decreasing return to scale in oil sunflower production ($\sum\beta_i$: 0.932). Considering the agricultural farms in general, according to the marginal efficiency coefficients in oily sunflower production, it has been found that seeds and pesticides are used more (0.03), fertilizer input is used at optimum level (1.03) and labor input is used in excess (0.86). This study explains that in oily sunflower production there is a statistically significant differences in terms of yield, seed, fertilizer, pesticide and rainfall factors on the basis of provinces. The average yield in the research area is 1773 kg ha⁻¹a, and the sunflower production value per unit area is calculated as 1135 USD, and the highest production value among the provinces is obtained in Çanakkale (1404 USD ha⁻¹). The production cost of oily sunflower is 929 USD ha⁻¹ in the enterprises examined, and the lowest cost per kg is determined as Edirne (0.47 USD) and the highest one is Istanbul (0.68 USD). In the research the gross profit value obtained per unit area is 580 USD ha⁻¹, and the highest value is Çanakkale (716 USD ha⁻¹). Based on the average of the enterprises, the ratio of the gross profit value for oily sunflower production is calculated as 51.15% and the relative profit value as 1.22. The province with the lowest benefit / cost ratio is Istanbul with 0.94, and the province with the highest value is Edirne with 1.37. In the results of the study; it has been understood that the inputs in oily sunflower production are not used efficiently both across the enterprises and on the basis of business size groups, and this situation causes the product cost to increase and the producers' income to decrease.

Key words: Oily Sunflower, Input Use, Efficiency, Production Cost, Turkey.

Giriş

Dünya genelinde yağlı tohumlu bitkiler; soya fasulyesi, ayçiçeği, yerbıstığı, kolza, susam, aspir, zeytin, mısır, palmiye tohumu, hindistan cevizi, yağ keteni ve hint yağı bitkileri olarak ifade edilmektedir. Üretim miktarları bakımından ilk sıralarda soya, kolza, ayçiçeği, yerbıstığı, pamuk tohumu ve palm çekirdeği bitkileri yer almaktadır (Semerci, 2019a). Ayçiçeği, tohum içeriğindeki yüksek yağ miktarı (%22-50) nedeniyle bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yağ bitkisidir. Ayçiçeği yağı besin değeri yüksek olan yağlardan biridir. 2018 yılı verilerine göre dünya bitkisel ham yağ üretiminin %9.52'si, Türkiye'de ise bitkisel ham yağ üretiminin %46.00'sü ayçiçeğinden karşılanmaktadır (USDA, 2020).

Türkiye, 2019 yılı verilerine göre dünya ayçiçeği ekim alanlarının %2.75'ini, üretim miktarının da %3.75'ini karşılamaktadır (FAO, 2020). Bunun yanı sıra dünya ayçiçeği üretiminin %2.60'ı, Türkiye üretiminin de %7.66'sı çerezlik olarak tüketilmektedir (FAO, 2020). 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 676 bin ha alanda 1.95 milyon ton yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleşmiştir. Araştırma alanı olarak belirlenen Trakya kesiminin Türkiye yağlık ayçiçeği üretim alanlarındaki payı %50.37, üretim miktarındaki payı ise %45.89'dur (TÜİK, 2020).

Tarımsal üretimde kaynakların etkin kullanımı ve verimlilik ülke ekonomisi ve üretici

refahı açısından büyük öneme sahiptir. Zira, üretim faktörlerinin optimal düzeyde kullanımı üretim maliyetlerini de önemli düzeyde azaltabilmektedir. Dünya genelinde yağlık ayçiçeği üretiminde girdi kullanımı ve kaynak etkinliğinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yürütülmüştür (MousaviAvval ve ark., 2011; Irugu ve ark., 2017; Sonawane ve ark., 2019). Bununla birlikte yağlık ayçiçeğinde ürün maliyetine yönelik olarak yapılan araştırmalar da bulunmaktadır (Aydın, 2014; Unakıtan ve Aydın, 2018; Dalchiavon ve ark., 2019; Yüksek, 2019; Dügmeçi ve Çelik, 2020; Nategh ve ark., 2020).

Bu çalışmada; Türkiye'nin Avrupa kıtasında kalan Trakya kesiminde ekonomik açıdan yüksek derecede öneme sahip olan yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan üretim girdilerinin marjinal etkinlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla iller bazında; girdilere ilişkin elastikiyet katsayısı, marjinal verim, marjinal verim değeri, marjinal etkinlik katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada illere göre, yağlık ayçiçeği üretiminde girdi kullanım durumu yanında ürüne ilişkin üretim değeri, brüt kar, net kar ve nispi kar değerleri incelenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular konu ile ilgili yapılan diğer çalışma bulgularıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Dünya genelinde ve Türkiye özelinde yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi ve üretimde kullanılan girdilerin üretim miktarı üzerine etkisini ölçmek için yapılan fonksiyonel

analiz çalışmalarına ilişkin yürütülen araştırmalara ait bilgiler özet olarak altta verilmiştir.

Oğuz ve Altıntaş (2002) tarafından yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği üretimi için brüt marj, net kar ve nispi kar kar değerleri belirlenmiştir. Çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıkı ilişkileri araştırılmış ve değişkenlere ait etkinlik katsayıları hesaplanarak yorumlanmıştır. Günden ve ark.(2006) tarafından Trakya’da yapılan bir araştırmada Edirne, Kırklareli, Tekirdağ illeri için yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan girdilerin birim miktarları hesaplanmış, analiz edilerek yorumlanmıştır.

MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde girdi maliyetleri ile verim arasındaki ilişki fonksiyonel analiz yardımıyla belirlenmiştir. Aydın (2014) Trakya’da yapmış olduğu çalışmada incelemiş olduğu işletmeler için birim alanda kullanılan girdi miktarları belirlenmiş, ürünün üretim değeri, brüt kar ve net kar değeri yanında nispi kar değeri hesaplanarak analiz edilmiştir.

Irugu ve ark (2017) tarafından yapılan araştırmada yağlık ayçiçeği üretimi fonksiyonel analiz yardımıyla incelenmiştir. Araştırmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıkı ilişkileri araştırılmış ve değişkenlere ait etkinlik katsayıları hesaplanmıştır. Unakitan ve Aydın (2018) tarafından yürütülen araştırmada 1530 kg ha⁻¹ ayçiçeği verimi için; üretim değeri 1132 USD ha⁻¹, üretim maliyeti 1106.13 USD ha⁻¹, fayda/masraf oranı ise 1.20 olarak hesaplanmıştır.

Dalchiavon ve ark. (2019) tarafından Brezilya’da yapılan bir araştırmada ayçiçeği ürününün maliyeti ve üretimde kullanılan girdi maliyetleri belirlenmiştir. Sonawane ve ark. (2019) tarafından Hindistan’da yapılan araştırmada ayçiçeği üretiminde giri ve çıkı arasındaki ilişki ekonometrik analiz yapılarak belirlenmiştir. Düğmeci ve Çelik (2020) tarafından yapılan çalışmada yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi yapılmıştır. Nategh ve ark. (2020) tarafından İran’da yapılan bir araştırmada ayçiçeği için üretim değeri, brüt kar ve net kar değeri yanında nispi kar değeri hesaplanarak analiz edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen araştırma bulguları 3 alt konu başlığında verilmiştir. Bunlardan birincisi yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan girdilerin üretim miktarına etkisinin üretim fonksiyonu yardımıyla ölçülmesi, ikincisi üretimde kullanılan kaynakların etkinlik düzeylerinin belirlenmesi ve yorumlanması, son olarak da iller bazında yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin ürün geliri, değişen ve sabit masraflar, ürün maliyeti, brüt kar, net kar ve nispi karlılık oranı üzerine etkisinin incelenmesidir.

Bu bağlamda çalışmada elde edilen bulgular diğer araştırma bulgularıyla karşılaştırılarak incelenmiş ve yorumlarda bulunulmuştur.

Materyal ve Metot

Araştırmanın birincil verileri Edirne, Kırklareli, Tekirdağ illeri ile Çanakkale ve İstanbul illerinin Avrupa bölümünde yer alan 571 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada yağlık ayçiçeği konusunda yayınlanan raporlardan da geniş ölçüde faydalanılmıştır.

Yapılan araştırmada Tabakalı Örneklemeye Yöntemlerinden “Neyman Yöntemi” kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{\Sigma(NhSh)^2}{N^2D^2 + \Sigma Nh(Sh)^2}$$

n= Örnek hacmi

Nh=h. tabakadaki birim sayısı (frekans)

Sh=h. tabakanın standart sapması

N= Toplam birim sayısı

S= Standart sapma

t= Seçilen güven sınırı ile ilgili “t değeri”

N= Örneklemeye çerçevesine ait toplam birim sayısı

D= d/z

d= Ortalamadan belirli bir oranda sapma

z=Eğer birim sayısı 30’un üzerinde ise t

dağılımındaki z değeri kullanılır.

Örnek hacminin tabakalara dağıtılmasında aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n = NhSh * n / \Sigma NhSh$$

Anket sayısının belirlenmesinde %95 güven aralığı ve %1 ortalama sapma dikkate alınmış ve 571 anket uygulanmıştır (Yamane, 1967; Çiçek ve Erkan, 1996).

Araştırmada iller bazında yağlık ayçiçeği üretimine yönelik analizler yapılmıştır. Bu kapsamda, uygulanan örneklemeye yöntemine göre; Çanakkale ilinde 21 işletme (139.5 ha), İstanbul ilinde 26 işletme (295.3 ha), Kırklareli ilinde 116 işletme (1308.4 ha), Edirne ilinde 175 işletme (1177.5 ha) ve Tekirdağ ilinde 233 işletme (2430.55 ha) olmak üzere toplam 571 tarım işletmesinde 5351.25 ha alanda yağlık ayçiçeği üreten işletmelerden elde edilen veriler yardımıyla analizler yapılmıştır.

Yağlık ayçiçeğinde kısmi bütçe analizi yöntemi uygulanması nedeniyle ürünün Gayri Safi Üretim Değeri yerine ürüne ait Üretim Değeri dikkate alınmıştır. Araştırmada yağlık ayçiçeği üretiminde üreticilerin toprak hazırlığından hasat aşamasına kadar olan aşamaların tamamında alternatif maliyet yöntemi kullanılmıştır (Kıral ve ark, 1999).

Üretim Değeri: Ürün Verim Değeri (kg ha⁻¹)* Ürün Satış Fiyatı (USD kg⁻¹)

Değişen Masraflar: Toprak İşleme + Ekim ve Tohum + Gübre ve Gübreleme+ İlaç ve ilaçlama + Hasat + Nakliye masrafları + Sermaye Faizi

Sabit Masraflar: Arazi Kirası + Yönetim Gideri

Sermaye Faizi: Yağlık ayçiçeği üretiminde sermaye faizi; T.C. Ziraat Bankası'nın 2009 yılında bitkisel üretime uyguladığı yıllık faiz oranının (sübvansiyon kısmı düşüldükten sonra kalan faiz oranının) yağlık ayçiçeği üretim dönemine düşen payı olan %7 değeri dikkate alınmıştır

Arazi Kirası: İşletme sahiplerinin yağlık ayçiçeği üretiminde kiraladıkları alanların kira değeri ya da üretim yapılan alanın alternatif maliyet prensibine göre kira değerleri dikkate alınmıştır.

Yönetim Gideri: Yönetim Giderleri: Toplam Masraflar * %3

Ürün Maliyeti: Değişen Masraflar + Sabit Masraflar
Brüt kâr, üretim faaliyetlerinin rekabet güçlerinin belirlenmesinde önemli bir başarı ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Araştırmada hem yağlık ayçiçeği hem de diğer ürünler için brüt kar ve net kar değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan yöntem aşağıda verilmiştir.

Brüt Kar: Üretim Değeri - Değişen Masraflar

Mutlak (Net) Kar: Üretim Değeri -(Değişen Masraflar+Sabit Masraflar)

Nispi Kar (Fayda/Masraf Oranı): Üretim Değeri / (Değişen Masraflar+Sabit Masraflar)

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu özellikle tarım ekonomisi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan fonksiyon tiplerinden biridir (Debertin, 2012). Cobb-Douglas üretim fonksiyonu çift taraflı logaritmik bir yapıya sahiptir. Modelde her X değişkeninin katsayısı, Y bağımlı değişkeninin o değişkene göre (kısmi) esnekliğini ölçer. Genel denklem aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Gujarati ve Porter, 2014):

$$Y = \alpha X_1^{b_1} X_2^{b_2} X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n}$$

Eşitlikte; Y çıktıyı (output), X_i'ler üretimde kullanılan faktörleri, β_i 'ler ise üretim faktörlerinin elastikiyet katsayılarını göstermektedir. Cobb-Douglas fonksiyonu iki taraflı logaritması alındıktan sonra doğrusal formda aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\log Y = \log \alpha + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \dots + \beta_k \log x_k + e^u$$

Denklemden β_i sembolleri üretimde yer alan girdilere ilişkin üretim elastikiyetlerini belirtmektedir (β_i=1, 2,...n). Üretim elastikiyetlerin, gösteren katsayıların (β_i) önem düzeyleri,

$$t \beta_i = \beta_i / se(\beta_i)$$

denklemden yararlanılarak test edilmiştir.

Regresyon denkleminde ait; çoklu regresyon (R) ve belirleme katsayısı (R²), bağımsız değişkenlere ilişkin elastikiyet katsayıları (β_i), standart hataları (seβ_i) ve önem düzeyleri (tβ_i), değişkenlerin geometrik ortalamaları (X_i, Y_i), basit korelasyon katsayıları (r_{ij}) ile denklemin standart sapması (S) ve önem seviyesi (F değeri) uygun bir istatistik paket programı yardımıyla yapılan regresyon analizi sonucunda belirlenmiştir. Çalışmada tahmin denkleminde ilgili olarak; Belirleme Katsayısı (R²), Kısmi Korelasyon Katsayılarının (b_i) Önem Testi, İçsel Bağlantı (otokorelasyon) ve Çoklu Bağlantı Varlığı (multicollinearity) testleri de yapılmıştır.

Regresyon denkleminin β_{ij} katsayıları aynı zamanda ait oldukları inputların üretim elastikiyetlerini de verdiklerinden bu katsayılar yardımıyla inputların marjinal verimliliğini belirlemek de mümkündür. Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonlarında üretim elastikiyetlerinin toplamı (Σβ_i) işletme ölçeği ile üretim miktarı ve gelir düzeyi arasındaki bağıntıya belirtmektedir. Buğday üretiminde kullanılan herhangi bir X_i girdisinin marjinal fiziksel veriminin (Marginal Physical Productivity-MPP-) hesaplanmasında altta verilen formül kullanılmıştır (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010).

$$MPP_{X_{ij}} = \beta_{ij} * GM(Y) / GM(X_i)$$

Eşitlikte; MPP_{X_i} girdinin marjinal fiziksel verimini, α_i girdinin regresyon katsayısını, GM(Y) bağımlı değişken olan ürünün geometrik ortalama değerini, ve GM (X_i) girdilerin geometrik ortalama değerlerini ifade etmektedir.

Cobb-Douglas modeli üretim fonksiyonlarının özelliği nedeniyle aritmetik ortalamalar yerine geometrik ortalamalar ile çalışılmaktadır. Üretimde yer alan girdilerin marjinal geliri (Marginal Revenue-MR-);

$$MjR_{X_j} = \beta_j * \frac{GM(Y)}{GM(X_{ij})} * Fy$$

formülü yardımıyla hesaplanmıştır (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010). Marjinal verimin ürün fiyatı ile çarpımı Marjinal Gelir'i vermektedir.

Marjinal gelirlerin faktör fiyatlarına bölünmesi ile elde edilen Marjinal Etkinlik Katsayıları (Marginal Efficiency Coefficients -MEC-) ekonomik bakımdan hangi girdinin etkin hangi faktörün de az ya da aşırı kullanıldığını ortaya koymaktadır. Çalışmada kullanılan marjinal etkinlik katsayısına ait formül aşağıda verilmiştir (Singh ve

ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010).

$$= \frac{MEC}{\text{Marginal Factor Cost (Factor Price or Opportunity Cost)}} = \frac{\text{Marginal Factor Revenue}}{\text{Marginal etkinlik katsayılarının yorumlanmasında ;}}$$

EK = 1 ise faktör etkin kullanılmaktadır (MR=MC).

EK > 1 ise faktör az kullanılmaktadır ve artırılmalıdır (MR>MC),

EK < 1 ise faktör aşırı kullanılmaktadır ve azaltılmalıdır (MR<MC)

kuralları göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmada, (Y) yağlık ayçiçeği üretim miktarını, (X) değişkenleri ise üretimde yer alan girdileri ifade etmektedir (Heady ve Dillon, 1961). Bu çalışmada kullanılan regresyon denkleminde bulunan faktörler altta gösterilmiştir.

Log Y : Yağlık ayçiçeği üretim miktarı (kg).

Log X₁ : Tohumluk miktarı (gram).

Log X₂ : Kimyasal gübre miktarı (kg).

Log X₃ : Tarımsal mücadele ilacı (cc-gram).

Log X₄ : Yağlık ayçiçeğinin üretim dönemindeki toplam yağış miktarı (mm).

Log X₅ : İşgücü kullanımı (saat).

Yağlık ayçiçeği üreten illerde birim alandan (da) elde edilen verim ve birim alanda kullanılan kullanılan girdi miktarları arasında istatistiki yönden farklılıkların belirlenmesinde “Tukey HDS Testi” nden yararlanılmıştır (Green ve ark., 2000; Çakıcı ve ark., 2003).

Bulgular ve Tartışma

2019 yılı FAO verileri göre dünya genelinde ayçiçeği üretim alanı 27.4 milyon ha olup, üretim miktarı da 56 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin bu verilerdeki payı sırasıyla %2.75 ve %3.75'tir. 2019 yılında ayçiçeği verim değeri dünya ortalaması 204.88 kg da⁻¹ iken bu değer Türkiye için 279.37 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünyada ve Türkiye’de Ayçiçeği Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (2019)

| | Ekilen Alan (ha) | Üretim Miktarı (ton) |
|-------------|------------------|----------------------|
| Dünya | 27368766 | 56072746 |
| Türkiye | 751693 | 2100000 |
| Türkiye (%) | 2.75 | 3.75 |

Kaynak: FAO, 2020. (erişim <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>)

2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de 676 bin ha alanda 1.95 milyon ton yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleşmiştir. Trakya kesiminin Türkiye yağlık ayçiçeği üretim alanlarındaki payı %50.37, üretim miktarındaki payı ise %45.89’dur.

Bu değerler Trakya’da yağlık ayçiçeği verim değerinin Türkiye ortalamasının altında olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

ayçiçeği verim değeri Türkiye ortalaması 288.47 kg da⁻¹ iken bu değer Çanakkale ilinde 297.50 kg da⁻¹, Kırklareli ilinde 284.84 kg da⁻¹, Edirne ilinde 262.57 kg da⁻¹, Tekirdağ ilinde 250.70 kg da⁻¹ ve İstanbul ilinde 227.48 kg da⁻¹ olmuştur.

Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Fonksiyonel Analizi

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tarımsal üretimde kaynak kullanımı etkinliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan

fonksiyonlardan biridir. Bu çalışmada üretim fonksiyonu yağlık ayçiçeği üretimi ile üretimde kullanılan faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışmada işletmelerin geneli için elde edilen üretim fonksiyonu tahmin denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\text{Log Y} = 1.775 + 0.654 \text{ Log X}_1 + 0.146 \text{ Log X}_2 + 0.113 \text{ Log X}_3 - 0.057 \text{ Log X}_4 + 0.076 \text{ Log X}_5$$

Denkleminde belirleme katsayısı (determination coefficient-R²) 0.907 olup, fonksiyonun “F_{hesap}” değeri %1 önem seviyesinde sıfırdan farklı bulunmuştur (F_{hesap}: 1099.20 > F_{tablo} 0,01 : 2.85) (Çizelge 3 ve 5). İncelenen il grupları için de (R²) ve F değeri de %1 düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. Türkiye’de ve Trakya’da Yağlık Ayçiçeği Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (2019)

| | Ekilen Alan (ha) | Payı (%) | Üretim Miktarı (ton) | Payı (%) |
|------------|------------------|----------|----------------------|----------|
| Tekirdağ | 136535.0 | 20.20 | 342299 | 17.55 |
| Edirne | 95049.8 | 14.06 | 249569 | 12.80 |
| Kırklareli | 74051.1 | 10.95 | 210930 | 10.82 |
| Çanakkale | 18235.0 | 2.70 | 54249 | 2.78 |
| İstanbul | 16639.0 | 2.46 | 37851 | 1.94 |
| Türkiye | 675983.4 | 100.00 | 1950000 | 100.00 |

Kaynak: TÜİK, 2020. (erişim <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)

TÜİK verilerine göre 2019 yılında yağlık

Çizelge 3. Yağlık ayçiçeği üretimi ANOVA tablosu

| Model | Kareler Toplamı | Serb. Der. (df) | Ortalamalar Karesi | F | Önem Düzeyi |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-------------------|
| 1 Regresyon | 81.423 | 5 | 16.285 | 1.099 | .000 ^a |
| Kalıntı | 8.370 | 565 | .015 | | |
| Toplam | 89.793 | 570 | | | |

a. Predictors: (Constant), isgucu, yagis, ilac, gubre, tohum

b. Dependent Variable: uretim

Yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin illere göre verim ve diğer girdilerine ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri; ortalama, minimum,

maksimum, standart sapma ve geometrik ortalama değerleri işletme büyüklük gruplarına göre düzenlenerek Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Tahmin Edilen Denklemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (*)

| Faktörler | Tanımlayıcı İstatistikler | Çanakkale | İstanbul | Kırklareli | Edirne | Tekirdağ | Genel |
|---|---------------------------|-----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| Yürün (kg/işletme ort.) | Ort. | 13035.15 | 11013.32 | 13863.76 | 8708.98 | 10876.38 | 10751.15 |
| | Min. | 6000 | 600 | 1900 | 400 | 250 | 250 |
| | Maks. | 33000 | 72000 | 146400 | 106200 | 295800 | 295800 |
| | Std. Sp. | 1.60 | 2.69 | 2.39 | 2.44 | 2.54 | 2.49 |
| | Geo. Ort. | 12884.4 | 10412.99 | 13322.5 | 8322.87 | 10371.04 | 10268.19 |
| X_{tohum} (gram /işletme ort.) | Ort. | 24778.54 | 32230.22 | 28654.18 | 17280.84 | 24153.93 | 22887.83 |
| | Min. | 10500 | 4200 | 3500 | 1400 | 875 | 875 |
| | Maks. | 48000 | 168400 | 280000 | 139500 | 900000 | 900000 |
| | Std. Sp. | 1.52 | 2.40 | 2.33 | 2.40 | 2.48 | 2.45 |
| | Geo. Ort. | 24563.67 | 31058.11 | 27667.38 | 16601.58 | 23188.34 | 21986.62 |
| $X_{\text{gübre}}$ (kg/işletme ort.) | Ort. | 1510.27 | 1876.3 | 1432.46 | 811.59 | 1308.66 | 1176.59 |
| | Min. | 650 | 240 | 200 | 90 | 50 | 50 |
| | Maks. | 3500 | 12000 | 13300 | 12000 | 36000 | 36000 |
| | Std. Sp. | 1.59 | 2.41 | 2.30 | 2.33 | 2.55 | 2.48 |
| | Geo. Ort. | 1488.38 | 1780.05 | 1364.93 | 768.85 | 1229.99 | 1108.62 |
| $X_{\text{zirai mücadele ilacı}}$ (gram-cc/işletme ort.) | Ort. | 6733.27 | 8174.84 | 10354.65 | 6263.55 | 6886.68 | 7318.14 |
| | Min. | 650 | 1500 | 1000 | 720 | 250 | 250 |
| | Maks. | 3500 | 40000 | 127500 | 72000 | 281400 | 281400 |
| | Std. Sp. | 1.76 | 2.18 | 2.70 | 2.57 | 2.80 | 2.69 |
| | Geo. Ort. | 6609.6 | 7904.61 | 9818.4 | 5947.75 | 6479.07 | 6921.74 |
| $X_{\text{yağış}}$ (mm/işletme ort.) | Ort. | 535.8 | 617.98 | 511.77 | 523.45 | 627.22 | 527 |
| | Min. | 535.8 | 580.7 | 476.6 | 487.9 | 476.6 | 476.6 |
| | Maks. | 535.8 | 760.4 | 603.8 | 551.6 | 580.7 | 760.4 |
| | Std. Sp. | 1.00 | 1.12 | 1.11 | 1.06 | 1.08 | 1.09 |
| | Geo. Ort. | 535.8 | 617.37 | 511.32 | 523.33 | 526.97 | 526.69 |
| $X_{\text{işgücü}}$ (saat/işletme ort.) | Ort. | 357.39 | 434.36 | 342.9 | 206.34 | 292.14 | 274.09 |
| | Min. | 117.5 | 24 | 62.86 | 20 | 18.33 | 18.33 |
| | Maks. | 865.88 | 1832.86 | 4900 | 3120 | 8400 | 8400 |
| | Std. Sp. | 1.66 | 2.68 | 2.51 | 2.8 | 2.83 | 2.76 |
| | Geo. Ort. | 349.44 | 283.78 | 319.64 | 186.23 | 264.42 | 249.13 |

(*): Çizelgede yer alan veriler orijinal hallerinin \log_{10} tabanına göre hesaplanan değerlerinin anti logaritmalarının alınmış durumlarını gösterir.

Yağlık ayçiçeği üretimine ait denklemdeki bağımsız değişkenlerin tamamı üretim miktarındaki değişimlerin %90.7'ini açıklama kabiliyetine sahiptir. Elde edilen tahmin denklemine ait belirleme katsayısı yatay kesit verileri için açıklama düzeyinin yeterli olduğunu göstermektedir. Çizelge 5 incelendiğinde Çanakkale ili için belirleme katsayısı 0.70 olup, diğer iller için bu değer 0.90'ın üzerindedir.

Araştırmada içsel bağlantı varlığının araştırılmasında “DW (d) Testi” kullanılmıştır.

İşletmelerin geneline ait denklemde “DW (d) Statistic” değeri 1.76 olarak elde edilmiştir (K=6; n=571). Çalışmada “DW (d) Statistic” hesap değeri tablo değeri ile karşılaştırılmış ve %1 önem düzeyinde modelde negatif veya pozitif yönde korelasyon olmadığı sonucuna varılmıştır ($d_{\text{tablo L 1.65}} - U 1.75$). Diğer işletme büyüklük grupları için de aynı durum söz konusudur. Yağlık ayçiçeği üretimine ilişkin fonksiyon analizinde yer alan değişkenlerin üretim elastikiyeti katsayıları ve önem düzeyleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5 . Üretim Faktörlerine İlişkin Belirlenen Parametreler ve İlgili Testler

| Değişkenler | Katsayıları ve İlgili Testler | Çanakkale | İstanbul | Kırklareli | Edirne | Tekirdağ | Genel |
|----------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| Katsayı | a | 0.849 | -0.007 | 1.175 | -1,251 | 3.009 | 1.725 |
| X ₁ (Tohum) | b _i | 0.429 | -0.041 | 0.712(*) | 0.357(*) | 0.880(*) | 0.654(*) |
| | t-test | 1.074 | -0.097 | 6.434 | 3.997 | 11.376 | 12.64 |
| X ₂ (Gübre) | b _i | 0.274 | 0.361 | 0.287(*) | 0.356(*) | -0.067 | 0.146(*) |
| | t-test | 0.846 | 1.572 | 2.944 | 5.647 | -0.928 | 3.452 |
| X ₃ (İlaç) | b _i | -0.221 | 0.725(**) | -0.047 | 0.215(*) | 0.087(*) | 0.113(*) |
| | t-test | -1.091 | 1.896 | -0.837 | 3.706 | 2.354 | 4.168 |
| X ₄ (Yağış) | b _i | - (***) | -0.020 | -0.05(**) | 0.037 | -0.099(*) | -0.057(*) |
| | t-test | - (***) | -0.200 | -1.87 | 1.589 | -4.983 | -4.308 |
| X ₅ (İşgücü) | b _i | 0.405(*) | -0.066 | 0.018 | 0.061 | 0.097(*) | 0.076(*) |
| | t-test | 2.528 | -0.405 | 0.391 | 1.478 | 2.724 | 3.138 |
| | R ² | 0.705 | 0.915 | 0.926 | 0.919 | 0.921 | 0.907 |
| | F | 9.55(*) | 43.21(*) | 273.88(*) | 396.96(*) | 541.29(*) | 1099.20(*) |
| | DW _{calculation} (α 0.01) | 2.098 | 2.054 | 1.801 | 1.811 | 1.817 | 1.759 |
| | DW _{Lower} (α 0.01) | 0.552 | 0.711 | 1.421 | 1.543 | 1.613 | 1.65 |
| | DW _{Upper} (α 0.01) | 1.759 | 1.881 | 1.670 | 1.708 | 1.735 | 1.745 |
| | ∑b _i | 0.887 | 0.959 | 0.92 | 1.206 | 0.898 | 0.932 |

(*): İstatistiki bakımdan %5 düzeyinde anlamlı.

(**): İstatistiki bakımdan %10 düzeyinde anlamlı.

(***): Yağış verisi tek bir istasyona ait olması ve güvenilir bulunmaması nedeniyle fonksiyon dışında tutulmuştur.

İşletmelerin geneline ait veriler incelendiğinde fonksiyonlarda yer alan değişkenlerin tamamının istatistiki açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu değerlere göre belirleme katsayısının yüksek olması ve istatistiki açıdan önemli bulunması yanında, açıklayıcı değişkenlerin önem düzeyinin %5 düzeyinde önemli bulunması nedeniyle çalışmada fonksiyonda yer alan değişkenler arasında çoklu bağıntı

(multicollinearity) olmadığı sonucuna varılmıştır (Gujarati ve Porter, 2014).

Yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin elastikiyet katsayıları toplamı ($\sum b_i$) hem genel hem de iller bazında 1'in altında kalmaktadır. Bu durum yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe azalan getirinin söz konusu olduğunu göstermektedir. Bu durum kullanılan faktörlerin marjinal verim değerleri incelendiğinde daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tahmin Edilen Denklemlere İlişkin Geometrik Ortalamalar (GO) ve Marjinal Verim (MPP) Değerleri

| Faktörler | | Çanakkale | İstanbul | Kırklareli | Edirne | Tekirdağ | Genel |
|-------------------------------------|------|-----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| Y Ürün | G.O. | 12884.40 | 10412.99 | 13322.50 | 8322.87 | 10371.04 | 10268.19 |
| X ₁ (Tohum) | G.O. | 24563.67 | 31058.11 | 27667.38 | 16601.58 | 23188.34 | 21986.62 |
| | M.V. | 0.23 | -0.01 | 0.26 | 0.18 | 0.39 | 0.31 |
| X ₂ (Gübre) | G.O. | 1488.38 | 1780.05 | 1364.93 | 768.85 | 1229.99 | 1108.62 |
| | M.V. | 2.37 | 2.11 | 3.75 | 3.85 | -0.56 | 1.35 |
| X ₃ (Tar. Müc. İlacı) | G.O. | 6609.6 | 7904.61 | 9818.40 | 5947.75 | 6479.07 | 6921.74 |
| | M.V. | -0.43 | 0.96 | 0.12 | 0.30 | 0.14 | 0.17 |
| X ₄ (Yağış) | G.O. | 535.8 | 617.37 | 511.32 | 523.33 | 526.97 | 526.69 |
| | M.V. | - | -0.34 | -3.86 | 0.59 | -1.95 | -1.11 |
| X ₅ (İşgücü) | G.O. | 349.44 | 283.78 | 319.64 | 186.23 | 264.42 | 249.13 |
| | M.V. | 14.93 | -2.42 | 0.75 | 2.73 | 3.80 | 3.13 |

G.O.: Geometrik Ortalama, M.V.: Marjinal Verim

Yağlık ayçiçeği üretiminde iller bazında tohum için marjinal verim değeri 0.31 kg olup, bu değer sırasıyla gübre için 1.35 kg, tarımsal mücadele ilacı için 0.17 kg, işgücü için de 3.13 kg düzeyindedir. Yağış için bu değer elastikiyet katsayısına paralel olarak -1,11 olup negatif karakter taşımaktadır. Yapılan incelemede araştırma bölgesine üretim döneminde yağlık ayçiçeği için gerekli olan yağış miktarından çok daha fazla yağış düştüğünü, bazı alanlarda sel şeklinde yağış olduğu meteoroloji kayıtlarından tespit edilmiştir. Bazı işletmeler ise aynı alanda ikinci defa toprak hazırlığı, tohum ekimi ve gübreleme yapmak durumunda kalmışlardır.

Üretimde kullanılan faktörlerin marjinal etkinlik katsayıları bu girdilerin üretimde aşırı,

optimum ya da az olarak kullanıldığını bariz bir şekilde açıklamaktadır. Zira bir faktörün marjinal etkinlik katsayısının 1'in altında olması ($MM > MR$) bu girdinin aşırı, 1'e eşit olması ($MM = MR$) optimum düzeyde kullanımı, 1'in üzerinde olması ise ($MR > MM$) az kullanıldığını göstermektedir (Çizelge 7). Diğer bir ifade ile; herhangi bir üretim faktörünün marjinal maliyeti o faktörün marjinal gelirinden yüksekse azaltılmalı, marjinal geliri marjinal maliyetine eşitse optimum kullanıma ulaşıldığı, marjinal geliri marjinal maliyetinden yüksek ise o faktörün optimum kaynak bileşimine ulaşabilmesi için artırılması gerektiğini işaret etmektedir.

Çizelge 7. Üretim Fonksiyonlarına İlişkin Üretim Faktörlerinin Marjinal Ürün Değerleri (MPV), Faktör Fiyatları (FP) ve Faktörlerin Marjinal Etkinlik Katsayıları (MEC) *

| Faktörler | Marjinal Göstergeler | Çanakkale | İstanbul | Kırklareli | Edirne | Tekirdağ | Genel |
|------------------------------------|----------------------|-----------|----------|------------|--------|----------|-------|
| X ₁ (Tohum) | MPV | | | | | | |
| | MC/FP | 0.10 | -0.01 | 0.12 | 0.08 | 0.18 | 0.14 |
| | MEC | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| X ₂ (Gübre) | MPV | 0.02 | - | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 |
| | MC/FP | 1.09 | 0.97 | 1.72 | 1.77 | -0.26 | 0.62 |
| | MEC | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| X ₃ (Tar. Müc.İlacı) | MPV | 1.82 | 1.62 | 2.87 | 2.95 | - | 1.04 |
| | MC/FP | -0.20 | 0.44 | 0.05 | 0.14 | 0.06 | 0.08 |
| | MEC | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.60 |
| X ₅ (İşgücü) | MPV | - | 0.17 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.03 |
| | MC/FP | 6.87 | -1.11 | 0.35 | 1.25 | 1.75 | 1.44 |
| | MEC | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| | | 4.09 | - | 0.21 | 0.75 | 1.04 | 0.86 |

*: Faktör Fiyatları: Ürün fiyat 0,64 USD/kg, tohum 5,5 USD/da, gübre 0,60 USD/kg, zirai mücadele ilacı 2,6 USD/da, işgücü 1,68 USD/kg olarak dikkate alınmıştır.

Marjinal etkinlik katsayısı her faktörün marjinal ürün değerinin faktör fiyatına bulunması ile elde edilmektedir. Araştırma alanındaki illerde yağlık ayçiçeği üretiminde tohum (0.01-0.03 aralığında) ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin (0.02-0.17 aralığında) fazla kullanıldığı, gübre girdisinin (1.62-2.95 aralığında) ise genel olarak değerlendirildiğinde optimuma yakın (1.03) düzeyde, işgücü girdisinin ise genel olarak optimuma yakın (0.86) düzeyde kullanıldığı anlaşılmaktadır. Ancak işgücü kullanımı Tekirdağ'da optimum (1.04) düzeyde, Kırklareli (0.21) ve Edirne illerinde (0.75) aşırı düzeyde, Çanakkale ilinde ise (4.09) az düzeyde kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Araştırma alanı genelinde değerlendirme yapıldığında; tohum ve tarımsal mücadele ilacının aşırı kullanıldığı ve azaltılması gerektiği; gübrenin optimum düzeyde, işgücünün ise optimuma yakın düzeyde kullanıldığı söylenebilir. Konu ile ilgili olarak yapılan diğer araştırma bulguları alta verilmiştir.

Güngör ve Semerci (1999) tarafından araştırma alanında yer alan Tekirdağ ilinde 1997 yılında yürütülen araştırmada veriler 100 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Oluşturulan denklemde tohum bedeli ve gübre bedeli değişkenleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.94, DW: 2.12 olup, tahmin denkleminde yer alan 7 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$: 1.03) ölçeğe sabit getiri sağladığı belirlenmiştir. Denklemde yer alan gübre bedeli ve çapalama değişkenlerine ait Marjinal Etkinlik Katsayısı değeri 1'in üzerinde olup, bu değer tohum bedeli ve tarımsal mücadele ilacı değişkenleri için 1'in altında hesaplanmıştır. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise tohum ve gübre bedeli olarak tespit edilmiştir.

Oğuz ve Altıntaş (2002) tarafından yapılan çalışmada tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.88, DW: 1.43, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) ise 1.15 olarak hesaplanmıştır. Tahmin denkleminde yer alan saf azot ve toprak hazırlığı değişkenlerine ait etkinlik katsayıları negatif karakterli olarak bulunmuş, üretim alanı ve tohum masrafı değişkenlerinin etkinlik katsayıları 1'in üzerinde hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinde ekim alanı ve tohum masrafları yetersiz, toprak hazırlığı masrafları ise ekonomik seviyeden daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Semerci ve Süzer (2006) tarafından araştırma alanı olan Trakya'da yer alan Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde yürütülen araştırmada yağlık ayçiçeği üretiminde girdi-çıkıtı

analizi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Yapılan verimlilik analizlerine esas oluşturulan denklemin çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) 0.918, DW: 1.66 olup, tahmin denkleminde yer alan 5 değişkenin elastikiyet katsayıları toplamının ($\Sigma\beta_i$: 0.989) sabite yakın ölçeğe getiri sağladığı belirlenmiştir. Tahmin denkleminde yer alan değişkenlerin tamamının Marjinal Etkinlik Katsayısı (MEC) 1'in altında olup, bu girdilerin aşırı düzeyde kullanıldığını göstermektedir. Yağlık ayçiçeği üretim değeri üzerinde en fazla etkiye sahip faktörler ise arazi kira değeri ve tohum bedeli olarak belirlenmiştir.

MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından İran'da yapılan araştırmada elde edilen tahmin denkleminde ait (R^2) değeri 0.95, DW: 1.56 olup, yağlık ayçiçeğinin fayda/masraf oranı 1.13 ve verimlilik değeri (kg/USD) ise 1.98 olarak hesaplanmıştır. Fonksiyonda yer alan değişkenlerden hayvan gübresi, tohum ve arazi hariç diğer değişkenler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Çalışmada sulama, alet-ekipman ve kimyasal gübre değişkenlerinin marjinal verim değerinin en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ayçiçeği üretiminde sulama, makine masrafları ve gübre değişkenleri için marjinal verim değerleri sırasıyla 0.62 kg, 0.28 kg ve 0.12 kg olarak belirlenmiştir. Tohum ve çiftlik gübresine ait Marjinal verim değeri negatif değerlikli olduğu için bu girdilerin ayçiçeği üretimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Irugu ve ark (2017) tarafından 2012 yılında Hindistan'da yapılan araştırmada tahmin fonksiyonunun (R^2) değeri 0.65, elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 2.12 olarak hesaplanmıştır. Tahmin denkleminde yer alan 7 değişkenin tamamı istatistiki açıdan önemli bulunmuş olup, faktörler içinde elastikiyet katsayısı en yüksek üretim faktörü 1.16 ile tohum masrafı olarak tespit edilmiştir. Tahmin denkleminde yer alan alet-makine ve zirai mücadele ilacı değişkenleri hariç olmak üzere diğer değişkenlerin tamamının marjinal verim değeri ve marjinal etkinlik katsayıları 1'in üzerinde bulunmuştur.

Sonawane ve ark. (2019) tarafından Hindistan'da yapılan araştırmada elde edilen tahmin denkleminin (R^2) değeri 0.61 olarak hesaplanmıştır. Denklemde işgücü, fosfor ve teknoloji benimseme endeksi %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Denklemde sığır çekigücü ve sulama sayısı değişkenlerinin etkinlik katsayılarını negatif olduğu ve üretimi olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Denklemde yer alan insan işgücü, çiftlik gübresi, fosfor ve benimseme endeksi değişkenleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular farklılık gösterebilmektedir. Zira, yağlık ayçiçeği

üreten her ülkenin ve her tarım işletmesinin kendine göre bazı özel şartları bulunmaktadır. Örneğin Türkiye’de yağlık ayçiçeği üretim alanlarında çiftlik gübresi ve hayvan çekigücü kullanılmamaktadır. Bazı ülkelerde yapılan çalışmalarda bu faktörlerin üretim miktarı üzerine etkisi yüksek düzeyde çıkabilmektedir. Diğer çalışmalarda birlikte bu araştırmada da yağlık ayçiçeği üretiminde tohum, gübre, tarımsal mücadele ilacı ve işgücü faktörlerinin istatistik

açından önemli olduğu ve üretim miktarını olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Ancak faktörlerin etkin kullanılabilmesi için her kullanılan girdinin son biriminin toplam üretime sağladığı katkının (marjinal verim) parasal değerinin (marjinal verim değeri) o girdiye ait fırsat maliyetinin (faktör maliyetine) parasal değerine eşit ya da büyük bir değere sahip olması gerekmektedir. Ancak bu şekilde kullanılan üretim faktörünün etkin bir şekilde kullanılabildiğini söylenebilir.

Çizelge 8. Yağlık Ayçiçeği Üretiminde Girdi Kullanımına İlişkin Varyans Analizi Tablosu

| | | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalamaların Karesi | F Değeri | Önem Düzeyi (P) |
|---------------------------|---------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------|--------------------|
| Verim | Gruplar Arası | 117165.486 | 4 | 29291.372 | 14.436 | .000 |
| | Grup İçi | 1148433.654 | 566 | 2029.035 | | |
| | Toplam | 1265599.140 | 570 | | | |
| Tohum | Gruplar Arası | 17779.234 | 4 | 4444.809 | 5.895 | .000 |
| | Grup İçi | 426775.542 | 566 | 754.020 | | |
| | Toplam | 444554.776 | 570 | | | |
| Kimyevi Gübre | Gruplar Arası | 1919.130 | 4 | 479.783 | 22.356 | .000 |
| | Grup İçi | 12147.154 | 566 | 21.461 | | |
| | Toplam | 14066.285 | 570 | | | |
| Tarımsal Mücadele İlac | Gruplar Arası | 145537.816 | 4 | 36384.454 | 5.258 | .000 |
| | Grup İçi | 3916557.594 | 566 | 6919.713 | | |
| | Toplam | 4062095.410 | 570 | | | |
| Yağış | Gruplar Arası | 254521.089 | 4 | 63630.272 | 34.482 | .000 |
| | Grup İçi | 1044460.528 | 566 | 1845.337 | | |
| | Toplam | 1298981.617 | 570 | | | |
| İşgücü | Gruplar Arası | 54.880 | 4 | 13.720 | 1.886 | .111 |
| | Grup İçi | 4118.483 | 566 | 7.276 | | |
| | Toplam | 4173.363 | 570 | | | |

Yağlık ayçiçeği üretiminde girdi kullanım farklılık analizleri

Yapılan araştırmada incelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminde birim alanda kullanılan faktörler arasında farklılıklar olup olmadığı da araştırılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan varyans analiz tablosu Çizelge 8’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosunun genel değerlendirmesi yapıldığında gruplar ya da diğer bir

ifade ile iller arasında (işgücü hariç) %1 önem düzeyinde istatistik açıdan farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma alanında incelenen işletmelerin iller bazında ortalama değerleri belirlenirken her işletmenin birim alana elde etmiş olduğu ortalama verim ve ortalama girdi kullanım miktarları dikkate alınmış ve Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde iller bazında birim alanda kullanılan girdilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler (*)

| Kriterler | İller | İşletme Sayısı | Ort. | Standart Sapma | Standart Hata | Güven Aralığı (%95) | | Min. | Maks. |
|--|------------|----------------|--------|----------------|---------------|---------------------|-----------|--------|---------|
| | | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır | | |
| Verim (kg da ⁻¹) | Çanakkale | 21 | 223.71 | 75.85 | 16.55 | 189,19 | 258,23 | 125,00 | 450,00 |
| | İstanbul | 26 | 142.26 | 40.53 | 7.95 | 125.89 | 158.63 | 50.00 | 200.00 |
| | Kırklareli | 116 | 181.21 | 39.22 | 3.64 | 173,99 | 188,42 | 75,00 | 300,00 |
| | Edirne | 175 | 192.26 | 44.35 | 3.35 | 185,64 | 198,87 | 50,00 | 312,00 |
| | Tekirdağ | 233 | 172.29 | 45.16 | 2.96 | 166,46 | 178,11 | 72,00 | 500,00 |
| | Top./Ort | 571 | 180.70 | 47.12 | 1.97 | 176.87 | 184.62 | 50.00 | 500.00 |
| Tohum (gram da ⁻¹) | Çanakkale | 21 | 407.62 | 31.33 | 6.84 | 393.36 | 421.88 | 375.00 | 500.00 |
| | İstanbul | 26 | 406.11 | 39.85 | 7.82 | 390.01 | 422.21 | 375.00 | 561.33 |
| | Kırklareli | 116 | 384.47 | 17.63 | 1.64 | 381.23 | 387.76 | 350.00 | 450.00 |
| | Edirne | 175 | 388.39 | 31.97 | 2.42 | 383.62 | 393.16 | 360.00 | 715.00 |
| | Tekirdağ | 233 | 391.63 | 25.75 | 1.69 | 388.31 | 394.95 | 365.00 | 500.00 |
| | Top./Ort | 571 | 390.43 | 27.93 | 1.19 | 388.14 | 392.73 | 350.00 | 715.00 |
| Gübre (kg da ⁻¹) | Çanakkale | 21 | 25.20 | 5.29 | 1.15 | 22.79 | 27.61 | 18.33 | 35.00 |
| | İstanbul | 26 | 23.82 | 5.59 | 1.10 | 21.56 | 26.08 | 10.00 | 35.00 |
| | Kırklareli | 116 | 18.65 | 3.90 | 0.36 | 17.93 | 19.37 | 8.19 | 35.00 |
| | Edirne | 175 | 17.97 | 4.58 | 0.35 | 17.28 | 18.65 | 8.00 | 30.00 |
| | Tekirdağ | 233 | 20.60 | 4.83 | 0.32 | 19.97 | 21.22 | 10.00 | 40.00 |
| | Top./Ort | 571 | 19.71 | 4.97 | 0.21 | 19.30 | 20.12 | 8.00 | 40.00 |
| Tarımsal Mücadele İlacı (cc da ⁻¹) | Çanakkale | 21 | 119.76 | 49.23 | 10.74 | 97.35 | 142.17 | 40.00 | 250.00 |
| | İstanbul | 26 | 101.73 | 15.36 | 3.01 | 95.53 | 107.93 | 80.00 | 150.00 |
| | Kırklareli | 116 | 153.32 | 140.55 | 13.05 | 127.47 | 179.16 | 33.33 | 1161.80 |
| | Edirne | 175 | 143.98 | 61.86 | 4.68 | 134.75 | 153.21 | 40.00 | 400.00 |
| | Tekirdağ | 233 | 118.72 | 63.13 | 4.14 | 110.58 | 126.87 | 20.00 | 600.00 |
| | Top./Ort. | 571 | 132.76 | 84.42 | 3.53 | 125.82 | 139.70 | 20.00 | 1161.80 |
| Yağış (mm) | Çanakkale | 21 | 535.80 | 0.00 | 0.00 | 535.80 | 535.80 | 535.80 | 535.80 |
| | İstanbul | 26 | 622.17 | 77.21 | 15.14 | 590.98 | 653.36 | 580.70 | 760.40 |
| | Kırklareli | 116 | 514.67 | 56.47 | 5.24 | 504.29 | 525.06 | 476.60 | 603.80 |
| | Edirne | 175 | 524.20 | 28.02 | 2.12 | 520.02 | 528.38 | 487.90 | 551.60 |
| | Tekirdağ | 233 | 528.80 | 41.11 | 2.69 | 523.50 | 534.19 | 476.60 | 580.70 |
| | Top./Ort. | 571 | 529.03 | 47.74 | 2.00 | 525.11 | 532.95 | 476.60 | 760.40 |
| İşgücü (saat da ⁻¹) | Çanakkale | 21 | 6.43 | 2.50 | 0.55 | 5.29 | 7.57 | 2.25 | 10.80 |
| | İstanbul | 26 | 4.29 | 2.21 | 0.43 | 3.39 | 5.18 | 2.00 | 10.50 |
| | Kırklareli | 116 | 5.05 | 2.79 | 0.26 | 4.54 | 5.56 | 2.00 | 12.40 |
| | Edirne | 175 | 5.08 | 2.66 | 0.20 | 4.69 | 5.48 | 1.00 | 12.00 |
| | Tekirdağ | 233 | 5.15 | 2.74 | 0.18 | 4.80 | 5.51 | 1.12 | 15.00 |
| | Top./Ort | 571 | 5.12 | 2.71 | 0.11 | 4.90 | 5.34 | 1.00 | 15.00 |

Çizelge 10. Yağlı Ayçiçeği Üretiminde Yer Alan Değişkenlere Ait Çoklu Karşılaştırma Tablosu

| Değişkenler | (I) İller | (J) İller | Ortalamadan Farkı (I-J) | Standart Hata (S _e) | Önem Düzeyi | Güven Aralığı (%95) | |
|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------|-----------|
| | | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| Verim (kg da ⁻¹) | Çanakkale | İstanbul | 81.451* | 13.216 | 0.001 | 45.284 | 117.617 |
| | | Kırklareli | 42.506* | 10.682 | 0.001 | 13.273 | 71.740 |
| | | Edirne | 31.458* | 10.403 | 0.022 | 2.990 | 59.926 |
| | İstanbul | Tekirdağ | 51.429* | 10.263 | 0.001 | 23.343 | 79.514 |
| | | Kırklareli | -38.944* | 9.774 | 0.001 | -65.692 | -12.197 |
| | | Edirne | -49.993* | 9.468 | 0.001 | -75.901 | -24.084 |
| | | Tekirdağ | -30.022* | 9.314 | 0.012 | -55.510 | -4.534 |
| | | Edirne | 19.971* | 4.509 | 0.001 | 7.641 | 32.302 |
| | | Tekirdağ | 19.971* | 4.509 | 0.001 | 7.641 | 32.302 |
| Tohum (gram da ⁻¹) | Çanakkale | Kırklareli | 23.146* | 6.512 | 0.004 | 5.325 | 40.967 |
| | | Edirne | 19.226* | 6.341 | 0.021 | 1.872 | 36.580 |
| | İstanbul | Kırklareli | 21.641* | 5.958 | 0.003 | 5.336 | 37.947 |
| | | Edirne | 17.721* | 5.771 | 0.019 | 1.927 | 33.515 |
| | Çanakkale | Kırklareli | 6.551* | 1.097 | 0.001 | 3.545 | 9.558 |
| | | Edirne | 7.236* | 1.070 | 0.001 | 4.308 | 10.163 |
| Gübre (kg da ⁻¹) | İstanbul | Tekirdağ | 4.604* | 1.056 | 0.001 | 1.716 | 7.493 |
| | | Kırklareli | 5.173* | 1.005 | 0.001 | 2.422 | 7.924 |
| | | Edirne | 5.857* | 0.974 | 0.001 | 3.193 | 8.522 |
| | Çanakkale | Tekirdağ | 3.226* | 0.958 | 0.007 | 0.605 | 5.847 |
| | | Kırklareli | -1.947* | 0.526 | 0.002 | -3.388 | -0.506 |
| | | Edirne | -2.631* | 0.463 | 0.001 | -3.899 | -1.363 |
| Tarımsal Mücadele İlacı (cc da ⁻¹) | İstanbul | Kırklareli | -51.585* | 18.050 | 0.036 | -100.980 | -2.190 |
| | Kırklareli | Tekirdağ | 34.591* | 9.453 | 0.003 | 8.723 | 60.459 |
| | Edirne | Tekirdağ | 25.254* | 8.321 | 0.021 | 2.487 | 48.030 |
| Yağış (mm) | Çanakkale | İstanbul | -86.369* | 12.603 | 0.001 | -120.860 | -51.879 |
| | | Kırklareli | 107.496* | 9.321 | 0.001 | 81.988 | 133.004 |
| | İstanbul | Edirne | 97.973* | 9.029 | 0.001 | 73.265 | 122.681 |
| Kırklareli | Tekirdağ | 93.367* | 8.882 | 0.001 | 69.060 | 117.674 | |
| | Tekirdağ | -14.129* | 4.881 | 0.032 | -27.488 | -0.771 | |

(*): İstatistiki açıdan fark 0.05 düzeyinde önemlidir.

Bu araştırmada; incelenen işletmeler iller bazında değerlendirildiğinde; birim alana ortalama verim 180.7 kg da⁻¹ (en düşük İstanbul 142.26 kg da⁻¹, en yüksek Çanakkale 223.71 kg da⁻¹), ortalama tohum kullanım miktarı 390.43 gram da⁻¹ (en düşük Kırklareli 384.47 gram da⁻¹, en yüksek Çanakkale 407.62 gram da⁻¹), ortalama gübre kullanım miktarı 19.71 kg da⁻¹ (en düşük Edirne 17.97 kg da⁻¹, en yüksek Çanakkale 25.20 kg da⁻¹), ortalama tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı 132.76 cc da⁻¹ (en düşük İstanbul 101.73 cc da⁻¹, en yüksek Kırklareli 153.32 cc da⁻¹), ortalama düşen yağış miktarı 529.03 mm (en düşük Kırklareli 514.67 mm, en yüksek İstanbul 622.17 mm), ortalama işgücü

kullanımı 5.12 saat da⁻¹ (en düşük İstanbul 4.29 saat da⁻¹, en yüksek Çanakkale 6.43 saat da⁻¹) olarak hesaplanmıştır.

Günden ve ark.(2006) tarafından Trakya'da yapılan bir araştırmada yağlık ayçiçeği verim değeri Tekirdağ'da 203.61 kg da⁻¹, Kırklareli'nde 193.30 kg da⁻¹, Edirne'de 138.53 kg da⁻¹, iller ortalaması ise 174.79 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ortalama yağlık ayçiçeği üretim alanı Tekirdağ'da 41.85 da, Kırklareli'nde 27.08 da, Edirne'de 33.10 da, iller ortalaması ise 33.50 da olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde dekar başına işgücü ve traktör çekigücü sırası ile Tekirdağ'da 4.03 sa. ve 1.05 sa., Kırklareli'nde 3.51

sa. ve 0.97 sa., Edirne’de 3.26 sa. ve 1.00 sa., iller ortalaması 3.58 sa. ve 1.01 sa. olarak belirlenmiştir. Yağlık ayçiçeği üretiminde dekar başına azotlu gübre kullanım değeri Tekirdağ’da 8.55 kg, Kırklareli’nde 4.56 kg, Edirne’de 2.24 kg, iller ortalaması 4.97 kg olarak hesaplanmıştır. İşletmelerde yağlık ayçiçeği üretimi için birim alanda (da) tohumluk kullanımı Tekirdağ’da 0,37 kg olup, Edirne ve Kırklareli’nde 0.38 kg, iller ortalaması ise 0.38 kg olarak saptanmıştır. İncelenen işletmelerde dekar başına tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı Edirne ilinde 150 cc, Tekirdağ, Kırklareli ve iller ortalaması ise 150 cc olarak belirlenmiştir.

Aydın (2014) Trakya’da yapmış olduğu çalışmada incelemiş olduğu işletmelerde; işletmeler ortalamasına göre bir dekar arazinin toprak hazırlığı için 0.81 saat işgücü, 0.68 saat çekigücü, bakım işleri için 0.21 saat işgücü, 0.16 saat çekigücü, hasat-harman için 0.19 saat işgücü, 0.12 saat çekigücü gerektiğini tespit etmiştir. Araştırmada yağlık ayçiçeği üretiminde dekar başına; değişken masraflar 143.19 ₺, sabit masraflar 184.23 ₺, üretim masrafı ise 327.42 TL/da olarak hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde bir dekar arazide yağlık ayçiçeği üretimi için 0.38 kg tohum, 3.71 kg N, 3.25 kg P₂O₅, 0.90 kg K₂O, 0.14 lt yabancı ot ilacı kullanıldığı tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminde ortalama

verim 153 kg da⁻¹, kg başına ayçiçeği üretim maliyeti 2.14 ₺ olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen birim alana verim ve girdi kullanım değerlerinin Günden ve ark. (2006) ile Aydın (2014) tarafından yapılan araştırmada birim alanda kullanılan girdi miktarlarıyla önemli ölçüde örtüştüğünü ortaya koymaktadır. İller arasında birim alandan elde edilen verim ve üretimde kullanılan girdilerde oluşan farklılıklar Çizelge 10’da gösterilmiştir.

Yapılan hesaplamalarda sadece birim alanda kullanılan işgücü bakımından iller arasında istatistiki yönden bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Yağlık ayçiçeği üretiminde iller arasında kullanılan girdi farklılıkları aynı zamanda ürün maliyetine de yansımaktadır.

Yağlık Ayçiçeğinde Üretim Maliyeti

Araştırma alanındaki incelenen işletmelerde yaklaşık 5350 ha alanda 9490 civarında yağlık ayçiçeği üretimi gerçekleştirilmiştir. İşletme geneli dikkate alındığında ortalama verim değerinin 1773 kg ha⁻¹ olduğu anlaşılmaktadır. İncelenen işletmelerin yer aldığı illerin ortalama değerleri dikkate alındığında en yüksek verimin Çanakkale ilinde (2195 kg ha⁻¹), en düşük verimin de İstanbul ilinde (1479 kg ha⁻¹) elde edildiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte araştırma alanında verim değerini düşüren illerin Tekirdağ ve İstanbul illeri olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 11).

Çizelge 11. Yağlık Ayçiçeğinde İller Bazında Ürün Maliyeti (USD/ha)

| Kriterler | İncelenen İller | | | | |
|--|-----------------|----------|------------|---------|----------|
| | Çanakkale | İstanbul | Kırklareli | Edirne | Tekirdağ |
| <i>İşletme Sayısı</i> | 21 | 26 | 116 | 175 | 233 |
| <i>Alan (ha)</i> | 139.50 | 295.30 | 1308.40 | 1177.50 | 2430.55 |
| <i>Üretim (ton)</i> | 306 | 436.64 | 2363.06 | 2225.58 | 4155.79 |
| <i>Değişen Masraflar (USD ha⁻¹)</i> | 688.10 | 619.70 | 558.60 | 543.70 | 541.50 |
| <i>Sabit Masraflar (USD/ha)</i> | 401.50 | 385.50 | 382.50 | 342.10 | 383.20 |
| <i>Üretim Masrafı (USD ha⁻¹)</i> | 1089.60 | 1005.20 | 941.10 | 885.80 | 924.70 |
| <i>Üretim Masrafı (USD kg⁻¹)</i> | 0.50 | 0.68 | 0.52 | 0.47 | 0.54 |
| <i>Verim (kg ha⁻¹)</i> | 2193.55 | 1478.63 | 1806.07 | 1890.09 | 1709.81 |
| <i>Fiyat (fark desteği dahil USD kg⁻¹)</i> | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| <i>Üretim Değeri (USD ha⁻¹)</i> | 1403.87 | 946.32 | 1155.88 | 1209.66 | 1094.28 |
| <i>Brüt Kar (USD ha⁻¹)</i> | 715.77 | 326.62 | 597.28 | 665.96 | 552.78 |
| <i>Brüt Kar (USD ha⁻¹) / Üretim değeri (USD ha⁻¹) *100</i> | 50.99 | 34.52 | 51.67 | 55.05 | 50.52 |
| <i>Mutlak (Net) Kar (USD ha⁻¹)</i> | 314.27 | -58.88 | 214.78 | 323.86 | 169.58 |
| <i>Nispi Kar (Fayda/Masraf Oranı)</i> | 1.29 | 0.94 | 1.23 | 1.37 | 1.18 |

Araştırma alanında birim alanda yağlık ayçiçeği üretim değeri 1135 USD olarak hesaplanmış olup, iller arasında en yüksek değer Çanakkale ilinde (1404 USD ha⁻¹) elde edilmiştir. Araştırma alanında birim alanda yağlık ayçiçeği üretim maliyeti 929 USD ha⁻¹ olup, bu değer

%59.67’si değişen masraflar, %40.33’ünü de sabit masraflar oluşturmuştur. Verim değeri dikkate alındığında kg başına maliyetin en düşük olduğu il Edirne (0.47 USD), en yüksek olduğu il ise İstanbul (0.68 USD) olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde birim alandan elde edilen brüt kar

değeri 580 USD ha⁻¹olarak hesaplanmıştır. Bu değer en yüksek olduğu il yine Çanakkale ilidir (716 USD ha⁻¹). Tarım işletmeciliği açısından yapılan masrafa karşılık elde edilen gelirin oranını gösteren nispi kar değeri araştırma alanında 1.22 olarak saptanmıştır. Bu değer en yüksek olduğu il Edirne (1.37), en düşük olduğu il ise İstanbul ilidir (0.94).

Bayramoğlu ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde nispi kar değeri 1.38 TL olarak hesaplanmıştır. MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği üretiminde girdi maliyetleri ile verim arasındaki ilişki fonksiyonel analiz yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma alanında 1626.51 kg ha⁻¹ verim için; üretim değeri 927.11 USD ha⁻¹, ürün maliyeti 822.57 USD ha⁻¹, net kar 104.54 USD ha⁻¹ ve fayda / masraf oranı 1.98 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir çalışmada ise yağlık ayçiçeğinin brüt kârı 188.81 TL da⁻¹, nispi karı ise 1.34 olarak hesaplanmıştır (Alemdar ve ark., 2014). Aydın (2014) Trakya'da yapmış olduğu çalışmada yağlık ayçiçeği üretiminde ortalama verim 153 kg da⁻¹, kg başına ayçiçeği üretim maliyeti 2.14 TL olarak bulunmuştur.

Unakitan ve Aydın (2018) tarafından Türkiye'nin Tekirdağ ilinde yürütülen çalışmada yağlık ayçiçeği üretiminde birim alana kullanılan girdilerin miktarı verilerek ürünün ekonomik analizi yapılmıştır. Araştırmada 1530 kg ha⁻¹ verim için; üretim değeri 1132 USD ha⁻¹, değişen masraflar 483.75 USD ha⁻¹, sabit masraflar 622.38 USD ha⁻¹ olmak üzere üretim maliyeti 1106.13 USD ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Çalışmada yağlık ayçiçeğinin brüt karı 648.45 USD ha⁻¹, Net Kar değeri 26.07 USD ha⁻¹, fayda/masraf oranı ise 1.20 olarak hesaplanmıştır. Dalchiavon ve ark. (2019) tarafından Brezilya'da yapılan bir çalışmada 2018 yılı ürünü ayçiçeği maliyeti 1457.01 R\$ ha⁻¹, girdilerin parasal değeri ise 1023.07 R\$ ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili Kırklareli ilinde yapılan çalışmada 2017/2018 üretim döneminde brüt kar 3064.90 TL ha⁻¹, net kar 1701.30 TL ha⁻¹, nispi kar 1.45 TL olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019a). Aynı dönemde yine kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili olarak Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada brüt kar 781.30 USD ha⁻¹, net kar 415.70 USD ha⁻¹, nispi kar 1.43 TL olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019b). Başka bir bölgede yapılan çalışmada ise yağlık ayçiçeğinde nispi kar değeri 1.03 olarak hesaplanmıştır (Yüksek, 2019).

Düğmeci ve Çelik (2020) tarafından Türkiye'de Konya ilinde yapılan çalışmada 2018-2019 döneminde 62 tarım işletmesinden elde edilen veriler kullanılarak yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik analizi yapılmıştır. Çalışmada 4502.1 kg

ha⁻¹ verim için; değişen masraflar 4102.30 TL ha⁻¹, sabit masraflar ise 3553.10 TL ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim değeri 10745 TL ha⁻¹, brüt kar 6642.70 TL ha⁻¹, net kar 3089.60 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İşletmeler ortalamasına göre; 1 kg yağlık ayçiçeğinin maliyeti 1.70 TL, net karı 0.69 TL, nispi kar ise 1.40 TL olarak belirlenmiştir. Nategh ve ark. (2020) tarafından İran'da yapılan bir çalışmada 2114.30 kg ha⁻¹ verim için; üretim maliyeti maliyeti 755.63 USD ha⁻¹, brüt kar değeri ise 958.04 USD ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ayçiçeği üretimi için nispi kar (Fayda-Maliyet oranı) 2,62, verimlilik (kg/USD) 3.28 olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada hesaplanan yağlık ayçiçeği üretim değeri, değişen masraflar, sabit masraflar, toplam üretim masrafı, brüt kar ve net kar değeri ile nispi kar değerleri diğer araştırma bulguları karşılaştırıldığında önemli düzeyde benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Yağlık ayçiçeğinde en önemli unsur üretimin sulu şartlarda yapılmasıdır. Zira sulu koşullarda üretim verim miktarını üretim değerini yaklaşık %25-30 düzeyinde yükseltebilmektedir. Bu çalışmada ise yağlık ayçiçeği üretiminin kuru şartlarda yapılması nedeniyle verim değeri bazı araştırma bulgularına göre düşük kalabilmektedir (Düğmeci ve Çelik, 2020; Nategh ve ark., 2020). Bu bağlamda ürünün üretim değeri doğrudan verimle ve ürünün satış fiyatıyla ilgilidir. Bazı ülkelerde tarımsal üretime verilen destekler daha yüksek düzeyde olabilmektedir. Örneğin Türkiye'de yağlık ayçiçeği üretimine mazot ve gübre desteği yanında fark (prim) desteği uygulanmaktadır. Bu nedenle çalışmada incelenen işletmelerde üretilen yağlık ayçiçeğinin üretim değeri hesaplanırken kg başına 0.49USD ürün satış fiyatına 0.15USD prim desteği de eklenmiştir. Bu durum, ülkelerin tarımsal üretime vermiş oldukları desteklere bağlı olarak, bazı ülkelerde ürünün üretim değerini etkilemektedir. Bu çalışmada birim alandan elde edilen yağlık ayçiçeği üretim değeri MousaviAvval ve ark. (2011) tarafından hesaplanan değerden yüksek, Nategh ve ark. (2020) tarafından belirlenen değerden ise düşük düzeyde bulunmuştur. Bu durum ürünün brüt kar ve net kar değerini de olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırma hesaplanan nispi kar değeri (1.22) Bayramoğlu ve ark. (2005), MousaviAvval ve ark. (2011), Unakitan ve Aydın (2018), Düğmeci ve Çelik (2020) tarafından bulunan değerlere yakın düzeyde bulunmuştur. Ancak Nategh ve ark. (2020) tarafından hesaplanan (2.62) değere göre düşük düzeyde bulunmuştur. Bunun temel nedeni birim alandan elde edilen verim ve ürünün satış fiyatındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, nispi kar değeri bakımından araştırma

alanında yapılan yağlık ayçiçeği üretiminin (İstanbul ili hariç) karlı bir üretim dalı olduğunu söylemek mümkündür.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde tarım işletmeleri için verimlilik ve kaynakların etkin kullanımı kavramları daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Tarım sektöründe girdilerin ekonomik etkinlik düzeyine uygun olarak kullanılması birim alandan elde edilen verimle birlikte ürünün maliyetinin azaltılması ve karlılık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Türkiye'nin önemli yağlı tohum üretim merkezlerinden birini oluşturan Trakya'da yürütülen bu araştırmada iller bazında; yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan girdiler ile üretim miktarı arasındaki ilişkiler incelenmiş ve ürün geliri yanında ürün maliyeti, brüt kar ve net kar değeri üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada oluşturulan tahmin denklemi üretim miktarındaki değişimin yaklaşık %91'ini açıklamaktadır. Araştırma alanındaki işletmeler genel olarak değerlendirildiğinde tahmin denkleminde yer alan değişkenlerin tamamı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Edirne ilinde yağlık ayçiçeği üreten işletmelerin üretimde kullanmış oldukları faktörlerin elastikiyet katsayıları toplamı ($\sum b_i$) 1.21' olup, bu değer yağlık ayçiçeği üretiminde ölçeğe artan getiriye ifade etmektedir. Ancak diğer illerde hesaplanan katsayı 1'in altında kalmıştır.

Yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan tohumun marjinal verim değeri 0.31 kg olup, bu değer gübrede 1.35 kg, tarımsal mücadele ilacında 0.17 kg ve işgücünde 3.13 kg seviyesindedir. Yağlık ayçiçeği üreten illerin tamamında tohum ve tarımsal mücadele ilacı girdilerinin fazla kullanıldığı, gübre girdisinin (Tekirdağ ili hariç) az kullanıldığı, işgücü girdisinin ise Çanakkale ilinde az, Kırklareli ve Edirne illerinde fazla, Tekirdağ ilinde optimuma yakın düzeyde kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

İllerin oluşturduğu grupları dikkate alındığında; tohum ve tarımsal mücadele ilacının tüm gruplarda aşırı kullanıldığı ve azaltılması gerektiği; gübrenin az kullanıldığı ve artırılması gerektiği; işgücünün ise Kırklareli ve Edirne illerinde fazla kullanıldığı ve azaltılması gerektiği kanaatine varılmıştır. Yapılan araştırmada; verim, tohum, gübre, tarımsal mücadele ilacı, yağış faktörleri bakımından iller arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanındaki incelenen işletmeler genel olarak değerlendirildiğinde; birim alana verim 1773 kg ha⁻¹, yağlık ayçiçeği üretim maliyeti 929 USD ha⁻¹, kg başına maliyet ise 0.52 USD, brüt kar 580 USD ha⁻¹, net kar 206 USD ha⁻¹, nispi kar ise 1.22 olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanında;

birim alana en yüksek verim Çanakkale ilinde, birim alana ve kg başına en düşük maliyet Edirne ilinde, en yüksek brüt kar Çanakkale ilinde, en yüksek net kar ve en yüksek nispi kar ise Edirne ilindeki işletmelerden elde edilmiştir

Yapılan çalışma araştırma alanındaki illerde girdi kullanımının marjinal etkinlik katsayıları dikkate alındığında yeterince etkin kullanılmadığını ortaya koymuştur. Birim alanda ekonomik optimum noktada üretim yapabilmek için birim alanda kullanılacak girdi miktarı yanında girdi fiyatının da dikkate alınması gerekmektedir. Bu bağlamda üreticilerin teknik anlamda eğitilmesi, ekonomik anlamda ise desteklenmesi halinde yağlık ayçiçeği üretimi daha karlı bir faaliyet dalı haline gelmiş olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Alemdar, T., Seçer, A., Demirdöğen, A., Öztornacı, B., Aykanat, S. 2014. Çukurova Bölgesinde Başlıca Tarla Ürünlerinin Üretim Maliyetleri ve Pazarlama Yapıları. GTHB Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (Proje No: Ç.Ü.-ZF2011BAP7). TEPGE Yayın No: 230. Haziran. Ankara. 134 s.
- Aydın, B. 2014. Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tarım İşletmelerinin Yapısal Özellikleri Ve Etkinliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 138 s. Tekirdağ.
- Bayramoğlu, Z. Göktolga, Z.G. ve Gündüz, O. 2005. Tokat İli Zile İlçesinde Yetiştirilen Bazı Önemli Tarla Ürünlerinde Fiziki Üretim Girdileri Ve Maliyet Analizleri. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(2): 101-109.
- Çakıcı, M., Oğuzhan, A., Özdil. T. 2003. *Temel İstatistik II* (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 4. Baskı. Özal Basımevi. s.127, İstanbul.
- Çiçek, A., Erkan, O. 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. GOP Ün. Ziraat Fak. Yay. No:12, Ders Notları Seri No:6, Tokat, 118 s., Türkiye.
- Dalchiavon, F.C., Lorenzon, L.A., Perina, R.A., Oliveira, R.A., Santos, J.A. 2019. Economic Opportunity for Investment in Soybean and Sunflower Crop System in Mato

- Grosso, Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 29(5): 1-12 (Article no.JEAI.45695).
- Debertin, L.D. 2012. *Agricultural production economics*. (2.Baskı.). Pearson Education. Upper Saddle River, N.J., 427 s.USA.
- Düğmeci, H.Y., Çelik, Y. 2020. Konya İli Çumra İlçesinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(3): 682–690.
- FAO. 2020. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. FAOSTAT. Erişim: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> [Erişim tarihi:10.02.2020].
- Green, S.B., Salkind, N.J., Akey, T.M. 2000. *Using SPSS For Windows, Analyzing and Understanding Data*. Second Edition. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River. New Jersey, 430 s., USA.
- Gujarati, D.N., Porter, D. 2014. *Temel Ekonometri*. Literatür Yayıncılık. (5.Basımdan Çeviri). 915 s., İstanbul, Türkiye.
- Günden, C., Miran, B., Unakitan, G. 2006. Technical Efficiency of Sunflower Production in Trakya Region by DEA. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 3(2):161-167.
- Güngör, H., Semerci, A. 1999. Tekirdağ İli Ayçiçeği Üretiminde Verimlilik Analizleri. *MPM Verimlilik Dergisi*, S.1999/3, s.193-202, Ankara.
- Irugu,S.D., Suhasini, K., Prabhakar, B.N. 2017. Resource Use Efficiency of Sunflower in Kurnool district of Andhra Pradesh. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 91-94.
- Heady, E.O., Dillon, J. L. 1961. *Agricultural Production Functions*. Iowa State Universty Press, Ames, Iowa, USA. 667 s.
- Kıral, T., Kasnaoğlu, H., Tatlıdil, F.F., Fidan, H., Gündoğmuş, E. 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi (Cost Calculation Methodology for Agricultural Products and Database Guide). Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, Ankara, Türkiye.
- Mobtaker, H.G., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., Akram, A. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agric Ecosyst Environ*, 137(3-4):367-372.
- MousaviAvval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A. 2011. Econometric modeling and sensitivity analysis of costs of inputs for sunflower production in Iran. *International Journal Of Applied Engineering Research*, 1 (4): 759-766.
- Nategh, N.A., Banaeian, N., Gholamshahi, A., Nosrati, M. 2020. Optimization of energy, economic, and environmental indices in sunflower cultivation: A comparative analysis. *Environ. Prog. & Sustainable Energy*. 2020e13505. (<https://doi.org/10.1002/ep.13505>).
- Oguz, C., Altıntaş, Ö. 2002. Kırkkale İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeği Yetiştiriciliğinin Üretim Maliyeti Ve Fonksiyonel Analizi. *Selçuk Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (29): 39-47.
- Rafiee, S., Mousavi Avval, S. H., and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35(8): 3301-3306.
- Semerci, A. 2019a.Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Ekonomik Analizi: Kırklareli İli Örneği, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(4): 616–623.
- Semerci, A. 2019b. Cost Analysis of Oily Sunflower Production: the Case of Tekirdag Province, Turkey. *Custos e @gronegocio on line*, 15(2):167-191.
- Semerci, A., Süzer, S. 2006. Trakya’da Ayçiçeği Üreten Tarım İşletmelerinde Girdi Kullanımı ve Destekleme Politikalarının Etkinliğinin Araştırılması (Proje No: TAGEM/TA/05/02/01/002). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 152 s. Edirne.
- Singh, G., Singh, S., and Singh, J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45 (3): 453-465.
- Sonawane, K.G., Pokharkar, V.G., Nirgude, R.R. 2019. Sunflower production technology: An economic analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3): 2378-2382.
- TÜİK. 2020.Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> [Erişim tarihi:10.02.2020].
- Unakitan, G., Aydın, B. A. 2018. comparison of energy use efficiency and economic analysis of wheat and sunflower production in Turkey: A case study in Thrace Region. *Energy* 149: 279-285.
- USDA.2020. Amerika Birleşik Devletleri Tarım ve Orman Bakanlığı. Oilcrops Year Book. Erişim: <https://www.ers.usda.gov/data->

products/oil-crops-yearbook/oil-crops-yearbook/ [Erişim tarihi:10.02.2020].
Yamane, T.1967. *Elementary Sampling Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., pp.405. USA.

Yüksek, E. 2019. Adana İlinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 38 s. Kahramanmaraş.

Dizel ve Aspir Biyodizel Karışımına Eklenen Bazı Katkı Maddelerinin Motor Performansına Etkilerinin Belirlenmesi

Seda ŞAHİN*, Hakan Okyay MENGEŞ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

*Sorumlu Yazar: sedabacak@selcuk.edu.tr

Received: 21.10.2021 Received in Revised: 09.02.2022 Accepted: 09.02.2022

Öz

Bu çalışmada, biyodizel (B₁₀₀) yakıtı ve hacimsel olarak farklı oranlarda motorin (M₁₀₀), biyodizel (B) ve n-bütanol (BÜ) veya n-pentanol (P) ihtiva eden alternatif karışım yakıtlarının (motorin/biyodizel/ n-bütanol ve motorin/biyodizel/ n-pentanol), yakıt özellikleri ve motor performans değerleri referans yakıt motorin (M₁₀₀) ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada ayrıca karışım yakıtlarına 2000 ppm konsantrasyonunda 2-etilhekzil nitrat (EHN) setan iyileştirici katkısı ilave edilerek EHN'nin yakıt özellikleri ve motor performans değerlerine etkileri incelemiştir. Tüm yakıt ve karışımlarına ait motor performans testleri, dört silindri, dört zamanlı ve direkt enjeksiyonlu bir dizel motorda farklı hızlarda ve tam yük koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre motorin, biyodizel ve karışım yakıtlarına ait yakıt özelliklerinin, biyodizel ve motorin yakıtı standartlarıyla uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Tüm yakıtlar için motor performans sonuçları değerlendirildiğinde, maksimum motor gücü, maksimum motor torku ve minimum özgül yakıt tüketimi sırasıyla 63.3 kW (2100 min⁻¹), 339.65 Nm (1300 min⁻¹) ve 256.53 g kWh⁻¹ (1600 min⁻¹) M₁₀₀ yakıtında elde edilmiştir. Karışım yakıtları arasında motor performansı açısından M₁₀₀ yakıtına en yakın sonuçlar M₈₅B₁₀P₅ + EHN yakıtından elde edilmiştir. Ayrıca n-pentanol içeren karışım yakıtları, n-bütanol içeren karışım yakıtlarına göre daha iyi performans sonuçları göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Aspir, biyodizel, bütanol, 2-etilhekzilnitrat, 1-pentanol, motor performansı

Determination of the Effects of Some Additives in Diesel and Safflower Biodiesel Blends on Engine Performance

Abstract

In this study, fuel properties and engine performance values of biodiesel fuel (B₁₀₀) and alternative blended fuels containing different volumetric amounts of diesel (M₁₀₀), biodiesel (B₁₀₀) and n-butanol (BU) or n-pentanol (P) (diesel / biodiesel / n-butanol and diesel / biodiesel / n-pentanol) were evaluated in comparison to the reference diesel fuel (M₁₀₀). In addition, the effects of EHN on fuel properties and engine performance values have been examined by adding 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) cetane improver additive to blended fuels at a concentration of 2000 ppm. Engine performance tests of all fuels and blends were carried out in a four-cylinder, four-stroke, and direct injection diesel engine at different speeds and full load conditions. Fuel properties of diesel, biodiesel, and blended fuels have been determined to be in accord with the biodiesel and diesel fuel standards. When the engine performance results for all fuels were evaluated, the maximum engine power, engine torque, and the minimum specific fuel consumption values were realized in M₁₀₀ fuel with values of respectively 63.3 kW (2100 min⁻¹), 339.65 Nm (1300 min⁻¹), and 256.53 g kWh⁻¹ (1600 min⁻¹). Among the blended fuels, the closest results to M₁₀₀ fuel in terms of engine performance were obtained from M₈₅B₁₀P₅ + EHN fuel. Besides, mixed fuels containing n-pentanol showed better performance results than blended fuels containing n-butanol.

Key words: Safflower, biodiesel, n-butanol, 2-Ethylhexyl nitrate (EHN), n-pentanol, engine performance.

Introduction

Instead of thinking about the amount and consumption of energy, people nowadays think about how to use it and how to provide it in more cost-effective ways. This new understanding predicts “healthy environment”, “energy safety” and “energy diversity” policies. In today’s world global warming and climate change cause many damages and these new policies help to lower the ecological and environmental harms (Güner and Turan, 2017).

Fossil-based (non-renewable) energy resources, such as oil, natural gas, and coal have a significant share in the imports of many countries. However, countries have turned to the production and use of renewable energy resources due to the instability in the prices of fossil-based energy resources, reducing their dependence on such energies, increasing their energy diversity, environmental problems ranging from air, water, and soil pollution caused by such energy resources to the destruction of vegetation and animals, and the understanding that they will be depleted soon (Anonim, 2012; Hiçdurmaz, 2019).

Biofuels, the general name of solid, liquid, or gaseous fuels that are produced by different methods from agricultural biomass, have standardized and commercial properties (Öğüt, 2007). Vegetable oils, biodiesel produced from these vegetable oils, and bio alcohols produced from biomass are the leading biofuels that can be used as an alternative to liquid fuels such as diesel and gasoline (Yılmaz and Atmanlı, 2016). Most of the studies on the improvement of fuel properties of vegetable oils consist of reducing the viscosity of these oils. Thermal and chemical methods are used to reduce the viscosity of vegetable oils. Chemical methods are defined as thinning, microemulsion formation, pyrolysis, and internal ester exchange (transesterification) (Çıldır and Çanakçı, 2006). The transesterification method is more preferred in biodiesel production because it is more suitable than other methods in terms of reaction time and efficiency. Transesterification is defined as the re-esterification of oils by reacting with alcohol in the presence of a catalyst (Öğüt and Oğuz, 2006).

Since alcohol fuels are produced as a result of anaerobic fermentation of agricultural waste biomass without being too dependent on food plants, it does not pose a problem with its

availability (B. R. Kumar and Saravanan, 2016). Alcohols are considered a suitable diesel fuel additive because they are in the liquid phase and contain high levels of oxygen (S. Kumar et al.,

2013). Alcohol fuels in the high alcohol group can provide additional advantages over low carbon alcohols when evaluated in terms of additives to diesel fuel. These advantages can be listed as follows; (Yeşilyurt, 2020).

- Energy content and cetane number values are higher.
- Due to their better blending stability, they can be mixed with diesel oil at high mixing ratios.
- Due to their weaker hygroscopic nature (low corrosive effect), they do not damage the transmission lines together with the fuel injection system.
- They are safer in terms of storage and use due to their higher flash points.
- During their production, energy consumption values are lower compared to low alcohols.

In this study, biodiesel (B₁₀₀) fuel and alternative blended fuels (diesel/biodiesel/n-butanol and n-butanol) containing diesel (M₁₀₀), biodiesel (B), and n-butanol (BU) or n-pentanol (P) in different volumetric ratios were investigated. Fuel properties and engine performance values of diesel/biodiesel/ n-pentanol, are aimed to be evaluated comparatively with the reference fuel diesel (M₁₀₀). In the study, the effects of EHN on engine performance were investigated by adding 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) cetane improver additive at a concentration of 2000 ppm to the blend fuels. Linas variety safflower is a newly developed variety and there is no biodiesel study on this subject. High alcohol additives were used to improve the kinematic viscosity and cold flow properties of safflower biodiesel. Since it was recommended to use less than 20% of these high alcohols in previous studies, the rates were determined accordingly. Since high alcohol addition reduces the cetane number, the effect of the EHN additive as a cetane improver was investigated.

Material and Method

Biodiesel Production Facility

In the production of safflower (linas variety) oil methyl ester (biodiesel), PLC supported pilot production facility which was established within the scope of DPT 2004/7 project (Öğüt, H., et al., 2004) at Selçuk University Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering was used. It has a pilot production facility and a production capacity of 100 liters and consists of 10 different units.

Preparation of fuel blends

Blended fuels without EHN were prepared by homogeneously mixing diesel, biodiesel, and n-butanol and n-pentanol, which are in the high alcohol group, at certain volumetric ratios with a homogenizer. In addition, mixed fuels with EHN addition were obtained by adding 2000 ppm cetane developer 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) to these blended fuels, which were re-prepared at the same volumetric proportions. Diesel fuel is symbolized as “M”, safflower biodiesel “B”, n-butanol “BU”, n-pentanol “P”, and 2-ethyl hexyl nitrate “EHN” for ease of use. The numbers added in the form of indices under the symbols represent the mixing ratios of the fuels.

Engine Testing

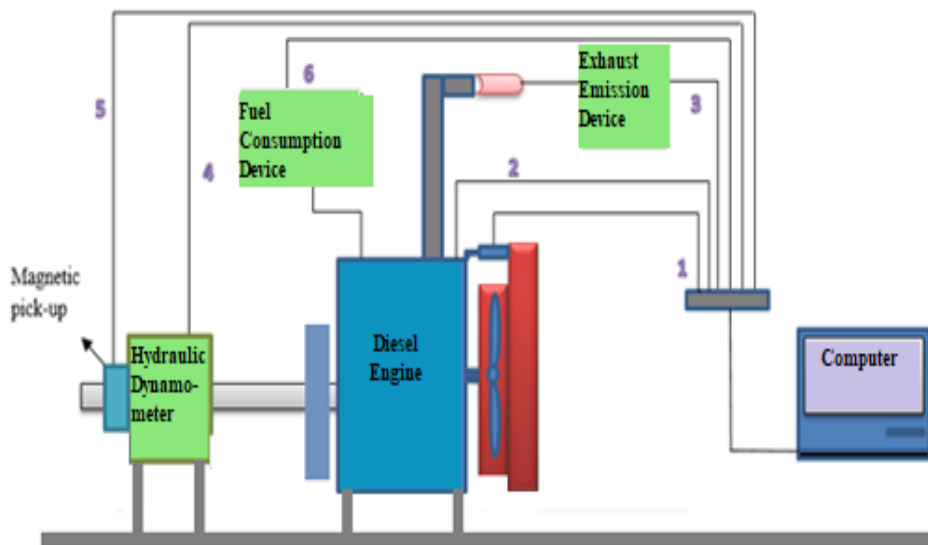
The engine tests carried out to determine the engine performance values of diesel, safflower biodiesel, and blended fuels were carried out in the engine test set up within the Department of

Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Faculty of Agriculture, Selçuk University. Engine performance tests of 26 different fuels were carried out in a 4-stroke, 4-cylinder, direct injection diesel engine with a turbocharger system. The test setup consists of engine, hydraulic dynamometer, magnetic pick-up, S type load cell, fuel meter, and control unit.

The engine speed, torque, and power values, as well as fuel consumption, engine oil pressure and temperature, coolant inlet and outlet temperature, engine coolant flow rate, and exhaust gas temperature values can be measured and the data can be recorded in real-time by the test setup and transferred to the computer automatically. The technical specifications of the engine used in the trials and the schematic appearance of the engine test setup are shown in Table 1 and Figure 1, respectively.

Table 1. Technical specifications of the diesel engine used in the research

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Brand and model | Tümosan 4DT-39T-185C |
| Rated Power @2300 rpm | 85 HP |
| Maximum torque | 340 Nm |
| Total Engine Capacity | 3908 cm ³ |
| Diameter Stroke | 104 mm x 115 mm |
| Number of Cylinders | 4 |
| Minimum Specific Fuel Consumption | 160 g HPh ⁻¹ |
| Aspiration | Turbocharger |
| Number of Valves Per Cylinder | 2 |
| Compression Ratio | 17:01 |
| Combustion System | Direct Injection |
| Cooling system | Water Cooled |



1-Engine water temperature measurement
3- Exhaust emissions measurement
5- Speed measurement

2- Engine oil temperature measurement
4- Torque measurement
6- Fuel consumption measurement

Figure 1. Schematic view of the engine test setup

Process Steps

The study consists of the following steps. These;

- Obtaining oil from safflower seeds,
- Production of safflower oil methyl ester (biodiesel) from the obtained crude safflower (Linus variety) oil by transesterification method,
- Procurement of alcohol fuels butanol and pentanol and cetane improver 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) to be used in the preparation of mixture fuels from the market,
- Diesel, biodiesel (10% and 20%), and n-butanol in certain proportions by volume
- Preparation of mixtures (M₈₅B₁₀BU₅, M₈₀B₁₀BU₁₀, M₇₀B₁₀BU₂₀, M₇₅B₂₀BU₅, M₇₀B₂₀BU₁₀, M₆₀B₂₀BU₂₀) containing diesel, biodiesel (10% and 20%) and n-butanol (5%, 10% and 20%) by volume,
- Preparation of mixtures containing diesel, biodiesel (10% and 20%) and n-pentanol (5%, 10% and 20%) by volume M₈₅B₁₀P₅, M₈₀B₁₀P₁₀, M₇₀B₁₀P₂₀, M₇₅B₂₀P₅, M₇₀B₂₀P₁₀, M₆₀B₂₀P₂₀),
- Obtaining mixed fuels with EHN addition by adding 2000 ppm 2-Ethylhexyl nitrate (EHN) to all prepared fuel mixtures

(M₈₅B₁₀BU₅+EHN, M₈₅B₁₀P₅+EHN, M₈₀B₁₀BU₁₀+EHN, M₈₀B₁₀P₁₀+EHN, M₇₀B₁₀BU₂₀+EHN, M₇₀B₁₀P₂₀+EHN, M₇₅B₂₀BU₅+EHN, M₇₅B₂₀P₅+EHN, M₇₀B₂₀BU₁₀+EHN, M₇₀B₂₀P₁₀+EHN, M₆₀B₂₀BU₂₀+EHN, M₆₀B₂₀P₂₀+EHN)

- Determination of fuel properties of reference fuel diesel, biodiesel, and blended fuels,
- Performing engine performance tests of reference fuel diesel, biodiesel, and blended fuels.

Results and Discussion

Fuel Properties

Tests were carried out to determine the compliance of the obtained safflower biodiesel with TS EN 14214 and diesel fuel with TS 3082 EN 590 standards, and the results of the analyzes were given in Table 2 and were determined that the fuel properties complied with the standards. The kinematic viscosity, density, calorific values, flash point values decreased in fuels containing butanol and pentanol. EHN contribution, on the other hand, was effective in increasing the calorific values and cetane numbers.

Table 2. Fuel properties of safflower biodiesel

| | Kinematic viscosity (mm ² s ⁻¹) | Density (g cm ⁻³) | Water content (ppm) | Calorific Values (MJ kg ⁻¹) | Flash Point (°C) | CFPP (°C) | Cloud Point (°C) | Pour Point (°C) | Cetane Numbers | Copper Strip Corrosion |
|---|--|-------------------------------|---------------------|---|------------------|-----------|------------------|-----------------|----------------|------------------------|
| M ₁₀₀ | 2.97 | 0.830 | 48 | 45.17 | 68 | -22 | -13.9 | >-20 | 55.4 | 1a |
| B ₁₀₀ | 4.57 | 0.8885 | 363 | 40.67 | 160 | -11 | -2.6 | -15 | 53.6 | 1a |
| M ₈₅ B ₁₀ BU ₅ | 2.81 | 0.8379 | 368 | 43.84 | 38 | -13 | -3.2 | >-20 | 52.3 | 1a |
| M ₈₅ B ₁₀ BU ₅ +EHN | 2.8 | 0.8377 | 358 | 44.01 | 39 | -11 | -2.1 | >-20 | 54.9 | 1a |
| M ₈₀ B ₁₀ BU ₁₀ | 2.66 | 0.8368 | 489 | 43.24 | 37 | -12 | -3.2 | >-20 | 51.9 | 1a |
| M ₈₀ B ₁₀ BU ₁₀ +EHN | 2.65 | 0.8365 | 470 | 43.43 | 38 | -11 | -2.2 | >-20 | 54.7 | 1a |
| M ₇₀ B ₁₀ BU ₂₀ | 2.54 | 0.8339 | 499 | 42.40 | 36 | -12 | -3.2 | >-20 | 49.2 | 1a |
| M ₇₀ B ₁₀ BU ₂₀ +EHN | 2.52 | 0.8337 | 425 | 43.21 | 37 | -11 | -2 | >-20 | 49.7 | 1a |
| M ₇₅ B ₂₀ BU ₅ | 2.81 | 0.8384 | 347 | 43.23 | 39 | -13 | -3.2 | >-20 | 52.1 | 1a |
| M ₇₅ B ₂₀ BU ₅ +EHN | 2.76 | 0.8382 | 325 | 43.86 | 40 | -11 | -2.5 | >-20 | 55.3 | 1a |
| M ₇₀ B ₂₀ BU ₁₀ | 2.79 | 0.8375 | 354 | 42.78 | 38 | -12 | -2.5 | >-20 | 51.3 | 1a |
| M ₇₀ B ₂₀ BU ₁₀ +EHN | 2.75 | 0.8372 | 347 | 43.31 | 39 | -10 | -1.4 | >-20 | 53.4 | 1a |
| M ₆₀ B ₂₀ BU ₂₀ | 2.62 | 0.8351 | 410 | 41.42 | 37 | -12 | -3.4 | >-20 | 48.8 | 1a |
| M ₆₀ B ₂₀ BU ₂₀ +EHN | 2.57 | 0.8348 | 406 | 42.10 | 38 | -11 | -2.3 | >-20 | 49.3 | 1a |
| M ₈₅ B ₁₀ P ₅ | 2.83 | 0.8388 | 332 | 43.91 | 50 | -14 | -3.3 | >-20 | 52.5 | 1a |
| M ₈₅ B ₁₀ P ₅ +EHN | 2.82 | 0.8382 | 326 | 44.10 | 51 | -12 | -2.4 | >-20 | 55.8 | 1a |
| M ₈₀ B ₁₀ P ₁₀ | 2.76 | 0.8375 | 350 | 43.50 | 49 | -13 | -3.3 | >-20 | 52.2 | 1a |
| M ₈₀ B ₁₀ P ₁₀ +EHN | 2.74 | 0.8373 | 333 | 43.96 | 50 | -11 | -2.6 | >-20 | 55.4 | 1a |
| M ₇₀ B ₁₀ P ₂₀ | 2.75 | 0.8347 | 384 | 42.68 | 48 | -13 | -3.5 | >-20 | 49.5 | 1a |
| M ₇₀ B ₁₀ P ₂₀ +EHN | 2.66 | 0.8342 | 363 | 42.77 | 49 | -10 | -2.7 | >-20 | 50.4 | 1a |
| M ₇₅ B ₂₀ P ₅ | 2.82 | 0.8383 | 426 | 43.84 | 51 | -14 | -3.5 | >-20 | 52.5 | 1a |
| M ₇₅ B ₂₀ P ₅ +EHN | 2.78 | 0.8381 | 397 | 43.96 | 52 | -12 | -2.2 | >-20 | 55.6 | 1a |
| M ₇₀ B ₂₀ P ₁₀ | 2.81 | 0.8379 | 439 | 43.64 | 50 | -13 | -4.2 | >-20 | 51.5 | 1a |
| M ₇₀ B ₂₀ P ₁₀ +EHN | 2.8 | 0.8375 | 403 | 43.84 | 51 | -12 | -2.9 | >-20 | 53.9 | 1a |
| M ₆₀ B ₂₀ P ₂₀ | 2.71 | 0.8367 | 493 | 42.49 | 49 | -13 | -4.2 | >-20 | 49.3 | 1a |
| M ₆₀ B ₂₀ P ₂₀ +EHN | 2.7 | 0.8362 | 461 | 42.88 | 50 | -11 | -3 | >-20 | 50.7 | 1a |

Engine Performance Test Results

Effective power

The variation of effective power (kW) values obtained depending on the engine revolution speed (min^{-1}) in the engine performance tests performed under full load conditions of diesel (M_{100}), biodiesel (B_{100}), and blended fuels (EHN additive- non-additive) are given in Figures 2, 3, and 4. The torque values of the engine speed at which the maximum power is obtained are shown in Figure 5.

If the effective engine power values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels are examined in general depending on the engine speed, it is seen that the maximum engine power is obtained from M_{100} fuel with an average value of 63.3 kW (2100 min^{-1} engine speed).

When the effective engine power values of the B_{100} fuel are compared to the values of the M_{100} fuel, it has been determined that there is a certain decrease in engine power at all revolutions. At the engine speed which resulted in the maximum power (2100 min^{-1}), the effective power value of B_{100} fuel decreased by 5.94% compared to M_{100} fuel and was realized as 59.55 kW. This decrease in power value can be explained by the fact that the determined density and viscosity values of safflower oil methyl ester (B_{100}) are higher than that of diesel oil (M_{100}), and its calorific value is lower. İmal et al., (2017) and Erol (2019) stated that high viscosity and density values prevent the fuel from atomizing via the injector system and spraying as desired, which causes the ignition delay time that prolongs the combustion time and worsens the combustion.

It has been determined that, in the blended fuels containing the same proportion of butanol or pentanol by volume (with or without EHN additives), as the biodiesel ratio increases (by 10 and 20%), the power values of the fuels decrease at different rates. For example, at 2100

min^{-1} engine speed at which maximum engine power is obtained, the power values of all blended fuels containing B_{20} showed lower values on average by 0.66% to 4.75% compared to fuels containing B_{10} .

According to the research results; It has been determined that the power values of all blended fuels (with and without EHN additives) are lower between 1.46% and 15.72% compared to M_{100} fuel at 2100 min^{-1} engine speed at which maximum power is obtained. While the closest result to M_{100} fuel was obtained from $M_{85}B_{10}P_5$ +EHN fuel with 62.38 kW value, the lowest result was obtained from $M_{60}B_{20}BU_{20}$ fuel with a 53.36 kW value. It is thought that these power reductions, which are detected at certain rates in all blended fuels compared to M_{100} fuel, are due to the lower energy contents (calorific value) of these fuels compared to M_{100} fuel. The results we obtained are similar to the studies conducted by (Atmanlı, 2016; Campos-Fernández et al., 2012; Yeşilyurt et al., 2018).

It was determined that fuels containing pentanol showed higher power values between 1.3% and 8.9% compared to fuels containing butanol. This result can be explained by the lower calorific value and higher cetane number of pentanol than butanol.

It has been determined that there is a certain (1.3% to 10%) decrease in the effective power values as the alcohol content increases in all blended fuels containing both butanol and pentanol. Campos-Fernández et al. (2012); Yeşilyurt et al. (2018) reported a similar relationship in their studies.

It has been determined that the EHN added to the blended fuels reduces the power values between 0.72% and 7.16%. Atmanlı (2016); İleri (2016) stated that fuels with EHN additives show effective power values close to diesel and EHN additive is effective in increasing power.

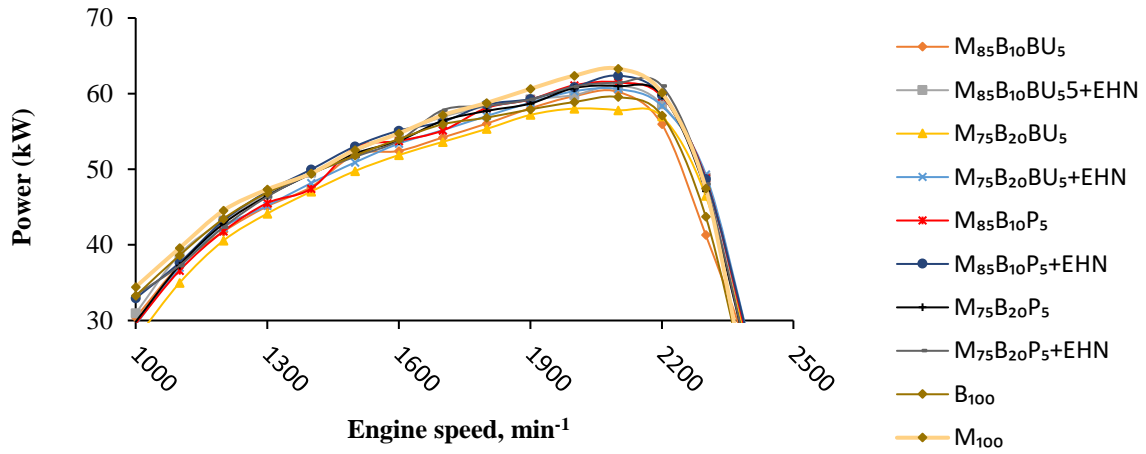


Figure 2. Change in engine power values of M₁₀₀, B₁₀₀, and blended fuels (containing 5% BU or P) depending on engine speed

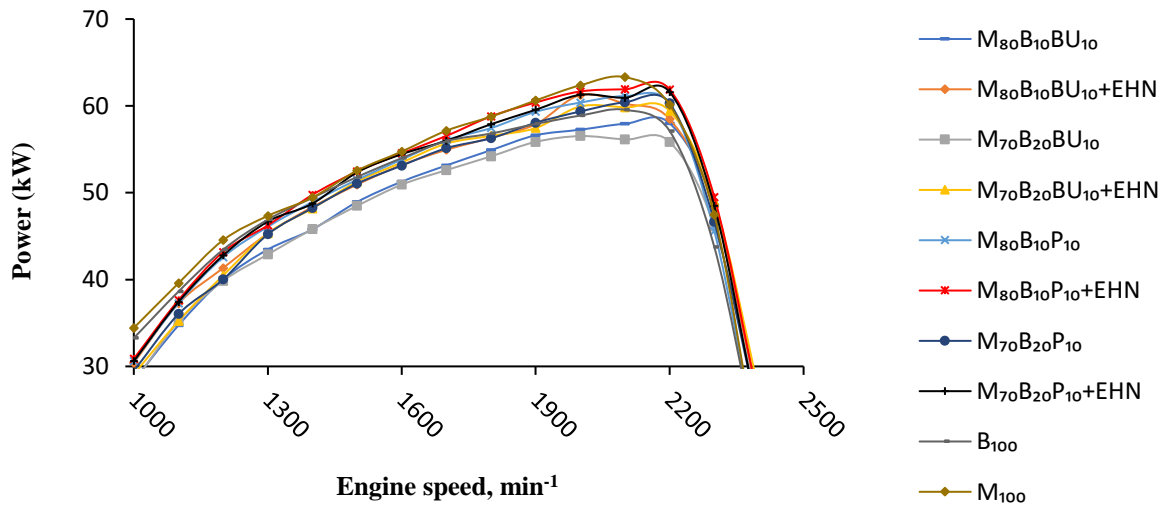


Figure 3. Change in engine power values of M₁₀₀, B₁₀₀, and blended fuels (containing 10% BU or P) depending on engine speed

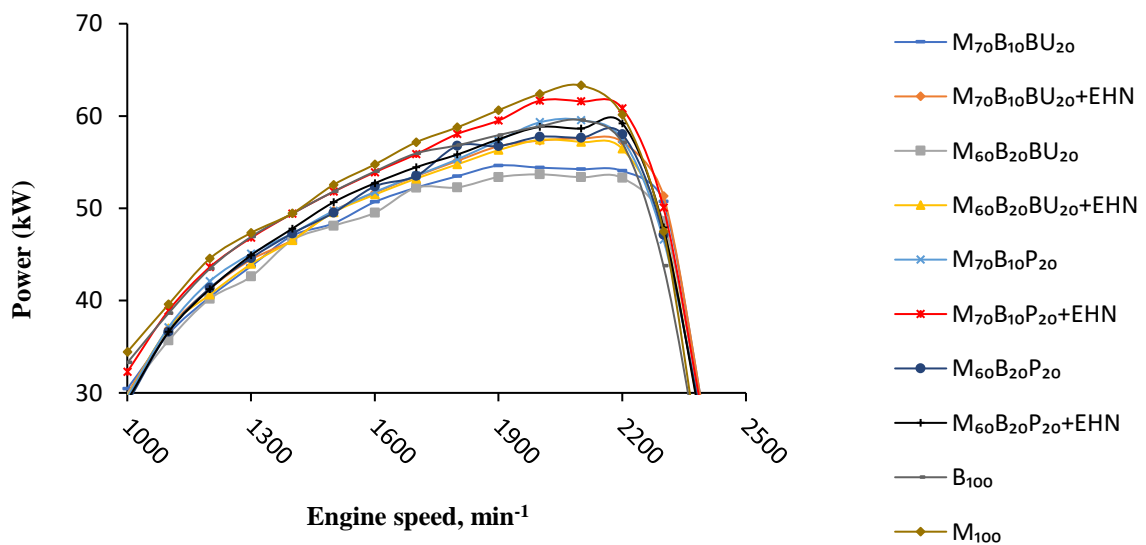


Figure 4. Change in engine power values of M₁₀₀, B₁₀₀, and blended fuels (containing 20% BU or P) depending on engine speed

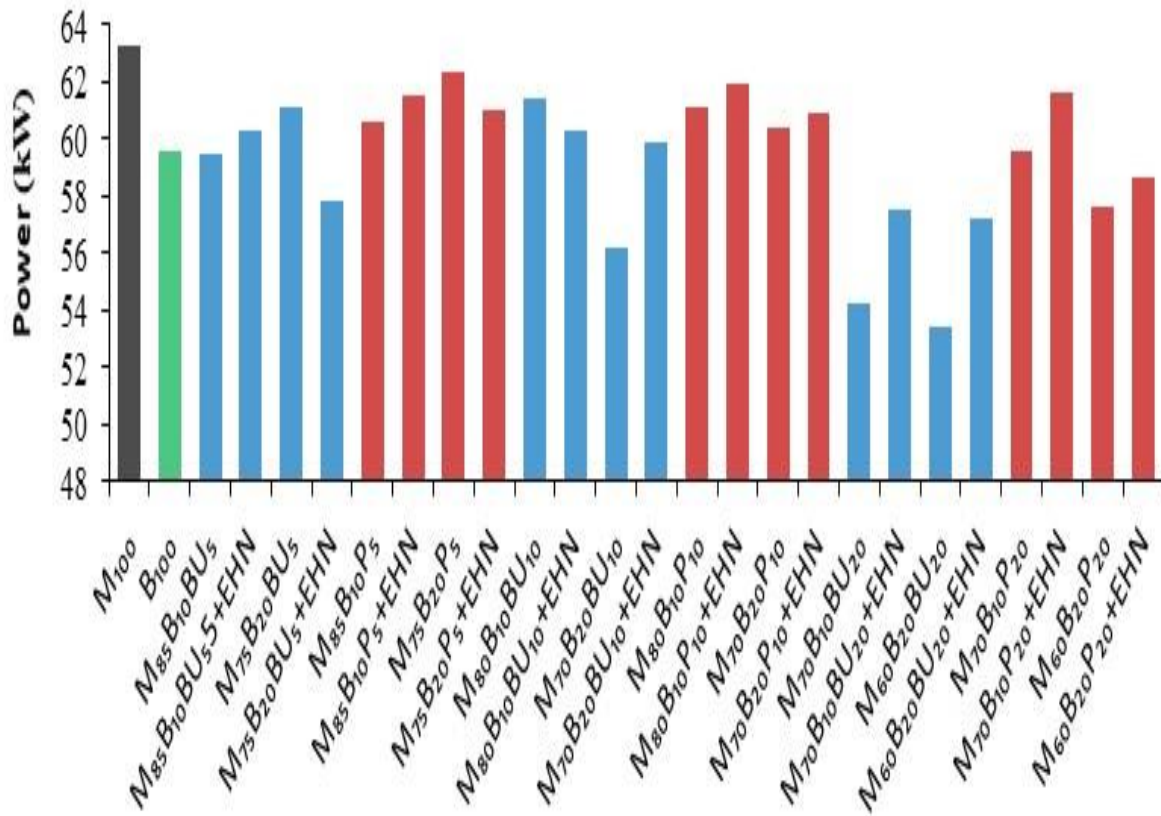


Figure 5. Effective engine power values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels at the engine speed at which maximum power is obtained (2100 min^{-1})

Variation of moment values

The variation of torque (Nm) values obtained depending on the engine revolution speed (min^{-1}) in the engine performance tests performed under full load conditions of diesel (M_{100}), biodiesel (B_{100}), and blended fuels (EHN additive - non-additive) are given in Figures 6, 7, and 8. The torque values of the engine speed at which the maximum torque is obtained are shown in Figure 9.

If the effective engine torque values of M_{100} , B_{100} , and mixed fuels are examined depending on the engine speed; in general, it is seen that the maximum engine torque is obtained from M_{100} fuel with an average value of 339.65 Nm (2100 min^{-1} engine speed).

It has been determined that there is a decrease in the torque value of B_{100} fuel (333.08 Nm) compared to M_{100} fuel (339.65 Nm) at 1300 min^{-1} engine speed at which the maximum torque is obtained. This decrease in torque value can be explained by the fact that the determined calorific value and cetane number values of safflower oil methyl ester (B_{100}) show lower values than diesel oil (M_{100}). Özçelik (2011) reported that low calorific and cetane number values of fuels increase the ignition delay, the combustion performance

deteriorates due to the increase in ignition delay, and as a result, the decrease in the maximum pressure in the cylinder causes the torque to decrease.

It has been determined that, in the blended fuels containing the same proportion of butanol or pentanol by volume (with or without EHN additives), the torque values of the fuels decrease at different rates as the biodiesel ratio increases (by 10 and 20%). For example, it has been observed that the torque values of the blended fuels containing B20, at 1300 min^{-1} engine speed at which the maximum torque is obtained, exhibit lower values between 0.29% and 2.77% compared to the blended fuels containing B_{10} .

It has been determined that the engine torque values of all blended fuels (with and without EHN additives) are lower, between 0.82% and 7.57%, compared to M_{100} fuel, at 1300 min^{-1} engine speed at which the maximum torque is obtained. This result can be explained by the fact that the calorific values of the blended fuels show lower values than diesel fuel (M_{100}) due to the biodiesel and higher alcohols (butanol, pentanol) they contain in certain proportions by volume. The low calorific value in fuels causes a decrease in the energy released as a result of combustion, and as a

result, the pressure acting on the piston and its conversion rate to useful work decrease (Atmanlı et al., 2013).

When the torque values of the blended fuels containing the same proportion of butanol and pentanol by volume were compared at 1300 min^{-1} engine speed, where the maximum engine torque was obtained, it was determined that the fuels containing pentanol showed higher values between 1.07% and 4.55% compared to the fuels containing butanol. The obtained increases were reported by Yeşilyurt et al. (2018) show similarities with the results of their studies.

It has been determined that as the butanol and pentanol ratios increase in the blended fuels, there is a certain decrease (0.8% to 3.7%) in the torque values of the fuels. Results, Siwale et al. (2013); Tüccar, Özgür, and Aydın (2014); Yeşilyurt et al. (2018) show similarities with their studies.

It has been determined that the EHN added to the blended fuels reduces the torque values between 0.22% and 2.77%. It shows similarities with the studies of Alpaslan Atmanlı (2016); İleri (2016).

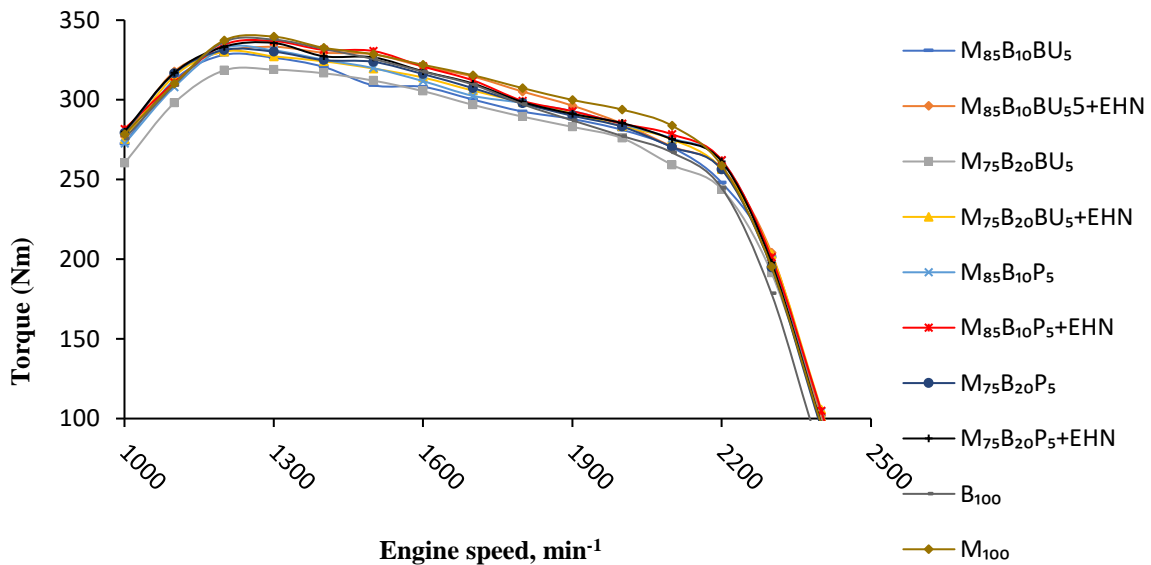


Figure 6. Change in engine torque values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels (containing 5% BU or P) depending on engine speed

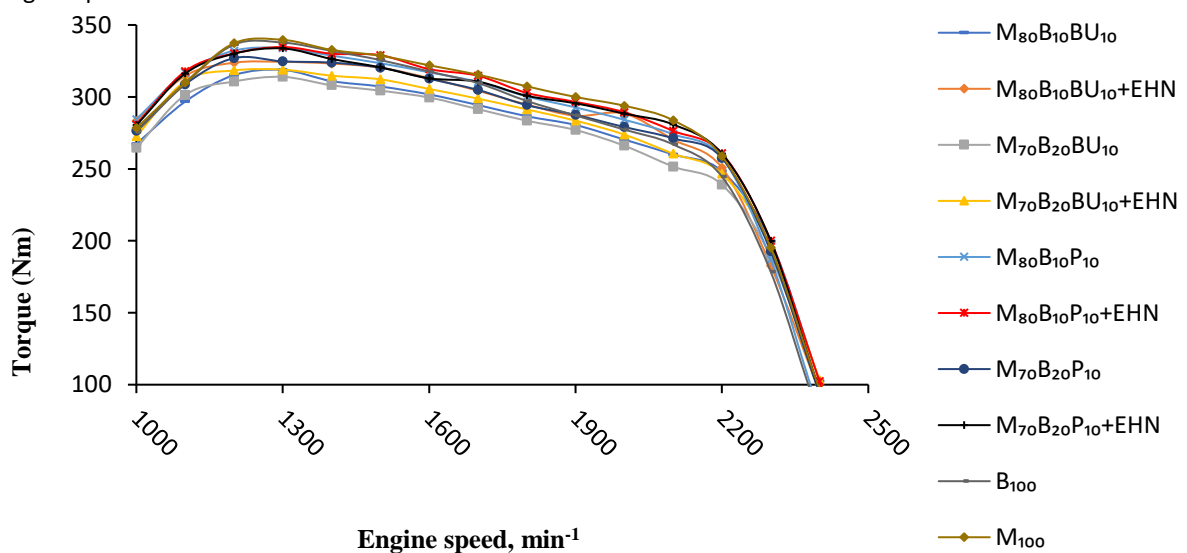


Figure 7. Change in engine torque values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels (containing 10% BU or P) depending on engine speed

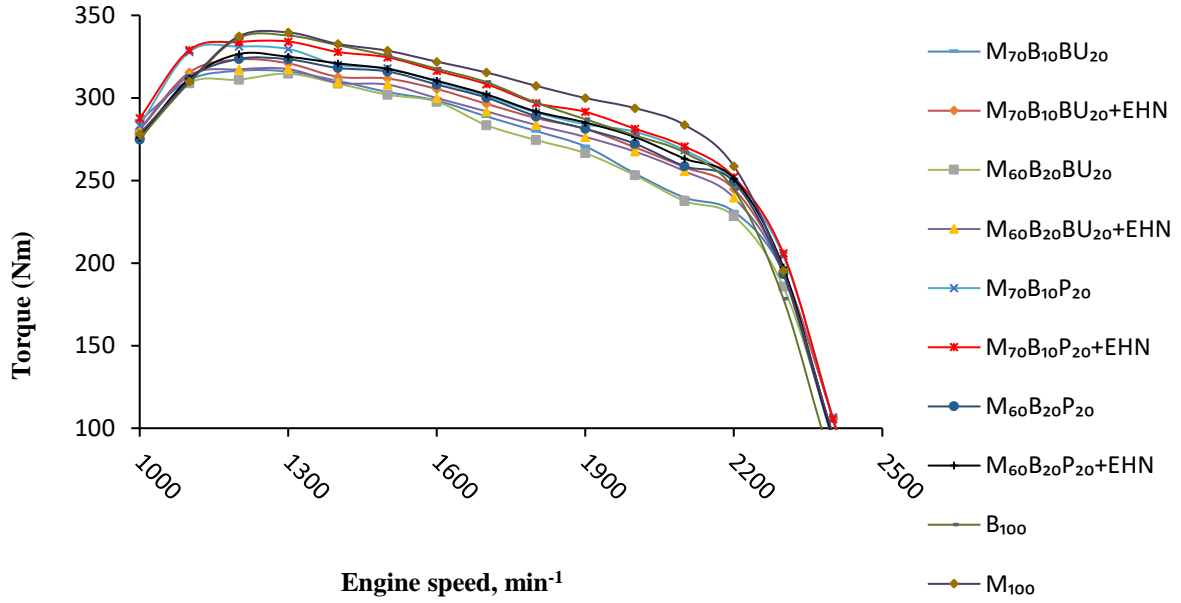


Figure 8. Change in engine torque values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels (containing 20% BU or P) depending on engine speed

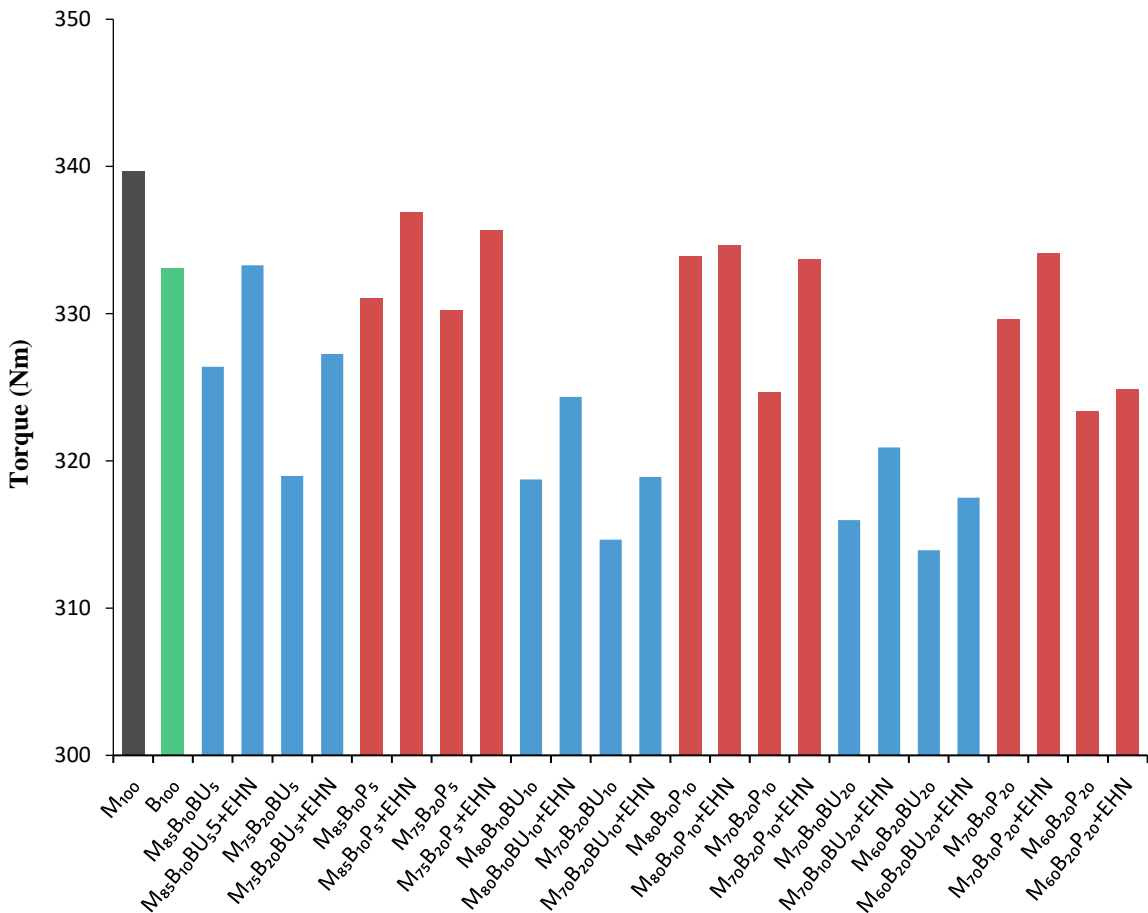


Figure 9. Engine torque values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels at the engine speed at which the maximum torque is obtained (1300 min^{-1})

Specific fuel consumption values

The variation of specific fuel consumption (g kWh^{-1}) values obtained depending on the engine revolution speed (min^{-1}) in the engine performance tests performed under full load conditions of diesel (M_{100}), biodiesel (B_{100}), and blended fuels (EHN additive - non-additive) are given in Figures 10, 11, and 12. The torque values of the engine speed at which the minimum specific fuel consumption is obtained are shown in Figure 13.

As a result of the engine performance tests carried out with 26 fuels under full load conditions, the lowest specific fuel consumption was obtained from M_{100} fuel with an average of $256.53 \text{ g kWh}^{-1}$ at 1600 min^{-1} engine speed.

The specific fuel consumption value of B_{100} fuel was determined as $291.33 \text{ g kWh}^{-1}$ at an engine speed of 1600 min^{-1} where the minimum

specific fuel consumption is obtained. This value is approximately 13.57 % higher than the specific fuel consumption value ($256.53 \text{ g kWh}^{-1}$) obtained from M_{100} fuel. This is because the determined calorific value of B_{100} fuel is lower than that of M_{100} , and its density and viscosity values are higher. Zhang and Balasubramanian (2016) reported that the specific fuel consumption is expected to increase by 11.8-14.6% due to the lower calorific value of biodiesel compared to diesel.

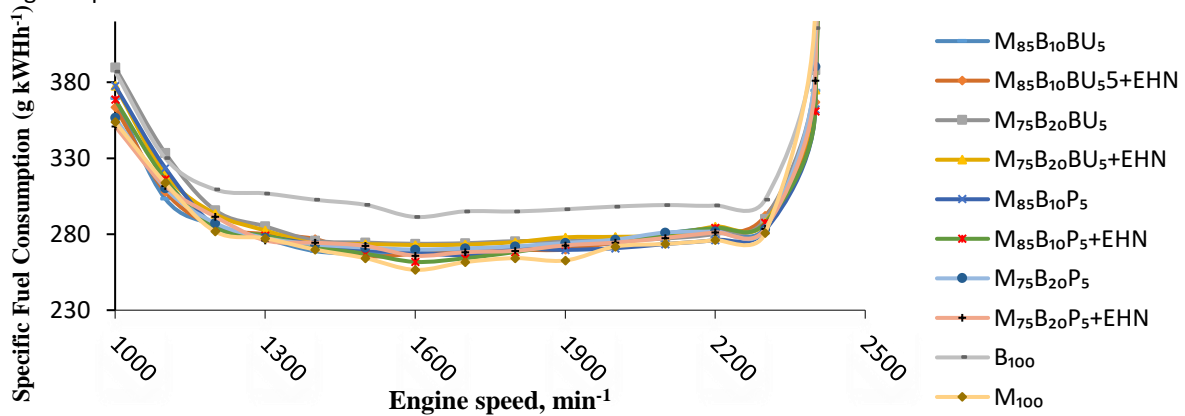


Figure 10. Change in specific fuel consumption values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels (containing 5% BU or P) depending on engine speed

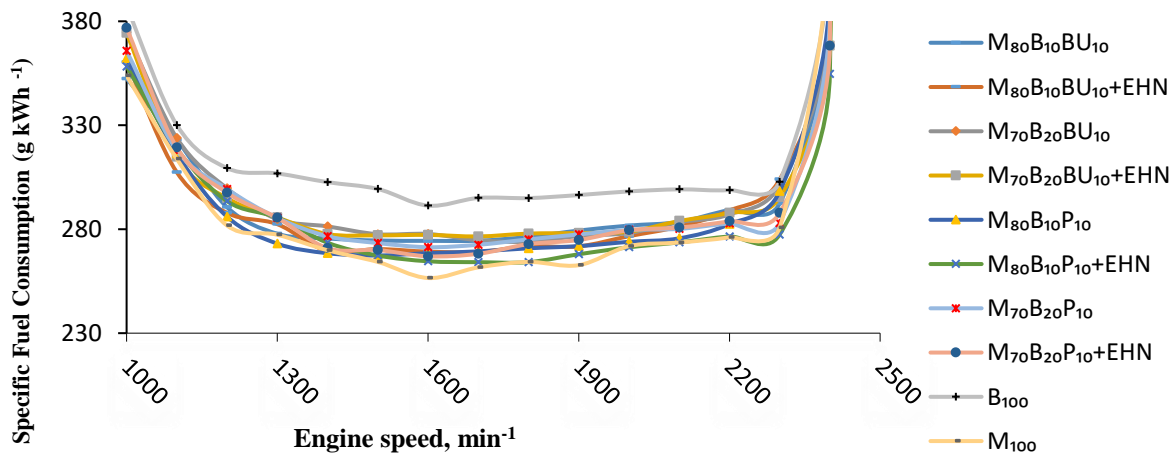


Figure 11. Change in specific fuel consumption values of M_{100} , B_{100} , and blended fuels (containing 10% BU or P) depending on engine speed

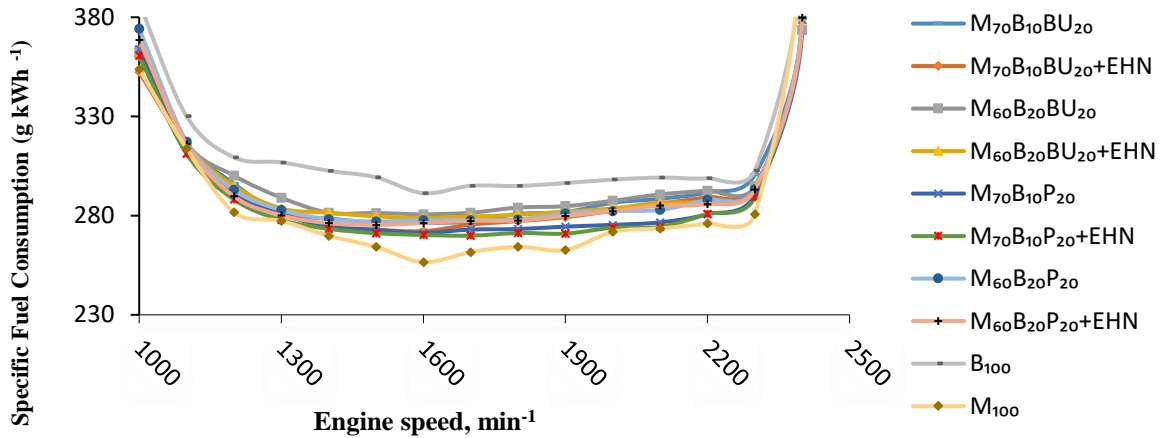


Figure 12. Change in specific fuel consumption values of M₁₀₀, B₁₀₀, and blended fuels (containing 20% BU or P) depending on engine speed

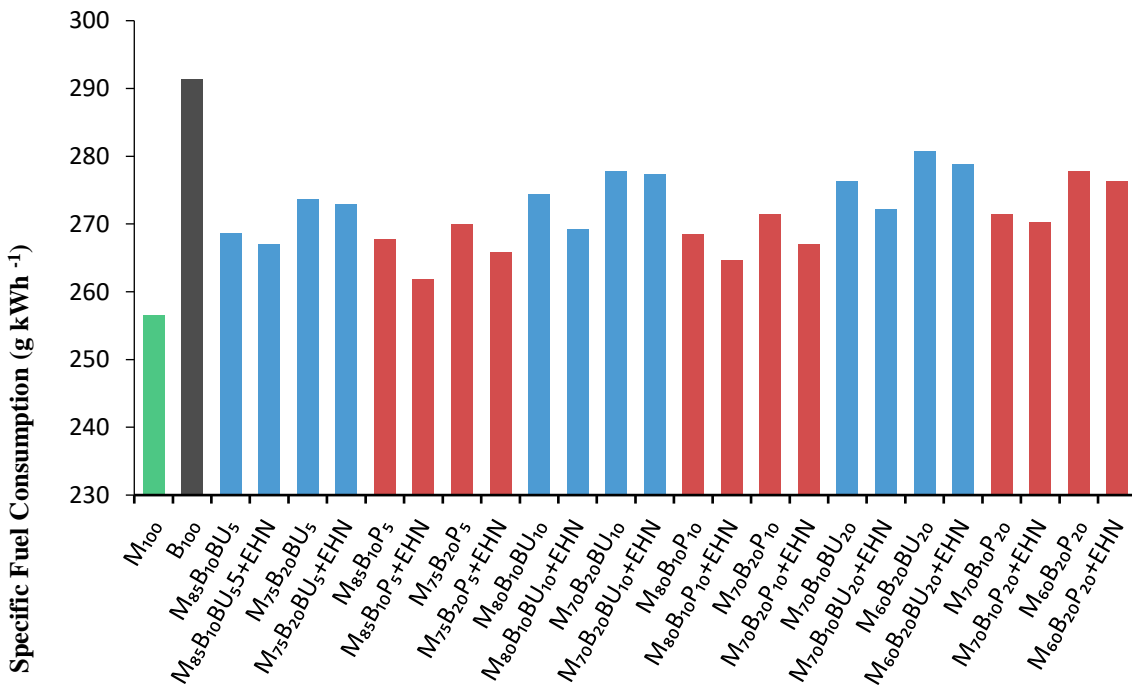


Figure 13. Specific fuel consumption values of M₁₀₀, B₁₀₀, and blended fuels at the engine speed at which the minimum specific fuel consumption is obtained (1600 min⁻¹)

It has been determined that as the biodiesel ratio increases (by 10 and 20%) in the blended fuels (with or without EHN additives) containing the same proportion of butanol or pentanol by volume, the specific fuel consumption values of the fuels increase by 0.83% and 3%.

It was determined that the specific fuel consumption values of all blended fuels (with and without EHN additives) increased by approximately 2.05% to 9.42% compared to M₁₀₀ fuel at an engine speed of 1600 min⁻¹ where the minimum specific fuel was obtained. While the closest results to M₁₀₀ (256.53 g kWh⁻¹) fuel were obtained from M₈₅B₁₀P₅+EHN fuel (261.78 g kWh⁻¹), the worst

results were obtained from M₆₀B₂₀BU₂₀ fuel (280.7 g kWh⁻¹). The increase in the specific fuel consumption values of the blended fuels compared to the M₁₀₀ can be explained by the lower energy content of these fuels compared to the M₁₀₀.

When the specific fuel consumption values of the blended fuels containing the same proportion of butanol and pentanol by volume at the same engine speed were compared, it was determined that the specific fuel consumption values of the blended fuels containing pentanol showed lower values varying between 0.32% and 3.71% compared to the fuels containing butanol. The main reason for this situation is that pentanol

has a higher calorific value and lower latent heat of vaporization than butanol. Atmanlı (2016) and Nanthagopal et al. (2018) reported that the rate of increase in specific fuel consumption values of pentanol blends, which have a higher energy content compared to butanol, is less than diesel.

It has been determined that there is a certain increase (0.8% to 3.9%) in the specific fuel consumption values of the fuels as the alcohol content increases (5, 10, and 20%) in all blended fuels containing both butanol and pentanol (with or without EHN additives). The decrease in the energy content (calorific value) and cetane number values of the blended fuels due to the increase in alcohol concentration can be shown as the reason for this increase. Karabektas and Hosoz (2009); Yeşilyurt et al. (2018); Zhang and Balasubramanian (2016) reported that the specific fuel consumption values increased due to the increase in high alcohol content in fuels.

It has been determined that the EHN added to the blended fuels reduces the specific fuel consumption values between 0.16% and 2.2%. A similar relationship was also reported by Atmanlı (2016) and İleri (2016). Researchers have reported that due to the high volatility of EHN, fuel vapor can disperse in the combustion chamber and this will help increase the combustion process and decrease fuel consumption.

Conclusion

When the engine performance values of all blended fuels are evaluated in general;

- The highest effective power value was obtained from M₁₀₀ with 63.3 kW and M_{85B₁₀P₅+EHN} fuel with 61.43 kW from the blended fuels at 2100 min⁻¹ where maximum power is obtained. The lowest effective power value was found in M_{60B₂₀BU₂₀} fuel with 53.36 kW.

- The highest torque value was obtained in M₁₀₀ fuel with 339.65 Nm at 1300 min⁻¹, where the maximum torque is obtained, and in M_{85B₁₀P₅+EHN} fuel with 336.88 Nm among mixed fuels. The lowest torque value was determined with 314.65 Nm in M_{60B₂₀BU₂₀} fuel.

- The lowest specific fuel consumption value was obtained at 1600 min⁻¹ from M₁₀₀ fuel with 191.37 g kWh⁻¹, and M_{85B₁₀P₅+EHN} fuels with 261.78 g kWh⁻¹ from the mixed fuels. The highest specific fuel consumption value was determined at M_{60B₂₀BU₂₀} fuel with 209.4 g kWh⁻¹.

The production of high alcohol fuels (butanol, pentanol, etc.) using domestic resources will reduce the cost and contribute to the economy of the countries. The fuels used in the study can also be examined in terms of thermodynamics, environmental and economic aspects. The effects of blended fuels on engine parts and fuel systems

should be investigated by conducting long-term tests in different engine types. Biodiesels obtained from different raw materials should be mixed with diesel, butanol, and pentanol fuels at different ratios by volume and compared. The usability of other fuels in the high alcohol group in diesel engines should be investigated. As a result of long-term tests of diesel/biodiesel/butanol or pentanol blended fuels, the effect on engine oil should be examined.

Acknowledgments

&: Determination of The Effects on Fuel Properties, Engine Performance, and Emission Values of Some Additives Added to Diesel and Safflower Biodiesel Blends is a part of Ph.D. Thesis by Seda ŞAHİN (2021). This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Selçuk University with project number 18101007.

Conflict of Interest Declaration: The authors have no conflict of interest concerned to this work

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Anonymous, Renewable energy technologies- Renewable energy sources and its importance. 2012: Republic of Turkey Ministry of National Education. Ankara.
- Atmanlı, A. (2016). Comparative analyses of diesel-waste oil biodiesel and propanol, n-butanol or 1-pentanol blends in a diesel engine. *Fuel* 176, 209-215.
- Atmanlı, A. (2016). Effects of a cetane improver on fuel properties and engine characteristics of a diesel engine fueled with the blends of diesel, hazelnut oil and higher carbon alcohol. *Fuel*, 172, 209-217.
- Atmanlı, A., Yüksel, B., & İleri, E. (2013). Experimental investigation of the effect of diesel-cotton oil-n-butanol ternary blends on phase stability, engine performance and exhaust emission parameters in a diesel engine. *Fuel* 109, 503-511.
- Campos-Fernández, J., Arnal, J. M., Gómez, J., & Dorado, M. P. (2012). A comparison of performance of higher alcohols/diesel fuel blends in a diesel engine. *Applied energy*, 95, 267-275.
- Çıldır, O., & Çanakçı, M. (2006). An investigation of the effects of catalyst and alcohol amounts on the fuel properties of biodiesel from various vegetable oils, . *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ*, 21(2), 367-372.

- Erol, K. (2019). The effects of biodiesel from waste frying oils on engine performance and exhaust emissions, M.Sc. Thesis, Afyon Kocatepe University, Afyon.
- Güner, E. D., & Turan, E. S. (2017). The Impact of Renewable Energy Sources on Global Climate Change. *Journal of Natural Hazards and Environment*, 3(1), 48-55.
- Hiçdurmaz, B. (2019). Turkey's renewable energy resources and policies *Social Sciences Studies Journal*, 5(34), 2223-2230.
- İleri, E. (2016). Experimental study of 2-ethylhexyl nitrate effects on engine performance and exhaust emissions of a diesel engine fueled with n-butanol or 1-pentanol diesel-sunflower oil blends. *Energy conversion and management*, 118, 320-330.
- İmal, M., Kaya, A., & Sincar, O. (2017). The Biodiesel of Olive Oil Engine Performance and Determination of Impacts on Exhaust Emissions. *KSU J. Nat. Sci.*, 20(3): 283-291.
- Karabektas, M., & Hosoz, M. (2009). Performance and emission characteristics of a diesel engine using isobutanol-diesel fuel blends. *Renewable Energy*, 34(6), 1554-1559.
- Kumar, B. R., & Saravanan, S. (2016). Use of higher alcohol biofuels in diesel engines: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 84-115.
- Kumar, S., Cho, J. H., Park, J., Moon, I. J. R., & Reviews, S. E. (2013). Advances in diesel-alcohol blends and their effects on the performance and emissions of diesel engines. 22, 46-72.
- Nanthagopal, K., Ashok, B., Saravanan, B., Patel, D., Sudarshan, B., & Ramasamy, R. A. (2018). An assessment on the effects of 1-pentanol and 1-butanol as additives with *Calophyllum Inophyllum* biodiesel. *Energy conversion and management*, 158, 70-80.
- Öğüt, H., & Oğuz, H. (2006). Biodiesel: The fuel of the 3rd Millenium, Nobel Ankara.
- Öğüt, H., et al., Investigation of biodiesel production processes from some oil crops in Turkey and its use in diesel engines in terms of agriculture, environment, food, chemistry and technology:DPT Project No:2004/7 Bioenergy 2004 Symposium, İzmir. 2004.
- Özçelik, A. E. (2011). Determination of the effects of safflower biodiesel and its blends with diesel fuel on lubricating oil in a single cylinder diesel engine. (Ph. D. thesis), Selçuk University.
- Siwale, L., Kristóf, L., Adam, T., Bereczky, A., Mbarawa, M., Penninger, A., & Kolesnikov, A. (2013). Combustion and emission characteristics of n-butanol/diesel fuel blend in a turbo-charged compression ignition engine. *Fuel*, 107, 409-418.
- Tüccar, G., Özgür, T., & Aydın, K. (2014). Effect of diesel-microalgae biodiesel-butanol blends on performance and emissions of diesel engine. *Fuel*, 132, 47-52.
- Yeşilyurt, M.K., The effects of different higher alcohols (1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol) addition into the diesel fuel on the performance, combustion, and exhaust emission characteristics of a single-cylinder diesel engine. *International journal of engineering research and development*, 2020. 12(2): p. 397-426.
- Yeşilyurt, M. K., Eryilmaz, T., & Arslan, M. (2018). A comparative analysis of the engine performance, exhaust emissions and combustion behaviors of a compression ignition engine fuelled with biodiesel/diesel/1-butanol (C4 alcohol) and biodiesel/diesel/n-pentanol (C5 alcohol) fuel blends. *Energy*, 165, 1332-1351.
- Yılmaz, N. and A. Atmanlı, Examination of the use of alternative fuels in aviation. *Sustainable aviation research society*, 2016. 1(1): p. 3-10.
- Zhang, Z.-H., & Balasubramanian, R. (2016). Investigation of particulate emission characteristics of a diesel engine fueled with higher alcohols/biodiesel blends. *Applied energy*, 163, 71-80.

Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Kes Kalitelerinin Belirlenmesi

Selim ÖZDEMİR^{1*}, Kağan KÖKTEN², Rıdvan UÇAR², Mahmut KAPLAN³

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tarla Bitkileri Programı, Bingöl

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

³Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri

*Sorumlu Yazar: ozdemir2312@gmail.com

Geliş Tarihi: 11.11.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.01.2022 Kabul Tarihi: 08.02.2022

Öz

Araştırma, bazı mürdümük genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenmesi amacıyla, 2014 ve 2015 yıllarında ilkbahar ekimleri yapılarak yürütülmüştür. Araştırmada, 31 adet mürdümük genotipi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada; tohum amacıyla hasat edilen mürdümük genotiplerinin keslerine ait ham kül oranı, ham protein oranı ve verimi, asit deterjan lif (ADF), nötral deterjan lif (NDF), sindirilebilir kuru madde (SKM) ve kuru madde tüketimi (KMT) oranları, nispi yem değeri (NYD), sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME) gibi özellikler incelenmiştir. Araştırmanın yapıldığı her iki yılda da; incelenen tüm özellikler açısından genotipler arasında istatistiki olarak çok önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiştir. İki yıllık araştırma sonucuna göre; mürdümük genotiplerine ait keslerin ham kül oranı %7.12-9.52, ham protein oranı %4.71-7.36, ham protein verimi 6.03-11.9 kg da⁻¹, ADF oranı %39.73-47.42, NDF oranı %50.53-62.66, SKM oranı %51.96-57.95, KMT oranı %1.92-2.38, NYD 77.46-106.47, SE değeri 2.49-2.75 Mcal kg⁻¹ ve ME değeri 2.05-2.26 Mcal kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Biflorus ve Eren mürdümük genotiplerinin diğer genotiplere göre daha üstün olduğu tespit edilmiş olup, Elazığ ve benzer ekolojilerde kes kalitesi amacıyla bu genotiplerin yetiştiriciliğinin yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Mürdümük, kes kalitesi, ADF, NDF

Determination of Straw Quality of Some Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes

Abstract

The research was carried out in 2014 and 2015 years in order to determination of straw quality of some grasspea genotypes. In the research; 31 different grasspea genotypes were used as plant material. The experiment was set up in a randomized block design with three replications. In the research; the characteristics such as crude ash ratio, crude protein ratio and yield, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), digestible dry matter (DDM) and dry matter intake (DMI) ratios, relative feed value (RFV), digestible energy (DE) and metabolic energy (ME) of the straw of the grasspea genotypes harvested for the purpose of seed were investigated. In both years of the research; statistically significant differences were detected between genotypes in terms of all characteristics examined. According to the result of two years of research; the crude ash ratio of straws belonging to the grasspea genotypes varied between 7.12-9.52%, the crude protein ratio between 4.71-7.36%, the crude protein yield between 6.03-11.90 kg da⁻¹, ADF ratio between 39.73-47.42%, NDF ratio between 50.53-62.66%, DDM ratio between 51.96-57.95%, DMI ratio between 1.92-2.38%, RFV between 77.46-106.47, DE value between 2.49-2.75 Mcal kg⁻¹ and ME value between 2.05-2.26 Mcal kg⁻¹. According to the results of the research, it has been determined that Biflorus and Eren grasspea genotypes are superior to other genotypes, and it is recommended to cultivate these genotypes for straw quality in Elazığ and similar ecologies

Key words: Grasspea, straw quality, ADF, NDF

Giriş

Baklagiller familyası içerisinde yer alan yem bitkileri protein yönünden zengin olmaları, bünyelerinde vitamin ve mineral maddeler bulundurmaları, ekildikleri alanları organik madde yönünden zenginleştirmeleri gibi nedenlerle üzerinde önemle durulması gereken bitkilerdir. Çok yıllık ve tek yıllık çok sayıda türe sahip olan baklagiller içerisinde yer alan yem bitkilerinden bir tanesi de mürdümüktür (Balabanlı ve Kara, 2003). Son yıllarda artan nüfus, kuraklığın baş göstermesi, doğal afetlerin sık meydana gelmesi ile birlikte dünyada gıda sorunu bazı bölgelerde kritik bir hal almıştır. Mürdümük kurak iklim bölgelerine adapte olabilen ve aynı zamanda sel baskınlarına da toleranslı olan bir baklagil yem bitkisidir. Bu sebeple mürdümük çok kurak şartlarda üretilebilen ve kıtlık dönemlerinde tüketilebilme özelliğine sahip nadir bitkilerdendir.

Mürdümük cinsi (*Lathyrus*) baklagiller familyasında (*Fabaceae/Leguminosae*) yer almakta ve dünya genelinde içerisinde tek veya çok yıllık 187 tür bulunmaktadır (Allkin ve ark., 1983). Ülkemizde ise 18'i endemik olmak üzere 58 tür bulunmaktadır (Davis, 1970). Özellikle kuraklığa dayanıklılığı, kötü koşulları değerlendirmesi, toprağı azotça zenginleştirmesi, yetiştiriciliğinde çok fazla girdiye ihtiyaç duymaması ve hayvan beslenmede kullanılmasının yanı sıra tanelerinin insan beslenmesinde de kullanılması nedeniyle mürdümük ülkemizde çok eski yıllardan beri bilinen ve yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. TÜİK (2018) verilerine göre; Türkiye'de mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ekim alanı 136 507 dekar olup ot üretim miktarı 98 238 ton, tane üretim miktarı da 860 tondur. Yeşil ot verimi ortalama olarak 769 kg da⁻¹, tane verimi de 100 kg da⁻¹'dir. Türkiye'de en fazla mürdümük Adıyaman, Balıkesir, Diyarbakır, Elazığ, Kahramanmaraş, Kütahya, Tunceli ve Uşak illerinde yetiştirilmektedir.

Türkiye'deki mevcut hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemin yaklaşık 30 milyon tonluk kısmı tarla tarımı içerisinde yetiştirilen bitkisel ürünlerin atıklarından karşılanmaktadır (Çaçan ve Yüksel, 2016). Bitkisel üretim artıkları içerisinde ise en fazla payı tahılların sap ve saman artıkları oluşturmaktadır (Alçıçek et al., 2010). Tahılların tohum amacıyla hasadı yapıldıktan sonra arta kalan ürününe saman, baklagil türündeki bitkilerin tohum amacıyla hasadı yapıldıktan sonra arta kalan ürününe ise kes denilmektedir. Ülkemizde hayvan beslenmede çok fazla kullanılan sap ve saman artıklarından baklagillerin kes kaliteleri (Çaçan et al., 2018a, 2018b; Çaçan ve Kökten, 2020; Uçar et al., 2021), buğdaygillerin saman kalitelerine (Çaçan

ve Kökten, 2019; Karabulut ve Çaçan, 2018) göre daha yüksek besleme değerlerine sahiptirler.

Baklagil yem bitkilerinin kes kalitelerini belirlemek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Kaplan et al., 2015; Çaçan et al., 2018a, 2018b; Kökten et al., 2019; Keskin et al., 2021; Uçar et al., 2021). Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, baklagil yem bitkilerinin kes kalitelerinin yüksek olduğu ve hayvan beslenmede kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Bu araştırma, farklı mürdümük genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenerek Elazığ ve benzer ekolojik koşullara uyum sağlayabilecek genotip veya genotiplerin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında Elazığ ilinin merkeze bağlı Çötel Köyü'ndeki bir çiftçi tarlasında ilkbahar aylarında ekim yapılarak yürütülmüştür. Araştırmada toplam 31 adet mürdümük genotipi (Gürbüz, 563, Hat-15, Hat-19, Hat-6, Hat-12, 508, Hat-18, 520, 531, Colaratus, Albus, 528, Karadağ, 452, Hat-1, 522, Ela, Leucotetragonus, 504, Adıyaman populasyonu, Biflorus, İptaş, IFLS491, Azureus, 481, Eren, 553, Hat-17, Elazığ populasyonu, Mardin populasyonu) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü Elazığ ilinin iklim verilerine göre; uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması 13.01 °C, yağış toplamı 408.7 mm ve nispi nem ise %54 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2014 yılında sıcaklık ortalaması 15.1 °C, yağış toplamı 398.1 mm ve nispi nem %51.1 iken, 2015 yılında ise sıcaklık ortalaması 14.1 °C, yağış toplamı 499.7 mm ve nispi nem %54.0 olarak saptanmıştır (Anonim, 2016).

Araştırmanın yürütüldüğü arazinin 30 cm derinliğinden toprak numuneleri alınmış ve Bingöl Üniversitesi Toprak ve Bitki Analiz Laboratuvarında analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre; toprak yapısı tınlı, tuzsuz ve pH'nın ise hafif alkali olduğu saptanmıştır. Organik madde oranı çok az olup, kireç ve fosfor düzeyleri orta, potasyum seviyesinin ise yetersiz olduğu saptanmıştır (Aydeniz ve Brohi, 1991). Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Ekim işlemleri, 2014 yılında 22 Martta, 2015 yılında ise 5 Nisanda her bir parselde 4 sıra olacak şekilde 5 m uzunluğunda, 30 cm sıra aralığında ve her sıraya 100 adet tohum olacak şekilde yapılmıştır. Denemede ekim yapılırken 3.6 kg da⁻¹ saf azot ve 9.2 kg da⁻¹ saf fosfor olacak şekilde DAP gübresi verilmiştir (Tan ve Serin, 2013). Denemede bitkiler tam olgunluğa geldiklerinde, 2014 yılında 2 Temmuzda, 2015 yılında 19

Temmuzda hasat edilmiş ve tohumları alınan kes örnekleri 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Öğütülen numuneler Kjeldahl yöntemine göre toplam N içerikleri belirlenmiştir. Sonra azot içerikleri 6.25 katsayısıyla çarpılarak AOAC (1998) tarafından belirtilen yöntemle göre ham protein oranları hesaplanmıştır. Numunelerin NDF ve ADF oranları Van Soest ve ark. (1991)'nin belirttikleri yöntem kullanılarak saptanmıştır. Saptanan NDF ve ADF içerikleri yardımcı ile numunelerin SKM = $88.9 - (0.779 \times \%ADF)$ (Oddy ve ark., 1983); KMT = $120 / (\%NDF)$ (Sheaffer ve ark., 1995); NYD = $(SKM \times KMT) / 1.29$ (Sheaffer ve ark., 1995); SE = $0.27 + 0.0428 \times (\%SKM)$ (Fonnesbeck ve ark., 1984) ve ME = $0.821 \times SE$ (Mcal/kg) (Khalil ve ark., 1986) değerleri saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen rakamlar, SAS istatistik programı kullanılarak tesadüf blokları deneme deseninde analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklılıklar Duncan yöntemiyle karşılaştırılmıştır (SAS Inst., 1999). Varyans analizi sonucunda her genotipe ait iki yıllık ortalamalar kullanılarak oluşturulan genotip özellik biplot grafikleri ise GGE-biplot analiz programında yapılmıştır (Yan, 2014).

Bulgular ve Tartışma

Denemede kullanılan genotiplerin ham kül oranları genotipler, genotip x yıl interaksyonu açısından %1 düzeyinde önemli iken; yıllar arasındaki farklılığın ham kül oranına etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz kaydedilmiştir. İki yıllık ortalama değerlere bakıldığında; en yüksek ham kül oranı %9.52 ile Biflorus genotipinden elde edilirken, Albus (%9.39), Coloratus (%9.03), Leucotetragonus (%8.95), 481 (%8.87) ve Eren (%8.77) genotipleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük ham kül oranı ise %7.12 ile 531 nolu genotipte saptanmıştır. Genotiplerin ham kül oranı ortalaması 2014 yılında %8.12 iken, 2015 yılında %8.20 olarak tespit edilmiş ve istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yıllara ayrı ayrı bakıldığında ise; 2014 yılında en yüksek ham kül oranları Adıyaman popülasyonu ve Biflorus genotiplerinde elde edilirken, 2015 yılında ise Hat-1 genotipinde elde edilmiş ve istatistiki olarak Coloratus, Albus, 481, Biflorus, Eren, Hat-18, 504, Leucotetragonus, 553, İptaş, Elazığ popülasyonu ve Hat-15 genotipleri de aynı grupta yer almışlardır. En düşük ham kül oranları 2014 yılında Hat-1 genotipinden, 2015 yılında ise 520 genotipinden elde edilmiştir.

Baklagil yem bitkisi türündeki birçok bitkinin kes kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı değerler elde edilmiştir. Örneğin; Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta nisan başı, nisan ortası ve mayıs başı olmak üzere üç farklı ekim

zamanının kes kalitesine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; ham kül oranının %9.72 ile %12.19 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca Çağan ve ark. (2018a) tarafından farklı yem bezelyesi genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan iki yıllık çalışmada, genotipler arasında ham kül oranının %9.42-11.19, yine Çağan ve ark. (2018b) tarafından yapılan bazı adi fiğ genotiplerinin keslerine ait iki yıllık ham kül oranlarının %9.4-15.3, Kökten ve ark. (2019) tarafından yapılan bazı burçak genotiplerinin keslerine ait ham kül oranlarının %8.8-13.0, Uçar ve ark. (2021) tarafından yapılan tüylü fiğ çeşitlerinin keslerine ait ham kül oranlarının %8.3-10.0 arasında değiştiği saptanmıştır.

Mürdümük genotiplerinin ham protein oranları ve verimleri yıl, genotip ve genotip x yıl interaksyonu açısından istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 1 ve Tablo 2). Tablo 1'de iki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek ham protein oranı %7.36 ile Coloratus genotipinden elde edilirken, Albus (%7.27) genotipi de istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük ham protein oranı ise %4.71 ile 522 nolu genotipte saptanmıştır. Genotiplerin ham protein oranı ortalaması 2014 yılında %5.35 iken, 2015 yılında %6.19 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise; en yüksek ham protein oranları 2014 yılında Biflorus genotipinden, 2015 yılında ise Coloratus ve Albus genotiplerinden elde edilirken, en düşük ham protein oranları 2014 yılında Elazığ popülasyonu ve Hat-17 genotiplerinden, 2015 yılında ise 522 genotipinden elde edilmiştir (Tablo 1).

En yüksek ham protein verimi ise 11.90 kg da⁻¹ ile Coloratus genotipinden elde edilirken, Albus (11.60 kg da⁻¹), 452 (11.25 kg da⁻¹), Leucotetragonus (10.86 kg da⁻¹), İptaş (10.46 kg da⁻¹), Biflorus (9.79 kg da⁻¹), Eren (9.73 kg da⁻¹), Azureus (9.66 kg da⁻¹), Adıyaman popülasyonu (9.23 kg da⁻¹), Elazığ popülasyonu (9.06 kg da⁻¹) ve Karadağ (8.92 kg da⁻¹) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük ham protein verimleri 508 (6.04 kg da⁻¹) ve 520 (6.03 kg da⁻¹) nolu genotiplerde saptanmıştır. Genotiplerin ham protein verimleri ortalaması 2014 yılında 7.17 kg da⁻¹ iken, 2015 yılında 9.55 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yıllar ayrı ayrı incelendiğinde; en yüksek ham protein verimleri 2014 yılında 452 nolu genotipten elde edilirken, Azureus, Biflorus, İptaş, 481 ve Coloratus genotipleri de istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. 2015 yılında ise en yüksek ham protein verimleri istatistiki olarak aynı grupta bulunan Coloratus, Albus, Leucotetragonus, Elazığ popülasyonu, Eren, 452, İptaş, Adıyaman popülasyonu, Biflorus, Azureus, Hat-1 ve 504 genotiplerinde saptanmıştır. En düşük ham protein

verimleri 2014 yılında 504 ve Mardin popülasyonu genotiplerinden elde edilirken, 2015 yılında Hat-17 genotipinden elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Mürdümük genotiplerinin ham kül ve ham protein oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

| Genotipler | Ham Kül Oranı (%) | | | Ham Protein Oranı (%) | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | 2014 | 2015 | Ort. | 2014 | 2015 | Ort. |
| Gürbüz | 8.26 gh | 7.86 b-e | 8.06 D-H | 4.74 op | 5.33 j-l | 5.03 K-M |
| 563 | 7.39 l | 8.11 b-e | 7.75 F-I | 4.69 pq | 5.76 h-j | 5.23 I-K |
| Hat-15 | 7.56 jk | 8.19 a-e | 7.87 F-I | 4.63 q | 5.15 k-m | 4.89 L-N |
| Hat-19 | 7.56 jk | 7.82 c-e | 7.69 G-I | 5.07 l | 5.56 h-k | 5.32 IJ |
| Hat-6 | 7.87 ı | 7.60 c-e | 7.73 G-I | 4.74 n-p | 6.05 f-h | 5.40 H-J |
| Hat-12 | 8.27 gh | 7.80 c-e | 8.04 E-H | 5.18 jk | 5.66 h-k | 5.42 IH |
| 508 | 8.17 h | 7.35 de | 7.76 F-I | 4.76 np | 4.84 ml | 4.80 MN |
| Hat-18 | 8.36 fg | 8.93 a-d | 8.65 B-F | 4.51 r | 5.74 h-j | 5.13 J-L |
| 520 | 8.55 d | 6.76 e | 7.66 G-I | 4.8 no | 5.56 h-k | 5.18 I-K |
| 531 | 6.88 m | 7.36 de | 7.12 l | 5.58 h | 5.65 h-k | 5.62 GH |
| Colaratus | 8.38 e-g | 9.68 ab | 9.03 A-C | 6.25 d | 8.48 a | 7.36 A |
| Albus | 9.37 b | 9.41 a-c | 9.39 AB | 6.11 e | 8.43 a | 7.27 AB |
| 528 | 7.31 l | 8.10 b-e | 7.71 G-I | 5.25 j | 6.28 fg | 5.76 FG |
| Karadağ | 8.47 d-f | 7.88 b-e | 8.17 C-H | 5.92 f | 5.38 ı-l | 5.65 GH |
| 452 | 8.55 de | 7.79 c-e | 8.17 C-H | 7.34 b | 6.80 de | 7.07 BC |
| Hat-1 | 6.22 o | 9.93 a | 8.08 D-H | 5.13 kl | 6.47 ef | 5.80 FG |
| 522 | 8.36 fg | 7.21 de | 7.78 F-I | 4.64 q | 4.78 m | 4.71 N |
| Ela | 7.95 ı | 8.07 b-e | 8.01 E-I | 5.46 ı | 5.21 j-m | 5.34 IJ |
| Leucotetragonus | 9.17 c | 8.72 a-d | 8.95 A-D | 6.64 c | 7.19 cd | 6.92 CD |
| 504 | 7.67 j | 8.80 a-d | 8.24 C-H | 4.84 n | 7.66 bc | 6.25 E |
| Adıyaman pop. | 9.91 a | 7.22 de | 8.57 B-G | 5.17 jk | 7.77 b | 6.47 E |
| Biflorus | 9.77 a | 9.26 a-c | 9.52 A | 7.77 a | 6.03 f-h | 6.90 C-D |
| İptaş | 8.18 h | 8.65 a-d | 8.42 C-G | 5.85 f | 6.84 de | 6.35 E |
| IFLS491 | 8.52 d-f | 7.20 de | 7.86 F-I | 4.70 o-q | 5.23 j-m | 4.97 K-M |
| Azureus | 8.36 fg | 7.80 c-e | 8.08 D-H | 6.63 c | 5.90 g-ı | 6.27 E |
| 481 | 8.45 d-f | 9.29 a-c | 8.87 A-E | 5.57 h | 5.10 k-m | 5.34 IJ |
| Eren | 8.54 de | 9.01 a-d | 8.77 A-E | 5.71 g | 7.73 b | 6.72 D |
| 553 | 8.18 h | 8.72 a-d | 8.45 C-G | 4.71 o-q | 7.20 bc | 5.95 F |
| Hat-17 | 7.46 kl | 7.91 b-e | 7.69 G-I | 4.32 s | 5.62 h-k | 4.97 K-M |
| Elazığ pop. | 6.45 n | 8.54 a-e | 7.50 HI | 4.35 s | 7.07 d | 5.71 FG |
| Mardin pop. | 7.66 j | 7.21 de | 7.44 HI | 4.9 m | 5.34 j-l | 5.14 J-L |
| Ortalama | 8.12 | 8.20 | | 5.35 B | 6.19 A | |

Baklagil yem bitkilerinin kes kaliteleri ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta ham protein oranı %9.57-13.87, Çağan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde ham protein oranı %6.54-11.91 ve ham protein verimi 11.9-104.9 kg da⁻¹, Çağan ve ark. (2018b) tarafından adi fiğde ham protein oranı %8.1-12.4 ve ham protein verimi 102.1-31.1 kg da⁻¹, Kökten ve ark. (2019) tarafından burçakta ham

protein oranı %5.8-9.5 ve ham protein verimi 20.6-39.5 kg da⁻¹, Çağan ve Kökten (2020) tarafından yoncada ham protein oranı %8.7-13.9, Keskin ve ark. (2021) tarafından yem bezelyesinde ham protein oranı %4.27-10.13, Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde ham protein oranı %11.1-12.4 ve ham protein verimi 66.5-72.0 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Tablo 2. Mürdümük genotiplerinin ham protein verimleri ve ADF oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

| Genotipler | Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹) | | | ADF Oranı (%) | | |
|-----------------|---|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2015 | Ort. | 2014 | 2015 | Ort. |
| Gürbüz | 6.11 d-k | 8.11 b-f | 7.11 F-J | 42.46 fg | 46.31 a-g | 44.39 A-D |
| 563 | 7.04 c-ı | 8.49 b-f | 7.77 E-J | 41.45 h | 51.62 ab | 46.54 A-C |
| Hat-15 | 7.53 b-h | 8.44 b-f | 7.98 D-J | 44.01 cd | 46.14 a-h | 45.08 A-D |
| Hat-19 | 8.06 b-e | 8.88 b-f | 8.47 C-J | 44.73 c | 44.26 c-h | 44.50 A-D |
| Hat-6 | 7.72 b-g | 9.01 b-f | 8.36 C-J | 40.46 ı-k | 47.85 a-f | 44.15 B-D |
| Hat-12 | 7.73 b-g | 9.02 b-f | 8.38 C-J | 40.31 jk | 46.52 a-g | 43.42 C-F |
| 508 | 5.65 g-k | 6.42 d-f | 6.04 J | 41.33 hı | 51.96 a | 46.65 AB |
| Hat-18 | 6.51 d-j | 9.11 b-f | 7.81 E-J | 39.83 j-l | 42.17 f-h | 41.00 E-G |
| 520 | 5.57 h-k | 6.50 d-f | 6.03 J | 47.55 a | 47.28 a-g | 47.42 A |
| 531 | 6.37 d-j | 7.40 c-f | 6.89 F-J | 42.37 g | 48.64 a-e | 45.51 A-D |
| Colaratus | 8.78 a-c | 15.03 a | 11.90 A | 38.57 n | 50.39 a-c | 44.48 A-D |
| Albus | 8.22 b-d | 14.97 a | 11.60 AB | 42.81 e-g | 43.35 e-h | 43.08 D-F |
| 528 | 5.86 f-k | 7.32 c-f | 6.59 H-J | 42.79 e-g | 44.46 c-h | 43.62 B-F |
| Karadağ | 7.80 b-f | 10.04 a-f | 8.92 A-I | 41.33 hı | 49.77 a-d | 45.55 A-D |
| 452 | 10.55 a | 11.94 a-d | 11.25 A-C | 39.04 ln | 47.70 a-f | 43.37 C-F |
| Hat-1 | 5.95 e-k | 9.87 a-f | 7.91 E-J | 40.33 jk | 45.25 c-h | 42.79 E-F |
| 522 | 6.07 e-k | 6.13 e | 6.10 IJ | 38.92 mn | 47.73 a-f | 43.32 D-F |
| Ela | 7.36 b-h | 8.55 b-f | 7.95 D-J | 40.74 hj | 45.69 b-h | 43.22 D-F |
| Leucotetragonus | 7.94 b-f | 13.78 ab | 10.86 A-D | 38.82 mn | 42.46 e-h | 40.64 FG |
| 504 | 4.83 k | 9.70 a-f | 7.27 F-J | 43.28 d-g | 44.73 c-h | 44.00 B-E |
| Adıyaman pop. | 7.07 c-ı | 11.38 a-f | 9.23 A-H | 42.70 e-g | 47.91 a-f | 45.31 A-D |
| Biflorus | 9.08 a-c | 10.49 a-f | 9.79 A-F | 38.71 n | 41.08 gh | 39.89 G |
| İptaş | 9.06 a-c | 11.85 a-e | 10.46 A-E | 44.77 c | 42.27 e-h | 43.52 B-F |
| IFLS491 | 7.26 b-ı | 7.80 c-f | 7.53 E-J | 43.37 d-f | 44.45 c-h | 43.91 B-E |
| Azureus | 9.18 ab | 10.13 a-f | 9.66 A-G | 45.65 b | 44.74 c-h | 45.20 A-D |
| 481 | 8.89 a-c | 7.74 c-f | 8.31 D-J | 43.30 d-g | 43.86 d-h | 43.58 B-F |
| Eren | 6.63 d-j | 12.84 a-c | 9.73 A-G | 39.63 k-m | 39.84 h | 39.73 G |
| 553 | 6.38 d-j | 7.25 c-f | 6.82 F-J | 43.60 de | 44.59 c-h | 44.09 B-E |
| Hat-17 | 7.50 b-h | 5.74 f | 6.62 H-J | 44.55 c | 44.49 c-h | 44.52 A-D |
| Elazığ pop. | 5.26 ı-k | 12.87 a-c | 9.06 A-I | 46.46 b | 42.29 e-h | 44.38 A-D |
| Mardin pop. | 4.26 k | 9.27 b-f | 6.77 G-J | 40.40 jk | 45.49 b-h | 42.95 D-F |
| Ortalama | 7.17 B | 9.55 A | | 42.07 B | 45.65 A | |

Denemede kullanılan mürdümük genotiplerinin ADF, NDF ve SKM oranları yıl, genotip ve genotip x yıl interaksyonu açısından istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo2 ve Tablo 3).

Tablo 2’de iki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek ADF oranı %47.42 ile 520 nolu genotipten elde edilirken, 508 (%46.65), 563 (%46.54), Karadağ (%45.55), 531 (%45.51), Adıyaman populasyonu (%45.31), Azureus (%45.20), Hat-15 (%45.08), Hat-17 (%44.52), Hat-19 (%44.50), Colaratus (%44.48), Gürbüz (%44.39) ve Elazığ populasyonu (%44.38) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük ADF oranı ise Biflorus (%39.89) ve Eren (%39.73) genotiplerinde saptanmıştır. Genotiplerin ADF oranı ortalaması 2014 yılında %42.07 iken, 2015 yılında %45.65 olarak tespit edilmiştir. Yıllara ayrı ayrı bakıldığında ise; en yüksek ADF oranları 2014 yılında 520 nolu genotipten elde edilirken, 2015 yılında istatistiki olarak aynı grupta bulunan 508, 563, Colaratus, Karadağ, 531, Adıyaman populasyonu, Hat-6, 522, 452, 520. Hat-12, Gürbüz ve Hat-15 genotiplerinden elde edilmiştir. En düşük ADF oranları ise 2014 yılında Biflorus ve Colaratus genotiplerinden, 2015 yılında ise Eren genotipinden tespit edilmiştir (Tablo 2).

En yüksek NDF oranı ise %62.66 ile 520 nolu genotipten elde edilirken, Adıyaman populasyonu (%61.53), 508 (%59.97), 531 (%59.92) ve Azureus (%59.54) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük NDF oranı ise %50.53 ile Biflorus genotipinde saptanmıştır. Genotiplerin NDF oranı ortalaması 2014 yılında %56.33 iken, 2015 yılında %57.84 olarak tespit edilmiştir. Yıllara ayrı ayrı bakıldığında en yüksek NDF oranları 2014 yılında 520 nolu genotipten elde edilirken, 2015 yılında Colaratus, Biflorus ve Eren genotipleri dışındaki bütün genotipler aynı grupta yer alarak en yüksek NDF oranlarına sahip olmuşlardır. En düşük NDF oranları ise 2014 yılında Eren genotipinden, 2015 yılında Biflorus genotipinden elde edilmiştir (Tablo 3).

Daha önce yapılan çalışmalarda farklı baklagil yem bitkisi türlerinin keslerine ait ADF ve NDF oranları Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta %28.97-34.54 ve %34.54-42.64, Çaçan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde %29.5-39.8 ve %39.1-51.2, Çaçan ve ark. (2018b) tarafından adi fiğde %29.5-37.3 ve %42.0-51.4, Kökten ve ark. (2019) tarafından burçakta %35.7-39.8 ve %4.9-50.0, Çaçan ve Kökten (2020) tarafından yoncada %30.6-41.8 ve %39.6-54.3, Keskin ve ark. (2021) tarafından yem bezelyesinde %23.0-39.1 ve %46.5-62.5, Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde %41.8-42.2 ve %55.3-57.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Mürdümük genotipleri arasında en yüksek SKM oranı %57.95 ile Eren genotipten elde edilirken, Biflorus (%57.82), Leucotetragonus (%57.24) ve Hat-18 (%56.96) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük SKM oranı ise %51.96 ile 520 nolu genotipte saptanmıştır. Genotiplerin SKM oranı ortalaması 2014 yılında %56.13 iken, 2015 yılında %53.34 olarak tespit edilmiştir. Yıllara ayrı ayrı bakıldığında; en yüksek SKM oranları 2014 yılında Colaratus, Biflorus, Leucotetragonus, 522 e 452 nolu genotiplerden elde edilirken, 2015 yılında Eren, Biflorus, Hat-18, İptaş, Elazığ populasyonu, Leucotetragonus, Albus, 481, Hat-19, 528, IFLS491, Hat17, 553, Azureus, 504, Mardin populasyonu, Hat1, Ela ve Hat-15 genotiplerinden elde edilmiştir. En düşük SKM oranları ise 2014 yılında 520 nolu genotipte, 2015 yılında 508 nolu genotipte saptanmıştır (Tablo 3).

Farklı çalışmalarda baklagil yem bitkisi türlerinin keslerine ait SKM oranları Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta %61.99-66.33, Çaçan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde %57.9-65.9, Çaçan ve ark. (2018b) tarafından adi fiğde %59.8-65.9, Çaçan ve Kökten (2020) tarafından yoncada %56.4-65.1, Keskin ve ark. (2021) tarafından yem bezelyesinde %58.5-71.0, Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde %56.0-56.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Mürdümük genotiplerinin KMT oranları ile NYD, SE ve ME değerleri yıl, genotip ve genotip x yıl interaksyonu açısından istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 4 ve Tablo 5). Tablo 4’de yer alan iki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında; en yüksek KMT oranı %2.38 ile Biflorus genotipinden elde edilirken, Eren (%2.34) ve Colaratus (%2.32) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük KMT oranı ise %1.92 ile 520 nolu genotipte saptanmıştır. Genotiplerin KMT oranı ortalaması 2014 yılında %2.14 iken, 2015 yılında %20.8 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ayrı ayrı incelendiğinde; en yüksek KMT oranları 2014 yılında Eren genotipinden elde edilirken, 2015 yılında Biflorus, Colaratus, Eren, Elazığ populasyonu, İptaş ve Leucotetragonus genotiplerinden elde edilmiştir. En düşük KMT oranları ise 2014 yılında 520 nolu genotipte, 2015 yılında 508 nolu genotipte saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 3. Mürdümük genotiplerinin NDF ve SKM oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

| Genotipler | NDF Oranı (%) | | | SKM Oranı (%) | | |
|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2015 | Ort. | 2014 | 2015 | Ort. |
| Gürbüz | 55.33 k | 60.56 ab | 57.94 C-G | 55.82 hı | 52.82 b-h | 54.32 D-G |
| 563 | 54.17 lm | 61.75 a | 57.96 C-G | 56.61 g | 48.69 gh | 52.65 E-G |
| Hat-15 | 57.88 g | 59.72 ab | 58.80 B-F | 54.62 kl | 52.95 a-h | 53.79 D-G |
| Hat-19 | 59.56 d | 56.12 a-d | 57.84 C-G | 54.06 l | 54.42 a-f | 54.24 D-G |
| Hat-6 | 55.97 ı-k | 58.87 ab | 57.42 C-G | 57.38 d-f | 51.62 c-h | 54.50 E-F |
| Hat-12 | 53.78 l-o | 59.75 ab | 56.76 C-G | 57.50 ed | 52.66 b-h | 55.08 B-E |
| 508 | 58.13 fg | 61.81 a | 59.97 A-C | 56.70 fg | 48.42 h | 52.56 FG |
| Hat-18 | 54.43 l | 57.33 a-c | 55.88 E-G | 57.87 c-e | 56.05 a-c | 56.96 A-C |
| 520 | 65.75 a | 59.57 ab | 62.66 A | 51.86 n | 52.07 b-h | 51.96 G |
| 531 | 59.30 de | 60.55 ab | 59.92 A-C | 55.89 h | 51.01 d-h | 53.45 D-G |
| Colaratus | 52.99 po | 50.95 cd | 51.97 HI | 58.85 a | 49.65 f-h | 54.25 D-G |
| Albus | 54.20 lm | 56.54 a-d | 55.37 FG | 55.55 h-j | 55.13 a-d | 55.34 B-D |
| 528 | 58.72 ef | 58.38 ab | 58.55 B-F | 55.57 h-j | 54.27 a-f | 54.92 B-F |
| Karadağ | 53.20 n-p | 59.74 ab | 56.47 C-G | 56.70 fg | 50.13 f-h | 53.42 D-G |
| 452 | 52.49 p | 59.88 ab | 56.18 D-G | 58.49 a-c | 51.74 c-h | 55.12 B-E |
| Hat-1 | 54.36 lm | 55.95 a-d | 55.16 FG | 57.49 ed | 53.65 a-f | 55.57 B-D |
| 522 | 53.86 l-n | 58.50 ab | 56.18 D-G | 58.58 ab | 51.72 c-h | 55.15 B-D |
| Ela | 57.34 gh | 58.82 ab | 58.08 C-G | 57.16 e-g | 53.31 a-f | 55.24 B-D |
| Leucotetragonus | 53.53 m-o | 55.36 a-d | 54.44 GH | 58.66 ab | 55.82 a-d | 57.24 AB |
| 504 | 57.94 fg | 56.92 a-c | 57.43 C-G | 55.19 h-k | 54.06 a-f | 54.62 C-F |
| Adıyaman pop. | 62.53 b | 60.53 ab | 61.53 AB | 55.64 h-j | 51.58 c-h | 53.61 D-G |
| Biflorus | 51.22 q | 49.83 d | 50.53 I | 58.75 a | 56.90 ab | 57.82 A |
| İptaş | 56.28 ij | 55.09 a-d | 55.68 E-G | 54.02 l | 55.98 a-d | 55.00 B-F |
| IFLS491 | 55.73 jk | 57.59 a-c | 56.66 C-G | 55.12 ı-k | 54.27 a-f | 54.70 C-F |
| Azureus | 59.22 de | 59.86 ab | 59.54 A-D | 53.34 m | 54.04 a-f | 53.69 D-G |
| 481 | 57.70 g | 57.90 a-c | 57.80 C-G | 55.17 h-k | 54.74 a-e | 54.95 B-F |
| Eren | 49.04 r | 54.00 b-d | 51.52 HI | 58.03 b-d | 57.87 a | 57.95 A |
| 553 | 56.77 hı | 58.46 ab | 57.62 C-G | 54.94 jk | 54.17 a-f | 54.55 C-F |
| Hat-17 | 55.95 ı-k | 57.68 a-c | 56.82 C-G | 54.19 l | 54.24 a-f | 54.22 D-G |
| Elazığ pop. | 61.16 c | 54.82 a-d | 57.99 C-G | 52.71 m | 55.96 a-d | 54.33 D-G |
| Mardin pop. | 57.78 g | 60.33 ab | 59.05 B-E | 57.43 ed | 53.46 a-g | 55.44 B-D |
| Ortalama | 56.33 B | 57.84 A | | 56.12 A | 53.34 B | |

Mürdümük genotiplerinin en yüksek NYD 106.47 ile Biflorus genotipinden elde edilirken, Eren (105.11) genotipi de istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük NYD ise 77.46 ile 520

nolu genotipte saptanmıştır. Genotiplerin NYD ortalaması 2014 yılında 93.15 iken, 2015 yılında 86.29 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. Mürdümük genotiplerinin KMT oranları ve NYD'ine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

| Genotipler | KMT Oranı (%) | | | NYD | | |
|-----------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2015 | Ort. | 2014 | 2015 | Ort. |
| Gürbüz | 2.17 g | 1.98 cd | 2.08 B-G | 93.85 gh | 81.42 c-e | 87.64 D-J |
| 563 | 2.21 f | 1.95 cd | 2.08 B-G | 97.23 f | 74.10 de | 85.67 E-J |
| Hat-15 | 2.07 jk | 2.01 cd | 2.04 C-H | 87.78 m | 82.58 c-e | 85.18 F-J |
| Hat-19 | 2.01 l | 2.14 b-d | 2.08 B-G | 84.44 n | 90.19 b-d | 87.32 D-J |
| Hat-6 | 2.14 gh | 2.05 cd | 2.10 B-F | 95.37 g | 82.14 c-e | 88.75 D-J |
| Hat-12 | 2.23 d-f | 2.01 cd | 2.12 B-F | 99.47 e | 82.06 c-e | 90.77 B-H |
| 508 | 2.06 jk | 1.94 d | 2.01 F-H | 90.74 jk | 73.15 e | 81.95 I-K |
| Hat-18 | 2.21 f | 2.09 cd | 2.15 B-E | 98.91 ef | 90.95 a-d | 94.93 B-D |
| 520 | 1.82 o | 2.02 cd | 1.92 H | 73.37 p | 81.54 c-e | 77.46 K |
| 531 | 2.03 l | 1.99 cd | 2.01 F-H | 87.68 m | 78.65 c-e | 83.16 H-K |
| Colaratus | 2.26 cd | 2.37 ab | 2.32 A | 103.33 c | 91.05 a-d | 97.19 BC |
| Albus | 2.21 f | 2.12 b-d | 2.17 B-D | 95.34 g | 90.82 a-d | 93.08 B-F |
| 528 | 2.04 kl | 2.05 cd | 2.05 C-G | 88.03 m | 86.55 b-e | 87.9 D-J |
| Karadağ | 2.25 de | 2.02 cd | 2.14 B-F | 99.16 e | 78.70 c-e | 88.93 D-J |
| 452 | 2.29 c | 2.00 cd | 2.14 B-E | 103.66 c | 80.50 c-e | 92.08 B-G |
| Hat-1 | 2.21 f | 2.14 b-d | 2.18 BC | 98.37 ef | 89.19 b-e | 93.78 B-E |
| 522 | 2.23 ef | 2.06 cd | 2.14 B-E | 101.19 d | 83.02 c-e | 92.11 B-G |
| Ela | 2.09 ij | 2.04 cd | 2.07 C-G | 92.74 hi | 84.32 b-e | 88.53 D-J |
| Leucotetragonus | 2.24 d-f | 2.17 a-d | 2.21 B | 101.94 cd | 93.84 a-c | 97.89 B |
| 504 | 2.07 jk | 2.11 cd | 2.09 B-F | 88.60 lm | 88.46 b-e | 88.54 D-J |
| Adıyaman pop. | 1.92 n | 1.99 cd | 1.95 GH | 82.76 n | 79.36 c-e | 81.06 JK |
| Biflorus | 2.34 b | 2.41 a | 2.38 A | 106.70 b | 106.24 a | 106.47 A |
| İptaş | 2.13 gh | 2.18 a-d | 2.16 B-D | 89.29 k-m | 94.53 a-c | 91.91 B-G |
| IFLS491 | 2.15 g | 2.08 cd | 2.12 B-F | 92.00 ij | 87.66 b-e | 89.83 C-I |
| Azureus | 2.03 l | 2.01 cd | 2.02 E-H | 83.79 n | 83.97 b-e | 83.88 G-K |
| 481 | 2.08 j | 2.08 cd | 2.08 B-G | 88.94 k-m | 88.23 b-e | 88.59 D-J |
| Eren | 2.45 a | 2.23 a-c | 2.34 A | 110.08 a | 100.14 ab | 105.11 A |
| 553 | 2.11 hi | 2.06 cd | 2.09 B-F | 90.03 kl | 86.68 b-e | 88.36 D-J |
| Hat-17 | 2.14 gh | 2.08 cd | 2.11 B-F | 90.11 kl | 87.47 b-e | 88.79 D-J |
| Elazığ pop. | 1.96 m | 2.19 a-d | 2.08 B-G | 80.17 o | 95.01 a-c | 87.59 D-J |
| Mardin pop. | 2.08 j | 1.99 cd | 2.04 D-H | 92.46 h-j | 82.58 c-e | 87.52 D-J |
| Ortalama | 2.14 A | 2.08 B | | 93.15 A | 86.29 B | |

Yıllar ayrı ayrı incelendiğinde; en yüksek nispi yem değerleri 2014 yılında Eren genotipinden elde edilirken, 2015 yılında Biflorus, Eren, Elazğ populasyonu, İptaş, Leucotetragonus, Colaratus, Albus ve Hat18 genotiplerinden elde edilmiştir. En

düşük nispi yem değerleri ise 2014 yılında 520 nolu genotipte, 2015 yılında 508 nolu genotipte saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 5. Mürdümük genotiplerinin SE ve ME değerlerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

| Genotipler | SE (Mcal kg ⁻¹) | | | ME (Mcal kg ⁻¹) | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------|----------|-----------------------------|---------------|----------|
| | 2014 | 2015 | Ort. | 2014 | 2015 | Ort. |
| Gürbüz | 2.66 gh | 2.53 b-g | 2.59 D-G | 2.18 gh | 2.08 b-g | 2.13 D-G |
| 563 | 2.70 f | 2.36 fg | 2.53 E-G | 2.21 f | 1.93 fg | 2.07 E-G |
| Hat-15 | 2.61 jk | 2.54 a-g | 2.57 D-G | 2.14 j-l | 2.09 a-g | 2.11 D-G |
| Hat-19 | 2.58 k | 2.60 a-e | 2.59 D-G | 2.12 lm | 2.13 a-e | 2.13 D-G |
| Hat-6 | 2.73 d-f | 2.48 c-g | 2.60 C-F | 2.24 de | 2.04 c-g | 2.13 C-F |
| Hat-12 | 2.73 de | 2.52 b-g | 2.62 B-F | 2.24 de | 2.07 b-g | 2.16 B-E |
| 508 | 2.70 ef | 2.34 g | 2.52 FG | 2.21 f | 1.92 g | 2.07 FG |
| Hat-18 | 2.75 dc | 2.67 a-c | 2.71 A-C | 2.26 cd | 2.19 a-c | 2.22 A-C |
| 520 | 2.49 m | 2.50 b-g | 2.49 G | 2.04 o | 2.05 b-g | 2.05 G |
| 531 | 2.66 g | 2.45 c-g | 2.56 D-G | 2.19 g | 2.01 c-g | 2.10 D-G |
| Colaratus | 2.79 a | 2.40 e-g | 2.59 D-G | 2.29 a | 1.96 e-g | 2.13 D-G |
| Albus | 2.65 g-ı | 2.63 a-d | 2.64 B-D | 2.17 g-ı | 2.16 a-d | 2.17 B-D |
| 528 | 2.65 g-ı | 2.59 a-e | 2.62 B-F | 2.18 gh | 2.13 a-e | 2.15 B-F |
| Karadağ | 2.70 f | 2.42 d-g | 2.56 D-G | 2.21 f | 1.99 d-e | 2.10 D-G |
| 452 | 2.77 a-c | 2.49 c-g | 2.62 B-F | 2.27 a-c | 2.04 c-g | 2.16 B-E |
| Hat-1 | 2.73 de | 2.57 a-f | 2.65 B-D | 2.24 de | 2.11 a-e | 2.18 B-D |
| 522 | 2.78 a-c | 2.48 c-g | 2.63 B-E | 2.28 a-c | 2.04 c-g | 2.16 B-D |
| Ela | 2.72 ef | 2.55 a-f | 2.64 B-D | 2.23 ef | 2.10 a-f | 2.17 B-D |
| Leucotetragonus | 2.78 a-c | 2.66 a-c | 2.72 AB | 2.28 ab | 2.18 a-c | 2.23 AB |
| 504 | 2.63 g-j | 2.58 a-e | 2.61 C-F | 2.16 h-j | 2.12 a-e | 2.14 C-F |
| Adıyaman pop. | 2.65 gh | 2.48 c-g | 2.57 D-G | 2.18 gh | 2.03 c-g | 2.11 D-G |
| Biflorus | 2.78 ab | 2.71 ab | 2.75 A | 2.29 a | 2.22 ab | 2.25 A |
| İptaş | 2.58 k | 2.67 a-c | 2.62 B-F | 2.12 lm | 2.19 a-c | 2.16 B-E |
| IFLS491 | 2.63 h-j | 2.59 a-e | 2.61 C-F | 2.16 h-j | 2.13 a-e | 2.14 C-F |
| Azureus | 2.55 l | 2.59 a-e | 2.57 D-G | 2.10 m | 2.12 a-e | 2.11 D-G |
| 481 | 2.63 g-j | 2.61 a-d | 2.62 B-F | 2.16 h-j | 2.14 a-d | 2.15 B-F |
| Eren | 2.75 b-d | 2.75 a | 2.75 A | 2.26 b-d | 2.26 a | 2.26 A |
| 553 | 2.62 ij | 2.59 a-e | 2.61 C-F | 2.15 i-k | 2.13 a-e | 2.13 C-F |
| Hat-17 | 2.59 k | 2.59 a-e | 2.59 D-G | 2.13 kl | 2.13 a-e | 2.13 D-G |
| Elazığ pop. | 2.53 l | 2.66 a-c | 2.60 D-G | 2.07 n | 2.19 a-c | 2.13 D-F |
| Mardin pop. | 2.73 d-f | 2.56 a-f | 2.64 B-D | 2.24 de | 2.10 a-f | 2.17 B-D |
| Ortalama | 2.67 A | 2.55 B | | 2.19 A | 2.10 B | |

Daha önce yapılan çalışmalarda baklagil yem bitkilerinin keslerine ait KMT oranının ve nispi yem değerlerinin Kaplan ve ark. (2015) kara nohutta %2.82-3.48 ve 135.58-178.69, Çağan ve ark. (2018a) yem bezelyesinde %2.35-3.08 ve 105.5-157.4, Çağan ve ark. (2018b) adi fiğde %2.37-2.89 ve 111.2-147.1, Çağan ve Kökten (2020) yoncada %2.21-3.03 ve 97-152, Keskin ve ark. (2021) yem bezelyesinde %1.90-2.59 ve 89.7-127.0, Uçar ve ark. (2021) tüylü fiğde nispi yem değerinin 91.8-94.6 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

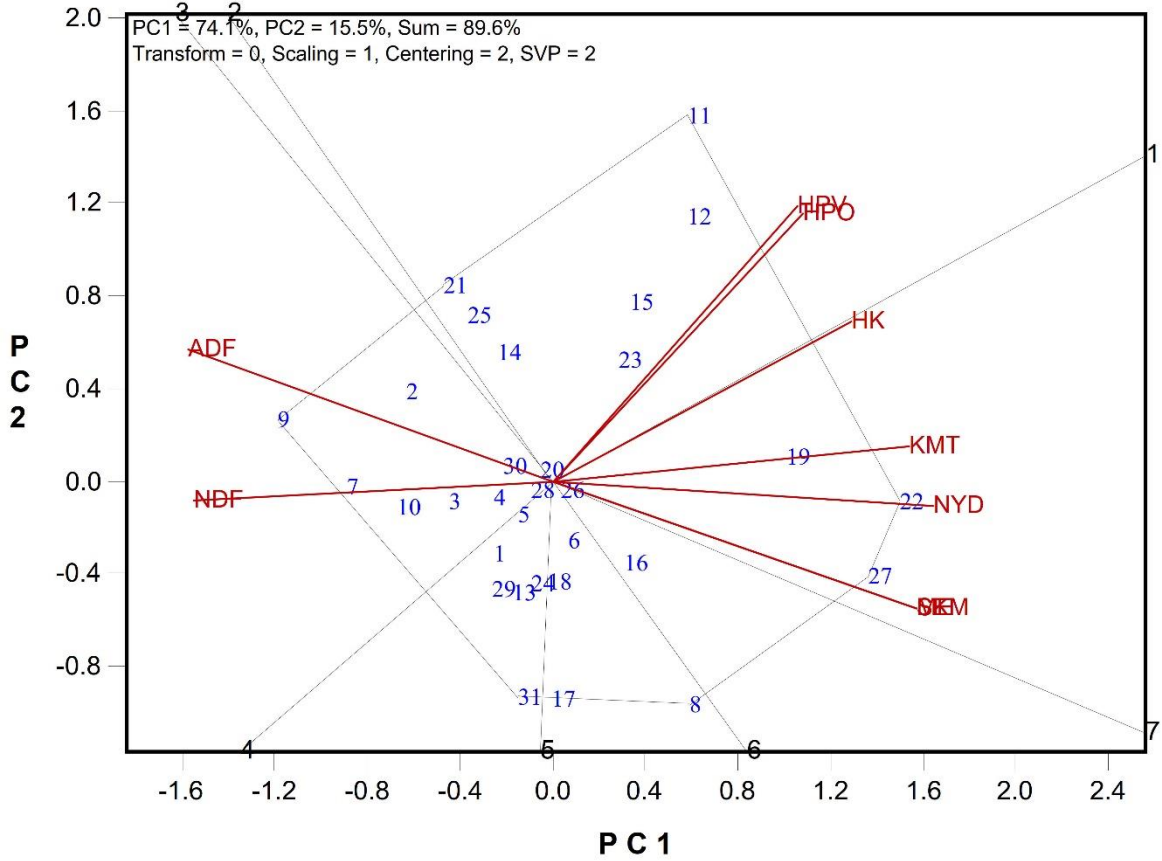
Mürdümük genotipleri arasında en yüksek SE ve ME değerleri Eren (2.75 Mcal kg⁻¹ ve 2.26 Mcal kg⁻¹) ve Biflorus (2.75 Mcal kg⁻¹ ve 2.25 Mcal kg⁻¹) genotiplerinden elde edilirken, Leucotetragonus (2.72 Mcal kg⁻¹ ve 2.23 Mcal kg⁻¹) ve Hat-18 (2.71 Mcal kg⁻¹ ve 2.22 Mcal kg⁻¹) genotipleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük SE ve ME değerleri ise 520 nolu genotipte (2.49 Mcal kg⁻¹ ve 2.05 Mcal kg⁻¹) ile saptanmıştır. Genotiplerin SE ve ME değerlerinin ortalaması 2014 yılında 2.67 Mcal kg⁻¹ ve 2.19 Mcal kg⁻¹ iken, 2015 yılında 2.55 Mcal kg⁻¹ ve 2.10 Mcal kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yıllar ayrı ayrı incelendiğinde ise; en yüksek SE ve ME değerleri 2014 yılında Colaratus, 522, Leucotetragonus, Biflorus ve 452 nolu genotiplerden elde edilirken, 2015 yılında Gürbüz, 563, Hat-6, Hat-12, 508, 520, 531, Colaratus, Karadağ, 452, 522 ve Adıyaman popülasyonu dışındaki tüm genotipler aynı grupta yer alarak en yüksek SE ve ME değerlerine sahip olmuşlardır (Tablo 5).

Temel ve Keskin (2019) farklı sıra arası ve üzeri mesafelerinin kinoa'nın besin içeriğine etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada SE ve ME değerlerinin 3.19-3.31 Mcal kg⁻¹ ve 2.61-2.72 Mcal kg⁻¹ aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Temel ve Tan (2020) kurak şartlarda yetiştirilen bazı kinoa genotiplerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları başka bir

çalışmada ME değerinin 2.71-2.81 Mcal kg⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Keskin ve ark. (2021) farklı tarihlerde ekilen bazı yem bezelyesi genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, SE ve ME değerlerini 2.77-3.30 Mcal kg⁻¹ ve 2.27-2.70 Mcal kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Hangi genotipin hangi özellik açısından ön plana çıktığını görsel olarak yorumlamak için yapılan genotip özellik biplot grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere 7 adet mürdümük genotipi köşegenlerde yer almış, grafik eksen değerlerine baktığımızda 1. ana bileşen %74.1 (PC1) ve 2. ana bileşen %15.5 (PC2) olmak üzere toplam varyasyonun %89.6'sını açıklamıştır. Belirtilen açıklama oranı; Akçura (2011) tarafından yerel buğdaylarda, Kabak ve Akçura (2017) tarafından ise yerel çavdarlarda özellikler arası ilişkilerin değerlendirildiği çalışmalarda bildirilen oranlardan daha yüksek olmuştur. Bu iki bileşen değerlerinin toplamının yüksek olması biplot grafiklerinde daha doğru ve güvenli bir şekilde yorum yapmayı sağlamaktadır (Sayar ve Han, 2015; Muftuoğlu et al., 2019).

Genotiplerin iki yıllık ortalamalarına göre grafik yedi bölüme ayrılmıştır. İkinci, dördüncü, beşinci ve altıncı bölümde herhangi bir özellik bulunmaz iken, birinci bölümde iki özellik, üçüncü bölümde iki özellik, yedinci bölümde ise altı özellik yer almıştır. Denemede kullanılan materyallerden 7 adet genotip grafik üzerinde köşegen genotipler olarak yer almışlardır. Colaratus genotipi ham protein oranı ve veriminin bulunduğu bölümde köşegen genotip olurken, 520 nolu genotip ADF ve NDF oranlarının bulunduğu bölümde köşegen genotip, Biflorus ve Eren genotipleri ise ham kül, sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketim oranları ile nispi yem değeri, sindirilebilir enerji ve metabolik enerji değerlerinin bulunduğu bölümde köşegen genotipler olmuşlardır.



Şekil 1. Mürdümük genotiplerinin keslerinde incelenen özelliklere ait genotip x özellik biplot grafiği

Sonuç ve Öneriler

Hem nadas alanlarının daraltılması hem de hayvanların kesif yem ihtiyacını karşılamak amacıyla ekilen mürdümüğün, danesi alındıktan sonra geriye kalan samanın yine hayvan beslemede kaba yem amacıyla kullanımı yaygın bir şekilde yapılmaktadır. İki yıl süreyle yapılan bu araştırmada, Elazığ ekolojik koşullarında tane amacıyla yetiştirilen farklı mürdümük genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; ham protein verimi, ham kül, sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketimi oranları ile nispi yem değeri, sindirilebilir enerji ve metabolik enerji değerleri bakımından yüksek, ADF ve NDF oranları bakımından ise düşük değerlere sahip olan Biflorus ve Eren genotipleri ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla, denemenin kurulduğu Elazığ ve benzer ekolojilere sahip bölgelerde tek yıllık baklagil yem bitkisi olan mürdümüğün kes kalitesi açısından Biflorus ve Eren genotiplerinin yetiştirilebileceği önerilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: BAP-82-

195-2014). Yazarlar, finansal destek için Bingöl Üniversitesi'ne teşekkür eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Makaleye eşit oranda katkı sağladığımızı beyan ederiz.

Kaynaklar

- Akçura, M. 2011. The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35 (2): 115-125.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayan, V., Özdoğan, M. 2010. Türkiye'de Kaba Yem Üretimi ve Sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Allkin, R., Macfarlane, T.D., White, R.J., Bisby, F.A., Adey, M.E. 1983. *Names and synonyms of species and subspecies in the Viciae*. Issue 2, Viciae Database Project Publication No. 2, Southampton.
- Anonim. 2016. Elazığ Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü iklim verileri.

- AOAC 1998. In P. Cunniff (Ed.). *Official methods of analysis* (16th ed.). USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Aydeniz, A., Brohi, A.R. 1991. *Gübreler ve Gübreleme*. Ç.Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Yayın No: 10. Ders Kitabı No: 3, Tokat.
- Balabanlı, C., Kara, B. 2003. Determination of some agronomic characteristics and yield potential common chickling (*Lathyrus sativus* L.) lines under Isparta conditions. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 12 (1-2): 57-63.
- Çaçan, E., Kökten, K. 2019. Tahıl türlerinin kaba yem olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(2), 221-229.
- Çaçan, E., Yüksel, A. 2016. Çayır ve meraların bölgesel kalkınma üzerindeki etkisi. ÜNİDAP Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı.
- Çaçan, E., Kaplan, M., Kökten, K., Tutar, H. 2018a. Evaluation of some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) lines and cultivars in terms of seed yield and straw quality. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 8 (2): 275-284.
- Çaçan, E., Kaplan, M., Kökten, K., Tutar, H. 2018b. Bingöl koşullarında bazı adi fiğ hat ve çeşitlerinin (*Vicia sativa* L.) tohum verimi, kes verimi ve kes kalitesi açısından değerlendirilmesi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 8 (1): 289-300.
- Çaçan E., Kökten, K. 2020. Bazı yonca genotiplerinin (*Medicago sativa* L.) kes verimi ve kes kalitesi açısından karşılaştırılması. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8 (9): 266-272.
- Davis, P.H. 1970. *Flora of Turkey and East Aegean Islands*. Edinburgh: 328-369.
- Fonnesbeck, P.V., Clark, D.H., Garret, W.N., Speth, C.F. 1984. Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. *Proceeding of American Society of Animal Sciences* (Western Section), 35: 305-308.
- Kabak, D., Akcura, M. 2017. Bingöl ilinden toplanan yerel çavdarlarda tane verimi ve bazı özellikler arasındaki ilişkilerin biplot analizi ile incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2): 227-235.
- Kaplan, M., Kökten, K., Yılmaz, H.Ş., Arslan, M., Kale, H., Bozkurt, S., Temizgül, R. 2015. Kara nohutta (*Cicer arietinum* L.) ekim zamanının ot, tane ve kes verimi ile kalite özelliklerine etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül, Çanakkale, s. 322-325.
- Karabulut, D., Çaçan, E. 2018. Farklı zamanlarda ekilen bazı tahıl türlerinin ot verimi ve kalitesi bakımından karşılaştırılması. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 33(2), 125-131.
- Keskin, B., Temel, S., Eren, B. 2021. Farklı zamanlarda ekilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) çeşitlerinin tohum ve kesinin besin değerleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 96-105.
- Khalil, J.K., Sawaya, W.N., Hyder, S.Z. 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. *Journal of Range Management*, 39: 104-107.
- Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Tutar, H., Özdemir, S. 2019. Bingöl koşullarında bazı burçak (*Vicia ervilia* (L.) Willd) genotiplerinin tohum verimi, kes verimi ve kes kalitesinin belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 56 (1): 27-33.
- Muftuoğlu, N.M., Turkmen, C., Akcura, M., Kaplan, M. 2019. Yield and nutritional characteristics of edible cluster bean genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 24 (1): 91-97.
- Oddy, V.H., Robards, G.E., Low, S.G. 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed. In: *Feed Information and Animal Production*. (ed) Robards, G.E., Packham, R.G., Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK, 395-398.
- SAS Inst. 1999. *SAS User's Guide. Statistic*. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary, NC.
- Sayar, M.S., Han, Y. 2015. Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatlarının tohum verimi ve verim komponentlerinin belirlenmesi ve GGE biplot analiz yöntemiyle değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences*, 21 (1): 78-92.
- Sheaffer, C.C., Peterson, M.A., McCalin, M., Volene, J.J., Cherney, J.H., Johnson, K.D., Woodward, W.T., Viands, D.R. 1995. Acid detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Tan M., Serin, Y. 2013. Baklagil yem bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:190, 222 s.
- Temel, I., Keskin, B. 2019. Farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın besin içeriğine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 110-116.
- Temel, S., Tan, M. 2020. Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşitlerinin kaba yem kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi.

- Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 347-354.
- TUİK. 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim Verileri, (<https://biruni.tuik.gov.tr>).
- Uçar, R., Özdemir, S., Kökten, K., Kaplan, M., Çağan, E. 2021. Evaluation of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) in terms of seed yield, straw yield and straw quality. 8th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 24-25 December 2021, Bingöl, Turkey, 305-313.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Yan, W. 2014. *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis*. John Wiley Sons.

Serbest Sistemde Yetiştirilen Beyaz ve Kahverengi Yumurtacı Tavuklarda Yumurtlama Zamanı ve Oranının Yumurta Kalitesi Üzerine Etkisi*

İsmail ALTUN² Turgay ŞENGÜL¹ A. Yusuf ŞENGÜL¹

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni ABD, Bingöl, Türkiye

*Sorumlu Yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 20.12.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.01.2022 Kabul Tarihi: 08.02.2022

Özet

Bu araştırma, serbest sistemde yetiştirilen ticari beyaz (Isa Tinet) ve kahverengi yumurtacı (Lohmann) tavuklarda yumurtlama zamanının, yumurta kalitesi ve yumurtlama oranı üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Deneme, 3.5 dekarlık bir arazi üzerinde kurulu bir çadır kümeste yürütülmüş olup, toplam 680 adet beyaz ve kahverengi genotip kullanılmıştır. Yumurtalar, 84, 85, 86 ve 87 haftalık yaşlarda 4 hafta süreyle toplanmıştır. Genotiplere ait yumurtaların kalite özelliklerinin belirlenmesi için yumurtalar günün 4 farklı saat diliminde (7.30-9.30, 9.30-11.30, 11.30-13.30 ve 13.30-15.30) toplanmıştır. Yumurta kalitesinin belirlenmesinde, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk oranı, ak ağırlığı, ak oranı, ak yüksekliği, sarı ağırlığı, sarı oranı, sarı rengi, kırılma direnci ve Haugh birimi gibi özellikler ele alınmıştır. Sonuç olarak, farklı saat dilimlerinin, yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk oranı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kırılma direncini önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilediği, şekil indeksi, ak oranı, ak yüksekliği, sarı oranı, sarı rengi ve Haugh birimi üzerine ise etkili olmadığı saptanmıştır. Genotipin etkisi ise, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk oranı, ak ağırlığı, ak oranı, ak yüksekliği, sarı rengi, kırılma direnci ve Haugh birimi için önemli ($P<0.01$, $P<0.05$) bulunmuştur. Saat dilimleri*genotip interaksyonu, sadece kabuk kırılma direncini önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilemiş, incelenen diğer tüm özellikler bakımından önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Anahtar kelimeler: Yumurtacı, genotip, serbest sistem, yumurtlama saati, yumurtlama oranı, yumurta kalitesi.

The Effect of Oviposition Time and Rate on Egg Quality in White and Brown Layers in Free Range System

Abstract

This research was carried out to investigate the effect of oviposition time and rate on egg quality in commercial white (Isa Tinet) and brown layers (Lohmann Brown) reared in free range system. The experiment was carried out in a tent house established on an area of 3.5 decares, and a total of 680 white and brown genotypes were used. The eggs in their measurements were collected for 4 weeks at 84, 85, 86 and 87 weeks of age. In the study, eggs were collected at 4 different time periods of the day (7.30-9.30, 9.30-11.30, 11.30-13.30 and 13.30-15.30) for egg quality characteristics of white and brown layer genotypes. In determining the egg quality, its properties such as egg weight, shape index, egg shell weight, egg shell thickness, percentage of egg shell, albumen weight, percentage of albumen, albumen height, yolk weight, percentage of yolk, yellow color, egg shell strength and Haugh unit were taken into consideration. As a result, different collection time affected egg weight, egg shell weight, shell thickness,

percentage of egg shell, albumen weight, yolk weight and egg shell strength significantly ($P<0.01$), but, it was found to be not effective on shape index, percentage of albumen, albumen height, percentage of yolk, yellow color and Haugh unit. Genotype effect was found to be significant ($P<0.01$, $P<0.05$) for egg shell weight, shell thickness, percentage of egg shell, albumen weight, percentage of albumen, albumen height, yellow color, egg shell strength and Haugh unit. Collection time*genotype interaction only affected the egg shell strength at a significant ($P<0.01$) level, but did not have a significant effect on all other traits.

Key words: Layer, genotype, free range, oviposition time, oviposition rate, egg quality.

Giriş

İnsanların, sağlıklı yaşaması ve uzun ömürlü olması bakımından protein, vitamin ve mineral bakımından zengin olan hayvansal gıdalarla beslenmesi çok önemlidir (Baysal, 2007). Söz konusu hayvansal gıdalardan biri de, insanların beslenmesinde önemli bir yer tutan yumurtadır. Yumurta, sahip olduğu esansiyel aminoasitler, vitaminler diğer besin maddeleri ile besleme değeri açısından tüm gıdalar arasında en başta gelmektedir. Düşük kalori düzeyi ve yüksek protein içeriği, hem sağlıklı olmak için hem de sağlıklı yaşamak için önem arz etmektedir (Türkoğlu ve Sarıca 2009). Yumurta, yapısındaki çok sayıdaki esansiyel amino asitleri yüksek miktarda bulunduğundan dolayı “besleyici değeri yüksek” gıda olarak değerlendirilir. Yumurtadaki proteinler, insanların alması gereken esansiyel aminoasitlerin tamamını içermekte olup, mevcut proteinlerinin neredeyse tamamı sindirilmekte ve vücut proteinine çevrilmektedir (Tayar ve Korkmaz 2007). İnsanların günlük protein gereksiniminin %50’sinin hayvansal orijinli proteinlerden karşılanması gerekliliği dikkate alındığında, gerek besin değeri gerekse üretim kolaylığı ve ucuzluğu nedeniyle yumurta bu açıdan en uygun gıda konumundadır. Günlük hayvansal protein ihtiyacı, kadın ve erkeklerde farklılık göstermekte olup, bu oran erkeklerde 28.6 g, kadınlar da ise 24.2 g civarındadır. Bu durum, insanın günlük hayvansal protein ihtiyacının yaklaşık %25’ini sadece bir adet yumurtadan sağlayabileceğini göstermektedir (Çelebi ve Karaca 2006). Yumurta sarısı, demir, kalsiyum, bakır, çinko, A, D ve B vitaminleri bakımından oldukça zengindir (Şekeroğlu ve ark., 2014). Yumurtanın enerji düzeyi ise oldukça düşük olup 78 kalori civarındadır. Yumurta sarısında bulunan vit A göz sağlığını, vit D kemik yapısının sağlamlığı için kalsiyumun kullanılmasını teşvik ederken, vit E ise, vücudun bağışıklık sisteminin

güçlenmesi ile zararlı mikroorganizmalara karşı korur. Yumurta sarısının içeriğinde, önemli ölçüde omega-3 ve B grubu vitaminler de (B_6 , B_{12} , kolin, biyotin, folik asit, riboflavin) bulunmaktadır. Bunlardan kolin, beyin ve vücut gelişimine, riboflavin ise görme gücü ve derinin gelişimine yardımcı olmaktadır. Yumurta sarısı ayrıca, kan yapıcı özelliğe sahip olup, fiziksel gelişimi etkileyen demir ve çinko gibi mineralleri de bünyesinde çok miktarda bulundurmaktadır (Leeson ve Summers 1997). Yumurta tüketiminin artırılmasının gerekliliğinin yanı sıra, beslenme açısından da yumurta kalitesi büyük önem taşımaktadır. Gıda güvenliği dikkate alındığında, yumurta kalitesi günümüzde artık üzerinde önemle durulan bir konu haline gelmiştir. Yumurtacı tavuklarda, yumurtaların iç ve dış kalite özelliklerini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar, genetik yapı, yaş, beslenme, çevre sıcaklığı, aydınlatma, yumurta verimi, yumurtlama dönemi ve hastalıklardır (Belyavin ve ark., 1987; Tullet, 1987). Bu özelliklere ek olarak yumurtlama zamanı da yumurta kalitesini etkilemektedir. Günün erken saatlerindeki yumurtlayan tavukların yumurtaları ağır ve kabuk kalınlıkları daha ince iken günün geç saatlerinde yumurtlayan tavukların yumurta ağırlığı daha düşük ama kabuk kalınlıkları genellikle daha kalın olmaktadır (Roland ve ark., 1973b; Harms 1991). Kafes sisteminde yetiştirilen yumurta tavukları, genellikle gruplar halinde kafeslerde barındırılmakta ve tavuk başına yaklaşık 550 cm^2 alan ayrılmaktadır. Hayvanlar, yaklaşık 13 aylık bir üretim dönemi boyunca bu dar alanda sıkışık bir şekilde tutulmaktadır. Kafeste yetiştiriciliğin tavuklar üzerine olumsuz etkileri, hareketsizlik, kafes yorgunluğu, ayak ve bacak bozuklukları, kanibalizm ve tüy yolma şeklinde kendini göstermektedir (Sözcü ve Yılmaz 2014). Kafes sistemi tavukların doğal davranışları olan, yem arama, kanat çırpma, eşinme vb. hareketlerini kısıtladığından dolayı hayvanlarda strese neden olmaktadır (Appleby, 1991).

Kanatlı yetiştiriciliğinde görülen bu sorunların azaltılması veya ortadan kaldırılması için günümüzde alternatif yetiştirme sistemleri gündeme gelmiştir. Alternatif sistemlerde, hayvanlara doğal ortamlarında sahip oldukları çevresel koşullara yakın ortam sağlanmakta, böylece hayvanlara doğal davranışların ve fiziksel aktivitelerin rahatça sergileyebilme imkânı sağlanmaktadır (Sossidou ve ark., 2011). Bu amaçla, serbest yetiştirme sistemi gibi alternatif sistemler de uygulanmaya başlanmış ve özellikle yumurta tavukçuluğunda önemli bir uygulama alanı bulmuştur. Serbest sistem, genel bir ifadeyle tavukların açık alana çıkabilme, gezinme ve otlama imkânına sahip olacak şekilde yetiştirilmesidir. Tavuklar, stresten uzak ve sağlıklı olmakta, güneş ışığından faydalanmakta ve geniş gezinti alanlarında doğal hareketlerini yapabilmektedir. Hayvanlar, genellikle küçük gruplar halinde barındırılmakta ve gün içinde bitki örtüsü ile kaplı olan meraya çıkabilmektedirler (Appleby ve ark., 1992).

Doğal üretim sistemleri içerisinde en çok üzerinde durulan ve hızla yaygınlaşan serbest gezinmeli sistemler ve kısmen de organik yetiştiriciliktir. Tüketicinin gelir düzeyi ve alım gücünün artması, onları daha kaliteli ve sağlıklı yumurta talep etmeye sevk etmiştir. Organik şartlarda üretilen yumurtaların fiyatlarının yüksek olması ve satılan yumurtaların organik olup olmadığı konusundaki şüpheler, tüketicileri daha çok serbest gezinmeli sistemlerde üretilen yumurtaları tercih etmeye yönlendirmiştir. Tüketici eğilimlerindeki bu değişimler, serbest gezinmeli sistemlerde üretilen yumurtaların kalitesinin, geleneksel kafes sisteminde üretilen yumurtalara göre önemli farklılıklar gösterip göstermediğinin araştırılmasını gündeme getirmiştir. Tüketicinin yeni sistemlerde üretilen yumurtayı tercih nedenlerinin, yumurtaların fiziksel ve kimyasal bileşimlerindeki farklılaşmadan kaynaklandığı bildirilmiştir (Matt ve ark., 2009). Farklı sistemlerde üretilen yumurtalar içerisinde, en fazla üretim ve tüketim artışı görülen serbest gezinmeli sistemlerden üretilen yumurtalar olmuştur. Bu sistemle üretilen yumurtalar, organik sistemle üretilen yumurtalara göre daha düşük maliyetlidir.

Bu çalışmada, serbest sistemde yetiştirilen beyaz ve kahverengi yumurtacı tavukların yumurta kalitesi ve yumurtlama

oranı üzerine yumurtalama zamanının etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma, Diyarbakır ili Bismil ilçesinde ve serbest sistemde yumurta tavukçuluğu yapılan bir özel işletmede yürütülmüştür. Denemede, barınak olarak arazide kurulmuş ve branda ile kaplı bir çadır kümes kullanılmıştır. Kümes, 3.5 dekar alana kurulu ve 140 m² kapalı alana sahip olup, etrafında 3 dönümlük bir alanda tavukların otlaması için yonca ekilmiştir. Çalışmada, İsa Tindet (beyaz yumurtacı) ve Lohmann Brown (kahverengi yumurtacı) genotiplerine ait toplam 680 adet yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Yumurta ölçümlerinde kullanılacak olan yumurtalar 84, 85, 86 ve 87 haftalık yaşlarda toplanmıştır. Geceleri kümeste barındırılan hayvanlar, gündüzleri 12 saat süreyle dışarı çıkarılmıştır. Hava kararmadan önce barınağa alınan hayvanlara ilave olarak 4 saat yapay aydınlatma uygulanmıştır. Tavuklar, %17 ham protein ve 2750 kcal/kg ME içeren ticari yumurta yemi ile beslenmişlerdir. Hayvanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yeterli sayıda folluk, yemlik ve suluk barınağın uygun yerlerine yerleştirilmiştir.

Metot

Çalışmada, serbest gezinmeli sistemde yetiştirilen beyaz yumurtacı (İsa Tindet) ve kahverengi yumurtacı (Lohmann Brown) genotiplerinden günün belirlenmiş saat dilimlerinde (7.30-9.30, 9.30-11.30, 11.30-13.30 ve 13.30-15.30) 4 hafta boyunca (haftada bir) yumurta toplanmış ve kalite özellikleri ile yumurtlama oranları belirlenmiştir. Folluklardan toplanan yumurtalar, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni bölümüne ait bir laboratuvarında oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra dış ve iç kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, kahverengi ve beyaz yumurtacıardan haftada bir gün olmak üzere 84, 85, 86 ve 87 haftalık yaşlarda toplam 4 kez yumurta toplanmış ve 4 kez ölçüm yapılmıştır. Laboratuvarında ölçümler için kullanılan yumurtaların sayısı Çizelge 1'de verilmiştir. Yumurta toplanan saat dilimleri, genotip ve yumurta toplama dönemlerine (84, 85, 86, 87 haftalık yaşlar) ilişkin iç ve dış kalite özellikleri incelenen yumurta sayıları Çizelge 2'de verilmiştir. Yumurtaların kalite özelliklerinin

belirlenmesinde aşağıdaki yöntem ve eşitliklerden yararlanılmıştır;
Yumurta ağırlığı (g): Digital Egg Tester cihazı ile ölçülmüştür.

Ak ağırlığı (g)=Yumurta ağırlığı - Sarı ağırlığı - Kabuk ağırlığı

Ak yüksekliği (mm): Ak yüksekliği Digital Egg Tester cihazı ile ölçülmüştür.

Ak oranı (%)=((Yumurta ağırlığı - Sarı ağırlığı - Kabuk ağırlığı)/Yumurta ağırlığı)x100

Sarı ağırlığı (g): Yumurtalar kırılıp yumurta sarısı yumurta akından ayrıldıktan sonra 0.01 g hassas terazi ile ölçümü yapılmıştır.

Sarı oranı (%)= (Sarı ağırlığı/Yumurta ağırlığı)x100

Sarı rengi: Digital Egg Tester cihazı ile ölçülmüştür.

Haugh Birimi: Digital Egg Tester cihazı ile ölçülmüştür.

Şekil indeksi (%)=(Yumurta eni/Yumurta boyu)x100

Kabuk ağırlığı (g): Kırılan yumurtaların kabukları kurutulmaya bırakıldıktan 24 saat sonra 0.01 g hassas terazi ile ölçülmüştür.

Kabuk kalınlığı (mm): Yumurta kırıldıktan sonra kabuğun sivri, orta ve küt kısmından yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Kabuk oranı (%)=((Kabuk ağırlığı - Yumurta ağırlığı)/Yumurta ağırlığı)x100

Kırılma direnci (kg/cm²): Digital Egg Tester cihazı ile ölçülmüştür.

Elde edilen verilerin analizinde SPSS 22.0 paket programından yararlanılmış, ortalamaların karşılaştırmalarında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Çizelge 1. Farklı genotiplere ait yumurta toplama saat dilimleri ve toplanan yumurta sayıları.

| Saat dilimi | Genotip | Toplanan yumurta sayısı | | | |
|--------------|------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 84. hafta | 85. hafta | 86. hafta | 87. hafta |
| 07:30-09:30 | Beyaz | 14 | 15 | 15 | 15 |
| | Kahverengi | 16 | 15 | 15 | 15 |
| 09:30-11:30 | Beyaz | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Kahverengi | 14 | 15 | 15 | 14 |
| 11:30-13:30 | Beyaz | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | Kahverengi | 15 | 15 | 15 | 13 |
| 13:30-15:30 | Beyaz | 10 | 8 | 15 | 13 |
| | Kahverengi | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Toplam | Beyaz | 54 | 58 | 60 | 58 |
| | Kahverengi | 60 | 60 | 60 | 57 |
| Genel Toplam | Beyaz+Kahverengi | | 467 | | |

Çizelge 2. Saat dilimleri ve genotipler itibariyle toplanan yumurta sayıları.

| Saat dilimi | Genotipler | Yumurtlama dönemi | | | |
|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 84. hafta | 85. hafta | 86. hafta | 87. hafta |
| | | Toplanan yumurta sayısı | | | |
| | Beyaz | 9 | 11 | 12 | 8 |
| 7.30'dan önce | Kahverengi | 45 | 79 | 47 | 37 |
| | Beyaz | 24 | 28 | 32 | 30 |
| 07.30-09.30 | Kahverengi | 105 | 100 | 68 | 64 |
| | Beyaz | 33 | 38 | 27 | 28 |
| 09.30-11.30 | Kahverengi | 94 | 85 | 48 | 47 |
| | Beyaz | 40 | 30 | 16 | 15 |
| 11.30-13.30 | Kahverengi | 83 | 56 | 38 | 34 |
| | Beyaz | 11 | 9 | 16 | 13 |
| 13.30-15.30 | Kahverengi | 21 | 17 | 31 | 27 |
| | Beyaz | 0 | 2 | 2 | 1 |
| 15.30-17.30 | Kahverengi | 1 | 4 | 6 | 3 |
| | Beyaz | 117 | 118 | 105 | 95 |
| Toplam | Kahverengi | 349 | 341 | 238 | 212 |
| Genel Toplam | Beyaz+Kahverengi | | 1575 | | |

Bulgular ve Tartışma

Farklı yumurtlama saatlerinde elde edilen yumurtaların (84-87 hafta) kalitesine ilişkin sonuçlar

Dört haftalık deneme süresince beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin farklı saat dilimlerinde vermiş olduğu yumurtaların kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Farklı saat dilimlerinde, farklı genotiplerden toplanan yumurtaların ağırlıkları arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Yani, yumurta ağırlığı her iki genotip için de saat dilimlerinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Benzer şekilde, Roland ve ark. (1973a), öğleden önce yumurtlanan yumurtaların öğleden sonrakilere oranla daha ağır olduğunu bildirmiştir. Genelde, sabah 7.30-9.30 saatleri arasında daha ağır yumurtalar elde edilirken, saatlerin ilerlemesiyle yumurta ağırlıklarında önemli ($P<0.01$) düşüşler gözlenmiştir. Harms (1991), ticari yumurtacılar da yumurta ağırlığının sabah saat 07.45'den başlayarak 15.45'e kadar sabit bir şekilde azaldığını, 15.45'den sonra ise artmaya başladığını ve en yüksek yumurta ağırlığının sabahın ilk yumurta toplama saatinde saptandığını bildirmiştir. Aksoy ve ark. (2001), beyaz ve kahverengi yumurtacılar da toplama saatinin yumurta ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğunu ve en yüksek yumurta ağırlığının ilk toplama, en düşük yumurta ağırlığının ise son toplama saatinde elde

edildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Tumová ve ark. (2007), etçi damızlıklarda sabah toplanan yumurtaların öğleden sonra toplananlara göre daha ağır olduğunu bildirmişlerdir. Yumurta ağırlığına ilişkin sonuçlar, Roland ve ark. (1973a), Harms (1991), Aksoy ve ark. (2001) ve Tumová ve Ledvinka (2009)'nın bulguları ile benzerlik göstermiştir. Yumurta ağırlığı üzerine genotip ve saat dilimi*genotip interaksiyonunun etkisi ise önemli olmamıştır.

Şekil indeksi, her iki genotipte de benzerlik göstermiş ve aralarındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Eleroğlu ve Taşdemir (2020) ve Shaker ve ark. (2019) ise yumurtalama zamanının şekil indeksini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, yumurtlama zamanı, genotip ve saat dilimi*genotip interaksiyonunun şekil indeksi üzerine önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Beyaz ve kahverengi yumurtacılar aıt kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı ve kabuk oranı gibi özellikler, yumurtaların toplandığı saat dilimlerden ve genotipten önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilenmişlerdir. Kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığının ve kabuk oranının, beyaz ve kahverengi genotiplere ait yumurtalarda 11.30-13.30 ve 13.30-15.30 saat dilimlerinde, 7.30-9.30 ve 9.30-11.30 dilimlerine oranla daha yüksek ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. Roland ve ark. (1973b), tavukların sindirim sisteminin sabahın erken saatlerinde günün geç saatlerine oranla daha düşük toplam kalsiyum düzeyine

sahip olduğunu bildirmişlerdir. Tullet (1987), yumurta kabuğunun oluşumunun son 16 saatlik kısmında Ca birikiminin daha hızlı olduğunu, hızlı kabuk birikim sürecinin daha büyük bir kısmının akşamüzeri yumurtlanan yumurtalarda aydınlık döneme, sabah saatlerinde yumurtlananlarda ise karanlık döneme rastladığını ve kabuk oluşumunda kullanılan kalsiyumun kabuk bezlerinde depolanmadığından sürekli kandan alınması gerektiğini bildirmiştir.

Yumurta kabuk ağırlığına ilişkin sonuçlar, Altan ve Oğuz (1995) ve Onbaşlar ve Avçılar (2011)'in bildirdikleri sonuçlarla uyumlu olurken, Aksoy ve ark. (2001) ve Tumová ve ark. (2007)'nin sonuçları ile farklılık göstermiştir. Kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı ve kabuk oranlarına ait değerler, kahverengi genotipin yumurtalarında, beyaz genotipin yumurtalarına oranla daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Yumurtaların kabuk kalınlığı bakımından elde edilen bulgular, Onbaşlar ve Avçılar (2011) ve Eleroğlu ve Taşdemir (2020)'in bildirdikleri ile benzerlik göstermiştir. Onbaşlar ve Avçılar (2011)'in tavuklarda yumurtlama zamanının kabuk özelliklerini etkilediğini, öğleden sonra toplanan yumurtaların sabah toplananlara oranla daha kaliteli kabuğa sahip olduğunu bildirmişlerdir. İşcan ve Akcan (1995), yumurta ağırlığı ile kabuk oranı arasında negatif bir ilişkinin olduğunu açıklamıştır. Kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı ve kabuk oranı üzerine saat dilimi*genotip interaksyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur.

Kahverengi genotipin yumurtalarının ak ağırlığı, beyaz genotipin yumurtalarına oranla daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Ak ağırlığı, genotip ve saat diliminden önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilenmiştir. Her iki genotipte de, sabah ilk toplamada (7.30-9.30) en yüksek ak ağırlığına sahip olurken, daha sonraki saat dilimlerinde önemli ölçüde düşüşler gözlenmiştir. Tumová ve Ledvinka (2009), ak ağırlığının sarı ağırlığına oranla daha yavaş artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Saat dilimi*genotip interaksyonu ak ağırlığını önemli ölçüde etkilememiştir.

Ak oranı bakımından genotipin etkisi önemli ($P<0.01$) olurken, gerek farklı saat dilimleri ve gerekse saat dilimi*genotip interaksyonu önemli bulunmamıştır. Kahverengi genotipin yumurtalarının ak oranının, beyaz yumurtacıardan daha yüksek ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. Saat

dilimi*genotip interaksyonu ak oranını önemli oranda etkilememiştir.

Beyaz ve kahverengi genotiplere ait yumurtaların ak yüksekliği üzerine genotipin etkisi önemli ($P<0.01$) bulunurken, farklı saat dilimlerinin ve saat dilimi*genotip interaksyonunun etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Ak yüksekliğinin, beyaz genotipin yumurtalarında, kahverengi genotipin yumurtalarına oranla daha yüksek ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. Eleroğlu ve Taşdemir (2020), ak yüksekliğinin yumurtalama zamanından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Beyaz ve kahverengi genotiplerin yumurtalarına ait sarı ağırlığı değerleri, toplama zamanından önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilenmiştir. Her iki genotipte de, ilk toplama diliminde (7.30-9.30) daha yüksek olan sarı ağırlıklarında, daha sonraki dilimlerde önemli ölçüde düşüşler görülmüştür. Sarı ağırlığı, genotip ve saat dilimi*genotip interaksyonundan önemli düzeyde etkilenmemiştir.

Yumurtaların sarı oranı ve sarı rengi, her iki genotipte de benzerlik göstermiş ve aralarındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Alltane ve ark. (2011) yumurtlama zamanının sarı rengi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Saat dilimleri, genotip ve saat dilimi*genotip interaksyonu sarı oranına ilişkin sonuçları önemli oranda etkilememiştir. Farklı genotiplere ait yumurtaların sarı rengine ilişkin değerler önemli ($P<0.01$) farklılıklar göstermiştir. Kahverengi genotipin yumurtalarının sarı renginin beyaz genotipten daha koyu olduğu belirlenmiştir. Sarı rengi, farklı saat dilimleri ve saat dilimi*genotip interaksyonundan etkilenmemiştir. Yumurta sarısına ilişkin bulgular, Leyendecker ve ark. (2001)'nin kahverengi genotiplerin yumurtalarının sarı renginin beyaz genotiplerden daha koyu olduğu sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Eleroğlu ve Taşdemir (2020), yumurtlama zamanının sarı rengini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

Beyaz ve kahverengi genotiplerin yumurtalarından ölçülen kırılma direncine ait değerler, farklı saat dilimlerden ($P<0.01$), genotipten ($P<0.05$) ve saat dilimi*genotip interaksyonundan ($P<0.05$) istatistiksel anlamda önemli düzeyde etkilenmiştir. Her iki genotipte de, yumurtalar ilk iki saat diliminde düşük kırılma mukavemetine sahipken, son iki saat diliminde daha yüksek bir mukavemete

sahip olmuşlardır. Kabuk kırılma mukavemeti, kahverengi genotipe ait yumurtalarda, beyaz genotipe oranla daha yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Kabuk kırılma direncine ilişkin bulgular, Eleroğlu ve Taşdemir (2020)'in bildirdikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur.

Farklı saat dilimlerinde toplanan yumurtaların Haugh birimi değerleri üzerine genotipin etkisi önemli ($P<0.01$), farklı saat dilimleri ve saat dilimi*genotip interaksiyonunun etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Haugh birimi açısından, beyaz genotipin yumurtaları kahverengi genotipin yumurtalarından daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

Yumurtaların Haugh birimine ilişkin bulgular, Sarıca ve ark. (2010) ve Leyendecker ve ark. (2001)'nin Haugh birimi değerinin beyaz yumurtacılar kahverengi yumurtacılar göre daha yüksek olduğu bildirisiyle benzerlik göstermiştir. Eleroğlu ve Taşdemir (2020) ve Hrnčár ve ark. (2013) yumurtlama zamanının Haugh birimini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

Beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta toplama saatlerindeki yumurtlama oranları

Beyaz ve kahverengi genotiplerin, 4 haftalık deneme süresince (84-87 hafta) ve farklı saat dilimindeki yumurtlama oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Denemenin genelinde, yumurtlama oranı beyaz genotipli tavuklarda 09.30-11.30 arasında en yüksek (%28.97) olurken, en düşük yumurtlama oranı 15.30-07.30 saatleri arasında (%10.34) gözlenmiştir. Kahverengi genotipte ise, 07.30-09.30 arasında %29.56 oranı ile en yüksek yumurtlama oranı görülürken, en düşük yumurtlama oranı 13.30-15.30 saatleri arasında (%8.42) belirlenmiştir. Yumurtlama oranına ilişkin bulgular, Tumova ve Ebeid (2005)'in kahverengi yumurtacı ticari hibritlerin sabah saatlerindeki yumurtlama oranını %74.4 olarak bildirdiği sonuçları ile uyum göstermiştir.

Çizelge 4. Beyaz ve kahverengi yumurtacı tavukların 4 haftalık periyotta (84-87 hafta) farklı yumurta toplama saatlerindeki yumurtlama oranları.

| Toplama saatleri | Yumurtlama oranları (%) | |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| | Beyaz yumurtacı | Kahverengi yumurtacı |
| 07. ³⁰ - 09. ³⁰ | 26.21 | 29.56 |
| 09. ³⁰ - 11. ³⁰ | 28.97 | 24.04 |
| 11. ³⁰ - 13. ³⁰ | 23.22 | 18.51 |
| 13. ³⁰ - 15. ³⁰ | 11.26 | 8.42 |
| 15. ³⁰ - 07. ³⁰ | 10.34 | 19.47 |
| Toplam | 100.00 | 100.00 |

Çizelge 3. Beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin günün farklı saat dilimlerinde verdikleri yumurtaların bazı dış ve iç kalite özelliklerine ait ortalamalar ve standart hataları.

| Özellikler | Genotipler | | | | | | | | P | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|-----|-----|-------|
| | Beyaz | | | | Kahverengi | | | | | | |
| | Saat dilimleri | | | | | | | | S.D | G | S.D*G |
| Yumurta ağı, g | 7.30-9.30 65.50+0.88 a | 9.30-11.30 62.45+0.55 ^{bc} | 11.30-13.30 62.86+0.68 ^b | 13.30-15.30 61.87+0.39 ^c | 7.30-9.30 66.04+0.79 ^a | 9.30-11.30 63.94+0.81 ^b | 11.30-13.30 62.22+0.65 ^{bc} | 13.30-15.30 60.43+0.69 ^c | ** | Önz | Önz |
| Şekil indeksi | 74.46+0.35 | 74.98+0.32 | 74.72+0.40 | 74.71+0.43 | 73.40+0.48 | 74.57+0.66 | 74.72+0.37 | 74.44+0.45 | Önz | Önz | Önz |
| Kabuk ağı, g | 5.71+0.08 ^b 0.35+0.003 | 5.62+0.08 ^b | 5.89+0.08 ^a | 6.01+0.08 ^a | 6.14+0.09 ^b | 6.03+0.08 ^b | 6.45+0.10 ^a | 6.26+0.09 ^a | ** | ** | Önz |
| Kabuk kal., mm | b | 0.35+0.004 ^b | 0.36+0.004 ^a | 0.37+0.004 ^a | 0.37+0.004 ^b | 0.36+0.003 ^b | 0.39+0.004 ^a | 0.38+0.004 ^a | ** | ** | Önz |
| Kabuk oranı, % | 8.73+0.10 ^b 45.59+0.75 | 9.00+0.12 ^b | 9.39+0.12 ^a | 9.69+0.10 ^a | 9.33+0.11 ^b | 9.47+0.12 ^b | 10.39+0.14 ^a | 10.41+0.16 ^a | ** | ** | Önz |
| Ak ağı, g | a | 40.34+0.45 ^b | 40.55+0.57 ^b | 39.93+0.62 ^b | 46.91+1.16 ^a | 45.51+1.25 ^b | 43.53+0.99 ^b | 42.52+0.98 ^b | ** | ** | Önz |
| Ak oranı, % | 64.87+0.35 | 64.54+0.25 | 64.39+0.34 | 64.20+0.16 | 70.99+1.51 | 70.90+1.57 | 70.13+1.53 | 70.43+0.76 | Önz | ** | Önz |
| Ak yük., mm | 6.54+0.17 17.19+0.20 | 6.56+0.16 | 6.64+0.20 | 7.20+0.23 | 6.03+0.17 | 5.85+0.20 | 5.68+0.19 | 6.81+0.90 | Önz | * | Önz |
| Sarı ağı, g | a | 16.49+0.14 ^c | 16.42+0.17 ^c | 16.15+0.18 ^b | 17.24+0.21 ^a | 16.89+0.23 ^c | 16.41+0.20 ^c | 15.64+0.13 ^b | ** | Önz | Önz |
| Sarı oranı, % | 26.40+0.30 | 26.46+0.21 | 26.21+0.27 | 26.11+0.34 | 26.18+0.27 | 26.50+0.31 | 26.46+0.32 | 26.06+0.33 | Önz | Önz | Önz |
| Sarı rengi | 11.80+0.11 | 11.75+0.12 | 11.70+0.11 | 11.65+0.14 | 12.31+0.15 | 11.97+0.13 | 11.95+0.12 | 11.83+0.12 | Önz | ** | Önz |
| Kırılma direnci, kg/cm ² | 2.93+0.12 ^b | 3.14+0.09 ^b | 3.22+0.12 ^a | 3.26+0.13 ^a | 3.03+0.13 ^b | 2.96+0.12 ^b | 3.56+0.14 ^a | 3.76+0.12 ^a | ** | * | * |
| Haugh birimi | 79.03+1.29 | 79.07+1.12 | 79.19+1.44 | 83.05+1.52 | 74+1.32 | 72.27+1.19 | 72.37+1.49 | 74.76+1.25 | Önz | ** | Önz |

^{a,b,c}: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05, **: P<0.01, Önz: Önemsiz. S.D: Saat dilimi, G: Genotip, S.D*G: Saat Dilimi*Genotip interaksyonu.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, serbest gezinmeli sistemde yetiştirilen ticari yumurtacı tavuklarda yumurtlama zamanının yumurta kalitesi ve yumurtlama oranı üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Bulgular, aynı zamanda genotipin yumurta kalitesi üzerine de önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Sonuçlar özetle şöyle sıralanabilir:

- Serbest sistemde yetiştirilen beyaz ve kahverengi genotiplerde, yumurta ağırlığı sabah saatlerinde en yüksek düzeyde iken öğleden sonra önemli ölçüde düşmektedir. Yumurta ağırlığı, genotip farklılığından önemli ölçüde etkilenmemektedir. Yumurta ağırlığı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Şekil indeksi, her iki genotipte de günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemektedir.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, kabuk ağırlığı sabah saatlerinde en düşük düzeyde iken öğleden sonraki saatlerde önemli derecede artmaktadır. Kabuk ağırlığı genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve kahverengi genotipin yumurtaları beyaz genotipe oranla daha yüksek kabuk ağırlığına sahip olmuştur. Kabuk ağırlığı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, kabuk kalınlığı sabah saatlerinde en düşük düzeyde iken, öğleden sonraki saatlerde önemli derecede artmaktadır. Kabuk kalınlığı genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve kahverengi genotipe ait yumurtalar beyaz genotipe oranla daha yüksek kabuk kalınlığına sahip olmuştur. Kabuk kalınlığı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, kabuk oranı sabah saatlerinde en düşük düzeyde iken, öğleden sonraki saatlerde önemli düzeyde artmaktadır. Kabuk oranı, genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve kahverengi genotipin yumurtaları beyaz genotipe oranla daha yüksek kabuk oranına sahip olmuştur.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, ak ağırlığı sabah saatlerinde en yüksek düzeyde iken öğleden sonra önemli ölçüde düşüştür. Ak ağırlığı genotipten önemli

ölçüde etkilenmiş ve kahverengi genotipin yumurtaları beyaz genotipe oranla daha yüksek ak ağırlığına sahip olmuştur. Ak ağırlığı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Ak oranı, her iki genotipte de günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemiştir.

- Ak oranı, genotipten önemli düzeyde etkilenmiş ve kahverengi genotipin yumurtaları beyaz genotipe oranla daha yüksek ak oranına sahip olmuştur. Ak oranı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Ak yüksekliği, her iki genotipte de günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemiştir. Ak yüksekliği, genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve beyaz genotipe ait yumurtalar kahverengi genotipe oranla daha yüksek ak yüksekliğine sahip olmuştur. Yumurtanın ak yüksekliği üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, sarı ağırlığı sabah saatlerinde en yüksek düzeyde iken, öğleden sonra önemli ölçüde düşmüştür. Sarı ağırlığı, genotipten önemli ölçüde etkilenmemiştir. Sarı ağırlığı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Sarı oranı, her iki genotipte de günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemiştir.

- Sarı oranı, genotipten önemli ölçüde etkilenmemiştir. Sarı oranı üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, yumurta sarısının rengi günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemiştir. Yumurta sarısının rengi, genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve kahverengi genotipe ait yumurtalarda daha koyu yumurta sarısı elde edilmiştir. Sarı rengi üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, kabuk kırılma direnci sabah saatlerinde en düşük iken, öğleden sonra önemli ölçüde artış göstermiştir. Yumurta kabuğu kırılma direnci, genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve kahverengi

genotipin yumurtaları beyaz genotipe oranla daha yüksek kırılma direncine sahip olmuştur. Yumurta kabuğu kırılma direnci üzerine yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmuştur.

- Beyaz ve kahverengi genotiplerde, Haugh birimi günün belirli saatlerine göre önemli bir değişim göstermemiştir. Haugh birimi, genotipten önemli ölçüde etkilenmiş ve beyaz genotipin yumurtaları kahverengi genotipe oranla daha yüksek Haugh birimine sahip olmuştur.

- Haugh birimi üzerine, yumurtlama zamanı*genotip interaksyonu önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Elde edilen bulgular, gerek yemeklik ve gerekse damızlık yumurtalarda kalite büyük önem taşıdığından, kaliteli yumurta elde edilmesinde dikkate alınması gereken önemli hususlar olarak değerlendirilmelidir.

Kaliteli civciv üretmek isteyen damızlıkçı işletmeler için civciv üretimindeki en önemli hususlardan biri yumurta kalitesidir. Kaliteli damızlık yumurta, aynı zamanda kaliteli civciv anlamına geldiğinden, özellikle günün hangi saatlerinde toplanan yumurtalardan daha sağlıklı civcivler elde edileceği konusu önem arz etmektedir.

Yemeklik yumurta üretimi açısından da, özellikle kaliteyi etkileyen önemli özelliklerin etkilenmesi nedeniyle, yumurta maliyetinin düşmesi, depolanma ve nakliye sırasındaki risk ve kayıpların azalması, tüketiciye daha ucuz ve besin değeri yüksek gıda sağlanması gibi yararları söz konusu olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

&: Bu çalışma İsmail ALTUN'un yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Aksoy, T. Yılmaz, M. ve Tuna, Y.T., 2001. Ticari yumurtacılar da yumurtlama zamanının yumurta niteliği üzerine etkisi ve yumurta kabuk ağırlığının bağıntı yardımı ile hesaplanabilirliği konusunda bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 811-816.

Alltane, J.K., Nuridin, M., Muhamet, K. ve Halil, B., 2011. Effect of hen age and oviposition time on egg quality parameters, EggMeat Symposia 2011, DOI: 10.13140/RG.2.1.1675.2808.

Altan, Ö. ve Oğuz, İ., 1995. Japon bıldırcınlarında yaşın ve yumurtlama zamanının kimi yumurta özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 19: 405-408.

Appleby, M.C., 1991. Do hens suffer in battery cage? Institute of Ecology and Resource Management. The University of Edinburgh.

Appleby, M.C., Hughes B.O. ve Elson H.A., 1992. Poultry Production Systems: Behavior Management and Welfare. CAB International. Edinburgh, UK, p.238.

Baysal, A., 2007. Genel Beslenme. 12. Baskı, Hatipoğlu Yayın evi, Ankara.

Belyavin, C. G., Boorman, K. N. ve Volynchok, J., 1987. Egg quality in individual birds. In egg quality-current problems and recent advances. Poultry Science Symposium Series Number Twenty. Butterworth's, Borough Green, Sevenoaks, Kent TN 15 8PH, 105-122, England.

Çelebi, Ş. ve Karaca, H., 2006. Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37:(2), 257-265.

Eleroğlu, H. ve Taşdemir, A.N., 2020. Effect of laying time and age-related change on egg characteristics in brown layer pure lines. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(11): 2498-2506.

Harms, R. H. 1991. Specific gravity of eggs and egg shell weight from commercial layers and broiler breeders in relation

- to time of oviposition. *Poultry Science*, 70: 1099-1104.
- Hrnčár, C., Hässlerová, M. ve Bujko, J., 2013. The effect of oviposition time on egg quality parameters in Brown Leghorn, Oravka and Brahma Hens, *Animal Science and Biotechnologies*, 46 (1).
- İşcan, K.M. ve Akcan, A., 1995. Broyler parent yumurtalarında yumurta ağırlığı, yumurta özgül ağırlığının ve hacim yumurta kısımları arasındaki ilişkiler. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 5, 49-52.
- Leeson, S. ve Summers, J.D., 1997. Commercial Poultry Nutrition. Published by University Books, P.O. Box 1326, Guelph, Ontario, Canada, N1H 6N8.
- Leyendecker, M., Hamann, H., Hartung, J., Kamphues, J., Ring, C., Glunder, G., Ahlers, C., Sander, I., Neumann, U. and Distl, O., 2001. Analysis of genotype-environment interactions between layer lines and hen housing systems for performance traits. Egg quality and bone breaking strength-3rd communication: Bone breaking strength. *Zuchtungskunde* 73 (5). 387-398.
- Matt, D., Veromann, E. ve Luik, A., 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research* 7 (Special issue): 662-667.
- Onbaşlar, E.E. ve Avcılar, Ö. V., 2011. Kahverengi yumurtacı tavuklarda yaş ve yumurtlama zamanının yumurta ağırlığı ve kabuk kalitesi üzerine etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 51 (1) 15-19.
- Roland, D. A., Sloan, D. R. ve Harms, R. H. 1973a. Calcium metabolism in the laying hen. 4. The calcium status of the hen at night. *Poultry Science*, 52:351-345.
- Roland, D. A., Sr., Sloan, D. R. ve Harms, R. H. 1973b. Calcium metabolism in the laying hen. 6. Shell quality in relation to time of oviposition. *Poultry Science*, 52: 506-510.
- Sarıca, M., Yamak, U.S. ve Boz, M.A., 2010. Changes in egg quality parameters due to age in laying hens from two commercial and three local layer genotypes. *Journal of Poultry Research*, 9 (1): 11-17.
- Shaker, A.S., Nidhal, A.M., Questan, A.A., Mardin, A.S., Aveen, A.R. and Shanga, R.A., 2019. Effect of hen oviposition time on some egg characteristics. *Journal of Animal and Poultry Production*, Vol.10 (6):171-174.
- Sossidou, E.N., Dal Bosco, A., Elson, H.A. ve Fontes, C.M.G.A., 2011. Pasture-based systems for poultry production: Implications and perspectives. *World's Poultry Science Journal*, 67:47-58.
- Şekeroğlu, A., Duman, M., Tahtalı, Y. ve Yıldırım, A., 2014. Effect of cage tier and age on performance, egg quality and stress parameters of laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 44(3):288-297.
- Sözcü, A. ve Yılmaz, E., 2014. Yumurta tavuğu yetiştirme sistemlerinde refah problemleri. *Hayvansal Üretim* 55 : (2) 38-42.
- Tayar, M. ve Korkmaz, N.H., 2007. Beslenme Sağlıklı Yaşam. 2. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım. 295-327.
- Tullet, S.G., 1987. Egg shell formation and quality. In egg quality current problems and recent advances. Poultry Science Symposium Series Number Twenty. Butterworths, Borough Green, Sevenoaks, Kent TN 15 8PH, 123-146, England.
- Tumová, E. ve Ebeid, T., 2005. Effect of time of oviposition on egg quality characteristics in cages and in a litter housing system. *Czech Journal of Animal Science*, 50: 129-134.
- Tumová, E., Zita, L., Hubeni, M., Skřivan, M. ve Ledvinka, Z., 2007. The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 26-30.
- Tumová, E. ve Ledvinka, Z., 2009. The effect of time of oviposition and age on egg

weight, egg components weight and egg shell quality. *Archiv fur Geflugelkunde*, 73(2):110-115.

Türkoğlu, M. ve Sarıca, M., 2009. Tavukçuluk bilimi yetiştirme, besleme, hastalıklar. 3. Baskı. Bey Ofset Matbaacılık. 600 s. Ankara.

Tarım Arazisi Değerlerini Etkileyen Faktörlerin Analizi: Yortanlı Baraj Havzası Örneği

Betül SUSAM SEREZ¹, Sait ENGİNDENİZ¹, Görkem ÖRÜK^{2*}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir

²Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Siirt

*Sorumlu Yazar: gorkem.ozturk@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.01.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.03.2022 Kabul Tarihi: 06.04.2022

Öz

Bu araştırmanın amacı, Yortanlı barajının işletmeye açılması sonrası bölgedeki tarım arazi değerlerini ve bu değerleri etkileyen faktörleri saptamaktır. Bu amaçla, Yortanlı baraj bölgesinde bulunan dokuz yerleşim yeri ve bu yerleşim yerlerindeki sulanan tarım arazileri araştırma kapsamına alınmıştır. Araştırma verileri oransal örnekleme ile 87 üreticiden anket yöntemiyle derlenmiştir. Araştırmada, arazi değerleri pazar değeri ve gelir yöntemine göre hesaplanmıştır ve bu aşamada parseller esas alınmıştır. Kapsama alınan parsellerin değerine etki eden faktörlerin ortaya konması amacıyla ise faktör analizi ve hedonik fiyat analizinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre arazilerin ortalama pazar değeri (23377.57 ₺/da), gelir yöntemine göre hesaplanan ortalama değerinden (15424.21 ₺/da) daha yüksektir. Hedonik fiyat analizinde oluşturulan yarı logaritmik modelde 13 bağımsız değişken kullanılmış, bağımlı değişken olarak ise birim arazi değeri esas alınmıştır. Modelin sonuçlarına göre, parselin taşlı olması, yerleşim yerinden ve ilçe merkezinden uzakta olması arazi değerini azaltmaktadır. Parselin büyüklüğünün, baraja ve il merkezine olan uzaklığının artması ise arazinin değerini arttırmaktadır.

Anahtar kelimeler: tarımsal değerlendirme, gelir yöntemi, pazar değeri yöntemi, hedonik fiyat analizi.

Analysis of Factors Affecting Agricultural Land Values: The Case of Yortanlı Dam Basin

Abstract

This research aimed to determine the land values in the region after the opening of the Yortanlı dam and the factors affecting these values. For this purpose, irrigated agricultural lands in nine settlements located in the Yortanlı dam region were included in the research. The data of the research was compiled by proportional sampling and survey method from 87 farmers. In research, land values were calculated according to the market value and the income capitalization approach and at this stage, parcels are taken as the basis. Factor analysis and hedonic price analysis were used to reveal the factors affecting the value of the parcels. According to research results, the average land value (23377.57 ₺/da) by the market value approach is higher than the average land value (15424.21 ₺/da) determined by the income capitalization approach. In the semi-logarithmic model created in the hedonic price analysis, 13 independent variables were used, and the unit land value was taken as the dependent variable. According to the results of the model, the fact that the parcel is stony and far from the settlement and district center reduces the land value. The increase in the size of the plot and its distance from the dam and the city center increases the value of the land.

Key words: Agricultural valuation, income capitalization approach, market value approach, hedonic price analysis.

Giriş

Değerleme çalışmaları kamulaştırma, sigorta, vergilendirme gibi birçok farklı amaç için yapılmakta ve amaca göre de farklı yöntem kullanılmaktadır. Değerlemenin amacının bilinmesi, değerlemenin doğru yapılabilmesi ve elde edilen sonuçların sağlıklı olarak yorumlanabilmesi için oldukça önemlidir. Değeri dört ekonomik faktör oluşturmaktadır. Bunlar yararlılık, kıtlık, arzu ve etkin satın alma gücüdür (Pirgaip, 2019). Değeri oluşturan bu dört ekonomik faktör taşınmazın arz ve talebini etkilemektedir. Değere etki eden faktörler içsel (fayda, kıtlık, fiziki koşullar ve aktarılabirlik) ve dışsal faktörler (ekonomik unsurlar, sosyo-kültürel unsurlar ve yasal mevzuat) olarak sınıflandırılabilir. Arazi değerini, arazinin yeri, özellikleri ve insan ihtiyaçları belirlemektedir (Büyükkaracıgan, 2021). Arazi fiyat ve değerleri bölgeden bölgeye değişebildiği gibi, her bölgede fiyat ve değer üzerinde etkili olan faktörler de farklı olabilmektedir. Arazi değerine etki eden faktörler objektif ve öznel olabildiğinden belirlenmesi ve sınıflandırılması kolay olmamaktadır (Yomralıoğlu, 1993). Ekonomik koşullar, nüfus artışı, arazinin fiziksel özellikleri, bölgesel aktörler ve devlet politikaları tarım arazisi piyasalarını etkileyebilmektedir (Rehber, 2012). Bununla birlikte arazi fiyat ve değerleri, kamu ve özel sektör yatırımlarının gerçekleştirilmesinde, arazilerle ilgili anlaşmazlıkların çözümünde ve bilimsel araştırmaların hazırlanmasında önemli bir veri olarak kullanılmaktadır (Utkucu, 2007; Öztürk Coşar ve Engindeniz, 2011).

Türkiye’de bir taraftan geniş ölçekli kamulaştırmalar yapılması, diğer taraftan da tarıma yönelik alternatif politikalar oluşturulması açısından da tarım arazisi fiyatlarının ve bu yöndeki değişimlerin araştırılması gerekmektedir (Birinci, 1997). Bunun yanında, arazi miktarının arttırılamaması, sermaye yetersizlikleri ve arazi değerlerinin değişmesi de değerlemenin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Aydın ve Akay, 2008). Türkiye’de tarım arazilerinin değerlendirilmesi çoğunlukla kamulaştırma amaçlı yapılmakta ve değerlendirme işlemlerinde 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu ve bu kanunun bazı maddelerini değiştiren 4650 sayılı Kanun gereği gelir yöntemi kullanılmaktadır. Değerleme çalışmalarında en iyi sonuçlar pazar değeri ve gelir yöntemleri kombine şekilde kullanıldığında alınmaktadır. Bu nedenle bu yöndeki araştırmalarda gelir ve pazar değeri yöntemleri bir arada ve karşılaştırmalı olarak kullanılmalıdır.

Türkiye’de tarım arazilerinde fiyat ve değer analizi konusunda bugüne kadar birçok araştırma yapılmıştır (Hurma, 2007; Engindeniz ve ark., 2009; Vural ve Fidan, 2009; Karakayacı, 2011; Öztürk

Coşar ve Engindeniz, 2011; Karakayacı ve Karakayacı, 2012; Öztürk Coşar ve Engindeniz, 2013; Karakayacı, 2015; Keşli, 2017; Başer ve ark., 2019). Ancak tarım arazisi piyasaları ve tarım arazisi değerleri üzerinde barajların da etkileri bulunmaktadır. Barajın üreticilere sulu tarım imkanı sağlaması ile üreticilerin üretim dalı seçenekleri çoğalmakta, münavebe imkanı artmakta, kuru tarımla yetiştirdikleri ürünlerden elde ettikleri verim değeri yükselmekte, dolayısıyla üreticiler daha fazla tarımsal gelir elde etmektedir. Ayrıca sulanan arazi miktarının artmasıyla modern tarım tekniklerinin kullanıldığı yeni yatırımların yapılmasına olanak sağlamaktadır. Barajlar sulanan arazi miktarını artırması, çoklu münavebe olanakları sağlaması, toprağın verimliliğini artırması gibi etkiler ile arazi değerinde artışa neden olmaktadır.

İnşaatı 2011 yılında tamamlanan ve 2013 yılından itibaren işletmeye açılan Yortanlı Barajının 6990 hektar alanda tarımsal sulama sağlaması beklenmektedir. Yortanlı barajının çeşitli etkilerini konu alan bazı araştırmaların yapıldığı görülmekle birlikte (Sarıyıldız ve ark., 2005; 2008; Engindeniz ve ark., 2010; 2014), barajın taşınmazlar, özellikle de arazi piyasası ve değerleri üzerine etkilerine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısıyla bu yönde de yapılacak bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Konuyla ilgili yapılacak araştırmalarla arazi fiyatlarının düzeyi, fiyatlarda etkili faktörler ve zaman içindeki fiyat değişimleri analiz edilerek çeşitli kullanılabilir bilgiler elde edilebileceği gibi, farklı amaçlarla değer ve fiyat verilerine ihtiyaç duyan kurumlara da rehber bilgiler sunulabilecektir.

Bu araştırmanın amacı; Yortanlı barajının işletmeye açılması sonrası bölgedeki tarım arazisi değerlerini ve bu değerleri etkileyen faktörleri saptamaktır.

Materyal ve Metot

Araştırmanın ana materyalini üreticilerinden anket yöntemiyle derlenen veriler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, Bergama İlçe Tarım Müdürlüğü, Bergama Tapu Sicil ve Kadastro Müdürlüğü, Bergama Ticaret Odası, Bergama Ziraat Odası, Bergama Belediyesi, Tarımsal Araştırma Enstitüleri, Gayrimenkul Değerleme ve Emlak Ofisleri ve Muhtarlıklardan da çeşitli veriler elde edilmiştir. Ayrıca konuyla ilgili yapılan araştırmaların sonuçlarından da faydalanılmıştır.

Araştırma, Yortanlı baraj bölgesinde bulunan Alibeyli, Ayaskent, Aziziye, Bölcek, Dağistan, Göçbeyli, Kadıköy, Sarıcalar ve Zağnos’dan oluşan toplam dokuz yerleşim yeri ve bu yerleşim yerlerindeki sulanan tarla arazilerini kapsamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı Bergama

İlçe Müdürlüğünün verilerine göre dokuz yerleşim yerinde ÇKS'ye kayıtlı üretici sayısı 842'dir. Araştırmada örneklemeyle kapsama üretici alınmasının uygun olacağına karar verilmiş ve aşağıdaki oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Newbold, 1995). Yapılan bir çok araştırmanın örnekleme aşamasında bu formülden yararlanıldığı görülmektedir (Çobanoğlu ve ark., 2005; Kızılaslan ve Somak, 2013; Barlas ve ark., 2019; Akboğa ve Pakyürek, 2020).

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

Formüle,

n = Örnek hacmi

N = Üreticilerin toplam sayısı

p = Sulanabilir arazi işleyen üreticilerin oranı (0.5 alınmıştır)

σ_{px}^2 = Varyansdır.

Örnek hacminin hesaplanmasında %95 güven aralığı ve %10 hata payı ile esas alınmış ve 87 olarak saptanmıştır. Yerleşim yerlerinde anket yapılacak üretici sayısı saptanırken, her yerleşim yerinin toplam üretici sayısı içerisindeki payı üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Verilerin analizinde önce işletmelerin sosyo-ekonomik yapısı analiz edilmiştir. Daha sonra tarım arazilerinin değerleri ile bunları etkileyen faktörler incelenmiş ve bu aşamada parseller esas alınmıştır. Bunun için öncelikle, üreticilerin sahip olduğu tarım arazilerinde parsel sayısı ve parsel özellikleri analiz edilmiştir. Ayrıca, yörede yakın zamanda alım-satımı yapılan araziler araştırılmış ve arazi fiyatları ile çeşitli özellikleri tespit edilmiştir.

Ayrıca araştırmada, kapsama alınan parsellerin değerleri farklı yöntemlere göre saptanmış ve karşılaştırılmıştır. Pazar değeri yöntemine göre arazi değeri belirlemede arazinin pazardaki olası fiyatları dikkate alınmaktadır (Rehber, 2012). Arazi değerinin (D) gelir yöntemine göre hesaplanmasında; arazinin yıllık net geliri (R), aşağıdaki gibi kapitalize edilmektedir (Mülayim, 2008).

$$D = \frac{R}{f}$$

Gelir üzerinden arazi değerlemesinde üreticilerden anketle derlenen verim, fiyat ve

maliyet verileri esas alınmıştır. Araştırmada ürünlere ilişkin üretim masraflarının hesaplanmasında; işgücü ve çekigücü masrafları, materyal (tohum, gübre, ilaç vb.) masrafları, masraflar toplamının faizi (%5) ve yönetim karşılığı (%3) masraf unsurları olarak dikkate alınmıştır (Kıral ve ark., 1999).

Gelir yönteminin uygulanabilmesi için kapitalizasyon oranının önceden belirlenmiş olması gerekmektedir. Kapitalizasyon oranının saptanabilmesi için ise yakın zamana ait çok sayıda gerçek arazi satış fiyatının belirlenmesi gerekmektedir. Bu araştırmada, yakın zamanda satılan arazilerin net gelirleri ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$), aşağıdaki gibi gerçek arazi fiyatlarına ($D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$) oranlanarak ortalama kapitalizasyon oranı hesaplanmıştır (Mülayim, 2008).

$$f = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n} = \frac{\sum R}{\sum D}$$

Kapsama alınan parsellerin değerine etki eden faktörlerin ortaya konması amacıyla hedonik fiyat analizinden yararlanılmıştır. Hedonik fiyat analizi, bir malın fiyatını ortaya çıkaran niteliklerin fiyat üzerindeki etkilerini ortaya koymaya yarayan bir yöntemdir (Hurma, 2007). Hedonik fiyat fonksiyonunu aşağıdaki gibi yazmak mümkündür (Maddison, 2000; Paterson ve ark., 2002).

$$P(z) = p(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$$

Araştırmada yapılan hedonik fiyat analizinde anketle derlenen yatay kesit verileri kullanılmıştır ve doğrusal, logaritmik ve yarı logaritmik fonksiyonlar denenmiştir. Tarım arazilerinin değerini birçok faktör (anayola uzaklık, eğim, toprak yapısı, şekil vb.) etkileyebilmektedir. Araştırmada arazi değerini etkileyebilecek 13 değişken saptanmıştır. Daha sonra hedonik analizde kullanılacak değişken sayısını azaltmak amacıyla öncelikle faktör analizinden yararlanılmıştır. Faktör analizi ile saptanan faktörler ve değişkenlerle farklı modeller denenmiştir. Bu aşamada parsellerin baraja uzaklığı da değişken olarak dikkate alınmıştır. Yapılan denemeler ışığında en uygun ve anlamlı sonuçlar yarı logaritmik model ile elde edilmiştir. Modelde kullanılan değişkenler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Modelde kullanılan değişkenler ve açıklamaları.

| Değişkenler | Kodu |
|---|------|
| Bağımlı Değişken | |
| Birim arazi değeri (₺/da) | Y |
| Bağımsız Değişkenler | |
| Parselin büyüklüğü (da) | PBÜ |
| Tasarruf durumu (1:Mülk, 2:Kira, 3:Ortakçılık) | PTD |
| Parselin şekli (1:Kare, 2:Dikdörtgen, 3:Daire, 4:Yamuk, 5:Üçgen) | PS |
| Eğim düzeyi (1: Eğim yok, 0: Eğim var) | ED |
| Taşlılık durumu (1:Taş yok, 0:Taş var) | PT |
| Yapı durumu (1:Yapılı, 0:Yapısız) | PY |
| İl merkezine uzaklık (km) | UZİL |
| İlçe merkezine uzaklık (km) | UZİC |
| Yerleşim yerine uzaklık (km) | UZY |
| Anayola uzaklık (km) | UZA |
| Baraja uzaklık (km) | UZB |
| Toprağın verimliliği (1:Çok kötü, 2:Kötü, 3:Orta, 4:İyi, 5:Çok İyi) | PTVE |
| Toprağın kalitesi (1:Çok kötü, 2:Kötü, 3:Orta, 4:İyi, 5:Çok İyi) | PTK |

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri verilmiştir. Üreticilerin ortalama yaşı 52.10, ortalama eğitim süreleri 8.18 yıl, ortalama tarımsal deneyimleri 14.31 yıl olarak belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde ortalama nüfus 3.96 kişi, ortalama aile işgücü potansiyeli erkek iş birimi (EİB) olarak 2.85'tir. Arazi büyüklüğü ortalama 72.15 dekar, parsel büyüklüğü ise ortalama 20.27 dekar olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri.

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Üreticilerin yaşı | 52.10 |
| Üreticilerin eğitim süresi (yıl) | 8.18 |
| Üreticilerin tarımsal deneyimi (yıl) | 14.31 |
| Aile nüfusu (kişi) | 3.96 |
| Aile işgücü potansiyeli (EİB) | 2.85 |
| Arazi mevcudu (da) | 72.15 |

Arazi değerleri öncelikle pazar değeri yöntemine göre saptanmıştır. Buna göre parsellerin pazar değerleri 12000-45000 ₺/da arasında değişmektedir ve ortalama değer 23377.57 ₺/da olarak belirlenmiştir.

Arazi değerlerinin gelir yöntemine göre saptanırken arazinin yıllık net gelirinin ve

kapitalizasyon oranının tespit edilmesi gerekmektedir. İşletmelerde genellikle pamuk, buğday, mısır ve domates üretimi yapılmaktadır. Dekara en fazla net gelir domates ve pamuk üretiminden sağlanmaktadır. Diğer önemli ürünler ise sırasıyla mısır ve buğdaydır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bitkisel ürünlerden elde edilen net gelirler.

| Bitkisel Ürünler | Verim düzeyi (kg/da) (1) | Ortalama fiyat (₺/kg) (2) | Brüt üretim değeri (₺/da) (3=1*2) | Üretim masrafları (₺/da) (4) | Net gelir (₺/da) (3-4) | |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|--------|
| Buğday | Dane | 643.12 | 0.70 | 564.93 | 419.63 | 145.30 |
| | Saman | 425.00 | 0.27 | | | |
| Domates (salçalık) | | 11433.75 | 0.22 | 2515.42 | 1596.52 | 918.90 |
| Mısır (dane) | | 1396.34 | 0.66 | 921.58 | 441.68 | 479.90 |
| Pamuk | | 631.71 | 2.63 | 1661.40 | 1021.53 | 639.87 |

Yörede yakın zamanda satışı gerçekleşen 22 arazi olduğu saptanmıştır. Bu arazilerin özellikleri Çizelge 4’de sunulmuştur.

Yörede satılan 22 arazinin gelirleri, satış fiyatlarına oranlanmış ve ortalama kapitalizasyon oranı % 4.13 olarak hesaplanmıştır;

$$f = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n} = \frac{\sum R}{\sum D} = \frac{211717.95}{5123000} = 0.0413$$

Çizelge 4. Yakın zamanda satışı yapılmış arazilerin özellikleri.

| Yerleşim yerleri | Büyüküğü (da) | Münavebe uygulaması | Net gelir (₺) | Arazi fiyatı (₺) |
|------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|
| Dağıstan | 7 | Mısır-Domates | 4895.80 | 128000 |
| Dağıstan | 15 | Mısır-Domates | 10491.00 | 190000 |
| Dağıstan | 10 | Mısır-Domates | 6994.00 | 130000 |
| Dağıstan | 7 | Mısır-Domates | 4895.80 | 120000 |
| Dağıstan | 20 | Mısır-Domates | 13988.00 | 285000 |
| Dağıstan | 10 | Mısır-Domates | 6994.00 | 120000 |
| Sarıcalar | 20 | Buğday-Pamuk | 7851.60 | 230000 |
| Göçbeyli | 7 | Domates-Pamuk | 5455.73 | 95000 |
| Göçbeyli | 10 | Domates-Pamuk | 7793.90 | 250000 |
| Göçbeyli | 20 | Domates-Pamuk | 15587.80 | 350000 |
| Göçbeyli | 25 | Domates-Pamuk | 19484.75 | 300000 |
| Göçbeyli | 10 | Domates-Pamuk | 7793.90 | 150000 |
| Göçbeyli | 8 | Domates-Pamuk | 6235.12 | 120000 |
| Göçbeyli | 23 | Domates-Pamuk | 17925.97 | 360000 |
| Göçbeyli | 17 | Domates-Pamuk | 13429.63 | 320000 |
| Göçbeyli | 15 | Domates-Pamuk | 11690.85 | 250000 |
| Ayaskent | 20 | Mısır-Pamuk | 11197.80 | 290000 |
| Ayaskent | 29 | Mısır-Pamuk | 16236.81 | 710000 |
| Ayaskent | 6 | Mısır-Pamuk | 3359.34 | 80000 |
| Alibeyli | 9 | Mısır-Pamuk | 5039.01 | 105000 |
| Bölcek | 13 | Mısır-Pamuk | 7278.57 | 320000 |
| Bölcek | 13 | Mısır-Pamuk | 7278.57 | 220000 |

İzmir’de daha önce yapılan araştırmalarda yakın sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin kapitalizasyon oranı; Küçük Menderes Havzası için %4 (Engindeniz, 1998), Beydağ Barajı göl alanı için %4.48 (Engindeniz, 2001) olarak saptanmıştır.

Gelir yöntemine göre değerlemede münavebeyle elde edilen yıllık ortalama gelirler esas alınmıştır. Yörede dokuz farklı münavebe

düzeni uygulandığı belirlenmiştir. İşletmelerde yer verilen münavebe düzenlerinden en yaygın olan münavebe düzeninin mısır-pamuk olduğu, bunu domates-pamuk münavebesinin takip ettiği tespit edilmiştir. İşletmelerde domates-pamuk (779.39 ₺/da) münavebesiyle en yüksek yıllık ortalama net gelir elde edilmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Münavebe düzenleri ve yıllık ortalama net gelirleri.

| Münavebe düzenleri | Parsel sayısı | Brüt üretim değeri (₺/da) (1) | Masraflar toplamı (₺/da) (2) | Net gelir (₺/da) (1-2) |
|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Mısır-Domates | 36 | 1718.50 | 1019.10 | 699.40 |
| Mısır-Buğday | 25 | 743.25 | 430.65 | 312.60 |
| Mısır-Pamuk | 110 | 1291.49 | 731.60 | 559.89 |
| Buğday-Pamuk | 11 | 1113.16 | 720.58 | 392.58 |
| Buğday-Domates | 2 | 1540.17 | 1008.07 | 532.10 |
| Domates-Pamuk | 107 | 2088.41 | 1309.02 | 779.39 |
| Pamuk-Domates-Mısır | 9 | 1699.47 | 1019.91 | 679.56 |
| Pamuk-Buğday-Mısır | 5 | 1049.30 | 627.61 | 421.69 |
| Mısır-Domates-Buğday | 5 | 1333.98 | 819.28 | 514.70 |

Münavebe düzenlerine göre elde edilen yıllık ortalama net gelirler, %4.13 olarak saptanan kapitalizasyon oranına oranlandığında en yüksek arazi değeri (18871.43 ₺/da) domates-pamuk, en düşük arazi değeri ise (7569.01 ₺/da) mısır-buğday münavebesi üzerinden hesaplanmıştır. İncelenen parsellerin gelir üzerinden saptanan ortalama değeri ise 15424.21 ₺/da olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre arazilerin dekar ortalama pazar değeri (23377.57 ₺), gelir yöntemine göre hesaplanan ortalama dekar değerinden (15424.21 ₺) daha yüksektir.

Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar saptanmıştır (Öztürk ve ark., 2017; Başaran, 2019).

Tarım arazisi değerleri üzerinde çok sayıda faktör etkili olabilmektedir. Araştırmada değişken sayısını azaltmak için faktör analizi uygulanmıştır. Öncelikle Kaiser Mayer-Olkin (KMO) testi yapılmıştır. Test sonucunda KMO katsayısı (0.597) bulunmuştur ve örnek büyüklüğü yeterlidir. Barlett's testine göre de sonuçlar anlamlıdır ($p < 0.05$). Faktör analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Faktör analizi sonuçları.

| Değişkenler | Faktör 1 Parselin konumu | Faktör 2 Parselin verimliliği | Faktör 3 Parsele ulaşım | Faktör 4 Parselin fiziksel özellikleri | Faktör 5 Parselin büyüklüğü |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|
| Parselin büyüklüğü | 0.126 | 0.196 | 0.098 | 0.058 | 0.682 |
| Tasarruf durumu | -0.137 | -0.114 | -0.140 | 0.105 | 0.757 |
| Parselin şekli | 0.085 | -0.196 | -0.401 | 0.310 | 0.073 |
| Eğim düzeyi | 0.084 | 0.246 | -0.042 | 0.756 | 0.035 |
| Taşıllık durumu | 0.045 | -0.198 | -0.043 | -0.798 | -0.053 |
| Yapı durumu | -0.006 | -0.242 | -0.281 | 0.294 | -0.402 |
| İl merkezine uzaklık | 0.944 | 0.045 | 0.000 | -0.032 | -0.065 |
| İlçe merkezine uzaklık | 0.957 | -0.025 | 0.024 | -0.057 | -0.079 |
| Yerleşim yerine uzaklık | 0.022 | -0.195 | 0.855 | 0.067 | 0.014 |
| Anayola uzaklık | 0.067 | -0.214 | 0.813 | 0.003 | 0.063 |
| Baraja uzaklık | 0.846 | -0.035 | 0.015 | 0.160 | 0.145 |
| Toprağın verimliliği | 0.003 | 0.914 | -0.174 | 0.194 | 0.089 |
| Toprağın kalitesi | -0.016 | 0.907 | -0.155 | 0.257 | 0.090 |
| Özdeğer | 2.579 | 1.994 | 1.719 | 1.543 | 1.261 |
| Varyans | 19.841 | 15.342 | 13.225 | 11.867 | 9.697 |
| Toplam varyans | 19.841 | 35.183 | 48.407 | 60.275 | 69.971 |

Faktör analizinde tarım arazisi değerini etkileyen 13 değişken kullanılmıştır. Analiz sonucunda toplam beş faktör belirlenmiştir. Faktörler toplam varyansın %69.97'sini açıklamaktadır. Varimax yöntemiyle faktörlerin varyansa katılma yüzdeleri %19.84, %15.34, %13.22, %11.87 ve %9.70 olarak belirlenmiştir. Varimax dik döndürme işlemi ile faktör dağılımları elde edilmiş ve faktör yükü 0.5 ve üzeri olan değişkenler dikkate alınarak faktörler adlandırılmıştır.

Araştırmada arazi değerlerine etki eden faktörlerin saptanmasında hedonik fiyat analizinden yararlanılmıştır. Hedonik analizde yatay

kesit verileri kullanılmıştır. Ele alınan değişkenler ve faktör analizi skorları ile çeşitli modeller oluşturulmuştur. Etkili faktörleri en iyi açıklayan yarı logaritmik modelde bağımlı değişken (Y) birim arazi değeri, parselin değerine etki ettiği düşünülen bağımsız değişkenler olarak ise; parselin büyüklüğü, parselin şekli, tasarruf durumu, toprağın verimliliği, toprağın kalitesi, taşıllık durumu, yapı durumu, eğim düzeyi, il merkezine uzaklık, ilçe merkezine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık, anayola uzaklık, baraja uzaklık değişkenleri ele alınmıştır. Oluşturulan yarı logaritmik modele ilişkin katsayılar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Hedonik modele ilişkin katsayılar.

| Değişkenler | Katsayı | Standart hata |
|----------------------------|-----------|---------------|
| Sabit | 3.94794* | 1.41777 |
| Parselin büyüklüğü | 0.05189* | 0.00176 |
| Tasarruf durumu | 0.00804 | 0.02878 |
| Parselin şekli | -0.01899 | 0.04199 |
| Eğim düzeyi | -0.27794 | 0.16944 |
| Taşlılık durumu | -0.91399* | 0.24612 |
| Yapı durumu | -0.04668 | 0.07880 |
| İl merkezine uzaklık | 0.06074* | 0.01324 |
| İlçe merkezine uzaklık | -0.11202* | 0.01426 |
| Yerleşim yerine uzaklık | -0.06007* | 0.02298 |
| Anayola uzaklık | -0.07912 | 0.04968 |
| Baraja uzaklık | 0.06380* | 0.00748 |
| Toprağın verimliliği | 0.30243 | 0.18700 |
| Toprağın kalitesi | 0.04703 | 0.18772 |
| R ² | 0.848 | |
| Düzeltilmiş R ² | 0.841 | |
| F | 127.063* | |

*0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelgeden yararlanılarak model aşağıdaki gibi yazılmaktadır;

$$Y=3.948+0.052PBÜ+0.061UZİL-0.112UZİC-0.060UZY-0.914PT+0.064UZB$$

Model istatistiki olarak anlamlıdır (F=127.063, p<0.01) ve modelde kullanılan değişkenler arazi değerlerindeki değişimleri %84.8'ini açıklayabilmektedir (R²=0.848). Modelde arazi değerini etkileyen ve istatistiki olarak anlamlı değişkenler; parselin taşlılık durumu, ilçe merkezine uzaklık, baraja uzaklık, il merkezine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık ve parselin büyüklüğüdür. Parselin taşlı olması, yerleşim yerinden ve ilçe merkezinden uzakta olması arazi değerini azaltmaktadır. Parselin büyüklüğünün, baraja ve il merkezine olan uzaklığının artması ise arazinin değerini arttırmaktadır.

Hedonik modelin sonuçlarına göre diğer değişkenler sabit kaldığı varsayımıyla, parselin taşlı olması durumu arazinin değerini %91.4 gibi büyük bir oranında azalmaktadır. Diğer taraftan, parsel büyüklüğü bir dekar artınca arazinin değeri %5.19 oranında artmaktadır. Arazinin il merkezine uzaklığı bir kilometre arttığında arazinin değeri %6.07 oranında artmakta iken, ilçe merkezine uzaklığı bir kilometre arttığında arazinin değeri %11.2, yerleşim yerine uzaklığı bir kilometre arttığında da %6.01 oranında azalmaktadır. Baraja olan uzaklık bir kilometre arttığında ise dekara değer %6.38 oranında artmaktadır.

İzmir'in Kemalpaşa ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre arazi değerini etkileyen en önemli faktörler; sulama koşulları, toprak yapısı ve verimliliği, yol ve ulaşım koşulları, konumu ve büyüklüğüdür (Karaca ve ark., 2016). İzmir'de

yapılan başka bir araştırmaya göre arazi değerini etkileyen en önemli faktör, Bayındır ilçesinde parselin verimliliği, Bergama ilçesinde parselin kalitesi, Ödemiş ilçesinde parselin işletilme ya da tasarruf şekli, Tire ilçesinde parselde münavebe uygulanması durumu, Torbalı ilçesinde ise parselin köy merkezine yakınlığıdır (Öztürk ve ark., 2017).

Türkiye'nin değişik bölgelerinde tarımsal arazi değerine etki eden faktörler ve etki dereceleri farklılık gösterebilmektedir. Nitekim tarım arazilerinde değeri etkileyen en önemli faktörler; Bursa Karacabey Ovasında yapılan bir araştırmaya göre organik madde miktarı, toprak yapısı ve verimliliğidir (Vural, 2007). Samsun'un Ladik ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre arazinin sulama, taşlılık, eğim ve verim durumu ile arazinin yola ve köye uzaklığıdır (Başer ve Kılıç, 2016). İzmir'in Menemen ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre arazide müştemilat durumu, toprak kalitesi ve parsel büyüklüğüdür (Öztürk Coşar ve Engindeniz, 2013). Şanlıurfa Harran Ovasında yapılan bir araştırmaya göre arazinin tek parça olması, sulama kanalına ve ana yola yakınlığıdır (Kaplan, 2015). Kırıkkale'nin Keskin ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre parsel büyüklüğü, arazi rantı, köy merkezine uzaklık, il ve ilçe yoluna uzaklık ile en yakın tren yoluna ve su kaynağına uzaklıktır (Koç, 2011). Konya'nın Çumra ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre arazi kullanım kabiliyet sınıfı, bitki deseni ve sulama kanalına uzaklıktır (Karakayacı, 2011). Aydın ilinin Söke, Nazilli ve Koçarlı ilçelerinde yapılan bir araştırmaya göre arazide toprak verimliliği, eğim, arazinin işlenme kolaylığı, imara açılma durumu, sulanma durumu, ile olan uzaklık ve anayola uzaklıktır (Çınar ve ark., 2018).

Aydın'ın Efeler ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre parsel büyüklüğü, toprak yapısı ve verimliliği, yol ve ulaşım koşullarıdır (Başaran, 2019). Ankara'nın evren ilçesinde yapılan bir araştırmaya göre arazinin sulama olanakları, toprak yapısı, arazinin verimliliği, genişliği, şekli ve eğimidir (Bayramoğlu ve Özdemir, 2021).

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, Yortanlı barajının işletmeye açılmasından sonra yörede tarım arazisi değerleri, değeri etkileyen faktörler ve etki dereceleri incelenmiştir. Arazi değerleri gelir ve pazar değeri yöntemlerine göre saptanmış ve karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre arazilerin dekara ortalama değeri; pazar değeri yöntemine göre 23377.57 ₺, gelir yöntemine göre ise 15424.21 ₺ olarak hesaplanmıştır. Araştırmada oluşturulan yarı logaritmik modele göre ise, parselin taşlılık durumu, ilçe merkezine uzaklık, baraja uzaklık, il merkezine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık ve parselin büyüklüğü arazi değerini etkileyebilmektedir.

Tarım arazilerinin gelir yöntemiyle değerinin saptanması için arazinin bulunduğu yöreye uygun kapitalizasyon oranının belirlenmesi gerekmektedir. Fakat kapitalizasyon oranı bölgeden bölgeye, hatta araziden araziye göre farklılık gösterebileceğinden dolayı yapılacak bilimsel çalışmalar ile her yöre için bu oranının ayrı ayrı saptanması gerekmektedir. Ancak özellikle kamulaştırma uygulamalarında sulu ve kuru arazilerde bilirkişilerin Yargıtay kararları gereğince standart oran kullanmak durumunda oldukları görülmektedir. Diğer taraftan, gelir yöntemiyle değerlemede yörede uygulanan münavebe düzeninin gerçekçi ve uygulanabilir olarak ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle değerlendirme yapacak uzmanların yöre koşullarını iyi analiz etmeleri yanında, tarımsal üretimin teknik ve ekonomik yönleri konusunda yeterince bilgi sahibi olmaları da şarttır. Barajın tamamlanmasından sonra yörede ürün deseni içinde mısırın en önemli payı alması ve bunu domatesin izlemesi beklenmektedir. Baraj sonrası yörede pamuk üretiminin sürdürüleceği, buna karşın buğday üretiminden kısmen vazgeçilerek diğer ürünlerin tercih edilmesi beklentiler arasındadır. Buğdaya alternatif olabilecek ürünlerden en önemlisinin mısır olabileceği, ayrıca domates ve pamuk tarımının da tercih edilebileceği düşünülmektedir. Üretim desenindeki bu değişiklikler kapitalizasyon oranını etkileyebilecek, dolayısıyla gelir yöntemiyle saptanabilecek arazi değeri de değişebilecektir.

Gelir yönteminin uygulanmasında ve net gelir hesabında, ürünlere ilişkin üretim masraflarına, arazi kirası eklenmemesi, sermaye

faizi ve idare karşılığının eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca gelir yöntemine göre değerlerin adil bir şekilde saptanabilmesi için ürünlere göre gelir hesaplamalarında bilimsel ve yasal olarak gerekli hususlar dikkate alınmalıdır. Ürünlere ilişkin veriler tarımsal kuruluşlardan derlenmeli ve geçmiş verilerle karşılaştırılmalıdır. Dolayısıyla, Tarım ve Orman Bakanlığı, İl ve İlçe Müdürlüklerinde yörede yetişen ürünlerin verim, fiyat ve maliyet verilerinin sağlıklı saptanması konusunda özel alt birimler oluşturulmalı, yetişmiş eleman ve otomasyon kullanımı sağlanmalıdır. Tarım arazilerine yönelik değerlendirme çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak elde edilen değer haritaları ile değerlendirme işlemleri daha kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmekte ve bu şekilde kurumların çalışmalarına kolaylık sağlanabilmektedir. Bu yöndeki çalışmaların yapılması ve gerekli kurumsal altyapının oluşturulması gerekmektedir.

Tarım arazilerinin değerleri üzerinde birçok faktör etkili olmaktadır ve her faktörün etki derecesi de farklıdır. Bu nedenle tarım arazilerinin değerlerinin saptanmasında değeri etkileyen faktörlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Değer belirlemede tüm faktörler dikkate alınmadığı için adil değerler elde edilememektedir. Değerleme çalışmalarında da hedonik fiyat analizi, gri ilişki analizi ve analitik hiyerarşi prosesi (AHP) gibi kantitatif yöntemler kullanılmalıdır. Farklı yörelerde bu yöntemlerin kullanımıyla elde edilecek verilerle, bu yöreler için altlıklar da oluşturulabilecek ve değerlendirme uygulamalarında kullanımı sağlanabilecektir.

Teşekkür: Bu araştırmaya 16-ZRF-020 No'lu proje çerçevesinde finansal destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na ve yöre üreticilerine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akboğa, A., Pakyürek, M., 2020. Siirt Fıstığı Yetiştiriciliğinde Üretici Davranışları, ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 4(2):36-50.
- Aydın, H. ve Akay, M. 2008. Zile Ovası Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Oranının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1):23-31 s.

- Barlas, S., Örmeci Kart, M.Ç., Kınıklı, F., Işın, Ş., 2019. İzmir İli Menderes İlçesinde Kesme Çiçek Üreticilerinin Üretim Kararlarını Etkileyen Faktörler, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(3):231-238.
- Başaran, C. 2019. Kentsel Saçaklanmanın Tarım Arazisi Piyasasına Etkilerinin Analizi: Aydın İli Efeler İlçesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Başer, U., Kılıç, O., 2016. Arazi fiyatını etkileyen faktörlerin belirlenmesi: (Samsun ili, Lâdik ilçesi), 12. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, s.273-280.
- Başer, U., Kılıç, O. ve Abacı, H.S. 2019. Arazi Fiyatını Etkileyen Faktörlerin Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin Path Analizi ile Belirlenmesi: Samsun İli Ladik İlçesi Örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 6(1):50-56.
- Bayramoğlu, Z., Özdemir, Ş., 2021. Analysis of Factors Affecting the Value of Agricultural Lands: The Case of Evren District of Ankara Province. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(5): 848-854.
- Birinci, A., 1997. Erzurum ve Erzincan İllerinde Tarla Arazilerinin Kıymetlerinin Takdirinde Kullanılan Kapitalizasyon Faizine Etki Eden Faktörlerin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 198 s.
- Büyükkaracıoğlu, N., 2021. Modern Methods Approach in Real Estate Valuation. Iksad Publishing, Ankara, 130s.
- Çınar, G., 2018. Aydın İlinde Tarımsal Arazi Değerini Etkileyen Faktörlerin Hedonik Fiyatlandırma Modeli İle Tahmin Edilmesi. Ahtamara I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 25-26 Ağustos 2018, Gevaş-Van, s.58-67.
- Çobanoğlu, F., Armağan, G., Kocataş, H., Şahin, B., Ertan, B., Özen, B., 2005, Aydın İlinde İncir Üretiminin Önemi ve Kuru İncir Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2):35-42.
- Engindeniz, S. 1998. Küçük Menderes Havzasında Alüvyial Topraklardaki Tarım Arazilerinin Vergilendirme Açısından Kıymetlerinin Takdiri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Engindeniz, S. 2001. Beydağ Barajı Göl Alanında Kalan Tarım Arazilerinin Kamulaştırılmasında Kullanılabilecek Kapitalizasyon Faiz Oranının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(2-3):95-102.
- Engindeniz, S., Yercan, M. ve Adanacioğlu, H. 2009. Gördes Barajı Göl Alanında Kalan Tarım Arazilerinin Kamulaştırılmasında Kullanılabilecek Arazi Gelirlerinin, Kapitalizasyon Faiz Oranlarının ve Birim Arazi Değerlerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yediveren Matbaacılık, İzmir.
- Engindeniz, S., Atış, E. ve Saner, G. 2010. Yortanlı Barajının Yörenin Sosyo-Ekonomik Yapısı Üzerine Etkileri, Yediveren Matbaacılık, İzmir, 92s.
- Engindeniz, S., Atış, E., Saner, G. ve Coşar, G. 2014, Tarımın Sürdürülebilirliği Açısından Sulama Amaçlı Barajlar ve Üretici Beklentileri: Yortanlı Barajı Örneği. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun, 1. Cilt, 54-63 s.
- Hurma, H. 2007. Çevre Kalitesinin Tarımsal Arazi Değeri Üzerine Etkilerinin Analizi, Trakya Örneği. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125s.
- Kaplan, H.S., 2015. Şanlıurfa İli sulu tarım arazilerinde değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması: Harran Ovası örneği. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Karaca, D., İbraimi, S., Engindeniz, S., Akyüz, Y. ve Çınar, G. 2016. Kırsal Alanda Üreticilerin Alım-Satım Kararlarını Etkileyen Faktörlerin Analizi: İzmir'in Kemalpaşa İlçesi Örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(4): 481-489.
- Karakayacı, Z., 2011. Tarım arazilerinin değerlemesinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması: Konya İli Çumra İlçesi örneği. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Karakayacı, Ö. ve Karakayacı, Z. 2012. Kentsel Saçaklanma Alanlarında Arsa/Arazi Değerini Belirlemeye Yönelik Yöntem Önerisi. The Journal of Academic Social Science Studies, International Journal of Science, 5(4):107-120.
- Karakayacı, Z., 2015. Using of Analytic Hierarchy Process on Evaluating the Affecting Factors in the Value of Farmlands. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21 (4):719-724.
- Keşli, Y. 2017. Tarımsal Değer Bıçmede Şerhli Araziler. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 364:54-59.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F.F., Fidan, H., Gündoğmuş, E. 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi, TEAE Yayın No:37, Ankara.
- Kızılaslan, N., Somak, E., 2013. Tokat İli Erbaa İlçesinde Bağcılık İşletmelerinde Tarımsal İlaç Kullanımında Üreticilerin Bilinç Düzeyi.

- Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. 4(2013): 79-93.
- Koç, M., 2011. Tarım Arazisi Fiyatları Üzerine Etkili Olan Faktörlerin Ekonometrik Analizi: Kırıkkale İli Keskin İlçesi Örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Maddison, D. 2000. A Hedonic Analysis of Agricultural Land Prices in England and Wales. *European Review of Agricultural Economics*, 27(4):519-532.
- Mülayim, Z.G. 2008. Tarımsal Değer Biçme (Genel-Özel-Yasal), Yetkin Yayınları, Ankara.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*, Prentice-Hall International Editions.
- Öztürk Coşar, G. ve Engindeniz, S. 2011. Tarım Arazilerinin Değerlemesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma Olanakları, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3):283-290.
- Öztürk Coşar, G. ve Engindeniz, S. 2013. Tarım Arazisi Değerlerinin Hedonik Analizi: İzmir'in Menemen İlçesi Örneği. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3):241-250.
- Öztürk, G., Engindeniz, S. ve Bayraktar, Ö.V. 2017. İzmir'deki Sulanabilir Tarım Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3):75-87.
- Paterson, R.W. and Boyle, K.J. 2002. Out of Sight, Out of Mind? Using GIS to Incorporate Visibility in Hedonic Property Value Models *Land Economics*, 78:417-425.
- Pirgaip, B., 2019. *Gayrimenkul Değerleme Esasları, Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu Yayınları*, Ankara, 285 p.
- Rehber, E. 2012. *Tarımsal Değerleme ve Bilirkişilik*, Ekin Yayınları, Bursa, 178s.
- Sarıyıldız, A., Atış, İ. ve Tomar, A., 2005. Bakırçay Kınık Projesi Yortanlı ve Çaltıkoru Barajlarının Yöre Ekonomisi ve Sosyal Etkileri Açısından Değerlendirilmesi ve Bazı Gerçekler, *İzmir Ticaret Borsası Dergisi*, Ekim, İzmir.
- Sarıyıldız, A., Tahmiscioğlu, S., Silay, A. ve Tomar, A. 2008. Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde Kültür Varlıklarının Korunması Yaklaşımlarının Yortanlı Barajı Örneğinde İrdelenmesi, *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 20-22 Mart 2008, Ankara, s.541-554.
- Utkucu, T. 2007. Gayrimenkul Değerlemesinin Önemi ve Gayrimenkul Değerini Oluşturan Unsurlar. *Vergi Dünyası Dergisi*, Sayı:305, Ocak 2007.
- Vural, H. 2007. Türkiye'de Arazilerin Kıymet Takdiri Üzerine Kantitatif Bir Yaklaşım: Bursa İli Karacabey Ovası Örneği. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2):13-20 s.
- Vural, H., Fidan, H. 2009. Land Marketing and Hedonic Price Model in Turkish Markets: Case Study of Karacabey District of Bursa Province, *African Journal of Agricultural Research*, 4(2):71-75.
- Yomralıoğlu, T. 1993. A nominal asset value-based approach for land readjustment and its implementation using geographical information systems, *Doctoral Thesis*, Department of Surveying University of Newcastle upon Tyne.

***Lavandula. stoechas* L. Subsp. *Lavandula. stoechas* Bitkisinde Doku Kültürü Çalışmalarının Optimizasyonu[¥]**

Sam MOKHTARZADEH^{1*}, Khalid Mahmood KHAWAR²

¹Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce, Türkiye

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

*Sorumlu Yazar: sammokhtarzadeh@duzce.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.01.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 10.02.2022 Kabul Tarihi: 11.02.2022

Öz

Süs bitkisi olarak da yetişen lavanta bitkisinin farklı türleri uçucu yağ içerdiklerinden dolayı tıp ve kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır. Bu bitki gurubunun uçucu yağı dünyada en fazla üretilen 15 uçucu yağdan birisidir. Önemli bir tıbbi ve aromatik bitki olan lavanta'nın türleri generatif ve vejetatif yollar ile çoğaltılabilmektedir. Bu çalışmada tohumların çimlenmesi sonucu elde edilmiş *Lavandula stoechas* bitkisinin kotiledon boğum, meristematik uç, yukardan 1. 2. ve 3. koltuk altı meristem ve epikotil koltuk altı meristem eksplantları farklı dozlarda BAP ve NAA içeren MS besin ortamında sürgün rejenerasyonuna tabi tutulmuş. Denemede eksplant başına ortalama en fazla sürgün sayısı 5.60 adet olarak kotiledon boğum eksplantından ve 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamında görülmüştür. Ayrıca elde edilen *Lavandula stoechas* sürgünleri 1.00 mg/l IBA içeren MS ortamında köklendirilmiş olup, adaptasyonu torfta yapılmış ve tarlaya aktarılmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye ve dünya için ekonomik önemi olan *Lavandula stoechas*'in *in vitro* rejenerasyonu, kök oluşumu ve köklenen bitkilerin dış şartlara adaptasyonu açısından, önemli veriler elde edilmiş olup, çoğaltılmasına yönelik protokol geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Lavandula stoechas*, Rejenerasyonu, Köklendirme, Adaptasyon.

Optimization of tissue culture studies in *L. stoechas* L. SUBSP. *L. stoechas*

Abstract

Different types of lavender plant, which also grows as an ornamental plant, are used in medicine and cosmetics industry because they contain essential oil. The essential oil of this plant is one of the 15 most produced essential oils in the world. Lavender, an important medicinal and aromatic plant, can be propagated by generative and vegetative ways. In this study, cotyledon node, meristematic tip, 1st, 2nd and 3rd axillary meristem from above and epicotyl axillary meristem explants of *Lavandula stoechas* were subjected to shoot regeneration in MS nutrient medium containing different concentration of BAP and NAA. In the experiment, the average maximum number of shoots per explant was 5.60 from the cotyledon node explant and in MS medium containing 0.25 mg/l BAP. In addition, the obtained black head shoots were rooted in MS medium containing 1.00 mg/l IBA, their adaptation was made in peat and transferred to the field. As a result of the study, important data were obtained in terms of *in vitro* regeneration, root formation and adaptation of rooting plants to external conditions of *Lavandula stoechas*, which has economic importance for Turkey and the world, and a protocol for its reproduction was developed.

Key words: *Lavandula stoechas*, Regeneration, Rooting, Adaptation

Giriş

Türkiye'de Aydın, Bursa, İstanbul, İzmir ve Muğla illerinde doğal olarak bulunan *Lavandula stoechas* (Karabaş otu) yaprakları kısa saplı ve uzunca tüylü

ve beyazımsı-grimsi-yeşil renktedir. Sivri yaprakları kökten çıkan birkaç dalın üzerinde oluşmakta ve sonradan uzayıp, mor bir çiçeğe dönüşmektedir. Karabaş otu çiçekleri, kara dut meyvesine benzemektedir ve üzerinde sonradan çıkan eflatun

çiçekleri, üzerine konmuş kelebekleri andırmakta olup tohumu açık kahve renklidir. Bu bitkinin çiçekleri ekonomik olarak kullanılmaktadır (Lis-Balchin, 2002). Karabaş otu habitat olarak açık ormanlarda, kuru tepelerde, kireç taşı ve granitli toprakları sevmekte ve çok asidik olmayan topraklarda yetişmektedir. Ayrıca bu bitki sıcak ve kuru ortamları sever, kuraklığa ve soğuğa (-5 °C ile -10 °C) tolerans göstermektedir (Yenici, 1999). Karabaş otu, geleneksel tedavi sisteminde kulak, burun ve boğaz hastalıkları ve idrar yolu hastalıkları tedavisinde kullanılmaktadır. Çiçekli ve yapraklı dallarından karabaş yağı yara iyileştirici özelliğine sahiptir. İkinci yıldan itibaren bu bitkinin taze saplı çiçek verimi 75-150 kg/da, saplı kuru çiçek verimi 35-75 kg/da, sapsız kuru tomurcuk verimi 15-30 kg/da, uçucu yağ verimi 1.5 -3 kg/da ve uçucu yağ oranı %1-2 arasında değişmektedir. Genellikle 50-75 kg/da taze hasat edilmiş saplı lavantadan, distilasyon yapılarak 1 kg kadar yağ elde edilmektedir (Başer 1993, Baydar 2007, Hui vd. 2010).

Bitki ıslahında klasik yöntemleri kullanarak tüm özellikleri bir bitkide toplamak oldukça zor bir işlemdir. *Lavandula stoechas*'da bitki rejenerasyonu ve gen aktarımı genotip ve eksplanttan etkilenmekte olup, gen aktarım oranı oldukça düşüktür (Dronne vd. 1999). Gen transformasyon çalışmalarında başarılı sonuçlar elde etmek için sürgün rejenerasyon sistemlerinin geliştirilmesi çok önemlidir (Calvo ve Segura 1998, Mokhtarzadeh vd. 2011). Bu çalışmada karabaş otu bitkisinde yüksek oranda sürgün rejenerasyon sisteminin geliştirilmesi, gelişen bitkilerin köklendirilmesi ve dış şartlara adaptasyonunun sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan bitki materyali Prof. Dr. Neşet ARSLAN, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir.

Besin Ortamı ve Kültür Koşulları

Yapılan denemelerde 30 g/L sukroz ve 6.5 g/L agar ile karıştırılmış MS ortamı (Murashige ve Skoog 1962) kullanılmıştır. Ortamlar distile edilmiş saf su ile hazırlanmış olup, bitki rejenerasyonu ve sürgünlerin köklendirilmesi için farklı dozlarda bitki büyüme düzenleyicileri (BAP, IAA, NAA, IBA, GA3 ve Askorbik asit) kullanılmıştır. Besin ortamlarının pH'ı 5.6–5.8'e ayarlanmış olup, otoklavda 118 kPa basınç altında ve 121°C'de 20 dakika bekletilerek steril edilmiştir. Tüm kültürler 20000 lüks beyaz floresan ışığında 16 saat ışık fotoperiyodunda 24°C'de tutulmuştur. Sterilizasyon ve tüm doku

kültürü işlemleri steril kabin içinde yürütülmüştür. Her muamele için, içerisinde 5 adet eksplantın bulunduğu 3 tekerrürlü petri kutuları veya magenta kapları kullanılmıştır. Saf su ve magenta kapları 118 kPa basınç altında ve 121°C'de 20 dakika otoklavlandırılarak steril edilmiştir. Petri kutularının sterilizasyonu için etüv kullanılmış olup kaplar 160°C'de 2 saat bekletilmiştir.

Tohum Canlılık Testi

Deneme başlangıcında canlılık testi yapmak için 200 tohum 1 mg/ml hesabıyla hazırlanmış tetrazoliyom chloride çözeltisi içinde 24 saat karanlıkta bekletilmiş olup tohumların kırmızı rengi incelenerek tohum canlılığı tespit edilmiştir.

Tohumların *In vitro* Koşullarda Sterilizasyonu ve Çimlendirilmesi

Çalışmada kullanılan *Lavandula stoechas* tohumlarının yüzey sterilizasyonu çamaşır suyunun % 5, 10, 15 ve 20'lik dozu ve her biri 3 farklı sürede (4, 7, 10 dk), oda sıcaklığında yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonundan sonra tohumlar steril saf su ile 5'er dk, 3 kez durulanmıştır. Steril edilmiş olan 200 adet tohum steril petri kapları içerisinde 30 g/L sukroz ve 6.5 g/L agar içeren MS besin ortamında 24±2°C'de 16 saat ışık fotoperiyodunda çimlendirilmiştir.

Eksplant Seçimi

Steril edilmiş olan tohumlarda 5-6 gün sonra çimlenme gözlemlenmiştir. Mikroçoğaltım için elde edilen *Lavandula stoechas* bitkilerinin kotiledon boğum, yukardan birinci, ikinci, üçüncü koltuk altı meristemleri ve meristematik ucu eksplantları alınmıştır.

Eksplantların sürgün rejenerasyonu

Mikroçoğaltım için kullanılan kotiledon boğum, yukardan birinci, ikinci, üçüncü koltuk altı meristemleri ve meristematik ucu eksplantları *In vitro* koşullarda ve farklı konsantrasyonlarda bitki büyüme düzenleyiciler içeren MS ortamında rejenerasyona tabi tutulmuştur.

Sürgünlerin Köklendirilmesi

Mikroçoğaltım yolu ile gelişen sürgünler 5-6 cm uzunluğa geldiklerinde kesilerek, steril Magenta kutuları içinde 1.00 mg/L IBA içeren MS ortamda köklendirilmiştir.

Köklenmiş *Lavandula stoechas* Bitkilerin Dış Şartlara adaptasyonu

Denemede köklenen *Lavandula stoechas* sürgünleri 2 saat boyunca 160°C sıcaklıkta steril edilmiş torfa aktarılmıştır. Aktarılan bitkileri korumak için saksılar üzerine şeffaf polietilen torbalar

geçirilerek, bitki adaptasyonu sağlanmıştır. Daha sonra, gelişen bitkiler şeffaf polietilen torbalardan çıkartılmış olup, %45 nem ve oda sıcaklığında 4 hafta büyümeleri takip edilmiştir. Adaptasyonu sağlanmış bitkilerin dış şartlara aktarımı için tarla hazırlıkları yapılmış ve yabancı otlar el ile temizlenmiştir. Tarla hazırlanmasında toprak tırmıkla düz hale getirilip ve çizgili çapa ile 40×40 cm olarak sıra arası ve sıra üstü mesafe düzenlenmiştir. Tarla sulaması ilk 10 gün her akşam ve daha sonra bitkilerin gelişme ve büyümesi dikkate alınarak her 7 günde bir yapılmıştır. Bitkilerin gelişmesini sağlamak ve toprağın havalandırılması için iki haftada bir yabancı ot mücadelesi yapılmıştır.

Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Araştırmadaki rejenerasyon ve köklenme denemeleri 3 tekrarda, tesadüf parseller deneme desenine göre yapılmıştır. Elde edilen verilerin varyans analizi SPSS bilgisayar programı ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki materyali sterilizasyon için 4, 7, 10 dk süre ve % 5, 10, 15 ve 20 oranda ticari çamaşır suyu kullanılmıştır. Yüze sterilizasyonundan sonra tohumlar steril saf su ile 5'er dk, 3 kez durulanmış olup, 200'er adet tohum steril petri kapları içerisinde 30 g/l şeker ve 6.5 g/l agar içeren MS ortamında 24±2°C'de 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyodunda inkübe edilmiştir. İki hafta sonra tohumlar üzerinde gelişen mantar veya bakteri bulaşıklığı ve çimlenme oranı ile ilgili verilerin varyans analizi yapılmıştır (Şekil 1; Çizelge 1).

Lavandula stoechas bitkisinde yapılan ANOVA varyans analizi sonucunda farklı muameleler (uygulama süresi × çamaşır suyu oranı) sonucunda tüm uygulamalar arasında çimlenme oranı bakımından %5 düzeyinde farklılık görülürken, bulaşıklık oranı bakımından her hangi farklılığı gözlemlenmemiştir. Farklılık derecesini belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi farklı muameleler sonucundan elde edilen çimlenme oranı %46.67–100.00 arasında değişmiştir (Şekil 1). En fazla (%100) çimlenme 7 dk, %20 çamaşır suyu ve 10 dk, %5 çamaşır suyu muamele sonucunda elde edilmiştir. En fazla %40 bulaşık oranı 4 dk, %20 çamaşır suyu ve 10 dk, %10 çamaşır suyu ile sterilizasyon sonucunda görülmüştür. Çizelgede 2'de görüldüğü gibi hem tohumların çimlenmesinde, hem de bulaşıklık oranında bir tutarsızlık görülmektedir. Tutarsızlığın sebebi yüze sterilizasyonundan ziyade, tohumların fizyolojik durumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Lavandula stoechas bitkisinin tohumlarından bakteri, mantar ve benzeri organizmaların temizlenebilmesi için yüze sterilizasyon yapılmıştır. Tohumların yüze sterilizasyon için en düşük seviyede çamaşır suyu dozu (%5) ve en az süre (5 dk) belirlenmiştir (Bhatti, 2001).

Quazi (1980), iki tür Lavanta (*Lavandula angustifolia* ve *Lavandula latifolia*) bitkisinin sterilizasyonu için, eksplantları %70'lik etanol da 30 saniye bekletilmiş; ayrıca 20 dk, %0.32'lik sodyum hipoklorid ile muamele yaptıktan sonra distile saf suyla durulama yapmıştır.

Kotiledon boğum eksplantından mikroçoğaltım için kullanılan farklı BAP ve NAA dozlarının etkileri

Mikroçoğaltım amacı ile *in vitro* koşullarda bir haftada çimlenen 10 günlük *Lavandula stoechas* bitkiciklerden elde edilen kotiledon boğum eksplantları farklı oranda BAP ve NAA içeren MS ortamında kültüre alınmış olup, eksplantlar üzerinde 8-12 gün sonra sürgün uçları ve daha sonra sürgün oluşum görülmüştür. Ayrıca, kalluslar oluşumu ilk önce yeşil, sonra kahve yeşil ve daha sonra kahve renkli olarak gözlemlenmiştir. Sekiz hafta sonra elde edilen verilerle yapılmış olan varyans analizi (Çizelge 3) sonuçlarına göre yeşil renkli kallus oluşum oranı ve sürgün oluşum oranı bakımından ortamlar arası %1'lik ve kahve yeşil renkli kallus oluşum oranı ve eksplant başına ortalama sürgün sayısı bakımından ortamlar arası %5'lik farklılık görülmüştür. Ancak, kahve renkli kallus oluşum oranı ve ortalama sürgün uzunluğu bakımından ortamlar arasında fark bulunmamıştır. Bu denemede farklılık derecesini tespit etmek amacıyla Duncan testi yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Sonuçlara göre yeşil renkli kallus oluşum oranı 0-%100.00 arası gözlenmiş olup, en fazla %100 yeşil renkli kallus oluşum oranı 0.75 mg/l BAP ve 0.10 mg/l NAA içeren MS ortamında görülmüştür. Kahve yeşil renkli kallus oluşum oranı 0-%66.67 arası değişim gözlenmiş olup, en fazla %66.67 kahve yeşil renkli kallus oluşum oranı 0.25 mg/l BAP ve 0.10 mg/l NAA içeren MS ortamında görülmüştür. Kahve renkli kallus oluşum oranı ise 0-%26.67 arası değişmiştir. Ayrıca, sürgün oluşum oranı 0-%93.34 arası değişmiş olup, en fazla %93.34 sürgün oluşum oranı, 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamlarında görülmüştür (Şekil 2 a,b). Eksplant başına ortalama sürgün sayısı 0-5.60 sürgün arası değişmiştir ve en fazla 5.60 sürgün 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamında gözlenmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu ise 0.00-1.60 cm arası gözlenmiştir.

Nobre (1996), yaptığı çalışmada, Akdeniz yöresinde bulunan karabaş otu (*Lavandula stoechas*)'nın *in vitro* klonal çoğaltımı için, dış

ortamda yetişmiş bitkilerden alınan koltuk altı meristem eksplantını kullanmıştır. Sonuç olarak, 4–5 hafta sonra sürgün rejenerasyonu 217.2 µM adenine hemisülfat (AdS) ve 0.05 µM NAA içeren Margara N30K tuzları ile oluşan ortamında elde edilmiştir. Portilla vd. (1995), yaptıkları denemede *L. angustifolia*'nın *in vitro* mikroçoğaltımı için koltuk altı meristemleri kullanılmış olup, farklı konsantrasyonda NAA, BA kombinasyonları ve Hindistan cevizi sütü içeren ve içermeyen MS ortamlarında sürgün rejenerasyon elde etmişlerdir. Dias vd. (2002), *Lavandula viridis* bitkisinin koltuk altı meristem eksplantların 0.44 µM BAP içeren MS ortamında mikroçoğaltım yapılmıştır. Eksplant başına en fazla 11.69 adet sürgün 0.67 µM BAP içeren ½ konsantrasyonlu MS ortamında gözlenmiştir.

Meristematik ucu, yukardan 1. 2. ve 3. Koltuk altı meristemi ve epikotil koltuk altı meristemi eksplantından 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamında mikroçoğaltımı

Mikroçoğaltım amacıyla *Lavandula stoechas* bitkilerden elde edilen 40 günlük bitkilerden meristematik ucu, yukardan 1. 2. ve 3. koltuk altı meristemi ve epikotil koltukaltı meristem eksplantı 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantlar üzerinde 7-10 gün sonra sürgün uçları ve daha sonra sürgün oluşum başlamıştır. Sekiz hafta sonra elde edilen sonuçları varyans analizine tabii tutulmuştur ve Çizelge 5'de verilmiştir. Sonuçlara göre sürgün oluşum oranı bakımından eksplantlar arasında %1 düzeyinde ve ekplant başına ortalama sürgün sayısı bakımından ise eksplantlar arasında %5 düzeyinde farklılık görülmüştür. Ancak, istatistiksel olarak nekrotik kallus oluşum oranı ve kahve yeşil renkli kallus oluşum oranı bakımından her hangi bir farklılık görülmemiştir. Eksplantlar arasında farklılığın önem düzeyini tespit etmek amacıyla Duncan testi yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 6'de verilmiştir. Sonuçlara göre kahve-yeşil renkli ve nekrotik kallus oluşum oranı sırasıyla 0-%73.34 ve 0-%40.00 arası görülmüştür. Sürgün oluşum oranı %13.34-80.00 arası değişmiş olup, en fazla %80.00 sürgün oluşumu epikotil koltuk altı meristemi eksplantından elde edilmiştir. Ayrıca, ekplant başına ortalama sürgün sayısı 1.00-5.34 adet arası değişmiştir. Eksplantlar karşılaştırılınca, epikotil koltuk altı meristemi eksplantından en fazla 5.34 adet sürgün elde edilmiştir (Şekil 3). Farklı eksplantlarda ortalama sürgün uzunluğu 0.8-1.29 cm arasında değişmiştir. Nobre (1996), yaptığı çalışmada, Akdeniz yöresinde bulunan karabaş otu (*Lavandula stoechas*)'nın *in vitro* klonal çoğaltımı için dış ortamda yetişmiş bitkilerden alınan koltuk altı meristem eksplantını kullanmıştır. Sonuç olarak, 4–5 hafta sonra sürgün rejenerasyonu

217.2 µM adenine hemisülfat (AdS) ve 0.05 µM NAA içeren Margara N30K tuzları ile oluşan ortamında elde edilmiştir. Andrade vd. (1999) ve Echeverrigaray vd. (2005), sırasıyla *L. angustifolia* bitkisinin boğum ve koltuk altı tomurcuk eksplantından farklı oranda BAP içeren MS ortamında sürgün rejenerasyonu elde etmişlerdir.

Kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgünlerin köklendirmek için kullanılan farklı dozlarda IBA'nin etkisi

L. stoechas kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgünlerin köklendirilmesi amacı ile eksplantlar farklı oranda IBA içeren MS ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantlar üzerinde 6-8 gün sonra kök uçları ve daha sonra kök oluşum başlamıştır. Sekiz hafta sonra elde edilen verilerle yapılmış olan varyans analizi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgeye göre kök oluşum oranı, kök uzunluğu ve bitki boyu bakımından ortamlar arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir. Çizelge 8'de farklı oranlarda IBA içeren MS ortamından elde edilen kök oluşum oranı %25-75 arası değişmiştir. En fazla %75 kök oluşumu 0.50 ve 1.00 mg/l IBA içeren MS ortamlarında gözlemlenmiştir. Denemede görülen Kök uzunluğu 1.167-1.930 cm arasında meydana gelmiş olup, en uzun kök 1.930 cm olarak 1.00 mg/l IBA içeren MS ortamında görülmüştür. Ayrıca köklenen sürgünlerinin uzunluğu 3.00-5.37 cm arası rapor edilmiş olup, en uzun sürgün uzunluğu 5.37 cm olarak 1.00 IBA içeren MS ortamında görülmüştür (Şekil 4).

Nobre (1996), yaptığı çalışmada, Akdeniz yöresinde bulunan karabaş otu (*Lavandula stoechas*)'nın *in vitro* klonal çoğaltımı için dış ortamda yetişmiş bitkilerden alınan koltuk altı meristem eksplantını kullanmış olup, sürgün rejenerasyonundan elde edilen bitkileri 5.4 µM NAA içeren ortamda köklendirmiştir. Portilla vd. (1995), ise *in vitro* koşullarda elde edilen sürgünleri 0.2-0.4 mg/l-1 IBA içeren ½ oranda MS makro, mikro elementler bulunduran ortamda köklendirmişlerdir.

Elde edilen bitkilerin dış şartlara adaptasyonu

Denemede kullanılan 40 bitki torf içerisine aktarılmıştır ve torf bitki şaşırtmak için en uygun ortam olarak değerlendirilmiştir. 160oC sıcaklıkta ve 2 saat süre ile steril edilmiş torfta en iyi gelişimi sağlayan bitkilerin, oda sıcaklığında ve poşet içerisinde gelişmeleri takip edilmiştir. Daha sonra, poşetten çıkartılmış olup, %45 nem ve oda sıcaklığında büyümesini 4 hafta takip ederek, 40 bitkiden 15 bitki tarlaya şaşırtılmıştır (Şekil 5).

İklim odasında gelişen bitkileri tarlaya şaşırtılırken, dikmek amacıyla açılan deliklerin derinlik ve genişlikle beraber toprağının tarla kapasitesinde olduğu kontrol edilmiştir. Bitkiler

diktikten sonra, etrafında buharlaşmayı engellemek için saman örtüsü konulmuştur. İlk 10 gün her akşam verilen su, bitkiler üzerinde olumlu etki yapmış olup ve bitkiler hızlı şekilde büyümeye başlamışlardır. Daha sonra her 7 günde bir sulamanın, bitki gelişiminde herhangi olumlu etkisi görülmemiştir. Benzer şekilde bitkilerin gelişmesini sağlamak ve toprağın havalandırılması için iki haftada bir yabancı ot mücadelesinin de bitkiler üzerinde pozitif etkileri görülmüştür.

In vitro koşullarda geliştirilmiş bitkilerin bir çoğunu seralar veya tarla koşullarında düşük oranda nisbi nem (Brainerd ve Fuchigami 1981), yüksek yoğunlukta ışık ve çevre koşullarından kaynaklanan biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi ile strese girip, yaşamını yitirmektedir (Misra ve Dutta 2001). Bitki doku kültürü çalışmalarında her bitki için adaptasyon şartlar farklı olup, onların seralar ve tarlaya şaşırtmadan önce kullanılacak toprak tipi ve iklim koşullarına adaptasyon ve optimizasyon çok önem taşımaktadır. Bazen *in vitro* koşullarda gelişmiş bitkilerde fotoototrofik yapısının olmadığından adaptasyonda zorluk görünmektedir (Fujiwara vd. 1988). Sonuçta, doku kültürü çalışmalarında her zaman adaptasyona en büyük sorun olarak rastlanmaktadır ve doku kültürü ile çoğaltılmış bitkilerin yaygınlaştırmada bir engel ve güç olarak değerlendirilmektedir. Her bitkiyi

alıştırmak için farklı koşullar gerekebilmektedir, ancak, tüm araştırmacılar, *in vitro* koşullarda geliştirilmiş bitkilerin fizyolojik ve anatomik olarak çok narin olduğundan dış koşullara alıştırmaya çalışmalarda bitkilerin şaşırtılmış toprağın uygun olmasını ve yavaş yavaş alıştırmalarının adaptasyonunda etki olduğunu vurgulamaktadırlar (Hazarika 2003). Doku kültür çalışmalarında dış koşullarına adaptasyon büyük bir sorundur ve bazen olumsuz koşullardan dolayı elde edilen bitkilerin dış koşullara adaptasyon sağlamak çok zor olmaktadır. Nobre (1996), yaptığı çalışmada, Akdeniz yöresinde bulunan karabaş otu (*Lavandula stoechas*)'nın *in vitro* klonal çoğaltımı için dış ortamda yetişmiş bitkilerden alınan koltuk altı meristem eksplantından elde edilmiş sürgünleri, 5.4 µM NAA içeren ortamda köklendirmiş olup, %100 adaptasyon sağlamıştır. Tsuro vd. (1999), *Lavandula angustifolia*'nın yaprak eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyon ile elde edilmiş bitkileri IBA içeren ½ MS ortamda köklendirilmiş olup, adaptasyon için sera koşullarında vermikülit kullanmıştır. Falk vd. (2009), 400 adet *Lavandula angustifolia* bitkisinin *in vitro* koşullarda geliştirilmiş olup, dış şartlara adaptasyonunu sağlamak için potting soil/saksı toprağı (organik maddeler, kum, ve perlit) kullanmışlardır.

Çizelge 1. Farklı çamaşır suyu oran ve uygulama süreleri sonucunda *L. stoechas* bitkisi tohumlarının çimlenme ve bulaşıklığı ile ilgili verilerin varyans analizi sonuçları.

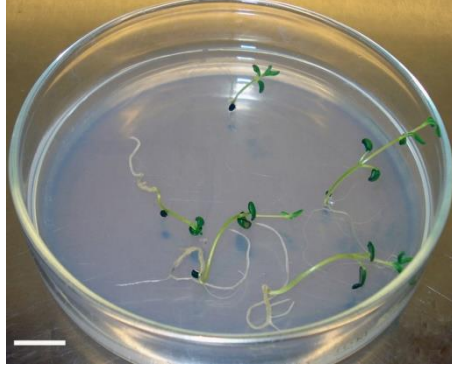
| VK | SD | Çimlenme oranı (%) | | Bulaşıklığın oranı (%) | |
|--------------------------------------|----|--------------------|-------|------------------------|--------------------|
| | | KO | F | KO | F |
| Uygulama Süresi x Çamaşır Suyu Oranı | 11 | 1417.17 | 2.45* | 714.14 | 1.84 ^{bd} |
| Hata | 24 | 577.78 | | 388.89 | |
| Genel Toplam | 35 | | | | |

* p<0.05 düzeyinde önemlidir

Çizelge 2. Farklı çamaşır suyu oran ve uygulama süreleri sonucunda *L. stoechas* tohumlarının çimlenme ve bulaşıklığı ile ilgili sonuçları.

| Muamele | | Çimlenme oranı (%)* | Bulaşık oranı (%) |
|-----------|------------------------|---------------------|-------------------|
| Süre (dk) | Çamaşır suyu oranı (%) | | |
| 10 | 20 | 80.00 ab | 20.00 ab |
| 7 | 20 | 100.00 a | 0.00 b |
| 4 | 20 | 46.67 b | 40.00 a |
| 10 | 15 | 46.67 b | 33.33 ab |
| 7 | 15 | 86.67 ab | 13.33 ab |
| 4 | 15 | 60.00 ab | 33.33 ab |
| 10 | 10 | 53.33 ab | 40.00 a |
| 7 | 10 | 46.67 b | 26.67 ab |
| 4 | 10 | 93.33 ab | 0.00 b |
| 10 | 5 | 100.00 a | 0.00 b |
| 7 | 5 | 93.33 ab | 6.67 ab |
| 4 | 5 | 80.00 ab | 20.00 ab |

* Aynı sütun daki harfler 0.05 düzeyinde Duncan testine göre farklı grupları göstermektedir

Şekil 1. MS ortamında çimlenen *Lavandula stoechas* tohumları (bar ≈ 1.2 cm).Çizelge 3. *L. stoechas* bitkisinin kotiledon boğum eksplantından mikroçoğaltım için kullanılan farklı BAP ve NAA dozlarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları.

| VK | SD | Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%) | | Kahve -Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%) | | Kahve renkli kallus oluşum oranı (%) | |
|--------------|----|--------------------------------------|---------|---|-------|--------------------------------------|--------------------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Ortam | 11 | 4366.67 | 14.03** | 1135.35 | 2.92* | 487.88 | 1.16 ^{öd} |
| Hata | 24 | 311.11 | | 388.89 | | 422.22 | |
| Genel Toplam | 35 | | | | | | |

| VK | SD | Sürgün oluşum oranı (%) | | Eksplant başına ortalama sürgün sayısı (adet) | | Ortalama sürgün uzunluğu (cm) | |
|--------------|----|-------------------------|--------|---|-------|-------------------------------|--------------------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Ortam | 11 | 2662.63 | 4.28** | 7.61 | 2.21* | 0.77 | 1.87 ^{öd} |
| Hata | 24 | 622.22 | | 3.44 | | 0.41 | |
| Genel Toplam | 35 | | | | | | |

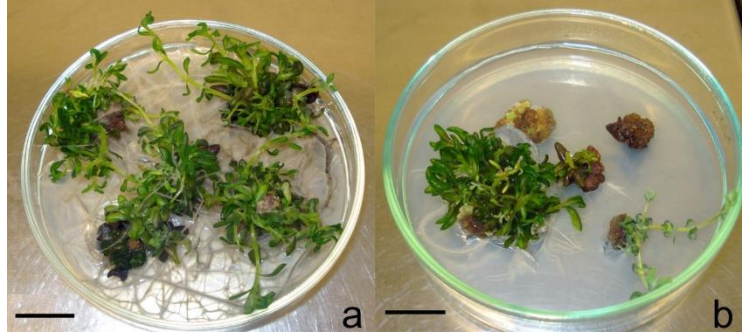
* p<0.05 düzeyinde önemlidir; ** p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4. *L. stoechas* bitkisinin kotiledon boğum eksplantından mikroçoğaltım için kullanılan farklı BAP ve NAA dozlarının etkileri.

| Ortam | | Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%)** | Kahve Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%)* | Kahve renkli kallus oluşum oranı (%) | Sürgün oluşum oranı (%)** | Eksplant başına ortalama sürgün sayısı (adet)* | Ortalama sürgün uzunluğu (cm) |
|------------|------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------|
| BAP (mg/l) | NAA (mg/l) | | | | | | |
| 0.25 | 0.00 | 0.00 d | 6.67 b | 0.00 | 93.34 a | 5.60 a | 1.60 a |
| 0.25 | 0.05 | 13.34 d | 0.00 b | 20.00 | 66.67 ab | 1.67 b | 1.19 abc |
| 0.25 | 0.10 | 0.00 d | 66.67 a | 33.34 | 0.00 e | 0.00 b | 0.00 c |
| 0.50 | 0.00 | 86.67 a | 0.00 b | 0.00 | 13.34 cde | 2.67 ab | 1.09 abc |
| 0.50 | 0.05 | 26.67 cd | 0.00 b | 20.00 | 53.34 abcd | 3.56 ab | 1.32 ab |
| 0.50 | 0.10 | 20.00 cd | 20.00 b | 0.00 | 60.00 abc | 2.39 ab | 1.10 abc |
| 0.75 | 0.00 | 46.67 bc | 0.00 b | 26.67 | 26.67 bcde | 2.37 ab | 0.67 abc |
| 0.75 | 0.05 | 66.67 ab | 0.00 b | 0.00 | 33.34 bcde | 0.67 b | 0.67 abc |
| 0.75 | 0.10 | 100.00 a | 0.00 b | 0.00 | 0.00 e | 0.00 b | 0.00 c |
| 1.00 | 0.00 | 80.00 a | 0.00 b | 0.00 | 20.00 bcde | 1.67 b | 0.67 abc |
| 1.00 | 0.05 | 93.34 a | 0.00 b | 0.00 | 6.67 de | 1.00 b | 0.34 bc |
| 1.00 | 0.10 | 86.67 a | 0.00 b | 0.00 | 13.34 cde | 1.00 b | 1.00 abc |

* Aynı sütun daki harfler 0.05 düzeyinde Duncan testine göre farklı grupları göstermektedir

** Aynı sütun daki harfler 0.01 düzeyinde Duncan testine göre farklı grupları göstermektedir



Şekil 2. Kotiledon boğum eksplantından adventif sürgün rejenerasyonu için farklı BAP ve NAA dozlarının etkileri, (a) 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamında *Lavandula stoechas* bitkisinde kotiledon boğum eksplantı üzerinde sürgün oluşumu ve (b) 0.75 mg/l BAP içeren MS ortamında sürgün ve kahve kallus oluşumu (bar a, b ≈2.5 cm).

Çizelge 5. *L. stoechas* bitkisinin meristematik ucu, yukardan 1, 2. ve 3. koltuk altı meristemi ve epikotil koltuk altı meristemi eksplantlarından 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamındaki mikroçoğaltım ile ilgili verilerin varyans analiz sonuçları.

| VK | SD | Kahve-Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%) | | Nekrotik kallus oluşum oranı (%) | | Sürgün oluşum oranı (%) | |
|--------------|----|--|--------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Eksplantlar | 4 | 2160.00 | 3.11 ^{bd} | 666.67 | 1.25 ^{bd} | 2626.67 | 24.62 ^{**} |
| Hata | 10 | 693.33 | | 533.33 | | 106.67 | |
| Genel Toplam | 14 | | | | | | |
| VK | SD | Explant başına ortalama sürgün sayısı (adet) | | Ortalama sürgün uzunluğu (cm) | | | |
| | | KO | F | KO | F | | |
| Eksplantlar | 4 | 7.78 | 4.14 [*] | 0.12 | 0.91 ^{bd} | | |
| Hata | 10 | 1.88 | | 0.13 | | | |
| Genel Toplam | 14 | | | | | | |

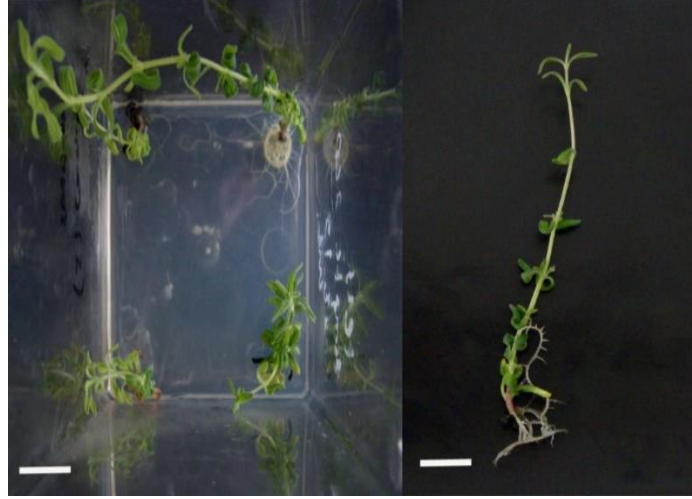
* p<0.05 düzeyinde önemlidir; ** p<0.01 düzeyinde önemlidir

Çizelge 6. *L. stoechas* bitkisinin meristematik ucu, yukardan 1, 2. ve 3. koltuk altı meristemi ve epikotil koltuk altı meristemi eksplantından 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamındaki mikroçoğaltım sonuçları.

| Ortam | BAP | Kahve Yeşil renkli kallus oluşum oranı (%) | Nekrotik kallus oluşum oranı (%) | Sürgün oluşum oranı (%)** | Explant başına ortalama sürgün sayısı (adet)* | Ortalama sürgün uzunluğu (cm) |
|-----------------------------------|------|--|----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|
| Meristematik uç | 0.25 | 40.00 ab | 0.00 | 60.00 a | 3.05 ab | 1.24 |
| Yukardan 1. Koltuk altı meristemi | 0.25 | 40.00 ab | 40.00 | 20.00 c | 3.00 ab | 1.00 |
| Yukardan 2. koltuk altı meristemi | 0.25 | 73.34 a | 13.34 | 13.34 c | 2.00 b | 0.80 |
| Yukardan 3. koltuk altı meristemi | 0.25 | 53.34 a | 26.64 | 20.00 c | 1.00 b | 1.00 |
| Epikotil koltuk altı meristemi | 0.25 | 0.00 b | 20.00 | 80.00 a | 5.34 a | 1.29 |

* Aynı sütun daki harfler 0.05 düzeyinde Duncan testine göre farklı grupları göstermektedir

** Aynı sütun daki harfler 0.01 düzeyinde Duncan testine göre farklı grupları göstermektedir



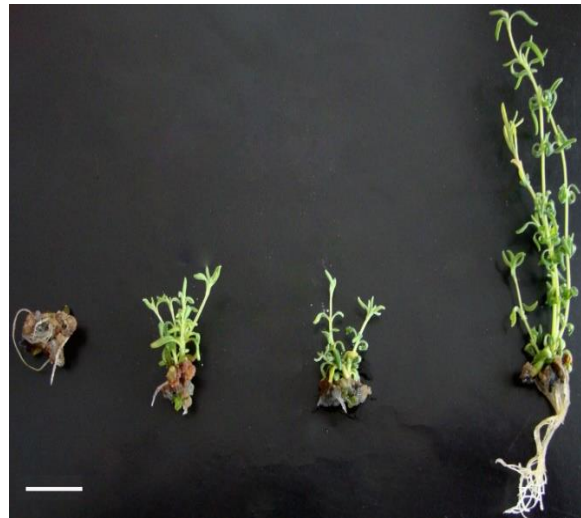
Şekil 3. Meristematik ucu, yukardan 1., 2. ve 3. Koltuk altı meristemi ve epikotil koltuk altı meristemi eksplantından 0.25 mg/l BAP içeren MS ortamda mikroçoğaltım (bar ≈1 cm).

Çizelge 7. *Lavandula stoechas* kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgünleri köklendirmek için kullanılan farklı IBA dozlarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları.

| VK | SD | Kök oluşum oranı (%) | | Kök uzunluğu (cm) | | Bitki boyu (cm) | |
|--------------|----|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Ortam | 3 | 1875.00 | 2.77 ^{öd} | 0.32 | 0.58 ^{öd} | 2.82 | 0.73 ^{öd} |
| Hata | 8 | 677.00 | | 0.55 | | 3.87 | |
| Genel Toplam | 11 | | | | | | |

Çizelge 8. *L. stoechas* kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgünleri köklendirmek için kullanılan farklı IBA dozlarının etkileri.

| Ortam | Kök oluşum oranı (%) | Kök uzunluğu (cm) | bitki boyu (cm) |
|------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| IBA (mg/l) | | | |
| 0.25 | 41.66 | 1.62 | 4.11 |
| 0.50 | 75.00 | 1.40 | 4.06 |
| 0.75 | 25.00 | 1.17 | 3.00 |
| 1.00 | 75.00 | 1.93 | 5.37 |



Şekil 4. Kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgünlerin köklendirmek üzerine farklı dozlarda IBA'nin etkisi, köklendirilen *Lavandula stoechas* bitkileri (bar ≈1 cm).



Şekil 5. Elde edilen bitkilerin dış şartlara adaptasyonu, tarladaki *Lavandula stoechas* bitkileri.

Sonuç ve Öneriler

Doku kültürü çalışmalarında sterilizasyon, çimlenmeyi doğrudan etkilemekte olup, önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmalarda *Lavandula stoechas* için 7 dk, %20 çamaşır suyu ile sterilizasyon uygun görülmüştür. Ayrıca denemede kotiledon boğum, meristemik ucu, yukardan 1. 2. ve 3. koltuk altı meristem ve epikotil koltuk altı meristem eksplantları kullanılmış ve yüksek oranda sürgün rejenerasyon sağlanmıştır. Sürgün rejenerasyonu ve deneme süresi bakımından en iyi eksplant kotiledon boğum olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra elde edilen *Lavandula stoechas* sürgünlerinin köklendirilmesi 1.00 mg/l IBA içeren MS ortamında yapılmıştır. Bitki doku kültürü çalışmalarında her bitki için adaptasyon şartları farklı olup, onların sera ve tarlaya şaşırtmadan önce kullanılacak toprak tipi ve iklim koşullarına adaptasyon optimizasyonu çok önem taşımaktadır. Ayrıca, doku kültür çalışmalarında elde edilen bitkilerin dış şartlara adaptasyon sağlamsı çok zor bir süreçtir. Çalışmada, *in vitro* koşullarında geliştirilmiş bitkiler, Mayıs ve Eylül ayları arası tarlaya şaşırtılmıştır. Sonuç olarak Türkiye ve dünya için ekonomik önemi olan *Lavandula stoechas*'in *in vitro* sürgün ve kök oluşumu ve daha sonra elde edilen bitkilerin *ex vitro* adaptasyonu açısından, önemli bulgular elde edilmiş olup, bitkilerin çoğaltılmasına yönelik protokol optimize edilmiştir. Bu protokol dan yola çıkarak diğer Lamiaceae familyasına ait tıbbi ve aromatik bitkilerde yapılacak doku kültürü ve gen aktarımı çalışmalarında kullanılması ile olumlu sonuçlara varılacağı inanılmaktadır.

¥Bu çalışma doktora tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Andrade, L.B. Echeverrigaray, S. Fracaro, F. Pauletti, G.F and Rota, L. 1999. The effect of growth regulators on shoot propagation and rooting of common lavender (*Lavandula vera* DC). Plant cell, Tissue and organ culture, 56: 79-83.
- Başer, K.H.C. 1993. Essential Oils of Anatolian Lamiaceae: A. Profile. Acta Hort, 333: 217-238.
- Baydar, H. 2007. Tıbbi, aromatik ve keyif bitkileri bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş II baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi (ziraat fakültesi), 51: 205– 212.
- Bhatti, K. M. K. 2001. Mercimek (*Lens culinaris* Medik.)'te Doku Kültürü Çalışmaları ve *Agrobacterium tumefaciens* Aracılığıyla Gen Aktarımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, YÖK Tez No: 120164, Ankara.
- Brainerd, K.E and Fuchigami, L.H. 1981. Acclimatization of aseptically cultured apple plants to low humidity. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106: 515–518.

- Calvo, M.C and Segura, J. 1988. *In vitro* morphogenesis from explants of *Lavandula latifolia* and *Lavandula stoechas* seedlings. *Sci Hortic-Amsterdam*, 36: 131-137.
- Dias, M.C., Almeida, R and Romano, A. 2002. Rapid clonal multiplication of *Lavandula viridis* L'Hér through *in vitro* axillary shoot proliferation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 68:99-102.
- Dronne, S. Moja, S. Jullien, F. Berger, F and Caissard, J.C. 1999. Agrobacterium mediated transformation of lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loiseleur). *Kluwer Academic Publishers*, 8: 335–347.
- Echeverrigaray, S. Basso, R and Andrade, L. 2005. Micropropagation of *Lavandula dentata* from axillary buds of field-grown adult plants. *Biologia Plantarum*, 49: 439-442.
- Falk, L. Biswas, K. Boeckelmann, A. Lane, A and Mahmoud, S.S. 2009. An efficient method for the micropropagation of lavenders regeneration of a unique mutant. *Journal of essential oil research*, 21: 225-228.
- Fujiwara, K. Kozai, T and Watanabe, I. 1988. Development of a photoautotrophic tissue culture system for shoots and/or plantlets at rooting and acclimatization stage. *Acta Hortic*, 230:153–158.
- Hazarika, B.N. 2003. Acclimatization of tissue cultured plant. *Current Science*, 85 (12): 1704-1712.
- Hui, L. He, L. Huan, L. XiaoLan, L and Aiguo, Z. 2010. Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitisrelated bacteria. *Afr J Microbiol Res*, 4: 309-313.
- Lis-Balchin, M. 2002. *Lavender*. Taylor & Francis, 283 p.
- Misra, P and Dutta, S.K. 2001. Acclimatization of Asiatic hybrid lilies under stress condition after propagation through tissue culture. *Curr. Sci*, 81:1530-1533.
- Mokhtarzadeh, S. Khawar, K.M ve Ozcan, S. 2011. Karabaş otu (*Lavandula stoechas* L.)'nin *in vitro* mikroçoğaltımı. Uluslararası katılımlı 1. ali numan kıraç tarım kongresi ve fuarı, 3: 2689-2692.
- Murashige, T and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15: 473-497.
- Nobre, J. 1996. *In vitro* cloning and micropropagation of *Lavandula stoechas* from fieldgrown plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Vol. 46:151-155.
- Portilla, G. Eltran, J.B and Vega, A. 1995. Micropropagation of lavender (*Lavandula angustifolia*) from axillary buds. *Investigacion Agricola*, 15: 55-60.
- Quazi, M.H. 1980. *In vitro* multiplication of *Lavandula* spp. *Ann Bot*, 45:361- 362.
- Tsuro, M. Ikedo, H and Kato, H. 2009. Efficient genetic transformation in lavandin using Agrobacterium rhizogenes as vector. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 78: 236-241.
- Yenici, N. 1999. *Lavandula stoechas* bitkisinin özellikleri ve fibrinolitik sisteme etkisinin araştırılması yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 37 s.

Kuru Şartlarda Yetiştirilen Selvi Sirken (*Atriplex nitens* Schkuhr)'in Ot Verimi ve Bazı Verim Ögeleri Üzerine Farklı Ekim ve Hasat Dönemlerinin Etkileri

Bilal KESKİN^{1*}, Süleyman TEMEL¹

¹Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Iğdır

*Sorumlu Yazar: bilalkeskin66@yahoo.com

Geliş Tarihi: 19.01.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.02.2022 Kabul Tarihi: 08.02.2022

Öz

Bu araştırma, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında kıraç şartlarda yetiştirilen Selvi sirken (*Atriplex nitens*)'in ot verimi ve bazı verim özelliklerine ekim zamanları (Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortası) ve hasat dönemlerinin (vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemi) etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2019 ve 2020 yıllarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada Selvi sirkenin bitki boyu, dal sayısı, ana sap kalınlığı, sap oranı, yaprak oranı, yaş ot verimi, kuru ot oranı ve kuru ot verimi belirlenmiştir. Araştırmada incelenen tüm özelliklere yıl, ekim zamanları ve hasat dönemlerinin etkileri önemli olmuştur. Araştırmanın birinci yılında ana sap kalınlığı, sap oranı ve kuru ot oranı, ikinci yılında ise bitki boyu, dal sayısı, yaprak oranı, yaş ot verimi ve kuru ot verimi daha yüksek bulunmuştur. Selvi sirkenin ilk ekim zamanı olan Mart ortasında ekilmesi bitki boyu, dal sayısı, ana sap kalınlığı, yaş ot verimi ve kuru ot veriminde artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Selvi sirkende hasat döneminin geciktirilmesiyle bitki boyu ve sap oranı artarken, yaprak oranında ise azalma olduğu belirlenmiştir. Selvi sirken çiçeklenme döneminde hasat edilmesi durumunda ana sap kalınlığı, yaş ot verimi, kuru ot oranı ve kuru ot verimi daha yüksek olmuştur. Yıl, ekim zamanı ve biçim dönemlerine göre yaş ot verimi 3146.3 ile 9989.3 kg /da, kuru ot verimi ise 920.4 ile 3602.4 kg/da arasında değişmiştir. Sonuç olarak bölge kuru şartlarında Selvi sirken'in Mart ortasında ekimlerinin yapılması ve çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilmesi durumunda daha yüksek yaş ve kuru ot alınacağı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Selvi sirken, *Atriplex nitens*, ot verimi, ekim zamanı, hasat dönemi

The Effects of Different Sowing and Harvest Periods on Herbage Yield and Some Yield Components of Mountain Spinach (*Atriplex nitens* Schkuhr) Grown in Rainfed Conditions

Abstract

This research was carried out in order to determine the effects of sowing times (Mid-March, late-March, early-April and mid-April) and harvest periods (end of vegetative period, beginning of flowering and full flowering period) on the herbage yield and some yield characteristics of mountain spinach (*Atriplex nitens*), which was grown in arid conditions in the experimental area of the Faculty of Agriculture of Iğdır University. The experiment was set up according to randomized complete block in split plots with three replications in 2019 and 2020. In the research, plant height, number of branches, main stem thickness, stem rate, leaf rate, fresh herbage yield, dry herbage ratio and dry herbage yield of mountain spinach were determined. The effects of the year, sowing times and harvest periods were significant on all the characteristics examined in the study. In the first year of the study, main stem thickness, stem ratio and dry herbage ratio were higher, in the second year, plant height, number of branches, leaf ratio, fresh herbage yield and dry herbage yield were found to be higher. It was determined that planting mountain spinach in the middle of March, which is the first planting time, caused increases in plant height, number of branches, main stem thickness, fresh herbage yield and dry herbage yield. It was determined that while the plant height and stem rate increased, there was a decrease in

the leaf rate in mountain spinach by delaying the harvest period. Main stem thickness, fresh herbage yield, dry herbage ratio and dry herbage yield were higher when mountain spinach was harvested during flowering period. According to the year, sowing time and cutting periods, the fresh herbage yield ranged between 3146.3 and 9989.3 kg/da, and the dry herbage yield ranged between 920.4 and 3602.4 kg/da. As a result, it has been determined that higher fresh and dry herbage yield will be obtained in the case of sowing the seeds of mountain spinach in mid-March and harvesting at the beginning of flowering under the rainfed conditions of the region.

Key words: Mountain spinach, *Atriplex nitens*, herbage yield, sowing time, harvest period

Giriş

Son yıllarda dünya nüfusundaki hızlı artışa bağlı olarak tarımsal ve hayvansal üretimin önemi gittikçe artmaktadır. Hayvansal üretiminin en önemli girdisi yem'dir. İhtiyaç duyulan yemler genellikle çayır mera alanlarından ve tarla ziraatı içerisinde yetiştirilen yem bitkilerinde sağlanmaktadır. Çayır mera alanlarının ıslah ve idaresine yeterince dikkat edilmediği takdirde bu alanlarda elde edilecek verimlerde de önemli düşüşler olabilmektedir. Diğer taraftan, iklim değişiklikleri, doğal afetler, ekim nöbeti sisteminin yeterince uygulanmaması, gübre kullanımı ve sulama sistemindeki yanlışlıklar, yağışlardaki düzensizlikler topraklarda tuzlulaşmaya ve alkalileşmeye neden olduğu ve bunun sonucu olarak da toprakların verimli bir şekilde kullanımını sınırlandırdığı görülmektedir (Türkeş, 2012). Bundan dolayı kurak, tuzlu ve alkali özelliklere sahip ekstrem toprak ve iklim şartlarında yetiştirilebilecek bitkilerin önemi gittikçe artmaktadır. Ekstrem toprak ve iklim şartlarında yetiştirilecek bitkiler üzerinde son zamanlarda önemli araştırmalar yapılmış ve önemli başarılar sağlanmıştır (Temel ve Keskin, 2019; Temel ve Keskin, 2020; Temel ve ark., 2020; Keskin ve ark., 2021; Temel ve ark., 2021).

Atriplex türleri Chenopodiaceae familyası üyeleridir. Dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde doğal olarak yetişen, çoğu kuraklığa ve tuza karşı oldukça dayanıklı olan 400'den fazla tür vardır (Tan ve Temel, 2012; Benzarti ve ark., 2013). Diğer taraftan *Atriplex* türlerinin protein içeriklerinin yüksek olması, hayvanlar için kaliteli yem kaynağı olması, farklı endüstriler için değerli bileşikler içermesi nedeniyle önem seviyesi yüksek bitkiler arasındadır (Koocheki, 2000; Murad, 2000; Acar ve Güncan, 2002; Aganga ve ark., 2003; Boughalleb ve ark., 2009; El Shaer, 2010; Awaad ve ark., 2012; Benzarti ve ark., 2013).

Atriplex nitens Güney Batı ve Orta Asya'da Türkiye'de ise Erzurum, Kars, Kayseri, Tokat ve Ankara illerinde doğal olarak bulunan tek yıllık otsu bir bitkidir (Acar ve Dursun, 2012; Anonim, 2021a). *Atriplex nitens* bitkisi yaygın olarak yabancı ot olarak bilinmesine rağmen insan gıdası ve hayvan

yemi olarak değerlendirilmektedir (Andrews, 1948; Acar ve Güncan, 2002; Redzic, 2006; Acar ve Dursun, 2012; Acar ve ark., 2017). *Atriplex nitens* su kıtlığı olan kurak, sıcak ve soğuk iklimler ve tuzlu topraklar gibi ekstrem toprak ve iklim şartlarına adaptasyon kabiliyeti yüksektir (Acar ve Güncan, 2002; Christman, 2003; Acar ve Dursun, 2012; Acar ve ark., 2019a). *Atriplex nitens*'in tuzlu alanlarda veriminin yüksek olduğu ve biogaz üretimi için ideal bir bitki olduğu belirlenmiştir (Akinshina ve ark., 2014a; Altikat and Alma, 2021). Yapılan bazı araştırmalarda *Atriplex nitens* bitkisinin yaş veriminin dekara 4000 kg'dan fazla olduğu, kuru madde ve ham protein içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Carlsson ve Clarke, 1983; Acar ve Güncan, 2002; Acar, 2012; Akinshina ve ark., 2014b).

Yapılan kaynak araştırmasında *Atriplex nitens* türü ile ilgili tuza dayanıklılık ve besin içeriği üzerine bazı çalışmaların olduğu, ancak kuru koşullarda ot üretimleri ile ilgili her hangi bir ekim ve hasat dönemlerinin belirlenmesine yönelik çalışma olmadığı görülmüştür. Mevcut araştırma ile *Atriplex nitens*'in kuru şartlarda ot verimlerinin belirlenmesinin yanı sıra en uygun ekim ve hasat dönemlerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma 2019 ve 2020 yıllarında olmak üzere 2 yıl süreyle İğdir Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Müdürlüğü deneme sahasında kuru şartlarda yürütülmüştür. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırma sahasının uzun yıllar iklim verilerine göre ortalama sıcaklık, toplam yağış ve nispi nem değerleri sırasıyla 12.4 °C, 265.4 mm ve %54.6 olarak kaydedilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2019 ve 2020 yıllarına ait ortalama sıcaklık, toplam yağış ve nispi nem değerleri ise sırasıyla 13.8 °C ve 13.7 °C, 162.4 mm ve 297.0 mm ve %57.3 ve %57.7 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021b). Toprak özellikleri değerlendirildiğinde, deneme alanının toprağının Killi-tınlı, hafif alkali, hafif tuzlu, kireçli, organik madde çok az, yarayıslı fosfor az ve potasyum içeriği ise çok fazla olduğu görülmüştür (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtsever, 1974; FAO,

1990). Selvi sirken tohumları Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan ACAR tarafından tedarik edilmiştir. Selvi sirken 10'ar gün aralıklarla olmak üzere 4 farklı ekim zamanında (Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortası) tohum ekimleri yapılmıştır. Selvi sirken 2019 yılında Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortası da sırasıyla 14.03.2019, 28.03.2019, 08.04.2019 ve 18.04.2019 tarihlerinde, 2020 yılında ise sırasıyla 21.03.2020, 31.03.2020, 10.04.2020 ve 20.04.2020 tarihlerinde tohum ekimleri yapılmıştır. Tohumlar her parselde 45 cm sıra aralığı ve 10 cm sıra üzeri olacak şekilde 5 sıra halinde ve 3-4 cm derinliğe düşecek şekilde ekilmişlerdir. Sıra üzerindeki her bir ocağa 2 tane tohum düşecek şekilde elle ekimleri yapılmıştır. Her bir parsel uzunluğu 4 metre ve parsel alanı 11.25 m² (5.0 m x 2.25 m) olarak ayarlanmıştır. Herhangi bir kimyasal ve organik gübre uygulaması yapılmamıştır.

Selvi sirken bitkilerinin vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme

olmak üzere 3 (üç) farklı hasat döneminde ot biçimleri yapılmıştır. Her bir parselde parsel başlarında 50 cm, parsel kenarlarında ise birer sıra kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra kalan bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yukarıdan olacak şekilde orakla biçilmiş ve yaş olarak tartılmıştır. Biçimi yapılan bitkilerden parseli temsil edecek şekilde 10 bitki üzerinde bitki boyu, ana sap kalınlığı ve ana dal sayıları belirlenmiştir. Seçilen 10 bitkinin yaprak ve sapsarı birbirinden ayrılarak yaprak ve sap oranları belirlenmiştir. Parseli temsil edecek 3 bitki seçilerek yaş olarak tartılmış ve ardından bu bitkiler 70 °C'ye ayarlı kurutma fırınlarında ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutularak kuru ot oranları belirlenmiştir. Belirlenen kuru ot oranları ile yaş ot verimlerinden faydalanılarak kuru ot verimleri belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler JMP (5.0.1) istatistik programına göre analiz edilerek varyasyon kaynaklarının önemlilik seviyeleri belirlenmiş (JMP, 2003) ve önemli çıkan ortalamalar LSD testine göre karşılaştırmaları yapılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü bölgeye ait bazı iklim verileri (Anonim, 2021b)

| Aylar | Sıcaklık (°C) | | | Yağış (mm) | | | Nem (%) | | |
|-----------|---------------|------|-------------------------|------------|-------|-------------------------|---------|------|-------------------------|
| | 2019 | 2020 | Uzun Yıllar (1978-2017) | 2019 | 2020 | Uzun Yıllar (1978-2017) | 2019 | 2020 | Uzun Yıllar (1978-2017) |
| Ocak | 0.6 | 0.0 | -3.1 | 12.3 | 7.3 | 13.1 | 69.3 | 65.2 | 66.5 |
| Şubat | 3.7 | 1.9 | 0.3 | 19.0 | 14.1 | 15.5 | 61.9 | 64.4 | 59.8 |
| Mart | 6.8 | 10.6 | 6.9 | 23.5 | 18.1 | 21.5 | 59.7 | 56.4 | 49.9 |
| Nisan | 12.1 | 11.7 | 13.4 | 25.1 | 83.6 | 37.9 | 56.9 | 64.8 | 49.0 |
| Mayıs | 19.9 | 18.6 | 17.6 | 25.9 | 76.1 | 48.9 | 51.2 | 55.0 | 51.1 |
| Haziran | 25.6 | 23.9 | 22.3 | 13.6 | 15.7 | 33.2 | 45.8 | 44.7 | 45.7 |
| Temmuz | 27.3 | 26.7 | 26.2 | 0.6 | 30.2 | 14.7 | 40.1 | 48.4 | 43.3 |
| Ağustos | 27.0 | 24.2 | 25.6 | 0.6 | 15.3 | 9.8 | 41.3 | 47.6 | 44.5 |
| Eylül | 19.9 | 23.5 | 20.7 | 15.4 | 1.4 | 10.3 | 53.6 | 47.7 | 48.9 |
| Ekim | 15.8 | 14.5 | 13.3 | 4.5 | 7.3 | 28.1 | 58.1 | 49.6 | 62.3 |
| Kasım | 4.3 | 7.2 | 5.9 | 9.5 | 7.3 | 19.4 | 70.1 | 67.0 | 65.7 |
| Aralık | 3.3 | 1.9 | -0.4 | 12.4 | 20.6 | 13.0 | 79.2 | 81.4 | 68.4 |
| Top./Ort. | 13.8 | 13.7 | 12.4 | 162.4 | 297.0 | 265.4 | 57.3 | 57.7 | 54.6 |

Çizelge 2. Araştırmanın yürütüldüğü topraklara ait bazı özellikler

| Bünye | pH | EC (ds/m) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | N (kg/da) | P (ppm) | K (ppm) |
|-------------|--------------|-------------|-----------|-------------------|-----------|---------|-----------|
| Killi-Tınlı | 7.51 | 3.44 | 1.32 | 0.61 | 0.03 | 5.53 | 550 |
| | Hafif alkali | Hafif tuzlu | Kireçli | Çok az | Çok az | Az | Çok fazla |

Bulgular ve Tartışma

Bitki Boyu

Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin bitki boylarındaki değişimler Çizelge 3'de verilmiştir. Ekim zamanları ve hasat dönemleri ortalamalarına göre yıllar arasındaki bitki boylarında önemli farklılıklar görülmüştür. Araştırmanın birinci yılında 258.7 cm, ikinci yılında

ise 269.4 cm bitki boyu ölçülmüştür. Araştırmanın ikinci yılında özellikle Mart, Nisan ve Mayıs aylarındaki yağış miktarlarının yüksek olması (Çizelge 1) bitki boylarının daha uzun olmasına neden olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim yağış bitkilerde vejetatif aksamın gelişmesine ve bitki boylarında önemli artışa neden olan önemli bir iklim faktörüdür. Yıl ve hasat dönemlerinin

ortalamasına göre Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla 278.9 cm, 272.9 cm, 260.0 cm ve 244.5 cm bitki boyu ölçülmüştür. En yüksek bitki boyu ilk ekim zamanı olan Mart ortasında tohum ekimleri yapılan Selvi sirken bitkilerinde ölçülmüştür. Ekim zamanlarının geciktirilmesi bitki boylarında da düşmelere neden olmuştur. Erken ekimlere göre geç ekimlerde artan hava sıcaklıkları bitkilerin strese girmesine neden olarak yeterli bir vejetatif gelişme göstermeden daha erken bir dönemde generatif aşamaya geçmelerine, bu da bitkilerin boylanmalarının daha düşük olmasına neden olmuş olabilir. Yıl ve ekim zamanlarının ortalamasına göre vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönelerinde sırasıyla 220.5 cm, 282.0 cm ve 289.7 cm bitki boyları ölçülmüştür. İlk hasat döneminde bitki boyları daha kısa ölçülürken, hasat döneminin gecikmesiyle bitki boylarında önemli artışlar olmuştur. Bu durum hasatlara göre erken hasatlarda bitkilerin ortam koşullarından daha az istifade etmiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek bitki boyu 325.6 cm ile denemenin ikinci yılında (2020 yılı), ilk ekim

zamanı (Mart ortası) ve ikinci hasat dönemi (çiçeklenme başlangıcı)'nde ölçülmüştür. En düşük bitki boyu ise 205.7 cm ile denemenin ikinci yılında (2020 yılı), son ekim zamanı (Nisan ortası) ve ilk hasat dönemi (vejetatif dönem sonu)'nde ölçülmüştür. Yapılan çalışmalarda *Atriplex nitens*'in bitki boyunu çiçeklenme döneminde 161 cm (Acar ve Güncan, 2002), ekim zamanlarına bağlı olarak ise Acar ve ark. (2019a) 40.35 cm ile 70.37 cm arasında, Rabbimov ve ark. (2011) 144.0 cm ve Toderich ve Tsukatania (2007) 121-180 cm olarak belirlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*'in bitki boyu farklı ekoloji, ekim zamanı ve biçim dönemlerine göre önemli oranda değiştiği görülmektedir. Diğer ekolojilere göre, Iğdır ekolojisinde yürütülen çalışmada *Atriplex nitens*'in bitki boyları daha yüksek olmuştur. Bu da bitkinin halofit ve kserofit olmasından dolayı, bölgenin iklim ve toprak koşullarına daha iyi bir uyum göstermiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim halofit ve kserofit bitkiler diğer kültür bitkilerinin iyi bir şekilde gelişme gösteremediği ortamlarda daha iyi bir gelişme göstererek, ortam koşullarını kendi lehlerine kullanabilmektedirler.

Çizelge 3. Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre selvi sirkenin bitki boyu (cm) ve dal sayıları (adet/bitki)

| Yıl (Y) | Ekim zamanı (EZ) | Bitki boyu | | | | Yıl Ort. | Dal sayısı | | | | Yıl Ort. |
|---------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|---------|----------|----------------------|-------------------------|----------------|--------|----------|
| | | Hasat Dönemi (HD) | | | | | Hasat Dönemi (HD) | | | | |
| | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | | |
| 2019 | EZ-1 | 217.9 jk | 306.8 b-d | 296.8 c-f | 258.7 b | EZ-1 | 31.9 h | 32.5 h | 32.8 h | 29.1 b | |
| | EZ-2 | 219.4 jk | 289.9 d-f | 299.0 b-r | | EZ-2 | 29.1 ı | 32.9 h | 28.5 ı | | |
| | EZ-3 | 230.4 j | 255.8 ı | 267.1 hı | | EZ-3 | 28.2 ij | 26.8 jk | 28.8 ı | | |
| | EZ-4 | 218.0 jk | 214.4 jk | 288.2 e-g | | EZ-4 | 26.3 kl | 22.7 m | 29.1 ı | | |
| 2020 | EZ-1 | 231.8 j | 325.6 a | 294.4 c-f | 269.4 a | EZ-1 | 28.9 ı | 45.0 a | 37.0 g | 36.5 a | |
| | EZ-2 | 224.7 j | 314.5 ab | 290.1 d-f | | EZ-2 | 26.4 kl | 43.1 bc | 39.6 ef | | |
| | EZ-3 | 216.4 jk | 280.3 f-h | 309.9 a-c | | EZ-3 | 25.7 kl | 41.1 de | 44.6 ab | | |
| | EZ-4 | 205.7 k | 267.9 hı | 271.8 g-ı | | EZ-4 | 24.3 kl | 39.2 f | 42.7 cd | | |
| HD Ort. | | 220.5 c | 282.0 b | 289.7 a | HD Ort. | 27.7 b | 35.4 a | 35.4 a | | | |
| EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | | EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | |
| EZ-1 | 278.9 a | Y | 7.0* | | EZ-1 | 34.7 a | Y | 1.1** | | | |
| EZ-2 | 272.9 a | EZ | 6.9** | | EZ-2 | 33.3 b | EZ | 0.5** | | | |
| EZ-3 | 260.0 b | Y x Ez int. | 9.7 öd | | EZ-3 | 32.5 c | Y x Ez int. | 0.8** | | | |
| EZ-4 | 244.5 c | HD | 6.2** | | EZ-4 | 30.8 d | HD | 0.6** | | | |
| | | Y x HD int. | 8.8** | | | | Y x HD int. | 0.8** | | | |
| | | EZ x HD int. | 12.5** | | | | EZ x HD int. | 1.2** | | | |
| | | Y x EZ x HD int. | 17.7** | | | | YxEZxHD int. | 1.7** | | | |

EZ-1: Mart ortası, EZ-2: Mart sonu, EZ-3: Nisan başı, EZ-4: Nisan ortası

** : p>0.01, öd: önemli değil, aynı harflerle gösterilen veriler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Dal Sayısı

Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin dal sayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Selvi sirkenin dal sayısında yıllara göre farklılıklar gözlenmiştir. Araştırmanın birinci yılında bitki başına 29.1 adet dal sayısı elde edilirken, ikinci yılda dal sayısı 36.5 adet olmuştur (Çizelge 3). Dal

sayısındaki bu önemli artışın ikinci yıldaki yağışların fazla olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Ekim zamanlarının geciktirilmesiyle dal sayısında da düşüşler görülmüştür. Birinci ekim zamanı olan Mart ortasındaki ekimlerde 34.7 adet dal sayısı elde edilirken, en son ekim zamanı olan Nisan ortası ekimlerde dal sayısı 30.8 adete kadar

düşmüştür. İlk hasat dönemi olan vejetatif dönem sonunda dal sayısı 27.7 adet olurken, ikinci ve üçüncü hasat dönemlerindeki dal sayıları 35.4 adet olduğu görülmüştür. Üç faktörün birlikte etkileri sonucu en yüksek dal sayısı 2020 yılında ilk ekim zamanında ve çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilen bitkilerde 45.0 adet olarak elde edilirken, en düşük dal sayısı ise birinci yılda en son ekim zamanı ve çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerde 22.7 adet olarak belirlenmiştir.

Ana Sap Kalınlığı

Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin ana sap kalınlıkları Çizelge 4’de verilmiştir. Yıllara göre Selvi sirkenin ana sap kalınlığında önemli farklar olmuştur. Birinci yıldaki ana sap kalınlığı (16.6 mm) ikinci yıla (15.3 mm) göre daha kalın olmuştur. İkinci yıldaki yağışların fazla olması bitki boylarında artışlara ve dolaylı olarak da ana sap kalınlıklarında azalmaya neden

olduğu tahmin edilmektedir (Keskin ve ark., 2019). Ekim zamanlarının geciktirilmesi sonucu bitkinin ana sap kalınlıklarında azalmalar olmuştur. Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla 17.0 mm, 16.9 mm, 15.3 mm ve 14.6 mm ana sap kalınlıkları belirlenmiştir. Hasat dönemleri olan vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönelerinde sırasıyla 15.2 mm, 16.4 mm ve 14.2 mm ana sap kalınlıkları ölçülmüştür. Son hasat döneminde saplar daha ince (14.2 mm) ölçülürken, ikinci hasat dönemi olan çiçeklenme başlangıcında ise saplar en kalın (16.4 mm) olarak ölçülmüştür. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*’in ana sap kalınlıkları 13.0 mm (Acar ve Güncan, 2002) ve 6.77 ile 8.98 mm arasında (Acar ve ark., 2019a) belirlenmiştir. *Atriplex nitens*’in ana sap kalınlıklarının farklı ekoloji, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre değiştiği belirlenmiştir (Acar ve Güncan, 2002; Acar ve ark., 2019a; Acar ve ark., 2019b).

Çizelge 4. Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre selvi sirkenin ana sap kalınlığı (mm) ve sap oranı (%)

| Yıl (Y) | Ekim zamanı (EZ) | Ana sap kalınlığı | | | Yıl Ort. | Sap oranı | | | Yıl Ort. |
|---------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|----------|----------------------|-------------------------|----------------|----------|
| | | Hasat Dönemi (HD) | | | | Hasat Dönemi (HD) | | | |
| | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | |
| 2019 | EZ-1 | 17.0 | 18.6 | 18.4 | 16.6 a | EZ-1 | 58.6 j | 72.7 de | 76.4 ab |
| | EZ-2 | 16.8 | 17.9 | 18.6 | | EZ-2 | 59.4 j | 74.3 b-d | 76.4 a |
| | EZ-3 | 15.5 | 16.0 | 16.0 | | EZ-3 | 63.0 gh | 73.5 c-e | 73.3 c-e |
| | EZ-4 | 14.2 | 13.6 | 15.9 | | EZ-4 | 53.9 k | 68.1 f | 72.0 e |
| 2020 | EZ-1 | 15.4 | 16.5 | 15.9 | 15.3 b | EZ-1 | 61.7 hi | 61.9 hi | 75.7 ab |
| | EZ-2 | 16.1 | 17.0 | 15.4 | | EZ-2 | 59.4 j | 67.5 f | 76.3 ab |
| | EZ-3 | 13.5 | 16.1 | 14.4 | | EZ-3 | 59.9 ij | 67.1 f | 76.3 ab |
| | EZ-4 | 13.1 | 15.3 | 15.2 | | EZ-4 | 60.1 ij | 64.1 g | 74.8 a-c |
| HD Ort. | | 15.2 b | 16.4 a | 14.2 c | HD Ort. | 59.5 c | 68.6 b | 75.1 a | |
| EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | |
| EZ-1 | 17.0 a | Y | | 0.6** | EZ-1 | 67.8 a | Y | | 1.1* |
| EZ-2 | 16.9 a | EZ | | 0.8** | EZ-2 | 68.9 a | EZ | | 1.2** |
| EZ-3 | 15.3 b | Y x Ez int. | | 1.1 öd | EZ-3 | 68.8 a | Y x Ez int. | | 1.7** |
| EZ-4 | 14.6 b | HD | | 0.5** | EZ-4 | 65.5 b | HD | | 0.7** |
| | | Y x HD int. | | 0.7** | | | Y x HD int. | | 1.0** |
| | | EZ x HD int. | | 1.0 öd | | | EZ x HD int. | | 1.5** |
| | | Y x EZ x HD int. | | 1.4 öd | | | YxEZxHD int. | | 2.1** |

EZ-1: Mart ortası, EZ-2: Mart sonu, EZ-3: Nisan başı, EZ-4: Nisan ortası

** : p>0.01, * : p>0.05, aynı harflerle gösterilen veriler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Sap Oranı

Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin sap oranlarındaki değişimler Çizelge 4’de verilmiştir. Yıllara göre sap oranlarında önemli farklılıklar olmuştur. Araştırmanın birinci yılında sap oranı %68.5 olurken, ikinci yıldaki sap oranı %67.1 elde edilmiştir. Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında tohum ekimlerinin yapılmasıyla sırasıyla %67.8, %68.9, %68.8 ve %65.5 sap oranları elde edilmiştir. İlk üç ekim zamanındaki sap oranlarında önemli farklılıklar görülmezken, en son ekim zamanı olan Nisan ortası

ekimlerde sap oranında azalma olmuştur. Vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönelerinde sırasıyla %59.5, %68.6 ve %75.1 oranında sap elde edilmiştir. Ekim zamanlarının geciktirilmesiyle sap oranlarında da artışlar olduğu belirlenmiştir. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek sap oranı %76.4 ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), ikinci ekim zamanında (Mart sonu) ve üçüncü hasat döneminde (Tam çiçeklenme) elde edilmiştir. En düşük sap oranı ise %58.6 ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), ilk

ekim zamanında (Mart ortası) ve ilk hasat döneminde (vejetatif dönem sonu) ölçülmüştür. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*'in sap oranı %53.8 olarak belirlenmiştir (Acar ve Güncan, 2002). Diğer *Atriplex* türlerinde sap oranları %25.4 ile %72.6 olarak belirlenmiştir (van Niekerk ve ark., 2009). Sap oranları bitki türüne, ekolojilere ve hasat zamanlarına bağlı olarak farklı olabilmektedir (Acar ve Güncan, 2002; van Niekerk ve ark., 2009; Acar ve ark., 2019b).

Yaprak Oranı

Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin sap oranları Çizelge 5'de verilmiştir. Yıllara göre yaprak oranlarında önemli farklılıklar olmuştur. Araştırmanın birinci yılında daha düşük yaprak oranı (%31.5) elde edilirken, ikinci yılda ise daha yüksek yaprak oranı (%32.9) elde edilmiştir. Tohum ekim zamanlarına göre Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla %32.2, %31.1, %31.2 ve %34.5 yaprak oranları elde edilmiştir. İlk üç ekim zamanındaki sap oranlarında önemli değişimler olmazken, son ekim zamanı olan

Nisan ortası ekimlerde yaprak oranında önemli bir artma meydana gelmiştir. Vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde sırasıyla %40.5, %31.4 ve %24.9 yaprak oranı elde edilmiştir. Ekim zamanlarının geciktirilmesiyle yaprak oranlarında önemli azalmalar görülmüştür. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek yaprak oranı %46.1 ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), dördüncü ekim zamanında (Nisan ortası) ve birinci hasat döneminde (vejetatif dönem sonu) elde edilmiştir. En düşük yaprak oranı ise %23.6 ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), ikinci ekim zamanında (Mart sonu) ve üçüncü hasat döneminde (tam çiçeklenme) belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*'in yaprak oranı %46.2 olarak belirlenmiştir (Acar ve Güncan, 2002). Diğer *Atriplex* türlerinde yaprak oranları %27.4 ile %74.6 olarak belirlenmiştir (van Niekerk ve ark., 2009). Yaprak oranları bitki türüne, ekolojilere ve hasat zamanlarına bağlı olarak farklı olabilmektedir (Acar ve Güncan, 2002; van Niekerk ve ark., 2009; Acar ve ark., 2019b).

Çizelge 5. Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre selvi sirkenin yaprak oranı (%) ve yaş ot verimi (kg/da)

| Yıl (Y) | Ekim zamanı (EZ) | Yaprak oranı | | | | Yaş ot verimi | | | | |
|---------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|----------|----------------------|-------------------------|----------------|------------|----------|
| | | Hasat Dönemi (HD) | | | Yıl Ort. | Hasat Dönemi (HD) | | | Yıl Ort. | |
| | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | | |
| 2019 | EZ-1 | 41.4 b | 27.3 gh | 23.7 jk | 31.5 b | EZ-1 | 7609.0 d | 8833.0 b | 3657.7 m | 5303.1 b |
| | EZ-2 | 40.6 b | 25.7 h-j | 23.6 k | | EZ-2 | 6064.5 g-ı | 6502.8 fg | 3810.2 lm | |
| | EZ-3 | 37.0 de | 26.5 g-ı | 26.7 g-ı | | EZ-3 | 4213.0 l | 6288.6 gh | 5075.3 k | |
| | EZ-4 | 46.1 a | 31.9 f | 28.0 g | | EZ-4 | 4218.2 l | 4218.8 l | 3146.3 n | |
| 2020 | EZ-1 | 38.3 cd | 38.1 cd | 24.3 jk | 32.9 a | EZ-1 | 8282.1 c | 9989.8 a | 5925.9 hı | 6907.7 a |
| | EZ-2 | 40.6 b | 32.5 f | 23.7 jk | | EZ-2 | 8736.1 bc | 7224.4 de | 5767.6 ij | |
| | EZ-3 | 40.1 bc | 32.9 f | 23.7 jk | | EZ-3 | 7314.2 de | 6031.8 g-ı | 5790.8 h-ı | |
| | EZ-4 | 39.3 bc | 35.9 e | 25.2 ı-k | | EZ-4 | 6878.7 ef | 5606.8 ij | 5344.4 jk | |
| HD Ort. | | 40.5 a | 31.4 b | 24.9 c | | HD Ort. | 6664.5 a | 6837.0 a | 4814.8 b | |
| EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | |
| EZ-1 | 32.2 b | Y | 1.1* | | EZ-1 | 7382.9 a | Y | 322.6** | | |
| EZ-2 | 31.1 b | EZ | 1.2** | | EZ-2 | 6350.9 b | EZ | 372.9** | | |
| EZ-3 | 31.2 b | Y x Ez int. | 1.7** | | EZ-3 | 5785.6 c | Y x Ez int. | 527.3 öd | | |
| EZ-4 | 34.5 a | HD | 0.7** | | EZ-4 | 4902.2 d | HD | 177.9** | | |
| | | Y x HD int. | 1.0** | | | | Y x HD int. | 251.5** | | |
| | | EZ x HD int. | 1.5** | | | | EZ x HD int. | 355.7** | | |
| | | Y x EZ x HD int. | 2.1** | | | | YxEZxHD int. | 503.1** | | |

EZ-1: Mart ortası, EZ-2: Mart sonu, EZ-3: Nisan başı, EZ-4: Nisan ortası

** : p>0.01, * : p>0.05, aynı harflerle gösterilen veriler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Yaş Ot Verimi

Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin yaş ot verimleri Çizelge 5'de verilmiştir. Yıllara göre yaş ot verimindeki değişim önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında dekara 5303.1 kg yaş ot verimi elde edilirken, ikinci yılında daha yüksek yaş ot verimi (6907.7 kg) elde edilmiştir. İkinci yılında özellikle Mart, Nisan ve Mayıs aylarındaki yağış miktarlarının yüksek olması

(Çizelge 1) bitki gelişmesini daha fazla teşvik ettiği ve dolayısı ile yaş ot veriminin daha yüksek olmasına neden olduğu tahmin edilmektedir. Ekim zamanları olan Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla 7382.9 kg/da, 6350.9 kg/da, 5785.6 kg/da ve 4902.2 kg/da yaş ot verimleri elde edilmiştir. En fazla yaş ot verimi ilk ekim zamanı olan Mart ortasında elde edilirken, en düşük yaş ot verimi son ekim zamanı olan Nisan

ortasında tohum ekimleri yapılan bitkilerde elde edilmiştir. Erken ekimlerde bitkiler ortam koşullarından daha fazla istifade ederek daha yüksek bir boylanma ve sap kalınlığına, bu da daha yüksek verimlerin oluşmasına neden olmuş olabilir. Ekim zamanlarının geciktirilmesinin yaş ot verimlerinde de düşmelere neden olduğu görülmüştür. Hasat dönemleri olan vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenmede sırasıyla 6664.5 kg/da, 6837.0 kg/da ve 4814.8 kg/da yaş ot verimleri alınmıştır. İlk hasat dönemine göre ikinci hasat döneminde yaş ot verimi daha yüksek elde edilirken, hasat döneminin tam çiçeklenmeye kadar geciktirilmesi yaş ot veriminde azalma görülmüştür. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek yaş ot verimi 9989.8 kg/da ile denemenin ikinci yılında (2020 yılı), ilk ekim zamanı (Mart ortası) ve ikinci hasat döneminde (çiçeklenme başlangıcı) elde edilmiştir. En düşük yaş ot verimi ise 3146.3 kg/da ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), son ekim zamanı (Nisan ortası) ve son hasat döneminde (tam çiçeklenme) elde edilmiştir. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*'in yaş ot verimi 2100 ile 1900 kg/da arasında olduğu belirlenmiştir (Toderich and Tsukatania, 2007). İlgili ekolojik şartlarında yürütülen araştırmada ise daha önceki araştırmaların belirlediği yaş ot veriminden oldukça fazla yaş ot verimi belirlenmiştir. Bu durum ekolojik şartlara göre bitki gelişmesinde önemli farkların olabileceğini göstermektedir.

Kuru Ot Oranı

Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine Selvi sirkenin kuru ot oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Kuru ot oranlarında yıllara göre önemli değişimler görülmüştür. Araştırmanın birinci yılında daha yüksek kuru ot oranı (%33.3) elde edilirken, ikinci yılda daha düşük kuru ot oranı (%31.4) elde edilmiştir. Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla %32.2, %32.9, %32.3 ve %31.9 kuru ot oranları bulunmuştur. En yüksek kuru ot oranı ikinci ekim zamanı olan Mart sonunda tohum ekimleri yapılan Selvi sirken bitkilerinde bulunurken, diğer ekim zamanlarında belirlenen kuru ot oranları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönelerinde sırasıyla %22.2, %37.7 ve %37.1 kuru ot oranları belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü hasat dönemlerine göre, ilk hasat döneminde kuru ot oranı düşük bulunmuştur. En yüksek kuru ot oranı çiçeklenme başlangıcında hasat edilen bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerinin birlikte etkileri sonucu en yüksek kuru ot oranı %40.3 ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), dördüncü ekim zamanı (Nisan ortası) ve ikinci hasat döneminde (çiçeklenme başlangıcı) belirlenmiştir. En düşük kuru ot oranı ise %19.7 ile denemenin ikinci yılında (2020 yılı), ikinci ekim zamanı (Mart sonu) ve ilk hasat döneminde (vejetatif dönem sonu) bulunmuştur.

Çizelge 6. Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre selvi sirkenin kuru ot oranı (%) ve kuru ot verimi (kg/da)

| Yıl (Y) | Ekim zamanı (EZ) | Kuru ot oranı | | | | Yıl Ort. | Kuru ot verimi | | | |
|---------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|----------|----------|----------------------|-------------------------|----------------|----------|
| | | Hasat Dönemi (HD) | | | | | Hasat Dönemi (HD) | | | |
| | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | Yıl Ort. | | Vejetatif dönem sonu | Çiçeklenme başlangıcı | Tam çiçeklenme | Yıl Ort. |
| 2019 | EZ-1 | 21.1 ı | 38.1 bc | 38.2 bc | 33.3 a | EZ-1 | 1606.0 jk | 3365.7 b | 1395.4 lm | |
| | EZ-2 | 21.8 hı | 39.9 a | 39.7 a | | EZ-2 | 1324.3 mn | 2596.8 cd | 1511.0 kl | |
| | EZ-3 | 22.6 h | 40.1 a | 38.2 bc | | EZ-3 | 950.3 o | 2521.3 d | 1941.1 f | |
| | EZ-4 | 21.8 hı | 40.3 a | 37.6 c | | EZ-4 | 920.4 o | 1699.2 ij | 1181.0 n | |
| 2020 | EZ-1 | 21.6 hı | 36.0 d | 38.1 bc | 31.4 b | EZ-1 | 1789.4 f-ı | 3602.4 a | 2258.0 e | |
| | EZ-2 | 19.7 j | 37.1 cd | 39.3 ab | | EZ-2 | 1724.1 ij | 2683.8 c | 2268.7 e | |
| | EZ-3 | 24.2 g | 35.9 d | 32.7 f | | EZ-3 | 1763.7 g-ı | 2166.7 e | 1891.5 f-h | |
| | EZ-4 | 24.7 g | 34.2 e | 32.8 f | | EZ-4 | 1697.0 ij | 1914.6 fg | 1749.4 h-j | |
| HD Ort. | | 22.2 c | 37.7 a | 37.1 b | HD Ort. | 1471.9 c | 2568.8 a | 1774.5 b | | |
| EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | | | EZ Ort | | LSD değeri ve Önemlilik | | |
| EZ-1 | 32.2 b | Y | 0.7** | | EZ-1 | 2336.1 a | Y | 115.2** | | |
| EZ-2 | 32.9 a | EZ | 0.5** | | EZ-2 | 2018.1 b | EZ | 111.7** | | |
| EZ-3 | 32.3 b | Y x Ez int. | 0.8** | | EZ-3 | 1872.4 c | Y x Ez int. | 157.9** | | |
| EZ-4 | 31.9 b | HD | 0.4** | | EZ-4 | 1526.9 d | HD | 54.9** | | |
| | | Y x HD int. | 0.6** | | | | Y x HD int. | 77.6** | | |
| | | EZ x HD int. | 0.9** | | | | EZ x HD int. | 109.7** | | |
| | | Y x EZ x HD int. | 1.2** | | | | YxEZxHD int. | 155.2** | | |

EZ-1: Mart ortası, EZ-2: Mart sonu, EZ-3: Nisan başı, EZ-4: Nisan ortası

** : p>0.01, * : p>0.05, aynı harflerle gösterilen veriler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Kuru Ot verimi

Farklı yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin kuru ot verimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Yıllara göre kuru ot verimindeki değişim önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında dekara 1751.0 kg kuru ot verimi elde edilirken, ikinci yılında daha yüksek kuru ot verimi (2125.8 kg) elde edilmiştir. İkinci yılında özellikle Mart, Nisan ve Mayıs aylarındaki yağış miktarlarının yüksek olması (Çizelge 1) bitki gelişmesini daha fazla teşvik ettiği ve dolayısı ile kuru ot veriminin daha yüksek olmasına neden olduğu tahmin edilmektedir. Ekim zamanları olan Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortasında sırasıyla 2336.1 kg/da, 2018.1 kg/da, 1872.4 kg/da ve 1526.9 kg/da kuru ot verimleri elde edilmiştir. En fazla kuru ot verimi ilk ekim zamanı olan Mart ortasında elde edilirken, en düşük kuru ot verimi son ekim zamanı olana Nisan ortasında tohum ekimleri yapılan bitkilerde elde edilmiştir. Ekim zamanlarının geciktirilmesi ile kuru ot verimlerinde de düşmelere neden olduğu görülmüştür.

Hasat dönemleri olan vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenmede sırasıyla 1471.9 kg/da, 2568.8 kg/da ve 1774.5 kg/da kuru ot verimleri alınmıştır. İlk hasat dönemine göre ikinci hasat döneminde kuru ot verimi daha yüksek elde edilirken, hasat döneminin tam çiçeklenmeye kadar geciktirilmesi kuru ot veriminde azalma görülmüştür. Yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerinin birlikte etkileri sonucu en yüksek kuru ot verimi 3602.4 kg/da ile denemenin ikinci yılında (2020 yılı), ilk ekim zamanı (Mart ortası) ve ikinci hasat döneminde (çiçeklenme başlangıcı) elde edilmiştir. En düşük kuru ot verimi ise 920.4 kg/da ile denemenin birinci yılında (2019 yılı), son ekim zamanı (Nisan ortası) ve ilk hasat döneminde (vejetatif dönem sonu) elde edilmiştir. Yapılan araştırmalarda *Atriplex nitens*'in kuru ot verimi 910 ile 969 kg/da arasında (Toderich ve Tsukatania, 2007), 714 kg/da (Rabbimov ve ark., 2011) olduğu belirlenmiştir. İğdir ekolojik şartlarında yürütülen araştırmada ise daha önceki araştırmaların belirlediği kuru ot veriminden oldukça fazla kuru ot verimi belirlenmiştir. Bu durum ekolojik şartlara göre bitki gelişmesinde önemli farkların olabileceğini göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

İğdir ekolojik şartlarında yürütülen araştırmada Selvi sirkenin ekim zamanları ve hasat dönemlerinin ot verimi ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Selvi sirkenin ot verimi ve verim öğeleri üzerine yıl, ekim zamanları ve hasat dönemlerinin etkileri önemli bulunmuştur. Araştırma süresince ölçülen iklim verilerinde önemli değişkenlerin olması elde edilen değerler

üzerine etkili olmuştur. Selvi sirken'in verim değerlerinin (yaş ve kuru ot) yüksek elde edilebilmesi için ilkbahar döneminde Mart ortasında ekilmesi gerektiği belirlenmiştir. Mart ortasında tohum ekimlerinin yapılması aynı zamanda bitki boyu, dal sayısı ve ana sap kalınlığının da yüksek olmasına neden olmuştur. Hasat dönemlerinin tam çiçeklenmeye kadar geciktirilmesiyle bitki boyu ve sap oranı artarken, yaprak oranında azalmaya neden olmuştur. Ana sap kalınlığı, yaş ot verimi, kuru ot oranı ve kuru ot verimleri ise Selvi sirkenin çiçeklenme döneminde yapılan hasatlarda daha yüksek değerler elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre İğdir ekolojik şartlarında Selvi sirkenin Mart ortasında tohum ekimlerinin yapılması ve çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilmesi durumunda daha yüksek yaş ve kuru ot alınacağı belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Kaynaklar

- Acar, R. 2012. Yaprakları sebze olarak tüketilen *Atriplex nitens* Schkuhr.'in farklı hasat zamanlarındaki verimi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı. s: 55-59.
- Acar, R. ve Dursun, S. 2012. Importance and agricultural usage of *Atriplex nitens* Schkuhr. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*. 2(3): 173-176.
- Acar, R. ve Güncan, A. 2002. Kaba yem olarak değerlendirilebilecek bazı yabancı ot karakterindeki bitkilerin morfolojik özellikleri ve ham protein oranlarının belirlenmesi. *S.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 16(29): 79-83.
- Acar, R., Kayak, N., Dal, Y., Kal, Ü., Seymen, M., Koç, N. ve Türkmen, Ö. 2019a. Farklı Ekim Zamanlarının Dağ İspanağının (*Atriplex hortensis* = *Atriplex nitens*) Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 9(2): 81-84.
- Acar, R., Özköse, A., Kahraman, O., Özbilgin, A., Özcan, M.M. ve Özcan, M.M. 2019b. Determination of some plant characteristics and feed value of drought-resistant mountain swan (*Atriplex nitens*). *Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen*, 24(2): 94-96.
- Acar, R., Özköse, A. ve Koç, N. 2017. Selvi sirkenin (*Atriplex nitens* Schkuhr) alternatif kullanım

- potansiyelinin araştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 6 (2): 18-22.
- Aganga, A.A., Mthetho, J.K., Tshwenyane, S. 2003. *Atriplex nummularia* (Old man saltbush): A potential forage crop for arid regions of Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2 (2): 72-75.
- Akinshina, N., Toderich, K., Azizova, A., Saito, L. ve Ismail, S. 2014a. Halophyte biomass, a promising source of renewable energy. *Journal of Arid Land Studies*, 24(1): 231-235.
- Akinshina, N., Toderich, K., Vereshagina, N. ve Nishonov, B. 2014b. Salt-tolerant plants for soil salinity control, sustainable fodder and bioenergy production in Central Kyzylkum. Innovation for sustainability and food security in arid and semiarid lands. 2. International Conference on Arid Land Studies. Abstract Book p: 9.
- Altikat, A. ve Alma, M.H. 2021. Application of new hybrid models based on artificial neural networks for modeling pyrolysis yields of *Atriplex nitens* S. *The International Journal of Energy Research*, 2021: 1-17.
- Andrews, A.C. 1948. Orach as the spinach of the classical period. *A Journal of History of Science Society*, 39(3):169-172.
- Anonim, 2021a. *Atriplex nitens* Schkuhr. TUBİVES. http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=1896, (Erişim tarihi: 26.10.2021).
- Anonim, 2021b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Awaad, A.S., Maitland, D.J., Donia, A.E.R.M., Alqasoumi, S.I., Soliman, G.A. 2012. Novel flavonoids with antioxidant activity from a Chenopodiaceae plant. *Pharmaceutical Biol* 50: 99-104.
- Benzarti, M., Ben Rejeb, K., Debez, A. ve Abdelly, C. 2013. Environmental and economical opportunities for the valorisation of the genus *Atriplex*: New Insights. In: Hakeem K, Ahmad P, Ozturk M, (eds) *Crop Improvement*. Springer, Boston, MA.
- Boughalleb, N., Trabelsi, L. ve Harzallah-Skhiri, F. 2009. Antifungal activity from polar and non-polar extracts of some Chenopodiaceae wild species growing in Tunisia. *Natural Product Research*, 23: 988-997.
- Carlsson, R., Clarke, E.M.W. 1983. *Atriplex hortensis* L. as a leafy vegetable, and as a leaf protein concentrate plant. *Plant Foods for Human Nutrition* 33: 127-133.
- Christman, S. 2003. *Atriplex hortensis*. www.floridata.com/ref/a/atri_hor.cfm (Erişim Tarihi: 22.02.2012).
- El Shaer, H.M. 2010. Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region. *Small Ruminant Research*, 91:3–12.
- FAO, 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international study, FAO Soil Bulletin, No: 63, Rome
- Keskin, B., Akdeniz, H., Temel, S. ve Hosaflioglu, İ. 2019. Farklı Sulama Sistemleri ve Sulama Seviyelerinin Silajlık Mısır Üretiminin (*Zea mays* L.) Verimi Üzerine Etkileri. Umteb 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, 11-12 Nisan 2019, Iğdır Üniversitesi, Iğdır – Türkiye. ISBN – 978-605-7875-36-5, pp: 216-226.
- Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S. ve Tosun, R. 2021. Bazı horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (1): 11-19.
- Koocheki, A. 2000. Potential of saltbush (*Atriplex* spp.) as a fodder shrub for the arid lands of Iran. pp: 178-183. In: (Eds) Gintzburger, G, Bounejmate M, Nefzaoui A, 2000. Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones 27 Oct-2 Nov 1996, vol: I, Hammamet, Tunisia.
- Murad, N. 2000. A study on the syrian steppe and forage shrubs. pp: 109-121. In: (Eds) Gintzburger, G, Bounejmate M, Nefzaoui A, 2000. Fodder shrub development in arid and semi-arid zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones 27 Oct-2 Nov 1996, vol: I, Hammamet, Tunisia.
- Rabbimov, A., Bekchanov, B. ve Mukimov, T. 2011. Chemical composition and palatability of some species of halophytes. *Arid Ecosystems*, 1(2): 104-109.
- Redzic, S.J. 2006 Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovia. *Ecology of Food and Nutrition*, 45: 189-232.
- Richards, L.A. 1954. Origin and nature of saline and alkali soil, In: Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. Agricultural Handbook No: 60, USDA, Washington, D.C., USA, 1-6.
- JMP, 2003. JMP 5.0.1, A Business Unit of SAS, Cary, NC.
- Tan, M. ve Temel, S. 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No: 246.
- Temel, S. ve Keskin, B. 2019. Annual evaluation of nutritional values of *Salsola ruthenica*

- evaluated as a potential feed source in arid-pasture areas. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (10): 7137-7144.
- Temel, S., Keskin, B. 2020. The effect of morphological components on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown in different dates. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(5): 533-542.
- Temel, S., Keskin, B., Çakmakçı, S. ve Tosun, R. 2020. Sulu ve kuru koşullarda farklı amarant türlerine ait çeşitlerin ot verim performanslarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6 (3): 615-624.
- Temel, S., Keskin, B., Tosun, R. ve Çakmakçı, S. 2021. Yazlık olarak ekilen yem bezelyesi çeşitlerinde ot verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 411-419.
- Toderich, K. ve Tsukatania, T. 2007. New approaches for biosaline agriculture development management and conservation of central asian degraded drylands. KIER Discussion Paper, Institute of Economic Research, Kyoto University, 638: 1-19.
- Türkeş, M. 2012. Kuraklık, çölleşme ve birleşmiş milletler çölleşme ile savaşım sözleşmesinin ayrıntılı bir çözümlemesi. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 20(1): 7-55.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No:28, Ankara.
- van Niekerk, W.A., Hassen, A., Vermaak, P.J. ve Coertze, R.J. 2009. Influence of species/cultivar and season on the quality of *Atriplex* grown at different sites in South Africa. *South African Journal of Animal Science*, 39 (1): 238-241.

Exploring The Effects of Part-Time Hazelnut Farming on Agricultural Land Use Characteristics and Its Social Cost

Çağatay YILDIRIM*¹, İsmet BOZ¹

¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Samsun

*Corresponding Author: cagatay.yildirim@omu.edu.tr

Received: 02.02.2022 Received in Revised: 25.03.2022 Accepted: 25.03.2022

Abstract

The purposes of the study purpose were (i) to explore the effects of part-time farming on land use characteristics, productivity, and efficiency, and (ii) to estimate the social cost of part-time farming in hazelnut production. The research data were gathered from randomly selected 152 hazelnut farmers in Ordu and Giresun provinces, Turkey. When estimating the part-time farming social cost in hazelnut production, sacrificed production cost, yield losses, and price losses were assessed and combined. The stochastic frontier production function model was used to measure farm-level productive efficiency. The research findings showed that excessive chemical usage, shorter harvesting time, ignoring soil and leaf analysis results when applying fertilizers, lack of investments among farmers were the reasons for inappropriate land use for the part-time farms in the research area. Full-time farmers had a higher technical efficiency score than part-time farmers. The social cost of part-time farming was 4424 per hectare and 1.47 billion in Black Sea Region. The study suggested using a legislative process to transfer hazelnut orchards to full-time farmers. Facilitating the transfer of unproductive part-time hazelnut orchards to full-time operations may decrease the adverse effects of part-time farming on the sustainability of land use and of externalities. The study also recommended that prescribing part-time farmers to reach direct government support or benefit farmers' education programs may also reduce the social cost of part-time farming. Developing education and extension programs for increasing the qualification of both family and hired labor may positively contribute the sustainable land use in the region.

Key words: Hazelnut, part-time farming, efficiency analysis, social cost

Fındık Tarımında Kısmi Zamanlı Çiftçiliğin Tarımsal Arazi Kullanımına Etkilerinin ve Sosyal Maliyetinin Belirlenmesi

Öz

Bu çalışmada, (i) kısmi zamanlı çiftçiliğin arazi kullanım özellikleri, üretkenlik ve verimlilik üzerindeki etkilerini araştırmak ve (ii) fındık üretiminde kısmi zamanlı çiftçiliğin sosyal maliyetini tahmin etmektir amaçlanmıştır. Araştırma verileri Ordu ve Giresun illerinde tesadüfi seçilen 152 fındık üreticisinden toplanmıştır. Fındık tarımında yarı zamanlı çiftçiliğin sosyal maliyeti tahmin edilirken, katlanılan üretim maliyeti, verim kayıpları ve fiyat kayıpları değerlendirilmiş ve birleştirilmiştir. İşletme düzeyinde etkinliği ölçmek için stokastik sınır üretim fonksiyon modeli kullanılmıştır. Araştırma bulguları, araştırma alanındaki kısmi zamanlı çiftçiler için uygun olmayan arazi kullanımının sebeplerinin aşırı kimyasal kullanımı, hasat süresinin daha kısa olması, gübre kullanımında toprak ve yaprak analiz sonuçlarının göz ardı edilmesi, çiftçilerin yeterli yatırımı yapmaması gibi sebepler olduğunu göstermiştir. Tam zamanlı çiftçiler, kısmi zamanlı çiftçilerden daha yüksek bir teknik etkinlik puanına sahiptir. Karadeniz Bölgesi'nde kısmi zamanlı çiftçiliğin sosyal maliyeti hektara 4424 TL, toplamı ise 1.47 milyar TL'dir. Etkinliği düşük kısmi zamanlı çiftçilerin fındık bahçelerinin yasal hakları korunarak tam zamanlı çiftçilere geçişini kolaylaştırılması, kısmi zamanlı çiftçiliğin arazi kullanımının sürdürülebilirliği üzerindeki olumsuz etkilerini ve dışsallıkları azaltabilir. Çalışmada ayrıca, kısmi zamanlı çiftçilerin doğrudan devlet desteğine ulaşmalarının veya eğitim programlarından yararlanmalarının sağlanması

kısmi zamanlı çiftçiliğin sosyal maliyetini azaltabileceği önerilmektedir. Hem aile işgücü hem de ücretli işgücünün niteliklerinin artırılmasına yönelik eğitim ve yayım programlarının geliştirilmesi, bölgede sürdürülebilir arazi kullanımına olumlu katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Fındık, kısmi zamanlı çiftçilik, etkinlik analizi, sosyal maliyet

Introduction

With the industrial revolution in the 18th and 19th centuries, the effect of new inventions on production has led to changes in employee-employer relations and working conditions in many sectors. Thus, the concept of flexible work has gained importance. Benefiting from state subsidies and other opportunities should be conditioned on living in rural areas (van Osch and Schaveling, 2017). In the world's agricultural sector, part-time farming also began to emerge and develop due to pushing factors of the rural location, pulling factors of the urban area, and policies on labor transfer from agriculture to other sectors. But, unlike other sectors, part-time farmers have continued to manage their farms on a part-time basis. In general, part-time farmers have managed their land by renting, hiring extra temporary workers, and using modern production technologies (Fernández-Gómez et al., 2010; Strijker, 2005; Yıldırım et al., 2022). Part-time farming has been considered an alternative solution for poverty in some rural areas in developed countries. However, many developing countries have delayed concentrating on the issue of part-time farming and its effects. Similarly, Turkey has experienced a part-time farming issue since the middle of the 19th century. Part-time farming has been widely observed in Turkey's Eastern Black Sea Region due to geographic limitations, inadequate income, and dependency on hazelnut production. Hazelnut is the primary cash crop in this region, which constitutes 80% of Turkey's hazelnuts areas (TSI, 2018). Since hazelnut production required lesser working capital and labor comparing other crops, many part-time farmers have continued the relationship with their villages and hazelnut production. Nowadays, full-time and part-time farmers simultaneously produce hazelnut, a natural phenomenon in the eastern Black Sea Region. That is why this region is such a natural environment to examine the differentiation between full-time and part-time hazelnut farming in the aspect of land use characteristics and economic performance and to estimate the social cost of part-time hazelnut farming.

Different empirical studies have reported the changes in land use characteristics and farm performance sourced by part-time farming. There have been different effects of part-time farming on

land-use characteristics. Some researchers reported positive effects of part-time farming, while the rest have examined adverse effects. (Paudel and Wang 2002) suggested that part-time farming positively affected land use and increased total farm value. Similarly, (Taylor, Rozelle, and de Brauw 2003) claimed that part-time farming increased production because farms had a healthy financial structure and investment capability. Alwang and Siegel (1999) reported that part-time farming had increased the land use performance due to an increase in the labor hiring budget. On the other dimension, some previous studies reported negative impacts of part-time farming on total production and land use performance due to concentration on off-farm work and decreased labor productivity (Rudel, 2006; Zhang et al., 2008). (Xin et al. 2009) suggested that part-time farming reduced production value due to yield and quality loss. Moreover, part-time farming caused to increase in unused land and made farmers sacrifice the total production value thoroughly (Morera and Gladwin, 2006). According to the results of some previous studies, part-time farming led to affect fearfulness for farm development negatively, lose the potential opportunity, decrease in resource use efficiency, limit the dissemination of information, decrease the motivation of farmers and compromise the food security (Barlett, 1986; Bishop, 1955; Chen et al., 2010; Coutu, 1957; Swanson and Busch, 1985).

It has been clear predicate on the results of previous research that including the social cost of part-time farming when designing policy and selecting policy instruments related to rural areas would increase both the efficiency of policies and the impact of implemented policies. In spite of the fact that lots of previous research conducted worldwide explored the link between part-time farming and land use, ignoring the social cost calculation, there has still been an information gap related to sustainable land use and the social cost of part-time farming. Nowadays, examining the link between part-time farming and land use characteristics, together with the special consideration of calculating the social cost of part-time farming, has been vital for decision-makers worldwide. A similar situation is almost the case in Turkey. There has been no or less study on the micro and macro levels of effects of part-time farming and the social cost of part-time farming.

Especially, there has been no information about the effects of part-time farming on sustainable land use. Within the view of fulfilling the information gap, the study intended to answer whether part-time farming affects the land use characteristics and the individual and social costs of part-time farming in hazelnut production. The study aimed to test the hypothesis that full-time farmers use land more efficiently than part-time farmers, and there is a social cost of part-time farming issues for society. Therefore, the purports of the study were (i) to explore the effects of part-time farming on land use characteristics, productivity, and efficiency, and (ii) to estimate the social cost of part-time farming in hazelnut production in the Eastern Black Sea Region of Turkey.

Material and Methods

Research Area

Hazelnut production area extends 707 thousand hectares of farmland, and it is divided into three standard regions in Turkey (TURKSTAT, 2018). Artvin, Giresun, Ordu, Rize, and Trabzon

occur within the 1st Standard Region, which is accepted as the most crucial region for hazelnut production. Ordu has the highest hazelnut production area, 214 thousand hectares, followed by Giresun with 93 thousand hectares. Since Giresun and Ordu have been produced 49% of hazelnut in Turkey, these provinces were selected as working areas of this study (Figure 1). Like most of Turkey's Eastern Black Sea coast, both provinces have a damp subtropical climate, with warm and moist summers and cool and humid winters. They have a high and evenly distributed rainfall during the year.

Ordu and Giresun are typical provinces, and their economy mainly based on agricultural production. Approximately 122 thousand farmers conducted their agricultural activities on 243 thousand hectares of land in Ordu, while Giresun was 145 thousand hectares and 79 thousand farmers, respectively (MAF, 2019a, 2019b). Hazelnut is the main cash crop in the research area. Ordu and Giresun are both Turkey's and the world's largest producers of hazelnuts.



Figure 1. Map of research areas

Research Data

The farm-level research data were collected from hazelnut farmers through questionnaires. Stratified cluster sampling was used to identify the surveyed farmers. Ordu and Giresun provinces were selected as the first sampling unit for representing the region in terms of agricultural technique. The second sampling unit was formed with the district of Ordu and Giresun that could represent the provinces. Farmers selected by random numbers table were examined in two separate layers as full-time and part-time and constitute the third sampling unit. Thus, full-time and part-time farmers became a different population, and clusters were heterogeneously distributed among themselves.

The research data were obtained from a Neyman's stratified sample of 152 hazelnut farmers in Ordu and Giresun by using structured questionnaire (Yamane, 2001). The levels of precision and confidence were 10% and 95%, respectively, when determining the optimum sample size.

$$n = \frac{(\sum N_h S_h)^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (\text{Neyman})$$

In equation; n, number of selected hazelnut farms, N, number of hazelnut farms in the research area, N_h , number of hazelnut farms in each layer, S_h , standard deviation in each layer, and D, levels of precision.

The distribution of the number of farms to be surveyed according to standard deviation was determined with the following formula.

$$n_h = \frac{N_h S_h}{\sum N_h S_h} \times n$$

In this formula, n optimum sample volume, n_h , number of samples to be found in layer h , N_h , number of farms in layer h ve S_h , Standard deviation of layer h .

Regarding the validity and reliability of the research data, focus group interviews were performed. The face and content validity of the questionnaire was provided via opinions collected from beneficiaries and subject matter expertise. The test-retest approach was used to assess reliability. A well-designed questionnaire (open ended and close ended) was conducted to the same group at different times when applying the test-retest method. We used the criteria of Cronbach alpha of 0.80 or higher to ensure internal reliability or consistency for a set of questions (Cramer, 1999). The Turkish average values of the investigated variables were based on the results of the previous research and the documents of related institutions and organizations.

Identification and Classification of Sample Farms

The conceptual framework was used to classify part-time and full-time farming in the study area. Previous studies made classification by income, farm size, labor force, farmers' residence status, farming income, and capital elements (Brosig et al. 2009; A. M. Fuller 1990; M. A. Fuller 1975; Ruth Gasson 1986; Greeley 1942; Kada 1980, 1982; Lien, Kumbhakar, and Hardaker 2010; Lund and Price 2007; Mittenzwei and Mann 2017; Paudel and Wang 2002; Pfeiffer, López-Feldman, and Taylor 2009; SCHMITT 1989; Shucksmith and Winter 1990; Singh and Williamson 1981). However, considering the socio-economic characteristics in the study area, we preferred to use the site-specific classification method. Due to the unique structure of agriculture, it would be more accurate to evaluate the working hours during a production period instead of weekly or monthly working periods such as the service and industry sectors. In addition, the need for labor in fruit production made from perennial plants such as hazelnuts is in certain periods. For these reasons, in this study, the phrase "working less than 2/3 of the normal working time" indicated in the Labor Law of the Republic of Turkey and the relevant Cabinet Decision has been taken into account. The study used the percentage of the payment for family members in total labor cost in hazelnut production as a classification criterion. When classifying the farmers, the labor cost coefficient was also used to reflect the risk and

workload of each production activity, such as fertilizing, harvesting, etc. If the total labor cost percentage of family work payment were larger than 67%, the farms would be defined as full-time farms. Otherwise, farms were classified as part-time farms. The classification results showed that 53% of the total sample farms were full-time hazelnut farms, and the rest was part-time hazelnut farms. The percentages of part-time farms in Ordu and Giresun were 54% and 46%, respectively.

Measuring The Farm Level Productive Efficiency

The two-stage approach was used in this study to estimate the productive efficiency and inefficiency determinants in hazelnut production. In the first step of the efficiency analysis, the technical efficiency coefficients were estimated. In the second stage, the relationship between the variables that may have an effect on technical efficiency and efficiency was estimated with the highest likelihood function. The farm and farmers' characteristics used to interpret inefficiency were involved in the model when estimating the scores of technical efficiencies. We adopted the definition of inefficiency suggested by (Farrel 1957), which is the distance between an actual hazelnut production value of a farm and the estimated frontier hazelnut production value that belongs to the state of production technology. Technical efficiency scores of sample farms were estimated using the stochastic frontier production function model. Since the Cobb-Douglas form was more appropriate for the research data set than the translog one, we used the Cobb-Douglas production function to estimate the efficiency scores. Coefficients in Cobb-Douglas power function can be already interpreted as elasticities. There is also particular interest in testing if the Cobb-Douglas function is an adequate representation of the data, given the specifications of the translog stochastic frontier for the different models of the inefficiency effects. The study used the model suggested by (Battese and Coelli 1992).

$$Y_i = X_i \beta + v_i \\ v_i - u_i = \varepsilon_i$$

Where Y_i is the hazelnut production function of the farm, X_i is a vector of production factors of a farm, β is an unknown coefficient, v_i is the random variable that was supposed to be freely and similarly distributed with $V_i \sim iii N(0, \sigma v^2)$ and independent of u_i and u_i is stands for the non-negative random variables, presumed both to correspond to technical inefficiency and be independently distributed as $U_i \sim iii N(\mu, \sigma U^2)$.

The variables of labor, nitrogen, phosphorus, potassium, lime, and chemicals were

involved in the equation for estimating the stochastic frontier production function. Labor was measured in hours per hectare, while the variables of nitrogen, phosphorus, potassium, and lime were included in the model in kg per hectare. Chemicals were the value of cash expenses on pesticides and other plant protection chemicals per hectare.

The technical efficiency effect (TE) model was constructed to display the relationship between sample farms' social, economic, and technical characteristics and technical efficiency scores. The maximum likelihood function was used to estimate technical efficiency effect model parameters. Maximum-likelihood estimates of the parameters were acquired by Frontier 4.1.

The general form of the maximum likelihood function is as follows (Coelli et al. 1998):

$$L(\mu, \sigma) = \sigma^{-n} (2\pi)^{-n/2} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\tau_i - \mu)^2 \right]$$

Where μ represents the mean value, σ represents the standard deviation, n is the number of farms and \exp is an exponential function. The maximum likelihood estimator is as follows:

$$\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Where θ represents the vector of unknown parameters, which maximize the probability, x_i is the joint probability, a product of explanatory variables multiplied by marginal probability.

Technical inefficiency was the dependent variable of the TE model. We included eight different explanatory variables into the TE model. The farmer type was included as a dummy variable, equal to 1 if the farmer was classified as a part-time and 0 otherwise. The farmer type variable involved in the TE model was applied to test the hypothesis that the technical efficiency of part-time farmers was less than that of full-time ones. The variables of farm size and slope of farmland are included in the TE model to discover the link between technical efficiency and farm size and slope of farmland. The variable regarding the number of farmers' training revealed the relationship between technical efficiency and information level of farmers related to hazelnut production. Since the investment, per capita farm income, and working capital may influence the technical efficiency, the TE model also covered the variables of farm investment, farm income, and working capital. However, the variables regarding the age of farmer, experience, schooling, family size, off-farm job, village, record keeping, profitability, and liquidity were also included in the TE model in the beginning, all of them were removed from the model due to problems arise during the parameter's estimation process.

Calculating The Social Cost of Part-Time Farming in Hazelnut Production

Social cost is the total cost to society. The part-time farming type exerts the cost to society that is not generally included in the cost of hazelnut production. By calculating the social cost, this loss suffered by the society with part-time farming has been determined.

When estimating the social cost of part-time farming in hazelnut production, sacrificed reduction in production cost, yield loss, and price loss were assessed and combined. The study used both the regional data such as the number of full-time and part-time farmers and hazelnut orchard size and variables measured in the study such as technical efficiency scores, hazelnut yield, hazelnut price, the production cost of hazelnut, and the percentage of part-time farming. Sacrificed reduction in production cost was calculated based on the input reduction quantities obtained from the efficiency analysis results. Following the calculation of the production cost difference between technically efficient farms and inefficient farms for full-time and part-time farms, the difference in production cost reduction between full-time and part-time farms was attributed to the sacrificed reduction in production cost. When calculating the income loss sourced by yield reduction in part-time farming, the yield difference between part-time and full-time farms is multiplied by the weighted average value of hazelnut price. The hazelnut price difference between part-time and full-time farms was attributed to the price loss of part-time farms. Farm-level loss of part-time farming equaled to sum of the sacrificed reduction in production costs and the income loss sourced from yield loss and price loss. The loss of part-time farming per hectare was calculated by dividing the farm level loss and farmland.

In order to calculate the social cost of part-time farming for the research area, part-time farming loss per hectare was multiplied by the total hazelnut area cultivated by part-time farmers in Ordu and Giresun. Then, social cost per capita and per farm were calculated by using the ratio among the total social cost of part-time farming, the number of farms, and family size. The family size was four persons based on the research results. The social cost of part-time farming was extended to the black sea region based on the percentage of part farming, which was 47%, and the social cost of part-time farming per hectare and farmland cultivated by part-time farms in the Black Sea Region, which was 287876 hectares.

Results

Land Use Characteristics of Farms

Some farmers' characteristics (age, agricultural experience, schooling, off-farm working, etc.) and land use characteristics of farms (farmland, yield, labor, farm income, etc.) associated with full-time and part-time farming were presented in Table 1. The mean age of farmers for full-time and part-time farmers was 54 years and 56 years, respectively, while that of agricultural experience of full-time and part-time farmers was 30 years and 32 years, respectively ($p>0.05$). Those values were close to Turkish average values. While schooling of part-time farmers was higher than that of full-time farmers ($p<0.10$), full-time farmers participated in more agricultural training than part-time farmers ($p<0.01$). Although the schooling of part-time farmers was higher than that of an average Turkish value, the reverse was the case for full-time farmers. On the other hand, family size, family labor potential, family labor working at the farm, residents of village ratio, and internal investment ratio of full-time farmers were larger than part-time ones ($p<0.10$). The family sizes of full-time and part-time farmers were nearly the same as the average value of Turkey. Turkey's percentage of village residents was lower than that of the value of the research area. Part-time farmers worked much more off-farm work ($p<0.10$) and earned much more non-agricultural income ($p<0.05$) than full-time farmers. The income of full-time farmers was mainly based on agriculture ($p<0.10$). The agricultural income of full-time farmers was higher than the average Turkish value. The credit use ratio of full-time and part-time farmers was 10% and 14%, respectively. There was no statistically significant difference between farming type age and agricultural experience ($p>0.05$). Part-time farmers also had more inherited farmland than full-time ones ($p<0.05$). Migrant farmers' rate was higher in part-time farmers ($p<0.10$). The rates of keeping farm records among farmers and innovativeness scores were higher in full-time farmers compared to part-time ones ($p<0.10$) (Table 1).

Concerning the land use characteristics of farms, the average altitudes of the full-time and part-time farms' hazelnut orchards from the sea level were 360 and 366 meters, respectively. The average orchard slope of full-time and part-time farms was 36% and 33%, respectively. There was no statistically significant difference between the two farming types regarding altitude from the sea level and the slope of hazelnut orchards ($p>0.05$). The sizes of farmland and hazelnut farmland of part-time farmers were larger than that of full-time farmers ($p<0.05$). In the research area, the farm

size of full-time and part-time farms was smaller than that of Turkey's average value, which is 5.9 hectares. The number of parcels for full-time and part-time farms were 4.9 ha and 5.1 ha, respectively. There was no statistically significant difference between farming types in parcel number ($p>0.05$). Those values were more considerable than the Turkish average parcels number, which is 3.4 hectares. Regarding hazelnut production, full-time farmers produced more hazelnuts per hectare compared to part-time farmers ($p<0.10$). Those values were higher than the average Turkish hazelnut yield per hectare, 827 kg. Total working hours per hectare in full-time farms were higher than part-time farms ($p<0.05$). The same amounts of pure nitrogen, pure potassium, and lime were spread to hazelnut orchards by full-time and part-time farms, and the difference between farming types was not statistically significant ($p>0.05$). Full-time farms used more pure phosphorus and fewer chemicals in hazelnut orchards than part-time farms ($p<0.05$). Full-time and part-time farms had the same amount of working capital per hectare and invested a similar quantity of money on their farms for hazelnut farming. Similarly, full-time and part-time farmers had the same level of agricultural information, and they applied the same cultural practice such as fertilization, spraying, pruning, and caring in hazelnut farming in terms of implementation number ($p>0.05$), except for harvesting day ($p<0.01$). However, the applied fertilizer and chemicals implemented in the hazelnut orchards differed. The harvesting time of full-time farms was longer than that of part-time farms ($p<0.01$). The percentage of full-time and part-time farms that decision based on the soil testing was 34% and 36%, respectively. There was no statistically significant difference between part-time and full-time farmers following the soil test results ($p>0.05$). Following the leaf analysis results for deciding the amount of fertilizer in full-time farms was more than part-time ones ($p<0.01$). Full-time farms also had more potential and active family labor than part-time farms ($p<0.10$). Full-time farms earned much more per capita farm income than part-time farms ($p<0.01$) regarding monetary land characteristics. Labor cost excluding family labor payment of part-time farms was more than that of full-time ones. Total labor cost was nearly equal in both full-time and part-time farms, which was ₺6200 and ₺5000 per hectare. It was clear that full-time farmers produced more hazelnut with lower cost ($p<0.05$) and received a higher kernel yield compared to part-time ones ($p<0.10$). The hazelnut price of full-time farms was higher compared to part-time farmers ($p<0.05$) (Table 1).

Table 1. Some characteristics of sample farms and farmers

| Characteristics | Full-time | Part-time | Turkish average ¹ |
|--|-----------|-----------|------------------------------|
| Sample farms (%) | 53.0 | 47.0 | |
| Number of farms | 80.0 | 72.0 | |
| Farmers' characteristics | | | |
| Age (year) | 54.0 | 56.2 | 53.0 |
| Agricultural experience (year) | 30.8 | 31.8 | 34.0 |
| Schooling (year)* | 6.9 | 9.1 | 8.5 |
| Family size (person)* | 4.0 | 3.0 | 3.4 |
| Percentage of village residents (%)* | 68.8 | 26.4 | 8.0 |
| The percentage of farms having off-farm work (%) * | 72.5 | 87.5 | 42.3 |
| Agricultural income(₺/ha) * | 13527.4 | 2318.4 | 3044.0 |
| Non-agricultural income (₺/year)** | 21795 | 41586 | 29800.0 |
| Farm income per capita (₺) *** | 3253.4 | 2002.1 | 61800.0 |
| Farm investment (₺/ha) * | 6776.1 | 10374.3 | - |
| Working capital (₺/ha) | 10284.8 | 12166.4 | 45600.0 |
| Participation number of training (per person)*** | 1.1 | 0.2 | 3.2 |
| The percentage of farms having farm investment (%)* | 61.3 | 54.2 | - |
| The percentage of farms keeping farm record (%) * | 16.7 | 13.8 | 34.5 |
| The percentage of farms using credit (%) | 10.0 | 13.9 | 51.3 |
| The percentage of farms having inherited farmland (%)* | 82.5 | 90.5 | - |
| Innovativeness (%) * | 48.0 | 26.5 | - |
| Agricultural information level (%) | 71.0 | 67.3 | - |
| The percentage of farms having migrants (%) | 32.5 | 59.7 | - |
| Family labor at the farm (potential)* | 3.0 | 2.3 | - |
| Family members working at the farm (%)* | 86.8 | 59.8 | - |
| Land use characteristics | | | |
| Meters above sea level (m) | 359.7 | 365.6 | - |
| The slope of orchards (%) | 35.5 | 32.5 | |
| Farm size (ha)** | 1.3 | 1.7 | 5.9 |
| Hazelnut land (ha)** | 1.3 | 1.7 | 1.4 |
| Number of the parcel (mean) | 4.9 | 5.1 | 3.4 |
| The yield of hazelnut (kg/ha) * | 1129.4 | 866.1 | 827.0 |
| Kernel yield (%) * | 53.8 | 52.7 | 50.0 |
| Price of hazelnut(₺/kg) ** | 11.8 | 11.3 | 11.0 |
| Labor (hour/ha)** | 777.8 | 642.2 | - |
| Hiring labor cost (₺/ha) *** | 1696.0 | 3820.9 | - |
| Total labor cost (₺/ha) | 6258.6 | 5063.9 | - |
| Cost of hazelnut (₺/kg) ** | 10.7 | 12.3 | 9.5 |
| N (kg/ha) | 151.0 | 135.3 | - |
| P (kg/ha) ** | 43.3 | 26.3 | - |
| K (kg/ha) | 17.4 | 18.2 | - |
| Lime (kg/ha) | 125.3 | 123.5 | - |
| Chemical (₺/ha) ** | 82.3 | 132.5 | - |
| Number of fertilization (in a year) | 1.4 | 1.6 | - |
| Number of spraying (in a year) | 0.5 | 0.5 | - |
| Number of pruning (in a year) | 1.0 | 1.0 | - |
| Number of caring (in a year) | 1.3 | 1.2 | - |
| Soil analysis (%) | 33.8 | 36.1 | - |
| Leaf analysis (%)*** | 10.0 | 1.4 | - |
| Harvest time (day/year) *** | 12.8 | 8.7 | - |

¹Turkish farm average value was based on the result of (BOZ et al., 2016; Canan and Ceyhan, 2021; MNE, 2017; TSI, 2018, 2016; Yıldırım et al., 2020, 2017, 2016; Ceyhan et al., 2021)

*p<0,10, **p<0,05 and ***p<0,01 reflects that the difference between full-time and part-time farms is statistically significant.

₺1=₺6.4; €1=₺7.1

Table 2. Distribution of efficiency score range by farmers' type

| Efficiency score range | Full-time (%) | Part-time (%) | Overall (%) |
|------------------------|---------------|---------------|-------------|
| 0.240-0.499 | - | 6.9 | 3.3 |
| 0.500-0.799 | 25.0 | 43.1 | 33.5 |
| 0.800-1.000 | 75.0 | 50.0 | 63.2 |

Productive Efficiency of Full-Time and Part-Time Farms and Efficiency Determinants

The maximum-likelihood estimations of the TE model parameters are presented in Table 3. Based on the variance parameters, it was clear that technical inefficiency effects existed and affected the hazelnut production. Stochastic production frontier parameters had expected signs in the TE model, except for the chemical variable. The variables of labor, nitrogen, phosphorus, potassium, and lime positively affected hazelnut

yield, while that of chemicals was negative. The estimated elasticities for labor, nitrogen, phosphorus, potassium, chemical, and lime were 0.33, 0.80, 1.48, 2.56, -0.25, and 0.15, respectively ($p < 0.10$), which displayed that returns to scale were increasing in the research area. Nitrogen, phosphorus, and potassium use were the greatest elasticity, concluding that fertilizer application had a major effect on hazelnut production (Table 2).

Table 3. Maximum likelihood estimates of the Cobb-Douglas stochastic frontier model (Dependent variable: hazelnut production)

| Variables | Parameters | Standard error | t-value |
|---|------------|----------------|-----------|
| <i>Production function</i> | | | |
| Constant | 77.382 | 1.782 | 43.430* |
| Ln (Labor) (hour/ha) | 0.326 | 0.070 | 4.690* |
| Ln (Nitrogen) (kg/ha) | 0.803 | 0.347 | 2.313** |
| Ln (Phosphorus) (kg/ha) | 1.480 | 0.418 | 3.544* |
| Ln (Potassium) (kg/ha) | 2.556 | 0.887 | 2.880* |
| Ln (Lime) (kg/ha) | 0.154 | 0.156 | 0.988 |
| Ln (Chemical) (₺/ha) | -0.249 | 0.178 | -1.397*** |
| Sum of elasticities of inputs | 5.072 | | |
| <i>Inefficiency effect model</i> | | | |
| Constant | -2.445 | 1.892 | -1.293*** |
| Farm type | -2.537 | 1.910 | -1.328*** |
| Farm size (ha) | 0.542 | 0.363 | 1.494*** |
| The slope of orchards (%) | 0.387 | 0.205 | 1.890** |
| Farm investment (₺/ha) | -0.003 | 0.001 | -3.639* |
| Farm income per capita (₺) | -0.007 | 0.001 | -4.784* |
| Participation number of training (number) | -2.948 | 2.294 | -1.291*** |
| Working capital (₺/ha) | -0.001 | 0.001 | -1.302*** |
| Information level | -5.802 | 3.998 | -1.451*** |
| <i>Variance parameters</i> | | | |
| σ^2 | 1356.196 | 1.012 | 1340.412* |
| γ | 0.103 | 0.101 | 1.290*** |
| Log-likelihood | 739.33 | | |
| LR | 44.09* | | |

*, ** and ***significance at the 10%, 5% and 1% level, respectively.

Efficiency analysis presented that technical efficiency scores of farms varied from 0.24 to 1.00, and 0.82, on average. This indicated that there was an outstanding technical inefficiency in hazelnut production. Of the total farms, 97% had technical efficiency scores of 0.50, while the percentage with technical efficiency scores higher than 0.80 was 63%. When focusing on the difference between farming types, it was clear that the rate of farms having technical efficiency scores higher than 0.50 and 0.80 in full-time farms were 94% and 54%, respectively. These figures for part-time farms were 43% and 50%, respectively. The technical efficiency score of full-time farms (0.86) was higher comparing part-time ones (0.76). Full-time farms could decrease their inputs by 14% without reducing their hazelnut production by enhancing input usage, while part-time farms could be 22% (Table 2).

All the explanatory variables in the TE model were statistically significant, and their signs

were suitable with expectations. Farm size ($p<0.10$), the slope of the hazelnut orchards ($p<0.05$), and investment ($p<0.10$) negatively affected the technical efficiency. Since part-time farming was an issue in the research area, increasing farmland and slope caused to decrease in technical efficiency. However, the effects of the farmers' type, farm income per capita, training, working capital, and information level on hazelnut production were positive ($p<0.10$). Positive sign of farmer' type implied that switching to part-time decreased technical efficiency. In the research area, the deficit of working capital because of small-scale farming and low returns on outputs, insufficient farm investment and technical information, and low participation in farmer education programs were widespread. This positively affected the farmers' technical efficiency scores (Table 3).

Table 4. The social cost of part-time hazelnut farming in the Black Sea Region

| Variables | Giresun | Ordu |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Number of the full-time farm | 42391 ¹ | 56022 ² |
| Farm size of full-time farm (ha) | 63235 ³ | 104462 ⁴ |
| Number of the part-time farm | 36110 ⁵ | 65765 ⁶ |
| Farm size of part-time farm (ha) | 53867 ⁷ | 122630 ⁸ |
| | Full-time | Part-time |
| Hazelnut yield (kg/ha)* | 1129.40 ⁹ | 866.10 ¹⁰ |
| Hazelnut price (₺/kg) | 11.81 ¹¹ | 11.30 ¹² |
| Variable cost (₺/ha) | 3711.00 ¹³ | 6326.61 ¹⁴ |
| Technical inefficiency score* | 0.14 ¹⁵ | 0.22 ¹⁶ |
| Part-time farm size of black sea region (ha) ($a=706667*%47$) | 287875.99 | |
| Yield loss (kg/ha) ($b=9-10$) | 263.30 | |
| Price loss (₺/kg) ($c=12-11$) | 0.51 | |
| Sacrificed reduction in production cost (₺/ha) ($d=(14*16)-(13*15)$) | 872.31 | |
| Income loss sourced by yield loss (₺/ha) ($e=b*11$) | 3109.57 | |
| Income loss sourced by price loss (₺/ha) ($f=10*c$) | 441.71 | |
| Social cost (₺/ha) ($A=d+e+f$) | 4423.59 | |
| Social cost for whole research area (million TL/year) ($B=A*(7+8)$) | 780.75 | |
| Social cost per farm (₺/year) ($C=B/(1+2+5+6)$) | 3898.14 | |
| Social cost per capita (₺/year) ($C/average\ family\ size$) | 974.54 | |
| Social cost for the part-time farm (₺/year) ($B/(5+6)$) | 7663.81 | |
| Social cost for black sea region (billion TL/year) ($a*A$) | 1.27 | |

* The difference between full-time and part-time farms was statistically significant at the 10% levels, respectively.

The Social Cost of Part-Time Farming

The results of the analysis of farm-level data showed that the hazelnut yield of the full-time farms (1129 kg/ha) was higher than that of part-time ones (866 kg/ha). Full-time farms produced 263 kg more hazelnut per hectare ($p<0.01$). Part-time farms sacrificed farm income by ₺3110 per

hectare sourced by yield difference. In addition, the hazelnut price of full-time farms was higher by ₺0.51 than part-time farms, resulting in ₺442 sacrifice per hectare due to price difference. Regarding the reduction in production cost, part-time hazelnut farms sacrificed by ₺872 per hectare (Table 4).

When combining the income loss sourced by price and yield loss and reduction in production cost, it was found that the social cost of part-time farming was ₺4424 per hectare, and the annual social cost was ₺781 million for the whole research area. The social cost was ₺3898 per farm when whole farms in the research area included the analysis notwithstanding the classification of part-time and full-time, while that of solely part-time farms was ₺7664. Social cost per capita was ₺975 in the research area. When the calculation was extended to the regional level, the total social cost for Black Sea Region was ₺1.47 billion (Table 4). Regional loss sourced from part-time farming equaled 0.04% of the gross domestic product of Turkey, 0.7% of Turkey's agricultural gross domestic product, and 1.9% of Turkey's agricultural product export value.

Discussion

Due to many reasons, decision-makers are dealing with part-time farming, and they try to produce solutions to the structural problems sourced from part-time farming in agriculture. Since part-time farming is such kind of strategy for accumulating capital, decreasing risk, and increasing family welfare, it is necessary to comprehend the link between land use characteristics and part-time farming. (Gebremedhin 1991) suggested that the changing texture of agriculture has led some researchers to decide that farmers must "get large, get out of farming, or get off-farm work to survive." The study, therefore, empirically examined the hypothesis that full-time farming used the farmland more effectively than part-time farming.

Up to now, different previous studies have reported that insufficient resources, low level of farm revenue, and land use behavior of farmers were the fundamental reason for inappropriate land use (Barbier 2000; Caraveli 2000; Commission of the European Communities 1985; Lorent et al. 2008; Salvati and Zitti 2009). These inferences were corroborated with the research findings. Excessive chemical usage, shorter harvesting time, ignoring soil and leaf analysis results when applying the fertilizer, presence of a smaller number of farms having investment were the reasons for inappropriate land use for the part-time farms in the research area.

In developed countries, the positive effects of part-time farming were that part-time farming diversified the revenue, reduced the income difference, increased the living standard, and decreased the expenditure of welfare policy (Cavazzani 1977; Massey et al. 1993; Taylor

1999)(Jokisch 2002; Li and Tonts 2014). In addition, the positive contribution to sustainable agricultural production and industrial development via transferring people and causing demand increase for hiring labor was the other positive effects of part-time farming (Bishop 1955; R. D. Bollman 1982; R. Gasson 1988; Loumou et al. 2000). Although increasing farm revenue via benefiting from outside the farm has been wide, the agriculture sector has still dominated the economy in many developing countries due to food security problems (Agoramoorthy, 2008; Xin et al., 2009). When focusing on the Turkish case, the human source and capital movement from agriculture to industry and service sector have been reasonably accelerated by industrialization in the last two decades. That is why part-time farming and its social cost became a debate question for policymakers. This study indicated that the social cost of part-time farming was considerably high in hazelnut production, equaling 0.7% of Turkey's agricultural gross domestic product and 1.9% of Turkey's agricultural product export value. In general, policymakers ignored the disadvantage of part-time farming when designing the policy and transferred much more money to part-time farmers, resulting in an unexpected or low impact of policy (Khan, 1975; Latruffe and Mann, 2015). Some pioneer studies have recommended support programs considering the social cost of part-time (Wallace, 1962; Yrjola et al., 2002).

Based on the research results, it was clear that there was no difference between full-time and part-time farmers in terms of age, experience, and labor cost. This finding was not confirmed with the results of (Giourga and Loumou 2006; Haiguang, Xiubin, and Jiping 2013; Upton, Bishop, and Pearce 1982). They suggested a statistically significant difference between full-time and part-time farmers regarding labor characteristics and the operator's age. In the research area, slope and altitude of hazelnut orchards, number of the parcel, agricultural information level, amount of capital, and number of cultural practices such as fertilizing, spraying, pruning were resembling in full-time and part-time farms. These findings confirmed the results of (Brosig et al. 2009; Giourga and Loumou 2006; Haiguang, Xiubin, and Jiping 2013). The study's research findings related to the farm size, working time, investment, labor productivity, output productivity, and production cost confirmed the results of previous research. (Giourga and Loumou 2006; Haiguang, Xiubin, and Jiping 2013) stated that the size of farmland of part-time farmers was larger than that of full-time ones while working time at the farm of full-time farmers was more compared to part-time farmers.

They also stated that part-time farmers invested much more capital, higher production costs, and lower labor and output productivity than full-time farmers. The results reported by (Brosig et al. 2009; Giourga and Loumou 2006) were closely parallel with research findings. (Brosig et al. 2009; Giourga and Loumou 2006) determined that part-time farmers were more educated, had much more farmland, gained more revenue per capita, and had a higher migrant ratio. However, (Upton, Bishop, and Pearce 1982) suggested that the farmland of part-time farms was smaller than that of full-time ones.

Similarly, (Haiguang et al., 2013; Ma et al., 2017) emphasized that low productivity, conducting caring activities based on hiring labor, and leaning towards renting their farmland to other farmers were the main characteristics of part-time farmers. In developed countries where the labor is relatively in excess, part-time farming positively affects land use. (Alwang and Siegel 1999) put up the argument ignoring the qualification of labor that land-use efficiency in part-time farms was higher due to increasing demand for hiring labor positively affected the land-use efficiency. Moreover, (VanWey, Guedes, and D'Antona 2012) suggested that the negative effects of part-time farming could be ignored due to their contribution to employment. Conversely, ignoring the qualification of labor and disinterest of qualified people caused decreased land-use efficiency, resulting in agricultural production loss and increased the cost of society (Beyene 2008; Brosig et al. 2009; Coelli 2005; Gray 2009; Rudel 2006; Zhang et al. 2008). This judgment confirmed the research findings related to land use efficiency and the social cost of part-time farming.

Although the percentage of the farm having farm investment was higher in full-time farms, the amount of investment per hectare was higher in part-time farms in the research area. Although economically strong part-time farmers invested much more money, the few part-time farmers having investments eliminated the positive effect. The previous studies (Black 1993; Haiguang, Xiubin, and Jiping 2013; Jokisch 2002; Li and Tonts 2014; McCarthy et al. 2009; Preston, Macklin, and Warburton 1997) reported similar results. They suggested that part-time farmers were economically strong, but their land-use efficiency and productivity were lower than full-time ones due to lacking qualified labor. Contrary to research findings, some researchers stated that part-time farmers were willing to invest money in agriculture due to the presence of off-farm income (de Haas, 2006; Ishemo et al., 2006; Moran-Taylor and Taylor, 2010; Taylor et al., 2003).

Since implementing the decision into the practice at an appropriate time and place was vital for maximizing production, efficiency determinants were examined in the study. Based on the stochastic frontier model results, the production efficiency scores of full-time farms were higher than part-time ones, and the main reason for production loss in part-time farming was inappropriate land use. The results of (Amodu, Owolabi, and Adeola 2011; Bagi 1984; Brummer 2001; Ma et al. 2017; Mishra and Goodwin 1997; Singh and Williamson 1981) were corroborated with these research findings. They reported that part-time farming negatively affected production efficiency. However, (Chavas, Petrie, and Roth 2005) suggested no difference between full-time and part-time farms in terms of technical efficiency scores, while allocative efficiency scores of part-time farms were larger than that of full-time farms. On the other hand, (Lien, Kumbhakar, and Hardaker 2010) stated no positive or negative effects of part-time farming on-farm efficiency.

Farm size and farmland characteristics were the main drivers in shaping the technical efficiency of farms. The variables of farm size and slope of hazelnut orchards negatively affected the technical efficiency. When the farm size and slope increased, technical efficiency decreased in the research area. The results of previous studies conducted by (Amodu, Owolabi, and Adeola 2011) confirmed these research findings. However, (Bagi 1984) reported that the farm size positively affected the technical efficiency scores, while slope negatively affected the technical efficiency. The results of the inefficiency effects model showed that the variables of farm investment, farm income, the number of pieces of training, working capital, and information level positively affected the technical efficiency. Similar to the research findings, (Singh and Williamson 1981) and (Pfeiffer, López-Feldman, and Taylor 2009) suggested that capital and farm income positively affected farm efficiency.

Conclusion and Policy Implication

The study examined the effects of part-time farming on land use characteristics and explored both individual and social costs of part-time farming in hazelnut production. The study also revealed the differences between the production efficiency level of part-time and full-time farms. Based on the evidence from the research results, it was clear that those full-time farmers are technically efficient and produce much more hazelnut than part-time ones due to sustainable farmland use, having more working capital and intensive investment, and high participation in

farmers' education programs. In the research area, the steadfastness of full-time farmers to agricultural activities was stronger due to having relatively higher farm revenue than part-time farms. Encouraging part-time farmers to improve their inappropriate land use behavior may increase the technical efficiency in hazelnut production.

On the other hand, part-time farms allocated minimal time to hazelnut orchards for agricultural activities such as caring, pruning, etc., resulting in low productivity and technical efficiency. Especially, lacking well-qualified hiring labor was the main barrier for increasing hazelnut production and technical efficiency for part-time farmers and providing sustainable land use. Since unskilled labor in agriculture is the research area, part-time farms have a lower chance of finding qualified hiring labor. Designing the certification scheme to guarantee the qualification of hiring workers and generalizing the certificate education program for workers may help reduce the low level of productivity sourced by unqualified workers. Through the certification scheme, certified workers may match up the part-time farms with a good salary via a specialized service lease firm. Certification scheme may ensure that the workers joined the social security umbrella and their technical capacity up to date with the help of a specialized service lease firm. Giving government support to farms to employ certified workers may contribute to adopting a certification scheme. Developing an education and extension program for increasing family and hired labor qualification may positively contribute to sustainable land use. To increase the participation of farmers and workers in the education and extension programs, technology-based programs such as e-learning programs, etc., should be organized. The content of the education material should be attractive for farmers. Focusing on the optimum input use and monitoring the economic variables, especially input and output market variables in education and extension programs, may increase technical efficiency and sustainable land use in the research area.

The study also inferred that part-time farming created serious social costs in the research area. The social cost of part-time farming equaled 0,7% of the total agricultural export of Turkey and 0,04% of the GDP of Turkey. The study recommends using both regulatory and market-intensive approaches simultaneously. The study suggested using a legislative process to transfer hazelnut orchards to full-time farmers. Enhancing the transferring of unproductive hazelnut orchards from part-time farmers to full-time farmers may decrease the adverse effects of part-time farming

on the sustainability of land use and externalities. The study also recommends creating a legislative system providing the opportunity for part-time farmers to rent their orchards to full-time farmers with a special and attractive contract. Government practices to supervise and control the part-time hazelnut farmers for reducing the social cost of part-time farming should be beneficial in the research area. Putting into practice some administrative approaches such as prescribing the part-time farmers to reach direct government support or benefit farmers' education programs may also reduce the social cost of part-time farming. Tie the receipt of production support of the government or other benefits such as farmers' education programs etc., should comply with the living production area. Adjusting government support oriented to farmers having small hazelnut orchards according to the social cost of part-time farming may positively reduce social costs in the research area.

Since socially efficient output rate is reached when individual and external costs are considered in production decisions, the social cost of part-time farming and effects of part-time farming on land use should be considered by policymakers when designing the policy-related hazelnut production. Involving communities during the designing policy related to hazelnut production and implementing it may increase the impact and efficiency of the policy. Decision-makers should look for ways to make hazelnut farms consider external costs during the production process.

Acknowledge: This study is part of a PhD thesis and project which was supported by TÜBİTAK (Project No: 116K758).

Conflict: The Author(s) declare(s) that there is no conflict of interest.

Author Contribution Statement: Study conception and design: ÇY, İB.; data collection: ÇY.; analysis and interpretation of results: ÇY., İB.; draft manuscript preparation: ÇY., İB.; All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

References

- Agoramoorthy, G., 2008. Can India meet the increasing food demand by 2020? *Futures*. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.10.008>
- Alwang, J., Siegel, P.B., 1999. Labor shortages on small landholdings in Malawi: Implications for policy reforms. *World Development*.

- [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00065-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00065-0)
- Amodu, M., Owolabi, J., Adeola, S., 2011. Resource Use Efficiency in Part-time Food Crop Production: The Stochastic Frontier Approach. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences* 19, 102–110. <https://doi.org/10.4314/njbas.v19i1.69353>
- Bagi, F.S., 1984. Stochastic frontier production function and farm-level technical efficiency of full-time and part-time farms in west Tennessee. *North central journal of agricultural economics* 48–55.
- Barbier, E.B., 2000. Links between economic liberalization and rural resource degradation in the developing regions. *Agricultural Economics*. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(00\)00091-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(00)00091-8)
- Barlett, P.F., 1986. Part-time farming: saving the farm or saving the life-style? *Rural Sociology*.
- Battese, G.E., Coelli, T.J., 1992. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*. <https://doi.org/10.1007/BF00158774>
- Beyene, A.D., 2008. Determinants of off-farm participation decision of farm households in Ethiopia. *Agrekon*. <https://doi.org/10.1080/03031853.2008.9523794>
- Bishop, C.E., 1955. Part-Time Farming and the Low-Income Farm Problem. *Journal of Farm Economics*. <https://doi.org/10.2307/1234052>
- Black, R., 1993. Migration, return and agricultural development in the Serra do Alvao, northern Portugal. *Economic Development & Cultural Change*. <https://doi.org/10.1086/452032>
- Bollman, R.D., 1982. Part-time farming in Canada: Issues and non-issues. *GeoJournal*. <https://doi.org/10.1007/BF00240532>
- Bollman, R.D., Smith, P., 1988. Integration of Canadian Farm and Off-farm Markets and the Off-farm Work of Women, Men and Children. *Social and Economic Studies Division, Statistics Canada*.
- BOZ, İ., YILDIRIM, Ç., TÜRKTEK, H., 2016. Adoption and Diffusion of Grass Silage in Trabzon Province of Turkey. *Advances in Ecological and Environmental Research* 1, 1–13.
- Brosig, S., Glauben, T., Herzfeld, T., Wang, X., 2009. Persistence of full- and part-time farming in Southern China. *China Economic Review* 20, 360–371.
- <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2008.10.005>
- Brummer, B., 2001. Estimating confidence intervals for technical efficiency: the case of private farms in slovenia. *European Review of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1093/erae/28.3.285>
- Canan, S., Ceyhan, V. 2021. Exploring the Farm Level Opportunity Cost for Protecting Environment: Evidence from Turkey. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(2), 253-263.
- Caraveli, H., 2000. A comparative analysis on intensification and extensification in mediterranean agriculture: Dilemmas for LFAs policy. *Journal of Rural Studies*. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(99\)00050-9](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(99)00050-9)
- Cavazzani, A., 1977. Part-time farming and the Common Agricultural Policy. *The Place of Part-time Farming in Rural and Regional Development* 73–81.
- Ceyhan, V., Türkten, H., Yıldırım, Ç., Canan, S. 20221 Samsun ili tarım işletmelerinin sigortalanabilir risklerinin belirlenmesi ve tarım sigortası yaptırma durumu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(4), 567-578.
- Chavas, J.P., Petrie, R., Roth, M., 2005. Farm household production efficiency: Evidence from the Gambia. *American Journal of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1111/j.0002-9092.2005.00709.x>
- Chen, Y., Liu, Y., Xu, K., 2010. Characteristics and mechanism of agricultural transformation in typical rural areas of Eastern China: A case study of Yucheng City, Shandong Province. *Chinese Geographical Science* 20, 545–553. <https://doi.org/10.1007/s11769-010-0430-4>
- Coelli, T., 2005. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program by. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*.
- Coelli, T., Rao, D.S.P., Battese, G.E., Coelli, T., Rao, D.S.P., Battese, G.E., 1998. Efficiency Measurement Using Stochastic Frontiers, in: *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6_8
- Comission of the European Communities, 1985. *Perspectives for the common agricultural policy, the Green Paper of the Comission*. Brussels.
- Coutu, A.J., 1957. *Planning of Total Resource Use on Low-Income and Part-Time Farms*.

- Journal of Farm Economics.
<https://doi.org/10.2307/1234699>
- Cramer, K.M., 1999. Psychological antecedents to help-seeking behavior: A reanalysis using path modeling structures. *Journal of Counseling Psychology*.
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.46.3.381>
- de Haas, H., 2006. Migration, remittances and regional development in Southern Morocco. *Geoforum*.
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2005.11.007>
- Farrel, M.J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications: Techniques and Applications. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*.
- Fernández-Gómez, M.J., Romero, E., Nogales, R., 2010. Feasibility of vermicomposting for vegetable greenhouse waste recycling. *Bioresource Technology* 101, 9654–9660.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.07.109>
- Fuller, A.M., 1990. From part-time farming to pluriactivity: a decade of change in Rural Europe. *Journal of Rural Studies*.
[https://doi.org/10.1016/0743-0167\(90\)90049-E](https://doi.org/10.1016/0743-0167(90)90049-E)
- Fuller, M.A., 1975. The problems of part-time farming conceptualised. Guelph Report II, in: *Part-Time Farming: Problem or Resource in Rural Development*, Proceedings of First Rural Geography Symposium. pp. 18–20.
- Gasson, R., 1988. FARM DIVERSIFICATION AND RURAL DEVELOPMENT. *Journal of Agricultural Economics*.
<https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1988.tb00575.x>
- Gasson, R., 1986. Part time farming strategy for survival? *Sociologia ruralis* 26, 364–376.
- Gebremedhin, T.G., 1991. The economics of small-scale rabbit production. *American Journal of Alternative Agriculture*.
<https://doi.org/10.1017/S0889189300004239>
- Giourga, C., Loumou, A., 2006. Assessing the impact of pluriactivity on sustainable agriculture. A case study in rural areas of Beotia in Greece. *Environmental Management* 37, 753–763.
<https://doi.org/10.1007/s00267-003-0195-y>
- Gray, C.L., 2009. Rural out-migration and smallholder agriculture in the southern Ecuadorian Andes. *Population and Environment*.
<https://doi.org/10.1007/s11111-009-0081-5>
- Greeley, R.B., 1942. Part-time farming and recreational land use in New England. *Economic Geography* 18, 146–152.
- Haiguang, H., Xiubin, L., Jiping, Z., 2013. Impacts of Part-time Farming on Agricultural Land use in Ecologically-vulnerable Areas in North China. *Journal of Resources and Ecology* 4, 70–79. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2013.01.010>
- Ishemo, A., Semple, H., THOMAS-HOPE, E., 2006. Population mobility and the survival of small farming in the Rio Grande Valley, Jamaica. *Geographical Journal* 172, 318–330.
- Jokisch, B.D., 2002. Migration and agricultural change: The case of smallholder agriculture in highland Ecuador. *Human Ecology*.
<https://doi.org/10.1023/A:1021198023769>
- Kada, R., 1982. Trends and characteristics of part-time farming in post-war Japan. *GeoJournal* 6, 367–371.
- Kada, R., 1980. Part-time family farming. Off-farm employment and farm adjustments in the United States and Japan. *Part-time family farming. Off-farm employment and farm adjustments in the United States and Japan*.
- Khan, S.R., 1975. Estimating the Social Cost of Using Agricultural Land in the Punjab. *The Pakistan Development Review* 14, 296–314.
<https://doi.org/10.30541/v14i3pp.296-314>
- Latruffe, L., Mann, S., 2015. Is part-time farming less subsidised? The example of direct payments in France and Switzerland. *Cahiers Agricultures* 24, 20–27.
<https://doi.org/10.1684/agr.2015.0732>
- Li, L., Tonts, M., 2014. The impacts of temporary labour migration on farming systems of the loess plateau, gansu province, china. *Population, Space and Place*.
<https://doi.org/10.1002/psp.1832>
- Lien, G., Kumbhakar, S.C., Hardaker, J.B., 2010. Determinants of off-farm work and its effects on farm performance: The case of Norwegian grain farmers. *Agricultural Economics* 41, 577–586.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00473.x>
- Lorent, H., Evangelou, C., Stellmes, M., Hill, J., Papanastasis, V., Tsiourlis, G., Roeder, A., Lambin, E.F., 2008. Land degradation and economic conditions of agricultural households in a marginal region of northern Greece. *Global and Planetary Change*.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.05.005>
- Loumou, A., Giourga, C., Dimitrakopoulos, P., Koukoulas, S., 2000. Tourism contribution to agro-ecosystems conservation: The case of

- Lesbos Island, Greece. Environmental Management. <https://doi.org/10.1007/s002670010093>
- Lund, P.J., Price, R., 2007. The measurement of farm size and the meaning of part-time farming: the AARES countries.
- Ma, X., Heerink, N., Feng, S., Shi, X., 2017. Land tenure security and technical efficiency: New insights from a case study in Northwest China. *Environment and Development Economics* 22, 305–327. <https://doi.org/10.1017/S1355770X1600036X>
- MAF, 2019a. Agricultural Invest Guide of Ordu [WWW Document]. Ministry of Agriculture and Forest. URL https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/ordu.pdf (accessed 8.20.19).
- MAF, 2019b. Agricultural Invest Guide of Giresun [WWW Document]. Ministry of Agriculture and Forest. URL https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/giresun.pdf (accessed 8.20.19).
- Massey, D.S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., Taylor, J.E., 1993. Theories of international migration: a review and appraisal. *Population & Development Review*. <https://doi.org/10.2307/2938462>
- McCarthy, N., Carletto, C., Kilic, T., Davis, B., 2009. Assessing the impact of massive out-migration on Albanian agriculture. *European Journal of Development Research*. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2009.12>
- Mishra, A.K., Goodwin, B.K., 1997. Farm Income Variability and the Supply of Off-Farm Labor. *American Journal of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.2307/1244429>
- Mitzenzwei, K., Mann, S., 2017. The rationale of part-time farming: empirical evidence from Norway. *International Journal of Social Economics*.
- MNE, 2017. Ministry of National Education, Performance Programme.
- Moran-Taylor, M.J., Taylor, M.J., 2010. Land and leña: Linking transnational migration, natural resources, and the environment in Guatemala. *Population and Environment*. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0125-x>
- Morera, M.C., Gladwin, C.H., 2006. Does off-farm work discourage soil conservation? Incentives and disincentives throughout two Honduran hillside communities. *Human Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9022-4>
- Paudel, K., Wang, Y., 2002. Part time Farming, Farm Productivity, and Farm Income: Evidence from the Southeast US. American Agricultural Economics Association's annual meeting, Long Beach, California.
- Pfeiffer, L., López-Feldman, A., Taylor, J.E., 2009. Is off-farm income reforming the farm? Evidence from Mexico. *Agricultural economics* 40, 125–138.
- Preston, D., Macklin, M., Warburton, J., 1997. Fewer people, less erosion: the twentieth century in southern Bolivia. *Geographical Journal* 198–205.
- Rudel, T.K., 2006. After the labor migrants leave: The search for sustainable development in a sending region of the Ecuadorian Amazon. *World Development*. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.11.001>
- Salvati, L., Zitti, M., 2009. The environmental “risky” region: Identifying land degradation processes through integration of socio-economic and ecological indicators in a multivariate regionalization model. *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9378-5>
- SCHMITT, G., 1989. Farms, farm households, and productivity of resource use in agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 16, 257–284.
- Shucksmith, M., Winter, M., 1990. The politics of pluriactivity in Britain. *Journal of Rural Studies* 6, 429–435.
- Singh, S.P., Williamson, H., 1981. Part-Time Farming: Productivity and Some Implications of Off-Farm Work by Farmers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. <https://doi.org/10.1017/s008130520002728x>
- Strijker, D., 2005. Marginal lands in Europe - Causes of decline. *Basic and Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.01.001>
- Swanson, L.E., Busch, L., 1985. A Part-Time Farming Model Reconsidered: A Comment on a POET Model. *Rural sociology* 50, 427–436.
- Taylor, J.E., 1999. The new economics of labour migration and the role of remittances in the migration process. *International Migration*. <https://doi.org/10.1111/1468-2435.00066>
- Taylor, J.E., Rozelle, S., de Brauw, A., 2003. Migration and incomes in source communities: A new economics of migration perspective from China. *Economic Development and Cultural Change*. <https://doi.org/10.1086/380135>

- TSI, 2018. Crop production statistics [WWW Document]. Turkish Statistical Institute. URL <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (accessed 6.30.18).
- TSI, 2016. Farm Structure Statistics [WWW Document]. URL http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1003 (accessed 9.5.18).
- Upton, M., Bishop, C., Pearce, R., 1982. Part-time farming: The Cyprus case. *GeoJournal* 6, 343–350. <https://doi.org/10.1007/BF00240537>
- VanWey, L.K., Guedes, G.R., D'Antona, Á.O., 2012. Out-migration and land-use change in agricultural frontiers: Insights from Altamira settlement project. *Population and Environment*. <https://doi.org/10.1007/s11111-011-0161-1>
- Wallace, T.D., 1962. Measures of social costs of agricultural programs. *Journal of Farm Economics* 44, 580–594.
- Xin, L., Li, X., Zhu, H., Tan, M., 2009. China's potential of grain production due to changes in agricultural land utilization in recent years. *Chinese Geographical Science*. <https://doi.org/10.1007/s11769-009-0103-x>
- Yamane, T., 2001. Temel Örnekleme Yöntemleri,(1. Baskı). Çev. A. Esin, MA Bakır, C. Aydın ve E. Gürbüzsel), Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Yıldırım, Ç., Türkten, H., Boz, İ., 2017. Adoption characteristics of livestock farmers to making grass silage in Ordu province of Turkey. *Custos e Agronegocio*.
- Yıldırım, Ç., Türkten, H., Boz, İ., 2016. Adoption characteristics of livestock farmers and their attitudes to silage making from grass in interior coastal areas of Rize province, Turkey. *Custos e Agronegocio*.
- Yıldırım, Ç., Türkten, H., Ceyhan, V., Atış, E., Hasdemir, M., Salalı, H.E., Akyüz, Y., Güngör, F., 2020. Exploring opportunity cost of conversion to eco-friendly farming system: the case of Samsun and Adana provinces of Turkey. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00630-3>
- Yıldırım, Ç., Türkten, H., ul Haq, S., Ceyhan, V., n.d. Effects of Different Types of Labor Hiring on Economic Performance and Efficiency of Farms in Kaş District of Antalya Province, Turkey. *mdrsjrn YR - 2022*.
- Yrjola, T., Kola, J., Yrjölä, T., 2002. Social Benefits of Multifunctional Agriculture in Finland Paper prepared for presentation at the X th EAAE Congress 'Exploring Diversity in the European Agri -Food System Social benefits of multifunctional agriculture in Finland. Zaragoza (Spain) 28–31.
- Zhang, L., Zhang, Y., Yan, J., Wu, Y., 2008. Livelihood diversification and cropland use pattern in agro-pastoral mountainous region of eastern Tibetan Plateau. *Journal of Geographical Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11442-008-0499-1>
- Wricke, G. 1962. Übereine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 47: 92-96.
- Yan, W. 2014. *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis* John Wiley and Sons, 349.
- Zafuski, D., Tworkowski, J., Krzyżaniak, M., Stolarski, M. J., Kwiatkowski, J. 2020. The Characterization of 10 Spring Camelina Genotypes Grown in Environmental Conditions in North-Eastern Poland. *Agronomy*, 10 (1), 64, 1-13.

Midyat (Mardin) Yöresindeki Mahalli Üzüm Genotiplerine Ait Sürgünler ile Genç ve Olgun Yaprak Karakterlerinin Tespiti

Mehmet Settar ÜNAL^{1*}, Cuma UÇAŞ²

¹Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak

²Şırnak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak

*Sorumlu Yazar: munal62@hotmail.com

Geliş Tarihi: 05.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.03.2022 Kabul Tarihi: 15.03.2022

Öz

Bu araştırma; 2019-2020 yıllarında Mardin bölgesi Midyat yöresinde yetiştirilen yöresel üzüm genotiplerinin karakterlerinin milletlerarası standartlara göre detaylıca teşhis edilebilmeleri için yapılmıştır. Araştırmada; çoğunlukla IBPGR, OIV ve UPOV'ca hazırlanan ve esasen 1983 senesinde yayımı yapılan "Descriptors for Grape" isimli eserden yararlanılmış olmasına rağmen 1989 senesinde yayımlanan "Minimal Descriptor List for Grapevine Varieties" isimli eserden de istifade edilmiştir. Mardin bölgesinin Midyat yöresinde belirlenen 28 üzüm genotipi, 39 özellik yönüyle değerlendirmeye alınmıştır. Araştırılan üzüm genotiplerinde sürgün ucu'nun açık, sülük diziliminin aralıklı olması bunların *Vitis vinifera* L. türüne mensup olduğunu göstermektedir. Üzüm genotiplerinin çoğunda sürgünün konumu yarıdik; sürgünlerin boğum ve boğum araları tüsüz; yaprak sapında yatık tüy gözlenmiştir. Sürgün, genç/gelişmiş yaprağa ilişkin başka hususiyetler de genotipler arasında değişim gösterirken bunların aynı çeşitte, hatta aynı asmada bile değişiklik gösterebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ampelografi, bağcılık, Mardin, Midyat, üzüm

Determination of Shoot, Young and Mature Leaf Characteristics of Local Grape Genotypes in Midyat (Mardin) District

Abstract

This search was conducted with the purpose of diagnosing in detailed the ampelographic properties of native grape varieties cultured in Midyat territory of Mardin region among 2019-2020 as regards international norms. In the search; the organized by IBPGR, OIV and UPOV in 1983, the issue named "Grape Descriptors" was utilized and the other one was take advantage of issue named "Minimal Descriptive List for Grape Varieties" in 1989. 28 grape varieties described in the adjacent to Midyat territory of Mardin region were valuated in respect to 39 properties. The fact that the shoot tip is open and the tendril sequence is intermittent in the investigated grape genotypes indicates that they belong to the *Vitis vinifera* L. species. The shoots status in most varieties was semi-steep; there was no property of petiole sinus and horizontal hairs on petiole. While other features pertain to shoots, leaves vary among varieties, too; it has been showed that they may vary in the identic cultivar, even in the identic vine.

Key words: Viticulture, grape, ampelography, Mardin, Midyat

Giriş

Rus botanikçi Vavilov'un bitki türlerinin anavatanlarının yeryüzündeki dağılımına ilişkin yaptığı çalışmayla saptadığı gen merkezlerinden Yakın Doğu ve Akdeniz bölgeleri ülkemizle yakın komşu bulunmaktadır. Ülkemizin kuzeydoğu kısmını da içeren Karadeniz ve Hazar denizi

arasında kalan alan, asma bitkisinin en önemli türü olan *V. vinifera* L.'nin anavatanı ve yetiştiriciliğinin yapıldığı bölge olarak bilinmektedir (Bekar, 2016; Çakır ve Söylemezoğlu, 2018).

Üzümün değerlendirme imkânlarının çok fazla olması, bu ürünü dünyada en fazla üretimi

yapılan meyve haline sokmuştur. Pozisyon olarak 36°- 42° kuzey enlemleri arasında bulunan ve birincil olarak yetiştiriciliği yapılan bölgenin odağında bulunan Türkiye, oldukça kadim ve yerleşik bir üzüm yetiştirme özelliğine sahip olduğu için aynı zamanda zengin bir bitki genetik kaynağını bağrında taşımaktadır (Çelik ve ark., 1998; Karataş ve ark., 2009). Nitekim binlerce yıl öncesi dönemden kalma olduğu belirlenen üzüm tohumları, bağcılığın beşeriyet tarihi kadar kadim olduğunu ve bu tarihlerde ülkemizde yetiştiriciliğinin yapıldığını göstermektedir (Anonim, 2019). Değişik üzüm çeşitleri ve yabancı asmalar üzerinde yapılan SSR analizleri de bu durumu ispat etmektedir (ArroyoGarcia ve ark., 2006; Ergül ve ark., 2006).

Bağcılık açısından önem arz eden Mardin’de toplam bağ alanı 354.798 da, üretilen üzüm miktarı 12.1459 ton iken, Midyat ilçesinde aynı değerler sıra ile 122.502 da ve 37.823 ton’dur (TÜİK, 2019). Bölgede bağ alanının % 34’nü, üretilen ürün miktarının ise yaklaşık % 31’ni oluşturan Midyat’ta üzüm yetiştiriciliğinin önemli olduğu görülmektedir. Özellikle bölgede ikamet eden Süryaniler, hala üzüm yetiştirmeyle iştiğal etmektedirler. Yörede üzüm ve üzüm ürünlerinin çok değişik şekillerde değerlendirilmesi, bağcılık kültürünü daha da önemli hale getirmiştir (İris, 2003; Gazioğlu Şensoy ve Akcan, 2014; Akcan, 2017).

Bağcılıkta çeşit teşhis etme anlamında olan ampelografi’de temel çalışmalar 17. yüzyılın sonuna doğru başlayıp, esasen sürgün ucu tipi, genç/gelişmiş yaprak, sürgün ve çubuk özellikleri, çiçek salkımı, tane ve çekirdeklerine dair özellikler göz önünde bulundurulmaktadır. Ama dünya bağcı ülkelerinde yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinin teşhisi ve sınıflandırılmasında, değişik metotların kullanıma girmesinden ötürü meydana gelen karmaşanın ortadan kaldırılması ve çeşitlerin sağlıklı olarak teşhisi için IBPGR, OIV ve UPOV’nin birlikte hazırladığı ‘Üzüm Tanımlayıcıları’ (Descriptors for Grape) adı ile yayına giren teşhis kriterleri oluşturulmuştur (Anonymous, 1997). Bu yöntem ile inceleme yapılan çeşitlerin özellikleri bir veri bankasında korunarak, özellikle ıslahta görev yapacaklar için oldukça yararlı olacağı

beklenilmektedir (Uzun, 1986). Son dönemlerde bağ alanlarında da kullanılan DNA markırları farklı amaçlara dönük olarak sıklıkla kullanılmakla beraber gerek bağ ve gerekse diğer alanlardaki ıslah çalışmalarına da bir yenilik getirmiştir.

Bu araştırmayla, üzüm üretim miktarı ve alanı bakımından başta gelen illerden biri olan Mardin’in Midyat yöresinde yetiştirilen üzüm genotiplerinin belirlenmesi, korunması, milletlerarası standartlara göre teşhisi ve modern yöntemlerle üretimiyle gelecek nesillerimize aktarılacak suretiyle sürdürülebilirliğinin, böylece bölgemiz ve ülkemiz bağcılığının geliştirilmesinin sağlanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu araştırma; 2019-2020 yıllarında Mardin ili Midyat yöresinde yetiştirilen ve Çizelge 7’de isimleri verilen yöresel üzüm genotipleri ele alınmıştır.

Ampelografik karakterlerin tespitinde uygulamaya sokulan metod, dünya çapında birliktelik oluşturmak için IBPGR, OIV ve UPOV’ca müştereken benimsenen ve ‘Descriptors for Grape’ (Üzüm Tanımlayıcıları) ismiyle yayınlanmıştır (Anonymous, 1983, 1989). Yine çeşit tescilinde ele alınan özelliklerde göz önüne alınmış ama hastalık, zararlı ve bulunduğu ekolojik şartlara tepkileri gibi hususlar ise dikkate alınmamıştır. Arazi araştırmaları esnasında omcalardan alınan yaprak örneklerinin bozulmaması için buzluk termos ile laboratuvara nakil işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen yöresel üzüm genotiplerinin, *V. vinifera* L. türü’ne ait olduğu belirlenmiştir (Dursun, 1994; Ecevit ve ark., 1995; Gider 1995; Dilli 1997; Ünal, 2000; Çoban ve Kuey, 2006; Ünal ve Yıldırım, 2019; Uçaş, 2021) (Çizelge 1.).

İncelenen üzüm genotiplerinde saptanan müşterek özelliklere Çizelge 2.’de, ayrıntılı olarak inceleme yapılan özelliklere ise Çizelge (3-7)’de yer verilmiştir.

Çizelge 1. *V. vinifera* L.’ne ilişkin müşterek karakterler ve açıklamaları

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Sürgün Ucu Biçimi | Açık |
| Sülük Dizilimi | Kesikli (2S+0+2S+...) |

Çizelge 2. İnceleme yapılan yerel üzüm genotiplerinde saptanan müşterek karakterler

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Olgun Yaprığın Dış biçimi | Testere |
| Yaprak Üstyüz Yatık Tüy Yoğunluğu | Yok |
| Yapraksapı Yatık Tüy Yoğunluğu | Yok |
| Boğumarası Dik Tüy Yoğunluğu | |

Çizelge 3. Yöresel üzüm genotiplerinde ayrıntılı olarak incelenen özellikler

| İncelenen Özellikler | Mazrone (Şıra) | Zeyti | Benitaht | Şepirze | Korfoki |
|---|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Sürgün Özelliği Sürgün boyunun 20-30 cm olduğunda 10 sürgün üzerinde belirlenen özellikler | | | | | |
| SU. An. Dağılımı | Kısmen | Kısmen | Var | Yok | Kısmen |
| SU. Yatık | Yok | Orta | Seyrek | Seyrek | Yok |
| Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| SU. Dik Tüy Sıklığı | Seyrek | Sık | Yok | Yok | Yok |
| Çiçeklenmede 10 yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen karakterler | | | | | |
| Habitus | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik |
| BA. Sirt Rengi | Yeşil | Kır. | Kır. | Kır. | Yeşil |
| BA. Karın Rengi | Yeşil | Kır. Çizgili | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| BA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| BA. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Seyrek | Seyrek | Yok |
| Genç Yaprak Özelliği Çiçeklenme öncesinde 10 sürgünde belirlenen özellikler | | | | | |
| Üstyüz Rengi | Br. Ben.Yeşil | Br. Ben.Yeşil | Br. Ben.Yeşil | Br. Ben.Yeşil | Br. Ben.Yeşil |
| DA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| DA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| AD. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| AD. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Olgun Yaprak Özelliği Tane Bağlama-Ben Düşmede yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen özellikler | | | | | |
| Aya Alanı (cm ²) | Orta (175±8.36) | Orta (204.01±55) | Orta (146.72±5.98) | Büyük (261.51±11.5) | Orta (259.91±11.19) |
| Boy (cm) | Kısa (13.38±0.33) | Kısa (14.41±0.09) | Kısa (12.01±0.28) | Orta (16.33±0.45) | Orta (17.55±0.50) |
| Aya Biçimi | Besgen | Yuvarlak | Yuvarlak | Besgen | Besgen |
| Dilim Adedi | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Üstsüz Rengi | Yeşil | Yeşil | Açık | Açık | Yeşil |
| Aya Profili | Düz | Dalgalı | Dalgalı | Düz | Düz |
| N2 Dişi Boyu (mm) | Orta (11.67±0.39) | Orta (10.7±0.60) | Kısa (5.6±0.31) | Orta (11.41±0.58) | Orta (10.02±0.88) |
| N4 Dişi Boyu (mm) | Kısa (6.67±0.46) | Orta (8.20±0.51) | Kısa (8.31±0.54) | Orta (10.16±0.23) | Orta (9.97±1,90) |
| N2 Diş Boy/En Oranı | Orta (1.00±0.03) | Uzun (1.01 ± 0.03) | Orta (0.97±0.03) | Çok Uzun (2.1±1.06) | Orta (0.88±0.09) |
| N4 Diş Boy/En Oranı | Uzun (1.01±0.11) | Uzun (1.06±0.02) | Orta (0.99±0.02) | Uzun (0.98±0.02) | Uzun (0.97±0.03) |
| SC. Genel Biçimi | Üstüste | Açık | Açık | Açık | Açık |
| SC. Esas Biçimi | V | U | V | U | V |
| Üstyan Cep Genel Biçimi | Dilimler Üstüste | Dilimler Az Üstüste | Dilimler Üstüste | Kapalı | Dilimler Üstüste |
| Üstyan Cep Esas Biçimi | V | U | V | V | V |
| Altyüz Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| Altyüz Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Üstsüz Dik Tüy Varlığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Boyu (cm) | Kısa (7.87±0.45) | Kısa (7.96±0.12) | Kısa (10.55±0.45) | Kısa (7.32±0.22) | Uzun (9.36±0.61) |

SU: Sürgün ucu BA: Boğumlararası DA: Damararaları
AD: Anadamararaları YS: Yaprak sapı
Dağ.: Dağılım Br. Ben.: Bronz Benekli SC: Sap cebi

Çizelge 4. Yöresel üzüm genotiplerinde ayrıntılı olarak incelenen özellikler

| İncelenen Özellikler | Siyah Korfoki | Kerküşü | Pembe Korfoki | Sudani | Zeynebi (Libdrej) | Bılbızek |
|---|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| Sürgün Özelliği Sürgün boyunun 20-30 cm olduğunda 10 sürgün üzerinde belirlenen özellikler | | | | | | |
| SU. Ant. Dağ. | Kismen | Kismen | Yoktur | Tamamen | Yok | Yok |
| SU. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| SU. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Çiçeklenmede 10 yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen karakterler | | | | | | |
| Habitus | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik |
| BA. Sırt Rengi | Yeşil | Kır. | Yeşil | Kır. | Kır. | Kır. |
| BA. Karın Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| BA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| BA. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| Genç Yaprak Özeliği Çiçeklenme öncesinde 10 sürgünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Üstyüz Rengi | Br.Ben. Yeşil | Br.Ben. Yeşil | Br.Ben. Yeşil | Yeşil | Bakır Sarısı | Br.Ben. Yeşil |
| DA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek |
| DA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| AD. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Çok Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| AD. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Orta | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Olgun Yaprak Özelliği Tane Bağlama-Ben düşmede yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Aya Alanı (cm ²) | Orta (259.9±11.19) | Orta (206.9±10.63) | Çok Büyük (366.9±9.36) | Çok Büyük (300.1±32.87) | Orta (208.6±4.77) | Orta (194.2±6.67) |
| Boy (cm) | Orta (17.55±0.50) | Kısa (14.22±0.40) | Orta (16.65±0.62) | Orta (17.25±0.98) | Kısa (14.27±0.22) | Kısa (14.25±0.23) |
| Aya Biçimi | Beşgen | Yuvarlak | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Beşgen |
| Dilim Adedi | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Üstsüz Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| Aya Profili | Düz | Dalgalı | Düz | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı |
| N2 Dişi Boyu (mm) | Orta (11.90±0.50) | Orta (13.77±0.81) | Orta (12.36±1.06) | Uzun (14.70±1.24) | Orta (10.8±0.66) | Orta (11.90±0.50) |
| N4 Dişi Boyu (mm) | Orta (10.40±0.48) | Orta (11.67±1.05) | Orta (10.81±0.84) | Orta (12.30±1.01) | Uzun (13.8±0.57) | Orta (10.40±0.48) |
| N2 Diş Boy/En Oranı | Orta (1.05±0.06) | Orta (0.99±0.03) | Orta (1.03±0.04) | Uzun (1.01±0.05) | Orta (0.98±0.02) | Orta (1.05±0.06) |
| N4 Diş Boy/En Oranı | Uzun (1.05±0.06) | Uzun (1.0±0.02) | Çok Uzun (1.63±0.06) | Uzun (1.01±0.04) | Uzun (1.00±0.01) | Uzun (1.05±0.06) |
| SC. Genel Biçimi | Açık | Açık | Açık | Geniş Açık | Geniş Açık | Açık |
| SC. Esas Biçimi | V | V | V | U | V | V |
| Üstyan Cep Genel Biçimi | Dilimler Üstüste | Dilimler Üstüste | Kapalı | Dilimler Az Üstüste | Dilimler Az Üstüste | Dilimler Üstüste |
| Üstyan Cep Esas Biçimi | V | V | V | U | V | V |
| Altyüz Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Yok | Seyrek | Yok | Seyrek |
| Altyüz Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Seyrek | Seyrek | Yok |
| Üstsüz Dik Tüy Varlığı | Yok | Seyrek | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Boyu (cm) | Kısa (7.60±0.40) | Kısa (7.55±0.34) | Kısa (8.0±0.44) | Kısa (10.20±0.62) | Kısa (11.30±0.50) | Kısa (7.60±0.40) |

SU: Sürgün ucu BA: Boğumlararası DA: Damararaları
AD: Anadamararaları YS: Yaprak sapı
Dağ.: Dağılım Br. Ben.: Bronz Benekli SC: Sap cebi

Çizelge 5. Yöresel üzüm genotiplerinde ayrıntılı olarak incelenen özellikler

| İncelenen Özellikler | Heseni | Tayfi | Reşe gurguronek | Reşik (Usvet) | Bakari |
|--|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Sürgün Özelliği | | | | | |
| Sürgün boyunun 20-30 cm olduğunda 10 sürgün üzerinde belirlenen özellikler | | | | | |
| SU. Ant. Dağılımı | Yoktur | Kismen | Kismen | Tamamen | Kismen |
| SU. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| SU. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Çiçeklenmede 10 yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen karakterler | | | | | |
| Habitus | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Dik |
| BA. Sırt Rengi | Kır. | Kır. | Kır. | Kır. | Kır. |
| BA. Karın Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| BA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| BA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Yoktur |
| Genç Yaprak Özelliği | | | | | |
| Çiçeklenme öncesinde 10 sürgünde belirlenen özellikler | | | | | |
| Üstyüz Rengi | Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Sarı | Yeşil | Br.Ben. Kır. |
| DA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Yok | Yok |
| DA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| AD. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Çok Seyrek | Seyrek | Çok Seyrek | Seyrek |
| AD. Dik Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Yok | Seyrek |
| Olgun Yaprak Özelliği | | | | | |
| Tane Bağlama-Ben Düşmede yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen özellikler | | | | | |
| Aya Alanı (cm ²) | Büyük (230.84±6.66) | Orta (190.96±15.12) | Orta (195.09±6.11) | Çok Büyük (300.08±32.87) | Orta (220.60±7.22) |
| Boy (cm) | Orta (14.62±0.25) | Kısa (13.78±0.52) | Kısa (12.40±0.58) | Orta (17.25±0.98) | Orta (15.05±0.26) |
| Aya Biçimi | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Yuvarlak |
| Dilim Adedi | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Üstsüz Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| Aya Profili | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı |
| N2 Dişi Boyu (mm) | Orta (11.17±1.01) | Orta (9.4±0.44) | Orta (13.05±0.89) | Uzun (14.70±1.24) | Uzun (14.31±0.09) |
| N4 Dişi Boyu (mm) | Orta (9.43±1.22) | Kısa (8.80±0.82) | Orta (10.30±1.04) | Orta (12.30±1.01) | Orta (10.46±0.24) |
| N2 Diş Boy/En Oranı | Orta (0.97±0.01) | Uzun (1.0±0.02) | Uzun (1.93±0.04) | Uzun (1.01±0.05) | Uzun (1.18±0.02) |
| N4 Diş Boy/En Oranı | Uzun (1.00±0.02) | Uzun (0.97±0.02) | Orta (0.63±0.04) | Uzun (1.01±0.04) | Uzun (0.86±0.03) |
| SC. Genel Biçimi | Açık | Açık | Geniş Açık | Geniş Açık | Geniş Açık |
| SC. Esas Biçimi | U | U | V | U | V |
| Üstyan Cep Genel Biçimi | Kapalı | Kapalı | Dilimler Az Üstüste | Dilimler Az Üstüste | Dilimler Az Üstüste |
| Üstyan Cep Esas Biçimi | V | U | V | U | V |
| Altyüz Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Yok |
| Altyüz Dik Tüy Sıklığı | Yok | Seyrek | Yok | Seyrek | Yok |
| Üstsüz Dik Tüy Varlığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Çok Seyrek | Yok | Yok |
| YS. Boyu.(cm) | Kısa (7.45±0.53) | Kısa (8.80±0.59) | Kısa (7.60±0.4) | Kısa (10.20±0.62) | Kısa (11.5±0.50) |

SU: Sürgün ucu BA: Boğumlararası DA: Damararaları
AD: Anadamararaları YS: Yaprak sapı
Dağ.: Dağılım Br. Ben.: Bronz Benekli SC: Sap cebi

Çizelge 6. Yöresel üzüm genotiplerinde ayrıntılı olarak incelenen özellikler

| İncelenen Özellikler | İmbesek | Siyah İmbesek | Sorani | Bızani | Hazirani | Atf |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Sürgün Özelliği | | | | | | |
| Sürgün boyunun 20-30 cm olduğunda 10 sürgün üzerinde belirlenen özellikler | | | | | | |
| SU. Ant. Dağ. | Yok | Yok | Kısmen | Yok | Yok | Yok |
| SU. Yatık Tüy Sıklığı | Çok Seyrek | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| SU. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Çiçeklenmede 10 yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen karakterler | | | | | | |
| Habitus | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik |
| BA. Sırt Rengi | Kır. | Kır. | Kır. | Kır. | Kır. | Kır. |
| BA. Karın Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| BA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| BA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| Genç Yaprak Özelliği | | | | | | |
| Çiçeklenme öncesinde 10 sürgünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Üstyüz Rengi | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil |
| DA. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Seyrek | Yok | Yok | Seyrek | Seyrek |
| DA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| AD. Yatık Tüy Sıklığı | Çok Seyrek | Seyrek | Çok Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| AD. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Olgun Yaprak Özelliği | | | | | | |
| Tane Bağlama-Ben Düşmede yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Aya Alanı (cm ²) | Küçük (105.33±2.24) | Küçük (112.33±2.65) | Orta (147.44±13.40) | Küçük (164.54±19.01) | Küçük (112.33±2.65) | Küçük (123.50±2.50) |
| Boy (cm) | Kısa (10.0±0.12) | Kısa (10.81±0.19) | Kısa (12.7±0.60) | Orta (13.67±1.42) | Kısa (10.81±0.19) | Kısa (11.90±0.19) |
| Aya Biçimi | Yuvarlak | Yuvarlak | Yuvarlak | Beşgen | Yuvarlak | Yuvarlak |
| Dilim Adedi | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Üstsüz Rengi | Yeşil | Yeşil | Açık Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| Aya Profili | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı |
| N2 Dişi Boyu (mm) | Çok kısa (4.95±0.53) | Çok kısa (4.39±0.68) | Kısa (8.86±0.21) | Orta (11.9±0.42) | Çok kısa (4.39±0.68) | Çok kısa (5.49±0.70) |
| N4 Dişi Boyu (mm) | Kısa (5.86±0.43) | Kısa (6.51±0.60) | Orta (9.24±0.55) | Orta (10.17±0.58) | Kısa (6.51±0.60) | Kısa (6.98±0.62) |
| N2 Diş Boy/En Oranı | Orta (0.79±0.04) | Orta (0.91±0.05) | Orta (0.89±0.09) | Uzun (1.04±0.06) | Orta (0.91±0.05) | Orta (1.45±0.06) |
| N4 Diş Boy/En Oranı | Orta (0.81±0.09) | Orta (0.86±0.09) | Orta (0.95±0.01) | Uzun (0.91±0.05) | Orta (0.86±0.09) | Orta (0.90±0.09) |
| SC. Genel Biçimi | Açık | Açık | Açık | Açık | Açık | Açık |
| SC. Esas Biçimi | V Şekli | V | U | V | V | V |
| Üstyan Cep Genel Biçimi | Dilimler Üstüste | Dilimler Üstüste | Kapalı | Açık | Dilimler Üstüste | Dilimler Üstüste |
| Üstyan Cep Esas Biçimi | V | V | V | V | V | V |
| Altyüz Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Yok | Yok | Seyrek | Seyrek |
| Altyüz Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Üstsüz Dik Tüy Varlığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Boyu.(cm) | Çok Kısa (5.93±0.32) | Çok Kısa (5.93±0.32) | Kısa (8.45±0.44) | Kısa (7.45±0.54) | Çok Kısa (5.93±0.32) | Çok Kısa (6.75±0.30) |

SU: Sürgün ucu BA: Boğumlararası DA: Damararaları Dağ.: Dağılım Br. Ben.: Bronz Benekli SC: Sap cebi
AD: Anadamararaları YS: Yaprak sapı

Çizelge 7. Yöresel üzüm genotiplerinde ayrıntılı olarak incelenen özellikler

| İncelenen Özellikler | Şitvi | Verdani | Deyvani | Serdevi | Koher (Kohevi) | Sincari |
|--|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Sürgün Özelliği Sürgün boyunun 20-30 cm olduğunda 10 sürgün üzerinde belirlenen özellikler | | | | | | |
| SU. Ant. Dağ. | Kısmen | Yok | Tamamen | Kısmen | Yok | Yok |
| SU. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Çok Seyrek | Seyrek | Seyrek | Çok Seyrek |
| SU. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Çiçeklenmede 10 yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen karakterler | | | | | | |
| Habitus | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Yarı Dik | Dik |
| BA. Sırt Rengi | Kır. | Kır. | Kır. | Yeşil | Kır. | Kır. |
| BA. Karın Rengi | Yesil | Yesil | Yesil | Yesil | Yesil | Yesil |
| BA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| BA. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| Genç Yaprak Özelliği Çiçeklenme öncesinde 10 sürgünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Üstyüz Rengi | Br.Ben.Kır. | Açık Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil | Br.Ben.Yeşil |
| DA. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Seyrek | Yok | Yok |
| DA. Dik Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Çok Seyrek | Yok | Yok | Yok |
| AD. Yatık Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Çok Seyrek | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| AD. Dik Tüy Sıklığı | Seyrek | Seyrek | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Olgun Yaprak Özelliği Tane Bağlama-Ben Düşmede yaz sürgününün 1/3'lik orta bölümünde belirlenen özellikler | | | | | | |
| Aya Alanı (cm ²) | Orta (199.33±11.20) | Orta (161.08±11.36) | Orta (180.64±14.60) | Orta (170.17±19.66) | Orta (183.67±7.55) | Orta (170.67±7.20) |
| Boy (cm) | Kısa (14.35±0.40) | Kısa (12.95±0.54) | Kısa (11.20±0.46) | Kısa (13.80±0.57) | Orta (13.92±0.34) | Orta (13.10±0.36) |
| Aya Biçimi | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Beşgen | Beşgen |
| Dilim Adedi | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| Üstsüz Rengi | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil | Yeşil |
| Aya Profili | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı | Dalgalı |
| N2 Diş Boyu (mm) | Orta (13.20±0.70) | Orta (12.10±0.94) | Uzun (15.40±1.11) | Orta (9.40±0.91) | Orta (10.43±0.32) | Orta (9.51±0.30) |
| N4 Diş Boyu (mm) | Uzun (13.20±0.80) | Orta (10.90±0.89) | Uzun (15.90±1.01) | Kısa (8.30±0.88) | Orta (10.17±0.58) | Orta (9.33±0.53) |
| N2 Diş Boy/En Oranı | Orta (0.98±0.03) | Uzun (1.22±0.08) | Orta (0.86±0.04) | Uzun (1.13±0.13) | Uzun (0.94±0.04) | Uzun (0.88±0.04) |
| N4 Diş Boy/En Oranı | Orta (0.86±0.05) | Uzun (1.05±0.04) | Uzun (0.93±0.05) | Çok Uzun (1.23±0.14) | Uzun (1.06±0.02) | Uzun (1.09±0.02) |
| SC. Genel Biçimi | Geniş Açık | Kapalı | Açık | Açık | Çok Açık | Çok Açık |
| SC. Esas Biçimi | V | U | U | U | U | U |
| Üstyan Cep Genel Biçimi | Açık | Dilimler Az Üst Üste | Dilimler Az Üst Üste | Dilimler Az Üst Üste | Kapalı | Kapalı |
| Üstyan Cep Esas Biçimi | V | V | U | V | V | V |
| Altyüz Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Seyrek | Yok | Yok | Yok |
| Altyüz Dik Tüy Sıklığı | Yok | Seyrek | Yok | Seyrek | Seyrek | Seyrek |
| Üstsüz Dik Tüy Varlığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Yatık Tüy Sıklığı | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok | Yok |
| YS. Boyu.(cm) | Kısa (8.75±0.42) | Kısa (9.80±0.70) | Kısa (8.85±0.52) | Kısa (7.85±0.75) | Kısa (11.44±0.47) | Kısa (11.00±0.45) |
| SU: Sürgün ucu BA: Boğumlararası DA: Damararaları Dağ.: Dağılım Br. Ben.: Bronz Benekli SC: Sap cebi AD: Anadamararaları YS: Yaprak sapı | | | | | | |

Asmaların sürgünlerin ucundaki antosiyanın renginin çeşit teşhisinde önemli bir kıstas olduğu ve bu rengin nüansının çeşitten çeşide değişebileceği bu alanda çok sayıda ilim insanı tarafından ifade edilmiştir (Gürsöz, 1993, 1994; Morton, 1979). Sürgün ucunda antosiyanın dağılımı bakımından genotipler; “Tamamen”, “Kısmen” ve “Yok” sınıflarında yer almışlar, zaman içerisinde sürgün ucundaki antosiyanın dağılım ve yoğunluğunun uç aksamdan itibaren azalış arzettiği saptanmıştır. Bu saptama, Altın (1991), Gider (1995) ve Uyak (2010)’ın çalışmalarıyla da teyit edilmektedir. Bunun için sürgün ucunda renk tespitinin kısıtlı bir zaman içinde ve filizler 10-30 cm olduğunda ilk yapraklarda incelenmesinin daha doğru olacağı kanısı oluşmuştur. Sürgün ucunda yatık tüy bakımından çeşitler; “Yok”, “Çok Seyrek”, “Seyrek” ve “Kısmen” var olarak belirlenmiştir. Sürgün ucundaki dik tüy açısından ise teşhis edilen genotiplerin tamamı “Yok” sınıfında bulunmuşlardır. Yerel üzüm genotiplerinin sürgünlerinde boğumlararası karın ve sırt renklerinin ve gelişmiş yaprağın üst/alt yüz rengi açısından genotiplerin değişik gruplarda yer aldıkları gözlemlenmiş; bu durumun bakım, iklim ve toprak koşullarına göre değişebileceği tespit edilmiştir. Bu görüş, Kara (1990), Kaplan (1994) ve Uçaş (2021)’nin görüşleriyle de uyum sağlamaktadır. Yerel genotiplerde sürgün ucunda, genç yaprakta, boğumlararası sırt/karın aksamıyla kışık gözlerdeki antosiyanın renk oluşumu bakımından ise bir ilişki belirlenmemiştir. Bu durum, Altın (1991), Dilli (1997) ve Ünal (2000) elde etmiş olduğu sonuçlar ile de teyit edilmektedir. Tüm incelemesi yapılan genotiplerde olgunlaşma başlangıcından önceki safhada tanedeki yeşil renk, olgunlaşmanın başlamasıyla beraber üzüm çeşitlerinin kendine has olarak değişime uğradığı gözlemlenmiştir. Öteki özellikler gibi farklı biçimlerde tasnif edilen tüy tiplerinde IBPGR standart teşhis usulleriyle saptanmıştır. Oraman (1959) bu sınıflandırmayı; şeftali (Örümcek ağı), yün, keçe ve fırça olarak belirlerken Galet (1956-1964) yün gibi ifadesini kullanmak suretiyle bunlara dikenimsi tüyler ve tüysüz deyimlerini ilave etmiştir. Ülkemizde Uzun (1986), Marasalı (1986) ve Demir (1987)’in IBPGR’nin teşkil ettiği yöntemi (Anonymous, 1983) kullanıma sokmalarına kadar, Oraman’ın (1937 ve 1959) belirlediği metod uygulanmıştır. Bu üzüm çeşitlerinin bütününde tüylerin değişik sıklıkta olması, bununla beraber dik tüy belirlenememesi, Kara (1990), Altın (1991), Dilli (1995) ve Ünal’ın (2000) araştırmaları ile de paralellik arz etmektedir. İncelenen gelişmiş yaprakların alt/üst yüzünde anadamarlar arasındaki yatık/dik tüylerin incelemesi yapıldığında

genotiplerin değişik sınıflarda buldukları gözlemlenmiştir.

Yaprakların üst yüzünde anadamarlar arasındaki yatık tüylerin tüm genotiplerde “olmadığı, buna karşılık yaprakların üst yüzünde ana damarlar arasındaki dik tüylerin incelemesi yapıldığında ise birçoğunda mevcut olmadığı, Tayfi ve Reşik çeşidininse “Çok Seyrek” olduğu saptanmıştır.

Yaprak sapındaki yatık tüyler, Reşe gurguronek ve Benitaht da “Çok Seyrek” olurken birçok genotipte tespit edilememiş, dik tüy bakımından ise incelenen bütün çeşitler “Yok” grubunda yer almışlardır.

Yaprakların alt yüzündeki damarlar üstündeki mevcut dik tüylerin damar ayırım yerinde daha ziyade yoğunluk kazandığı gözlemlenmiştir. Bu detay, Uzun (1986), Kara (1990) ve Uçaş’ın (2021) araştırmalarını da teyit etmektedir. Bu belirlenen tespitler dikkate alındığında Morton’un (1979) “gelişmiş yaprakların üstünün alt yüzüne nazaran daha az öneme sahip olduğu” savını teyit eder durumdadır. Sürgün ucundaki yatık tüyler le genç/olgun yapraktaki yatık tüylerin arasında bir ilgi olabileceğini göstermektedir. Buna rağmen yürütülen araştırmalar, yatık tüylerin zamanla seyrekleştiğini göstermektedir. Bu hal, Uyak (2010)’ın çalışmasıyla da benzerlik arz etmektedir. Genç yaprakta damar aralarında yatık/dik tüyler daha ziyade “Yok” ve “Çok Seyrek” şeklinde gözlenirken, ana damarlarda yatık/dik tüylerin değişik sınıflarda buldukları belirlenmiştir. Genç yaprakların ana damar aralarındaki tüylerle gelişmiş yaprakların alt yüz ana damar aralarındaki tüyler değişik sınıflarda saptanmıştır. Bu hal, Dilli (1997)’nin görüşleriyle de benzer olmuştur.

Sürgünlerde boğumlar arasındaki yatık/dik tüyler genelde görülemez iken, bir bölümü “Çok Seyrek” şeklinde gözlemlenmiştir. Altın (1991) ve Ünal (2000), boğum aralarındaki tüylerle karşılaşılmazken, Kara (1990) ve Kaplan (1994), bu tüylerle karşılaşmışlardır. İncelemesi yapılan genotiplerin ampelografik özelliklerinden birisi olan olgun yaprakların koparılmasında değişik yöntemler mevcuttur. Fidan’a (1985) göre 8.-10. boğum ya da salkımların karşısında bulunan yapraklar “Olgun Yaprak” olarak ifade edilirken, Oraman’a (1959) göre 9.-12. boğumlardaki yapraklar, Anonymous (1983)’e göre yaz sürgününün 1/3’lik orta kısmındaki yaprakların “Olgun Yaprak” olarak tanımlandığı şeklinde görüşlere de yer verilmektedir. Bu görüşlerin içerisinde temelde bir değişiklik bulunmamasına rağmen metod birliği sağlamak için Anonymous (1983)’in ortaya koyduğu yöntemden istifade edilmiştir.

Üzüm çeşitlerini birbirinden ayıran özelliklerden biri de yaprak alanı (cm²)'dir. Bu çalışmada yaprak alanı ölçümü, Anonymous (1983)'de belirtildiği gibi en x boy çarpımlarıyla belirlenmiştir. Yürütülen çalışmaya göre yerel üzüm çeşitlerinde çok değişik sayısal değerler saptanmakla beraber yaprak alanı bakımından üzüm genotipleri "Küçük", "Orta", "Büyük" ve "Çok Büyük" grubunda bulunurken "Çok Küçük" grubuna dahil bir çeşit belirlenememiştir. Morton (1979)'a göre, yaprak alanının ekolojik yapı, terbiye şekilleri, toprak yapısı gibi koşullarda değişik biçimlerde büyüme kuvveti arz edebileceğinden bahsetmiştir. Dilim adedi açısından yapraklar tetkik edildiğinde yalnız Sincari ve Koher (Kohevi)'de "3" iken öteki genotipler "5" dilimli şekilde belirlenmiştir. Demir (1987)'e göre bu durum arazi yapısı ve asmanın büyüme kuvvetiyle ilişkili olmakta; Gider (1995)'e göre aynı çeşit ya da klon için ekolojik koşullardan en az etkilenen kriterlerden birisidir. Yaprak ayası biçimi bakımından inceleme yapıldığında "Yuvarlak" ve "Beşgen" gibi 2 farklı aya tipi olduğu saptanırken yaprak profili yönünden çoğunlukla "Dalgalı", 2 üzüm genotipinin ise "Düze Yakın" grubuna dahil oldukları belirlenmiştir. N2 ve N4 dişi boyu genellikle "Orta" ve "Uzun" biçiminde saptanmıştır. Oraman (1959)'a göre sap cebi biçimleri "U" ya da "V" şeklinde belirtilirken IBPGR, sap cebini ve yan cepleri daha bir detaylı şekilde tetkik etmiştir. Çalışmaya konu üzüm çeşitlerinde sap cepleri "V" ve "U" biçiminde saptanmış ise de bunların açıklık halleri ve üst yan ceplerin genel şekli açısından birtakım değişiklikler tespit edilmiştir. Sap cebinin açıklık seviyesi bakımından birtakım değişiklikler gözlenmekle beraber daha ziyade "Açık" grubunda dağılım bahis mevzuu olmuştur.

Yaprak sapının uzunluğu açısından üzüm genotipleri "Uzun", "Kısa" ve "Çok Kısa" sınıfında dağılım göstermişlerdir. Üzüm genotiplerinin tasnifi ve teşhislerinde ele alınan renk, biçim tüy, en, boy, ağırlık, fenolojik safhaların oluşum tarihleri gibi özelliklerin bölgenin, bakım şartlarının ve zamanın etkisinde önemli değişimler arz edebileceği belirlenmiştir. Tüylülük açısından inceleme yapılan üzüm genotiplerinde; yaprak altının, yaprak üstüne göre daha önemli olduğu gözlenmiştir. Tüylülüğün çoğunlukla sürgün ucu, genç/olgun yapraklarda önemli olduğu; buna karşılık yaprak sapı, sürgün ve yıllık dalda çok önemli olmadığı; renk ve biçimle alakadar karakterlere nazaran daha az değişebilir olduğu saptanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç itibarıyla; çalışmada üzüm çeşitlerinin teşhisi yöntem bazında değerlendirilecek olursa,

moleküler markırlar çeşit teşhisinde daha emin bir yöntem olarak kabul görmekle beraber araştırmacılar biyokimyasal ve klasik yöntemlerin (Ampelografik yöntemler) birlikte yapılmasının daha doğru olacağına vurgu yapmaktadırlar.

Teşekkür: Araştırma; Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nce 2020.FLTP.13.01.06 no'lu projeye destek almıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarların arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığı beyan olunur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarların her biri makaleye eşit olarak katkı sağlamışlardır.

Kaynaklar

- Akcan, E., (2017). Mardin Yöresinde Yetiştirilen Mahalli Şepirze Üzüm Çeşidinde Hüyük Asit ve Kaya Fosfatı Uygulamalarının Verim, Kalite ve Bitki Fenolojisi Üzerine Etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Altın, H., 1991. Çukurova Üniversitesi ziraat fakültesi araştırma bağında yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinde ampelografik özellikler ve fenolojik safhaların belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Anonymous, 1983. Descriptor for Grape. IBPGR Secretariat. Rome Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof.
- Anonymous, 1989. Minimal Descriptor List For Grapevine Varieties. 5th International Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof.
- Anonymous, 1997. Descriptors for Grapevine (*Vitis* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 62p.
- Anonim, 2019. Üzüm ve Şarabın Anavatanı, www.stylitevine.com 16.08.2019.
- Arroyo-Garcia, R., Ruiz Garcia, L., Boulling, L., Ocete, R., López, M. A., Arnold, C., Ergul, A., Söylemezoğlu, G., Uzun, H. I., Cabello, F., Ibáñez, J., Aradhya, M. K., Atanassov, A., Atanassov, I., Balint, S., Cenis, J. L., Costantini, L., Gorislavets, S., Grandó, M. S., Klein, B. Y., McGovern, P., Merdinoglu, D., Pejic, I., Pelsy, F., Primikiris, N., Risovannaya, V., Roubelakis-Angelakis, K. A., Snouss, H., Sotiri, P., Tamhankar, S., This, P., Troshin, L., Malpica, J. M., Lefort, F. and Martinez-Zapater, J. M., 2006. Genetic

- Evidence For The Existence Of Independent Domestication Events In Grapevine. *Molecular Ecology* 15(12): 3707-3714.
- Bekar, T., 2016. Şaraplık üzüm kalitesi üzerine yetiştiriciliğin etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(4): 255–264, 2016.
- Çakır, A. ve Söylemezoğlu, G., 2018. Asmada (*Vitis vinifera* L.) Klasik melezleme sonucu elde edilmiş f1 genotiplerinin SSR metodu ile ebeveyn tayini. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(3): 348–354, 2018.
- Çelik, H.; Ağaoğlu, Y.S., Çelik, M., Fidan, Y., Gülsen, Y., Günay, A., Halloran, N., Koksal, İ. ve Yanmaz, R., 1998. Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 4, Ankara, 369s.
- Demir, İ. 1987. Ankara şartlarında yetiştirilen yabancı kökenli bazı üzüm çeşitlerinin Ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Dilli, Y., 1997. Harran ovası şartlarında yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin ampelografik nitelikleri ile verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Diri, A., 1995. Sungurlu bağcılığı ve yörede yetişen üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Dursun, A., 1994. Delice ilçesi bağcılığı ve yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ecevit, F.M., Akın, A., Kara, Z., 1997. Konya ili akören, güney sınır ve hadim yöresi üzüm çeşitlerinin kısa ampelografik özellikleri ile göz verimliliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. *BAHÇE* 26 (1-2): 3-11, Yalova.
- Ergül, A., Kazan K., Aygün, H., Burak, B., Ayanoğlu, H., Kuden, A., Bayazıt, B., Çölekçioğlu, S., Akçay M. E., Yaşasın, A.S., Atak, A., Kocataş, H., Şahin, N., Tan, N., Öz, M. H., Karadoğan, B., Vurgun, H., Doğan, A., Demirtaş, İ., Öztürk, G., Pektaş, M., Söylemezoğlu, G., Çelik, H., Boz, Y., Özer, C. ve Akman, B. 2006. Ülkemizde ekonomik öneme sahip bazı meyve türleri il asma gen kaynaklarının high-throughput moleküler yöntemlerle tanımlanması. 105G078, TAGEM-TUBİTAK projesi.
- Fidan, Y., 1985. Özel Bağcılık Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 930, Ankara, 400s.
- Gazioglu Şensoy, R. İ., Akcan, E., (2014). Mardin İli ve Çevresinde, Bağcılık Kültürü ve Bağ Ürünlerinin Değerlendirilme Şekilleri. *International Mesopotamia Agriculture Congress*. 749-753.
- Gider, S., 1995. Kalecik Karası üzüm çeşidinin klon seleksiyonuyla elde edilmiş klonlarının ankara şartlarında ampelografik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Gürsöz, S., 1993. GAP Alanına Giren Güneydoğu Anadolu Bölgesi Bağcılığı ve Özellikle Şanlıurfa İlinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Nitelikleri İle Verim ve Kalite Unsurlarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Adana, 363s.
- İris, M., 2003. Bütün Yönleriyle Süryaniler. Ekol Yayımcılık, İstanbul 1. Baskı, s. 289.
- Kaplan, N., 1994. Diyarbakır ve Mardin illerinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Türkiye II. Ulusal Bahçe Bit. Kongresi, Sebze-Bağ-Süs Bitkileri, Cilt: II, 529-532s.
- Kara, Z., 1990. Tokat Yöresinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Ankara, 317s.
- Karataş, H., Özdemir, G., Karataş, D., 2009. Mardin ili bağcılığının mevcut potansiyeli. *7. Türkiye bağcılık ve teknolojileri sempozyumu*, Salihli, Manisa, 2, 196-202.
- Küey, E. ve Çoban, H., 2006. Manisa'da (Yuntdağı) yetiştirilen üzüm çeşitlerinin Ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi. Ziraat Fak. Dergisi.*, 43(2): 41-52.
- Marasalı, B. 1986. Ankara şartlarında yetiştirilen bazı yerli standart üzüm çeşitlerinin Ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Morton, L.T., 1979. *A Practical Ampelography* (Translated and Adapted From P. Galet). Cornell University Pres, Ithaca and London. 248.
- Oraman, M. N. 1937. Ankara vilayeti bağcılığı ve burada yetiştirilen üzüm çeşitlerinin Ampelografik özellikleri üzerine araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, D-28 (1).

- Oraman, M. N. 1959. *Ampelografi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 137, Ankara.
- Sabır, A., 2008. Bazı üzüm çeşit ve anaçlarının ampelografik ve moleküler karakterizasyonu, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Adana.
- TÜİK, 2019. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> 20.8.2020
- Uçaş, C., 2021. Midyat (Mardin) ilçesinde bazı yerel üzüm genotiplerinin sürgün, genç ve olgun yaprak özelliklerinin belirlenmesi. Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Şırnak.
- Uyak, C., 2010. Siirt yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van.
- Uzun, H.İ., 1986. Bazı üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri, Kateşol Oksidaz İzoenzim Bantlarından Teşhisleri ve Sıcaklık Toplamları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.
- Ünal, M.S., 2000. Malatya ve Elâzığ illeri bağcılığı ile Malatya ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi (Doktora Tezi). *Çukurova Ün..Zir. Fak. Dergisi*, 2001, 16 (2). 1-8.
- Ünal, M.S., Yıldırım, M., 2019. Şırnak ili idil ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin bazı ampelografik özellikleri. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 6. Cilt - Prof. Dr. Fuat SEZGİN Bilim Yılı Özel Sayısı 190-203.

Yeşilyurt (Malatya) Yöresi Bademlerinin (*Prunus amygdalus* L.) Seleksiyonu[&]

Murat BÜYÜKFIRAT¹, Ersin GÜLSOY^{1*}, Rafet ASLANTAŞ²

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Iğdır, Türkiye

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: ersin.gulsoy@igdir.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.03.2022 Kabul Tarihi: 17.03.2022

Öz

2016 ve 2018 yılları arasında Malatya'nın Yeşilyurt ilçesinde yapılan bu çalışmada yörede doğal olarak yetişen badem popülasyonu içerisinde 92 badem genotipi işaretlenmiştir. Bu genotiplerin iki yıl süreyle bazı meyve özellikleri incelenmiş ve çiçek gözlemleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, analizler ve tartılı derecelendirme sonucunda 18 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Ümitvar genotiplerde tam çiçeklenme 2017 yılında 25 Mart- 6 Nisan, 2018 yılında ise 21 Mart-6 Nisan tarihleri arasında kaydedilmiştir. Seçilen genotiplerde ortalama kabuklu meyve ağırlığı meyve ağırlığı 3.50 g (44-YE-54)-12.07 g (44-YE-69); kabuklu meyve kalınlığı 2.43 mm (44-YE-54)-5.26 mm (44-YE-59); iç ağırlığı 0.76 g (44-YE-11)-1.56 g (44-YE-59); iç oranı %12.96 (44-YE-59)-%26.69 (44-YE-54); çift iç oranı %0 ile 20 arasında değişmiştir. Ayrıca seçilen genotipleri çiçeklenme ve kalite durumuna göre toplam tartılı derecelendirme puanları sırasıyla 696-779 ve 712-785 arasında belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Badem, Seleksiyon, Genotip, Yeşilyurt, Malatya

Selection of Almonds (*Prunus amygdalus* L.) in Yeşilyurt (Malatya) District

Abstract

In this study which was conducted between the years of 2016 and 2018 in Yeşilyurt- the district of Malatya- 92 almond genotypes were marked among the native almond population. Some fruit properties of these genotypes were analyzed for two years and flowering observations were made. As a result of the evaluations, analyses and weighted ranked method, 18 genotypes were selected promising. Full flowering in the genotypes was recorded between 25 March-6 April in 2017 and 21 March-6 April in 2018 respectively. The average shelled fruit weight in the selected genotypes changed between 3.50 g (44-YE-54)-12.07 g (44-YE-69); shelled fruit thickness 2.43 mm (44-YE-54)-5.26 mm (44-YE-59); kernel weight 0.76 g (44-YE-11)-1.56 g (44-YE-59); kernel rate %12.96 (44-YE-59)-%26.69 (44-YE-54); and double kernel rate 0% to 20 %. Additionally, total weighted ranked scores were determined between 696-779 and 712-785 respectively.

Key words: Almond, Selection, Genotype, Yeşilyurt, Malatya

Giriş

Rocaseae familyasının *Prunus* cinsine giren badem (*Prunus dulcis* (Mill.) DA Webb; sinonim. *Prunus amygdalus* (L.) Batsch) (Socias I Company, 1999) Orta Asya'nın yüksek dağlık kesimlerinde (Pakistan, İran ve Hindistan) doğal yayılım göstermiş olup, bu bölgeden Akdeniz havzasına

yerleşmiştir (Rugini ve Monastra, 2003; Özçağiran ve ark. 2005). Ülkemizin birçok bölgesinin badem yetiştiriciliği için uygun iklim koşullarına sahip olmasıyla birlikte yetiştiriciliğin büyük bir kısmı Marmara, Akdeniz ve Ege bölgesinde yoğunlaşmıştır (Küden, 1998; Anonim, 2020).

Seleksiyon en eski ıslah yöntemlerinden biridir ve seleksiyonda araştırmacı genetik bir

varyasyon oluşturmaz fakat mevcut popülasyondan yararlanır. Bütün ıslah yöntemlerinin bir seleksiyon aşaması vardır (Gülsoy ve Balta 2014). Günümüzde yetiştiriciliği yapılan Texas, Ne Plus Ultra, Monterey, Solano, Peerless Avalon, ve Valenta gibi yabancı orjinli pek çok ticari badem çeşidi, esasen tesadüfen birer şans çöğürleri olarak seleksiyonla ortaya çıkarılmış olup, bu çeşitler Amerika Birleşik Devletlerinde badem üretiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Aynı şekilde, bunlar gibi dünyada badem üretiminde önde gelen pek çok badem çeşidi yine, lokal gen havuzlarından şans çöğürleri olarak elde edilmişlerdir (Kester ve ark., 1991; Okie, 2000; Gradziel ve ark., 2017).

Bademin anavatanları içerisinde yer alan ülkemizde yetiştiriciliğin büyük bir kısmının uzun yıllardır tohumla yapılıyor olması, her biri birbirinden farklı özelliklere sahip ve bulunduğu bölgenin ekolojik koşullarına adapte olmuş çok zengin bir genetik varyasyon ve ekotipler ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu zengin badem popülasyonu içerisinde birçok araştırmacı üstün özellikler gösteren badem genotiplerini ortaya çıkarmak için seleksiyon çalışmaları yapmıştır (Aslantaş, 1993; Bostan ve ark., 1995; Ağlar, 2005; Yıldırım, 2007; Şimşek ve Yılmaz, 2010; Şimşek, 2011; Sümbül, 2012; Çelik, 2014; Bozkurt, 2017). Bu seleksiyon çalışmalarında badem ıslah amaçları doğrultusunda geç çiçeklenen ve meyve özellikleri bakımından üstün vasıflara sahip çok sayıda badem genotipi selekte edilmiştir.

Bu çalışmada Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesinde doğal badem genetik kaynaklarının ıslah amaçları doğrultusunda araştırılması meyve özellikleri itibarıyla üstün özelliklere sahip genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Malatya'nın Yeşilyurt ilçesi ve köylerinde bulunan tohumdan yetişmiş badem genotipleri oluşturmuştur. İki yıl süren çalışmada üreticilerin verdiği ön bilgiler ve seleksiyon kriterleri doğrultusunda 92 badem genotipinden, ikinci yıl ise ilk yıl değerlendirmeleri sonucunda ümitvar görülen 35 badem genotipinden tekrar meyve örneği alınmıştır.

Meyve analizleri şansa bağlı seçilen 10 meyve de yapılmıştır. İncelenen meyvelerde kabuklu (kabuklu meyve ağırlığı, kabuklu meyve eni, kabuklu meyve boyu, kabuk kalınlığı, kabuk rengi, kabuklu meyve iriliği, kabuklu meyve şekli, kabuk sertliği, kabuk sütün açıklığı) ve iç meyve (iç ağırlığı, iç meyve kalınlığı, iç meyve eni, iç meyve boyu, iç oranı, çift iç oranı, iç rengi, iç meyve tüylülük durumu, iç meyve düzgünlük durumu, tat

durumu, iç meyve iriliği) özellikleri incelenmiştir (Balta, 2002; Yıldırım, 2007). Kabuklu ve iç meyve boyutları dijital kumpas ile kabuklu ve iç meyve ağırlıkları ise 0.01 grama duyarlı hassas terazi ile tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmanın her iki yılında da fenolojik gözlemler yapılmıştır. Genotiplerde fenolojik gözlem olarak ilk çiçeklenme (% 5-10 çiçek açımı), tam çiçeklenme (% 70 çiçek açımı) ve çiçeklenme sonu (taç yaprakların % 95'inin dökülmesi) tarihleri kaydedilmiştir (Yıldırım, 2007).

Çalışmanın ilk yılında (2016) incelenen 92 badem genotipi içerisinde ön eleme yapılarak iç meyve ağırlığı 0.80 gram ve üzeri olan 35 badem genotipinden tekrar meyve örneği alınmış ve pomolojik ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda üstün olan genotiplerin belirlenmesi için tartılı derecelendirme yönteminden faydalanılmıştır. Genotiplerin tartılı derecelendirme puanları, her bir kritere ait değer puanıyla ilgili nisbi puanların çarpılması ve bulunan puanların ayrı ayrı toplanması sonucu elde edilmiştir (Gülcan ve ark., 1990; Yıldırım 2007; Gülsoy, 2014). Tartılı derecelendirmeye tabi tutulan genotipler aldıkları puana göre sıralanmış hem çiçeklenme hem de kalite durumuna göre ilk 20 içerisinde yer alan ve her iki grupta da çakışan 18 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Çalışmada kullanılan tartılı derecelendirme metodunda esas alınan kriterler, bu kriterlerin çiçeklenme ve meyve kalite kriterlerine göre verilen nispi puanları, genotiplerin oluşturdukları sınıflar ve puanları Çizelge 1' de verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

İncelenen genotipler arasında ümitvar olanların tespit edilmesi amacıyla hem çiçeklenme hem de kalite durumlarına göre tartılı derecelendirme puanları ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 2). Ümitvar seçilen genotiplerin çiçeklenme durumlarına göre yapılan tartılı derecelendirme sonucunda en yüksek puanı 779 puan ile 44-YE-50 nolu genotip alırken, en düşük puanı 696 puan ile 44-YE-26 nolu genotip almıştır. Genotiplerde kalite durumlarına göre yapılan tartılı derecelendirme sonucunda en yüksek puanı yine 785 puan ile 44-YE-50 nolu genotip alırken, en düşük puanı 712 puanla 44-YE-9 nolu genotip almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Tartılı derecelendirmede çiçeklenme ve meyve kalite kriterleri esas alınarak verilen nispi puanlar, genotiplerin oluşturdukları sınıflar ve puanları (Yıldırım 2007; Gülsoy, 2012).

| Özellikler | Nisbi puanlar (%) | | | Puanı |
|---------------------------|-------------------|--------|-------------------------------|-------|
| | Çiçeklenme | Kalite | Sınıflar | |
| Çiçeklenme dönemi | 30 | 10 | En erkenci | 1 |
| | | | Erkenci | 3 |
| | | | Orta geçci | 5 |
| | | | Geçci | 7 |
| | | | Orta geçci | 9 |
| Ağaç şekli | 3 | 3 | Çok dik | 1 |
| | | | Dik | 2 |
| | | | Dik-yayvan | 3 |
| | | | Yayvan | 4 |
| | | | Çok yayvan | 5 |
| Verim durumu | 5 | 20 | Düşük | 3 |
| | | | Orta | 5 |
| | | | Yüksek | 7 |
| Meyve iriliği | 8 | 10 | Ufak | 3 |
| | | | Orta iri | 5 |
| | | | İri | 7 |
| | | | Çok iri | 9 |
| Kabuk suture açıklığı | 3 | 6 | Çok açık | 0 |
| | | | Açık | 5 |
| | | | Kapalı | 9 |
| Kabuğun sertliği | 20 | 12 | Çok sert | 1 |
| | | | Sert | 3 |
| | | | Orta | 5 |
| | | | Yumuşak | 7 |
| | | | İnce kabuklu | 9 |
| İç badem rengi | 3 | 7 | Çok koyu | 1 |
| | | | Koyu | 3 |
| | | | Orta | 5 |
| | | | Açık | 7 |
| | | | Çok açık | 9 |
| İç badem kabuk düzgünlüğü | 2 | 4 | Buruşuk | 1 |
| | | | Az buruşuk | 5 |
| | | | Düzgün | 7 |
| İç badem tüylülüğü | 7 | 10 | Çok tüylü | 3 |
| | | | Tüylü | 5 |
| | | | Orta tüylü | 7 |
| | | | Az tüylü | 9 |
| İç badem tadı | 11 | 15 | Acı | 3 |
| | | | Orta | 5 |
| | | | Tatlı | 7 |
| Çift iç oranı | 7 | 2 | Düşük | 7 |
| | | | Orta | 5 |
| | | | Yüksek | 1 |
| Sağlam iç oranı | 1 | 1 | Yüzde değer olarak hesaplandı | |
| Toplam | 100 | 100 | | |

Badem ıslah programlarında meyve kriterleri yanında geç çiçeklenme, üzerinde önemle durulan özelliklerden biridir. Çalışma yöresinde incelenen genotipler arasında çiçeklenme zamanları ve süreleri bakımından farklılıklar görülmüştür. İncelenen genotiplerin 2017 yılında ilk çiçeklenme ve tam çiçeklenme tarihleri sırasıyla 20 Mart-1 Nisan, 25 Mart-6 Nisan; 2018 yılında sırasıyla 16 Mart-1 Nisan, 21 Mart-6 Nisan tarihleri arasında kaydedilmiştir. Genotipler 2017 yılında 14-27 Eylül, 2018 yılında 19 Eylül-2 Ekim tarihleri arasında hasat edilmiştir (Çizelge 3).

Önceki çalışmalarda Balta (2002), Elâzığ'ın Ağın ilçesinde yetişen badem genotiplerinde ilk çiçeklenmenin 1-15 Nisan, tam çiçeklenmenin 6-19 Nisan ve hasat tarihinin 25 Ağustos-1 Eylül tarihleri arasında; Ağlar (2005), Tunceli'nin Pertek yöresinde yetişen badem genotiplerinde ilk çiçeklenmenin 10 Mart-7 Nisan, tam çiçeklenmenin 16 Mart-13 Nisan ve hasat tarihinin 2-24 Eylül tarihleri arasında; Akçalı (2015), Erciyes dağı eteklerinde yetişen badem genotiplerinde ilk çiçeklenmenin 3-21 Mart ve tam çiçeklenmesinin 8-25 Mart tarihleri arasında gerçekleştiğini bildirmiştir.

Badem ağaçlarında çiçeklenme tarihlerinin ülkelere, bölgelere, yörelere, ekolojilere, yıllara,

yüksekliklere, çeşit ve genotiplerde göre değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Gülcan ve ark., 1990; Balta, 2002, Yıldırım 2007; Gülsoy, 2014). Bu sebeple bu çalışmaya önceki literatürler kıyaslandığında çiçeklenme tarihlerinde farklılıkların beklenen bir durum olduğu söylenebilir.

Yeşilyurt ilçesinden selekte edilen 18 genotipin kabuklu meyve ağırlığı 3.50 (44-YE-54) - 12.07 (44-YE-59) g arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Önceki badem seleksiyon çalışmalarında, kabuklu meyve ağırlığı, Kemaliye (Erzincan) yöresi seleksiyonlarında 2.88-6.13 g (Aslantaş, 1993), Silvan (Diyarbakır) yöresi seleksiyonlarında 2.99-4.53 g (Şimşek ve Yılmaz, 2010), Aydın ili Yenipazar, Bozdoğan ve Karacasu ilçeleri seleksiyonunda 2.44-7.57 g (Gülsoy ve Balta 2014), Muğla ili Datça ilçesi seleksiyonunda 2.00-7.97 g (Bozkurt, 2017) arasında bildirilmiştir. Bu çalışmada incelenen genotiplerin kabuklu meyve ağırlığı değerleri, önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte 44-YE-59 nolu genotipden elde edilen 12.07 g kabuklu meyve ağırlığı değeri yukarıda verilen literatürlerden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 2. Ümitvar seçilen genotiplerin tartılı derecelendirme puanları.

| Genotip No | Çiçeklenme durumuna göre | Kalite durumuna göre | Genotip No | Çiçeklenme durumuna göre | Kalite durumuna göre |
|------------|--------------------------|----------------------|------------|--------------------------|----------------------|
| 44-YE-9 | 706 | 712 | 44-YE-50 | 779 | 785 |
| 44-YE-11 | 731 | 765 | 44-YE-54 | 770 | 764 |
| 44-YE-14 | 767 | 771 | 44-YE-58 | 722 | 726 |
| 44-YE-15 | 748 | 760 | 44-YE-59 | 758 | 778 |
| 44-YE-22 | 755 | 771 | 44-YE-61 | 767 | 759 |
| 44-YE-26 | 696 | 714 | 44-YE-62 | 734 | 732 |
| 44-YE-41 | 708 | 726 | 44-YE-64 | 718 | 716 |
| 44-YE-42 | 728 | 762 | 44-YE-68 | 732 | 754 |
| 44-YE-47 | 742 | 746 | 44-YE-69 | 720 | 724 |

Çizelge 3. Ümitvar seçilen genotiplerin fenolojik gözlemleri.

| Genotip No | İlk Çiçeklenme | | Tam Çiçeklenme | | Çiçeklenme Sonu | | Hasat Tarihi | |
|------------|----------------|---------|----------------|---------|-----------------|----------|--------------|----------|
| | 2017 | 2018 | 2017 | 2018 | 2017 | 2018 | 2017 | 2018 |
| 44-YE-9 | 25 Mart | 21 Mart | 30 Mart | 26 Mart | 3 Nisan | 30 Mart | 21 Eylül | 26 Eylül |
| 44-YE-11 | 25 Mart | 16 Mart | 1 Nisan | 21 Mart | 5 Nisan | 26 Mart | 23 Eylül | 28 Eylül |
| 44-YE-14 | 25 Mart | 23 Mart | 1 Nisan | 28 Mart | 5 Nisan | 1 Nisan | 24 Eylül | 29 Eylül |
| 44-YE-15 | 25 Mart | 23 Mart | 30 Mart | 28 Mart | 4 Nisan | 1 Nisan | 18 Eylül | 23 Eylül |
| 44-YE-22 | 22 Mart | 20 Mart | 27 Mart | 25 Mart | 31 Mart | 28 Mart | 15 Eylül | 20 Eylül |
| 44-YE-26 | 23 Mart | 20 Mart | 29 Mart | 25 Mart | 3 Nisan | 29 Mart | 20 Eylül | 25 Eylül |
| 44-YE-41 | 23 Mart | 18 Mart | 28 Mart | 22 Mart | 2 Nisan | 27 Mart | 19 Eylül | 24 Eylül |
| 44-YE-42 | 20 Mart | 16 Mart | 25 Mart | 21 Mart | 30 Mart | 25 Mart | 18 Eylül | 23 Eylül |
| 44-YE-47 | 22 Mart | 19 Mart | 27 Mart | 25 Mart | 31 Mart | 31 Mart | 14 Eylül | 19 Eylül |
| 44-YE-50 | 29 Mart | 22 Mart | 2 Nisan | 26 Mart | 6 Nisan | 30 Mart | 19 Eylül | 24 Eylül |
| 44-YE-54 | 26 Mart | 21 Mart | 1 Nisan | 25 Mart | 5 Nisan | 30 Mart | 20 Eylül | 25 Eylül |
| 44-YE-58 | 25 Mart | 23 Mart | 30 Mart | 29 Mart | 3 Nisan | 3 Nisan | 26 Eylül | 1 Ekim |
| 44-YE-59 | 26 Mart | 26 Mart | 31 Mart | 1 Nisan | 5 Nisan | 6 Nisan | 25 Eylül | 30 Eylül |
| 44-YE-61 | 28 Mart | 24 Mart | 2 Nisan | 3 Nisan | 6 Nisan | 7 Nisan | 27 Eylül | 2 Ekim |
| 44-YE-62 | 27 Mart | 25 Mart | 1 Nisan | 1 Nisan | 5 Nisan | 5 Nisan | 23 Eylül | 28 Eylül |
| 44-YE-64 | 1 Nisan | 1 Nisan | 6 Nisan | 6 Nisan | 10 Nisan | 10 Nisan | 22 Eylül | 27 Eylül |

Çalışmada ümitvar genotiplerin kabuk kalınlığı 2.43 (44-YE-54) - 5.26 (44-YE-59) mm; kabuklu meyve kalınlığı 12.30 (44-YE-58) - 18.91 (44-YE-61) mm; kabuklu meyve eni 19.15 (44-YE-14) - 30.68 (44-YE-59) mm; kabuklu meyve boyu 29.79 (44-YE-14) - 45.38 (44-YE-59) mm arasında değişmiştir. Balta (2002), Elazığ ili Ağın ilçesi badem seleksiyonunda kabuklu meyve kalınlığının 11.99-19.48 mm, kabuklu meyve genişliğinin 18.46-28.38 mm, kabuklu meyve boyunun 23.57-45.94 mm ve kabuk kalınlığının 1.85-5.54 mm arasında; Ağlar (2005), Tunceli Pertek yöresi seleksiyon çalışmasında kabuklu meyve boyu, genişliği, kalınlığı ve kabuk kalınlığının sırasıyla 24.00-42.88 mm, 16.56-29.50 mm, 10.60-19.18 mm ve 1.37-4.97 mm arasında olduğunu ve Akçalı (2015), Erciyes dağı eteklerinde yetişen badem genotiplerinin kabuklu meyve uzunluk, yükseklik ve genişlik değerlerinin sırasıyla 19.90-40.74 mm, 10.29-17.37 mm ve 11.79-27.62 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Ümitvar genotipler ortalama kabuk kalınlığı ve kabuklu meyve boyutları açısından daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslandığında benzer kabuk kalınlığı ve meyve boyutlarına sahip oldukları görülmüştür. Genotipler meyve şekli bakımından incelendiğinde 5'i uzun

oval, 3'ü uzun dar, 10'u kalp; kabuklu meyve iriliği bakımından 3'ü iri, 2'si çok iri, 13'ü orta iri; kabuk rengi 3'ünde açık, 4'ünde orta açık, 10'unda koyu, 1'inde çok koyu; kabuk sertliği tüm genotiplerde çok sert ve kabuk sütün açıklığı bütün genotiplerde kapalı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Bademde iç ağırlığı ve iç oranı badem seleksiyon çalışmalarında üzerinde durulan önemli kriterlerdendir. Bu çalışmada en yüksek iç ağırlığına sahip genotip 44-YE-59 (1.56 g) olurken, bu genotipi 44-YE-50 (1.32 g) ve 44-YE-41 (1.28 g) nolu genotipler takip etmiştir. 44-YE-11 nolu genotip (0.76 g) en düşük iç ağırlığına sahip genotip olmuştur (Çizelge 5). Ümitvar olarak belirlenen badem genotiplerinin iç oranı % 12.96 (44-YE-59) ile 23.88 (44-YE-14) arasında bulunmuştur

Ülkemizde yürütülen bazı badem seleksiyon çalışmalarında, iç meyve ağırlığı ve iç oranı için kaydedilen sınır değerleri sırasıyla; Darende (Malatya) yöresinde gerçekleştirilen seleksiyon çalışmasında 0.77-1.23 g ve %18.0-23.80 (Beyhan ve Bostan, 1995), Isparta yöresinden seçilen ümitvar genotiplerde 0.99-1.27 g ve %22.10-36.1 (Yıldırım, 2007), Mardin ili Midyat ve Savur ilçelerinde yürütülen seleksiyon çalışmasında 0.80-1.26 g ve %17.51-22.63 (Çelik, 2014), ve Muğla

ilinin Datça ilçesinde yapılan seleksiyon çalışmasında 1.04-2.11 g ve %21.76-66.50 (Bozkurt, 2017) arasında bildirilmiştir. Bu çalışmada iç ağırlığı ve iç oranı bakımından elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla kıyaslandığında bazı literatürlere göre düşük, bazılarına göre ise yüksek sonuçlar alınmıştır. Değişik bölgelerde araştırılan genotip ve çeşitlerin iç ağırlıkları ve iç oranları üzerinde kuşkusuz ekoloji, toprak yapısı, ağaçların beslenme durumları, kültürel işlemler, arazinin sulanma durumu gibi birçok faktör etki etmektedir

Bademlerde çift iç oluşturma oranına çeşit ve genotip özelliklerinin yanı sıra çevresel faktörlerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Cordeiro ve ark., 2001). Bademlerde çift ve ikiz içlilik ticari

açıdan istenmeyen bir durumdur (Yılmaz, 2017). Bu çalışmada ümitvar genotiplerin çift iç oranları %0-20 arasında değişmiştir. Önceki badem seleksiyon çalışmalarında çift iç oranı; Akdamar adası (Van) seleksiyonlarında %0-10 (Bostan ve ark, 1995), Isparta yöresi badem seleksiyonlarında %0-19.3 (Yıldırım, 2007), Siirt ilinin Tillo ve Kurtalan ilçeleri seleksiyonunda %0 -10 (Çelapokulu, 2015), Muğla ili Datça ilçesi seleksiyonunda %0-16.66 (Bozkurt, 2017) arasında kaydedilmiştir. Bu çalışmada elde edilen çift içlilik oranları yukarıda verilen ilgili araştırmalarda selekte edilen veya incelenen genotiplerin değerleriyle benzerlik taşımaktadır.

Çizelge 4. Ümitvar seçilen badem genotiplerinin kabuklu meyve özellikleri.

| Genotip No | KMA (g) | KMK (mm) | KME (mm) | KMB (mm) | KK (mm) | KR | KMİ | KMŞ | KS | KSA |
|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----|-----|-----|----|-----|
| 44-YE-9 | 4.48±0.16 | 15.61±0.26 | 20.80±0.33 | 31.75±0.48 | 3.10±0.04 | A | i | UO | ÇS | KP |
| 44-YE-11 | 4.10±0.12 | 13.05±0.14 | 20.32±0.27 | 33.97±0.25 | 2.98±0.03 | K | Oİ | UO | ÇS | KP |
| 44-YE-14 | 3.65±0.09 | 14.65±0.09 | 19.15±0.12 | 29.79±0.23 | 2.96±0.03 | K | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-15 | 4.80±0.16 | 14.60±0.26 | 23.20±0.27 | 33.89±0.27 | 2.98±0.04 | OA | Oİ | UD | ÇS | KP |
| 44-YE-22 | 4.74±0.16 | 14.50±0.12 | 22.93±0.21 | 34.99±0.35 | 2.68±0.07 | A | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-26 | 5.66±0.10 | 15.40±0.08 | 22.79±0.15 | 36.58±0.23 | 3.49±0.06 | OA | Oİ | UD | ÇS | KP |
| 44-YE-41 | 7.19±0.27 | 16.80±0.26 | 25.88±0.24 | 34.74±0.38 | 3.18±0.06 | K | i | UO | ÇS | KP |
| 44-YE-42 | 5.07±0.15 | 13.87±0.16 | 23.10±0.24 | 36.17±0.20 | 2.83±0.04 | OA | Oİ | UO | ÇS | KP |
| 44-YE-47 | 6.80±0.22 | 15.67±0.15 | 22.89±0.27 | 42.04±0.29 | 3.26±0.06 | OA | Oİ | UO | ÇS | KP |
| 44-YE-50 | 7.25±0.29 | 18.04±0.22 | 26.62±0.31 | 36.96±0.33 | 3.83±0.06 | K | Çİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-54 | 3.50±0.11 | 13.56±0.14 | 20.89±0.25 | 31.18±0.32 | 2.43±0.05 | K | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-58 | 3.82±0.12 | 12.30±0.18 | 22.30±0.24 | 34.30±0.38 | 2.57±0.07 | K | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-59 | 12.07±0.42 | 18.54±0.27 | 30.68±0.21 | 45.38±0.49 | 5.26±0.11 | K | Çİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-61 | 8.10±0.31 | 18.91±0.25 | 29.12±0.34 | 38.74±0.44 | 4.79±0.14 | A | i | K | ÇS | KP |
| 44-YE-62 | 6.48±0.26 | 15.29±0.21 | 24.01±0.42 | 36.29±0.31 | 3.70±0.07 | ÇK | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-64 | 5.59±0.12 | 14.86±0.09 | 22.19±0.19 | 35.95±0.17 | 3.06±0.03 | K | Oİ | K | ÇS | KP |
| 44-YE-68 | 5.57±0.13 | 15.55±0.17 | 25.72±0.20 | 33.86±0.24 | 3.42±0.04 | K | i | K | ÇS | KP |
| 44-YE-69 | 5.81±0.22 | 15.69±0.15 | 24.75±0.16 | 31.76±0.20 | 3.26±0.08 | K | Oİ | UD | ÇS | KP |

KMA: Kabuklu Meyve Ağırlığı, KMK: Kabuklu Meyve Kalınlığı, KME: Kabuklu Meyve Eni, KMB: Kabuklu Meyve Boyu, KK: Kabuk Kalınlığı, KR: Kabuk Rengi (A: Açık, OA: Orta açık, K: Koyu, ÇK: Çok koyu), KMİ: Kabuklu Meyve İriliği (İ:İri, Oİ: Orta iri, Çİ: Çok iri), KMŞ: Meyve Şekli (UO: Uzun oval, UD: Uzun dar, K: Kalp), KS: Kabuk sertliği (ÇS: Çok sert), KSA: Kabuk Sütür Açıklığı (KP: Kapalı)

Genotiplerde iç badem düzgünlük durumu 7'inde düzgün, 8'inde az buruşuk ve 3'ünde buruşuk olarak, iç badem tüylülük durumu ise 11'inde az tüylü, 5'inde orta tüylü ve 2'sinde tüylü olarak tanımlanmıştır (Çizelge 5). Bademde iç meyvede buruşukluk her ne kadar su stresi gibi çevresel koşullardan ya da hasadın erken veya geç

yapılmasından kaynaklansa da bazı çeşitlerde kalıtsal bir özelliktir. Bu çeşitlerin iç meyvesinin düz tarafında bir kırışıklık veya derin bir çöküntü oluşturur ve meyve kalitesini olumsuz etkiler (Gradziel ve ark., 2017). Genellikle iç badem meyvesinin çok tüylü olması da, hem görüntü olarak hem de ağza hoş gelmemesi nedeniyle

istenmeyen bir özelliktir (Şimşek ve Yılmaz, 2010). İç badem rengini genotipik özellikler, çevre koşulları ve hasat sonrası işlemlerden etkilenmektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada meyve olgunlaşması sırasında daha yüksek sıcaklıklara sahip daha kuru alanlarda yetişen iç meyvelerin daha koyu renkli oldukları rapor edilmiştir (Sakar ve

ark., 2021). Ayrıca hasat sonrası bademlerin uzun süre depolanması da iç meyvelerde kararmaya neden olmaktadır (Ledbetter ve Palmquist, 2006). Bu çalışmada ümitvar seçilen genotiplerden 2'si açık, 8'i orta açık ve 8'i koyu renkli olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 5. Ümitvar seçilen badem genotiplerinin iç meyve özellikleri.

| Genotip No | İA (g) | İMK (mm) | İME (mm) | İMB (mm) | İO (%) | ÇİO (%) | İR | İMGD | İMTD | TD | İMİ |
|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------|----|------|------|----|-----|
| 44-YE-9 | 1.01±0.06 | 6.81±0.20 | 13.33±0.18 | 22.57±0.36 | 22.65±1.26 | 0 | OA | AG | AT | T | U |
| 44-YE-11 | 0.76±0.02 | 5.75±0.05 | 11.66±0.12 | 22.77±0.18 | 18.48±0.53 | 0 | A | ÇG | AT | T | U |
| 44-YE-14 | 0.87±0.02 | 7.09±0.09 | 12.27±0.10 | 21.92±0.18 | 23.88±0.48 | 0 | OA | G | AT | T | İ |
| 44-YE-15 | 0.99±0.05 | 6.25±0.25 | 13.50±0.30 | 23.25±0.27 | 20.70±0.66 | 20 | OA | G | AT | T | İ |
| 44-YE-22 | 1.06±0.03 | 6.68±0.08 | 14.01±0.22 | 24.63±0.21 | 22.40±0.69 | 0 | OA | G | AT | T | U |
| 44-YE-26 | 1.13±0.01 | 5.78±0.05 | 14.62±0.12 | 25.93±0.20 | 19.98±0.31 | 0 | K | G | AT | T | U |
| 44-YE-41 | 1.28±0.08 | 6.96±0.09 | 13.25±0.27 | 23.27±0.18 | 17.75±1.10 | 0 | K | AG | AT | T | Oİ |
| 44-YE-42 | 0.97±0.03 | 6.09±0.06 | 13.90±0.19 | 24.69±0.15 | 19.12±0.53 | 0 | A | G | OT | T | Oİ |
| 44-YE-47 | 1.22±0.05 | 5.30±0.18 | 15.09±0.27 | 27.30±0.41 | 18.00±0.82 | 0 | K | AG | OT | T | Oİ |
| 44-YE-50 | 1.32±0.09 | 7.20±0.19 | 15.23±0.18 | 24.65±0.39 | 18.27±0.75 | 20 | K | AG | OT | T | U |
| 44-YE-54 | 0.93±0.05 | 6.90±0.11 | 13.45±0.22 | 21.21±0.15 | 26.69±1.22 | 10 | OA | DO | OT | T | U |
| 44-YE-58 | 0.83±0.04 | 5.02±0.10 | 13.53±0.17 | 25.23±0.26 | 21.64±0.96 | 0 | K | ÇG | T | T | Oİ |
| 44-YE-59 | 1.56±0.09 | 6.31±0.28 | 17.57±0.29 | 27.16±0.55 | 12.96±0.48 | 20 | OA | G | AZ | T | U |
| 44-YE-61 | 1.15±0.04 | 6.67±0.10 | 16.72±0.25 | 21.10±0.53 | 14.19±0.46 | 10 | K | ÇG | OT | T | U |
| 44-YE-62 | 0.94±0.03 | 5.54±0.05 | 13.17±0.17 | 23.87±0.17 | 14.45±0.36 | 0 | K | ÇG | T | T | U |
| 44-YE-64 | 1.20±0.02 | 5.92±0.06 | 14.63±0.19 | 28.40±0.21 | 21.40±0.40 | 0 | OA | G | AT | OT | U |
| 44-YE-68 | 1.14±0.04 | 3.79±0.19 | 8.19±0.20 | 23.36±0.19 | 20.43±0.53 | 0 | OA | ÇG | AT | T | U |
| 44-YE-69 | 1.08±0.03 | 6.07±0.15 | 14.01±0.26 | 23.00±0.25 | 18.62±0.47 | 0 | K | G | AT | T | U |

İA: İç Ağırlık, İMK: İç Meyve Kalınlığı, İME: İç Meyve Eni, İMB: İç Meyve Boyu, İO: İç Oranı, ÇİO: Çift İç Oranı, İR: İç Rengi, İMTD: İç Meyve Tüylülük Durumu (T:Tüylü, AZ: Az Tüylü, O: Orta Tüylü), İMDD: İç Meyve Düzgünlük Durumu (B: Buruşuk, AB: Az Buruşuk, D:Düzgün) TD: Tat Durumu (T: Tatlı, O:Orta Tatlı), İMİ: İç Meyve İriliği (U: Ufak, İ:İri, Oİ: Orta İri)

Sonuç ve Öneriler

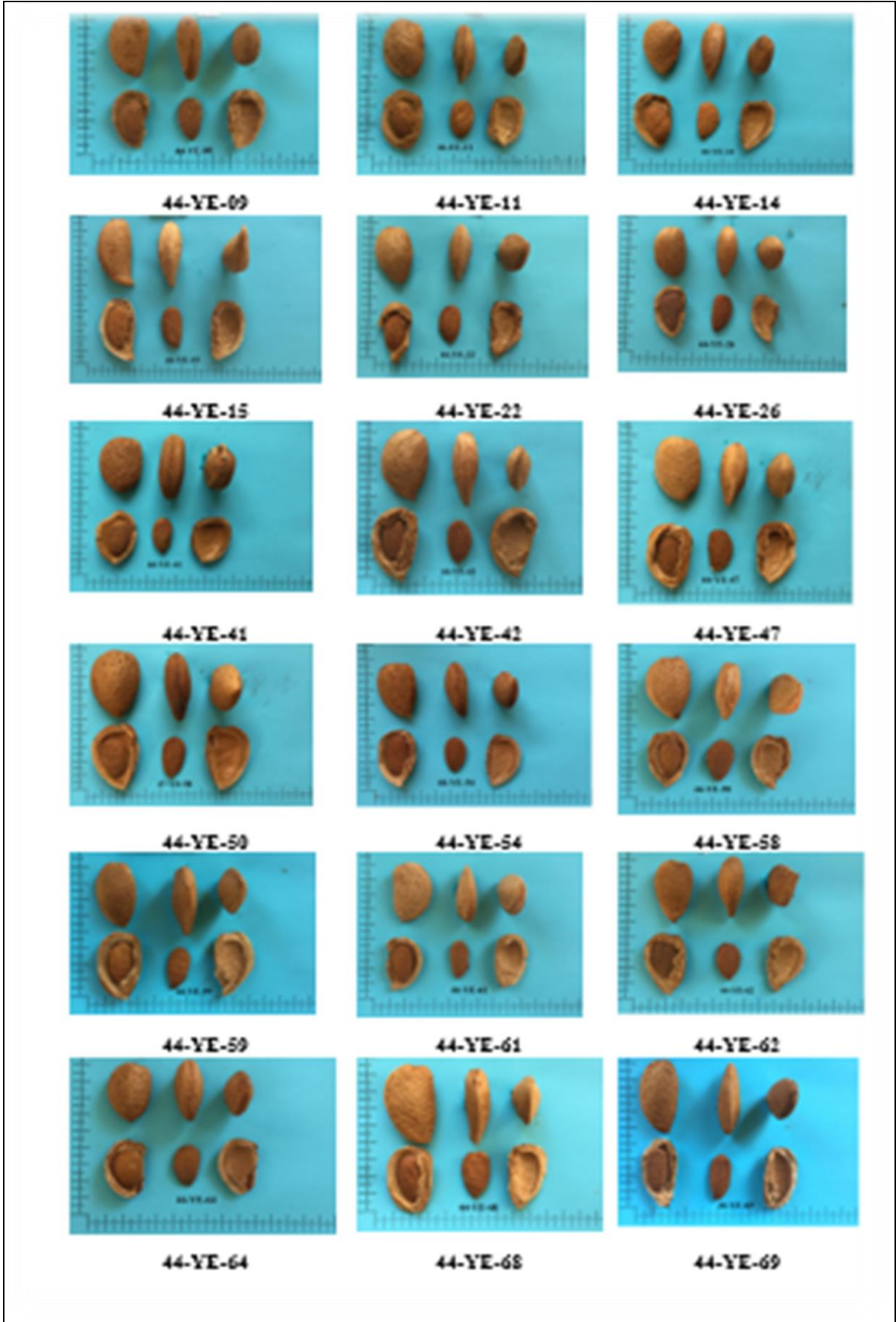
Ülkemizin çeşitli yöre ve bölgelerinde yapılan seleksiyon çalışmalarının paraleli niteliğinde olan bu çalışmada badem ıslah amaçları doğrultusunda kabuklu ve iç meyve özelliklerine sahip genotipler belirlenmiştir. Ancak bu genotiplerin gerçek nitelikleri ancak aynı iklim ve toprak koşullarında, aynı anaç üzerinde ve kültürel ve bakım şartlarının sağlandığı koşullarda mukayeseli denemelerle ortaya konulabilir. Bunun için standart çeşitlerle birlikte bu çalışmada ümitvar seçilen genotiplerin uygun anaçlara aşılması ve kapama bahçe koşullarında adaptasyon çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda geç çiçeklenme, verim ve meyve kalitesi açısından üstün özellik gösterenlerin seçilmesi ve yöre için uygun olan genotiplerin belirlenerek çeşit niteliği kazandırılması tavsiye edilebilir. Ayrıca çeşit geliştirme çalışmaları kapsamında morfolojik özelliklerin ortaya konulmasıyla birlikte genotiplerin moleküler tanımlamalarının da yapıp tescil aşaması için

gerekli işlemlere zaman kaybetmeden başlanması önerilmektedir. Böylelikle ön plana çıkan genotipler tescil edilerek ülkemiz badem yetiştiriciliğine kazandırılmış olacaktır. Çalışmada, tartılı derecelendirme sonuçlarına göre çiçeklenme ve meyve kalitesi bakımından ümitvar görülen 18 genotipe ait meyve resimleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

®:Bu çalışma, ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazarın Yeşilyurt "(Malatya) Yöresi Badem (*Prunus amygdalus L.*) Genotiplerinin Seleksiyonu" isimli yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.



Şekil 1. Ünitvar 18 badem genotipinin meyve resimleri

Kaynaklar

- Ağlar, E., 2005. Pertek (Tunceli) Yöresi Bademlerinin (*Prunus amygdalus L.*) Seleksiyonu (yüksek lisans tezi, basılmamış), Y.Y.Ü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Akçalı, E., 2015. Erciyes Dağının Eteklerinde Badem (*Prunus amygdalus L.*) Seleksiyonu. (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kayseri.
- Anonim, 2020. TÜİK. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&loca=tr> Türkiye Bölgelere Göre Badem Üretim İstatistikleri. Erişim Tarihi (31.01.2022).
- Aslantaş, R., 1993. Erzincan'ın Kemaliye İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Bademlerin (*Amygdalus communis L.*) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Bir Araştırma (yüksek lisans tezi, basılmamış), Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Balta, M.F., 2002. Elazığ Merkez ve Ağın İlçesi Bademlerinin (*Prunus amygdalus L.*) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi, Basılmamış), YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 262, Van.
- Beyhan, Ö., Bostan, S.Z., 1995. Darende Bademlerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Dergisi 5(1): 91-100
- Bostan, S.Z., Cangı, R., Oğuz, H. İ., 1995. Akdamar Adası Bademlerinin (*P.amygdalus L.*) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerine Araştırmalar. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt I: 370-374, Adana.
- Bozkurt, T., 2017. Datça (Muğla) İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Bademlerin (*Amygdalus communis L.*) Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çelapokulu, C., 2015. Kurtalan ve Tillo (Siirt) İlçelerinde Doğal Olarak Yetişen Bademlerin (*Prunus amygdalus L.*) Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Cordeiro, V., Oliveira, M., Ventura, J., Monteiro, A., 2001. Study of Some Physical Characters and Nutritive Composition of the Portuguese's (Local) Almond Varieties. In: Ak B.E. (ed.), XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, 56; 333-337, Zaragoza, Spain.
- Çelik, K., 2014. Midyat ve Savur (Mardin) İlçelerinde Doğal Olarak Yetiştirilen Bademlerin (*P. amygdalus L.*) Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Gradziel, T.M., Curtis, R., Socias I Company, R., 2017. Production and Growing Regions. In Almonds: Botany, Production and Uses; CABI: Wallingford, UK, 2017; pp. 70–86
- Gülcan, R., Aşkın, M. A., Mısırlı, A., 1990. Characterization and Evaluation of Collected Almond Material from South and South-East of Turkey. Nut Production and Industry In Europa Near East and North Africa Reur Technical Series 13. 357-364
- Gülsoy E, Balta F., 2014. Aydın ili Yenipazar, Bozdoğan ve Karacasu ilçeleri badem (*Prunus amygdalus Batch*) seleksiyonu: Pomolojik özellikler. Akademik Ziraat Dergisi. 3 (2):61-68.
- Kester, D. E., Gradziel, M., Grassely, Ch., 1991. Almonds (*Prunus*). Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops-2. Inter. Society for Horticult. Sci., Wageningen, 698-758.
- Küden, A. B., 1998. Crop Stuation and Production of Almonds R&D Production and Economics of Nut Crops. Advanced Course. Adana
- Ledbetter C. A., Palmquist D.E., 2006 Comparing Physical Measures and Mechanical Cracking Products of 'Nonpareil' Almond (*Prunus dulcis [Mill.] D.A. Webb.*) with Two Advanced Breeding Selections, Journal of Food Engineering, vol. 76, no. 2, pp. 232–237.
- Okie, W. R., 2000. Register of New Fruit and Nut Varieties List 40. HortScience 35(5):812-813.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2005. Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Kabuklu Meyveler Cilt III. Sayfa: 211-267, İzmir.
- Rugini, E., Monastra, F., 2003. Temperate Fruits. In S.K. Mitra, D.S. Rathora T.K. Bose (Eds). Display Printers (P) Ltd., India, ISBN 81-900171-1-X, Volume II, p: 344-414
- Sakar, E. H., El Yamani, M., Boussakouran, A., Rharrabti, Y., 2021. Genotypic and Environmental Variations in Kernel Color Indices in the Main Almond (*Prunus dulcis (Mill.) DA Webb*) Cultivars Grown in North-Eastern Morocco. Scientifica, 2021.
- Socias I Company, R., 1999. Qualitative Traits in Almond Trees. Nucis 8:18-20.
- Sümbül, A., 2012. Hatay İli Bademlerinin (*Prunus dulcis Mill.*) Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Hatay.

- Şimsek, M., Yılmaz, K. U., 2010. Diyarbakır'ın Silvan İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Badem (*Prunus amygdalus* L.) Tiplerinin Seleksiyonu. *Alatarım*. 9(1):22-30.
- Şimsek, M., 2011. Çınar İlçesinde Badem Seleksiyonu. *Bingöl Üniv. Fen. Bil. Dergisi*. 1(1): 32-36.
- Yıldırım, A. N., 2007. Isparta Yöresi Bademlerinin (*P. amygdalus* L.) Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Yılmaz, A., 2017. Gaziantep ili Araban ve Yavuzeli ilçelerinde doğal olarak yetişen bademlerin (*Prunus amygdalus* batsch) seleksiyonu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Farmers' Approaches to Drip Irrigation Applications and the Factors Affecting the Utilization from Drip Irrigation Subsidies: Case of Adana and Niğde Provinces

Hilal YILMAZ^{1*}, Başak AYDIN², Nigar ANĞIN¹, Selcan AKKOYUN¹, Volkan ÇATALKAYA¹, Cengiz SAĞLAM¹

¹Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, Adana, Turkey

²Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey

*Corresponding Author: htarim01@gmail.com

Received: 12.02.2022 Received in revised: 08.04.2022 Accepted: 08.04.2022

Abstract

In this study, the socio-economic structure of the agricultural enterprises that utilized from the in-field drip irrigation subsidies or not, was determined, a comparative analysis of their knowledge levels and opinions about drip irrigation method was made in Adana and Niğde provinces. Besides, the factors affecting the benefit of the producers from drip irrigation subsidies were determined. A survey was conducted with a total of 26 producers, 10 of which utilized drip irrigation subsidies in Adana and 16 of which utilized drip irrigation subsidies in Niğde. In order to make a comparison between the groups, a survey was conducted with the same number of producers who did not utilize drip irrigation subsidies. The continuous data obtained were subjected to the t test and the discrete data to the chi-square test to determine whether there was a difference between the producer groups. The tendency of the producers to utilize from drip irrigation subsidies was determined using binary logistic regression analysis. It was determined that the age of the producers, the number of family members, their non-agricultural income and the type of activity they were engaged in affected the drip irrigation subsidies negatively, while the education period, the size of the irrigated land and the number of family members working in agriculture had a positive effect. Considering that the purpose of drip irrigation subsidies is to ensure more effective use of limited water, to increase productivity, to reduce labor and production costs, and to increase the prevalence of drip irrigation systems, it is possible to say that drip irrigation subsidies was applied in accordance with its purpose.

Key words: Drip irrigation, subsidy, producer opinion

Üreticilerin Damla Sulama Uygulamalarına Yaklaşımı ve Damla Sulama Desteklemelerinden Yararlanma Durumunu Etkileyen Faktörler: Adana ve Niğde İlleri Örneği

Özet

Bu çalışmada, Adana ve Niğde illerinde tarla içi damla sulama desteğinden yararlanan ve yararlanmayan tarım işletmelerinin sosyoekonomik yapısı belirlenmiş, üreticilerin damla sulama yöntemi ile ilgili bilgi düzeyleri ve düşüncelerinin karşılaştırmalı analizi yapılmış ve üreticilerin damla sulama desteğinden faydalanma durumunu etkileyen faktörler tespit edilmiştir. Adana ilinde damla sulama desteği alan 10, Niğde ilinde damla sulama desteği alan 16 üretici olmak üzere toplam 26 üretici ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırma yapabilmek amacıyla aynı sayıda damla sulama desteği almayan üretici ile de anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen sürekli veriler t testine, kesikli veriler ise ki kare testine tabi tutularak üretici grupları arasında farklılık olup olmadığı tespit edilmiştir. Üreticilerin damla sulama desteği alma eğilimleri ikili lojistik regresyon analizi kullanılarak belirlenmiştir. Üreticilerin yaşlarının, aile birey sayılarının, tarım dışı gelir sahibi olma durumlarının ve uğraştıkları faaliyet türünün damla sulama desteği alma durumunu negatif yönde etkilediği, eğitim sürelerinin, sahip oldukları sulanan arazi büyüklüğünün ve tarımda çalışan aile birey sayısının ise pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Damla sulama desteğinin amacı, kısıtlı olan suyun daha etkin kullanımını sağlamak, verimliliği artırmak, işgücünü ve üretim maliyetlerini azaltmakla birlikte damla sulama sistemlerinin kullanım yaygınlığını artırmak olduğu düşünüldüğünde damla sulama desteğinin amacına uygun bir şekilde uygulandığını söylemek mümkündür.

Anahtar kelimeler: Damla sulama, destekleme, üretici

Introduction

The agricultural sector, which meets the increasing food requirement of the world, provides raw materials to other sectors and creates employment opportunities, maintains its feature as one of the main dynamics of sustainable development with its social and economic dimensions. The high share of the agricultural sector in overall employment increases the importance of this sector.

The importance of the labor operating in the agricultural sector in Turkey has started to stand out more and more with the increase in the degree of integration of agriculture with industry. Labor productivity, measured by dividing total production by labor force, is at a low level in the sector. The level of technology that determines the rate at which production factors will be used is also relatively low in the agricultural sector in Turkey. Therefore, low technology level pulls the sector's effective labor force level down. In such an environment, transferring agricultural subsidies to rural development is important in terms of promoting technology (Şahin, 2008).

In general, agricultural subsidy is supporting a certain group by using various means from the economic resources owned by the state. Payments to support the agricultural sector are used to increase the agricultural sector's income level and increase production, productivity and product diversity in the agricultural sector (Yıldız, 2017).

The Rural Development Investments Support Program is a rural development program that provides grant support in order to encourage the investments to be made by real and legal persons in their economic activities in order to ensure economic and social development in the rural area, and the investments with projects based on capital stock to be made in the fields of pressurized irrigation systems (Anonymous, 2022).

Within the scope of the "Rural Development Investments Support Program", the Support Program for the Purchases of Machinery and Equipment aimed to support the expenditures to purchase of certain agricultural machinery and equipment in rural areas through grant financing at certain rates. After 2016, the supports given in this context started to be given under Supporting Individual Irrigation Systems within the Scope of Rural Development Supports.

In Turkey, the expansion of irrigated agricultural lands and the more rational use of existing water resources have gained more importance in recent years. For this reason,

pressurized irrigation systems that increase the efficiency of water use have been widely used. The widespread use of drip irrigation method, one of the pressure irrigation systems, will be decrease water loss in agriculture and the use of the saved water in other sectors. In this respect, pressurized irrigation methods are an important tool for the protection, and sustainability of water resources (Aküzüm et al., 2010). Compared to surface irrigation methods, drip irrigation minimizes the losses caused by surface runoff and deep infiltration and by this means, irrigation efficiency can be between 70-95%. For this reason, drip irrigation allows plant production to be made in areas where the water required for surface irrigation is not available, and allows more income to be obtained with one unit of water (Westarp et al., 2003).

Drip irrigation systems have increased through the various subsidies in Turkey. It is important to investigate the efficiency of these supports and get the farmers' opinions in terms of understanding the utility of the supports and guiding future supports.

Many researches were conducted on agricultural supports. Işık et al. (2009) determined the factors affecting the benefiting status of dairy cattle enterprises from the subsidies. Aşkan and Dağdemir (2015) determined the factors affecting the production value of dairy cattle enterprises benefiting from state subsidies. Abay et al. (2017) determined the situation of the producers benefiting from agricultural subsidies in Turkey, and Tan et al. (2017) determined the factors affecting the farmers' benefit from organic farming subsidies. Ağır and Akbay (2018) determined the factors affecting the farmers' benefit from beef cattle subsidies and Doğan et al. (2018) determined the factors affecting the level of benefit from young farmer subsidies in Turkey, Beşen et al. (2021) determined the status of benefiting from the subsidies of the young farmer project in the TR61 region and Candemir et al. (2021) determined the situation of benefiting from drip irrigation support of producers producing grain corn in Kahramanmaraş province.

In this study, the socio-economic structure of the agricultural enterprises that utilized the in-field drip irrigation subsidies in Adana and Niğde provinces and that did not, were determined. A comparative analysis of their knowledge levels and opinions about drip irrigation method was made. In addition, the factors affecting the benefit of the

producers from drip irrigation subsidies were determined in the study.

Material and Method

The main material of the study consisted of survey studies conducted with the producers who utilized drip irrigation subsidies in Adana and Niğde provinces and who did not. The relevant domestic and foreign studies and statistics composed the secondary data of the study.

A survey was conducted with 26 producers, 10 of which utilized drip irrigation subsidies in Adana and 16 of which utilized drip irrigation subsidies in Niğde. In order to make a comparison between the groups, a survey was conducted with the same number of producers who did not utilize from drip irrigation subsidies.

Descriptive statistics were used in the analysis of the obtained data. The t test was used in the analysis of continuous data, and the chi-square test was used in the analysis of discrete data, and it was determined whether there was a difference between the groups that utilized the subsidies and those that did not.

Logistic regression allows classification under probability rules by calculating the estimated values of the dependent variable as probabilities, and it can also determine the effect sizes of the independent variables that are effective on the change of the dependent variable (Akgül and Çevik, 2003; Özdamar, 2009).

The odds ratio is used in logistic regression. The odds ratio is defined as the occurrence probability to nonbeing probability ratio. Odds is the ratio of the probability of success or occurrence "P", to the probability of failure or non-occurrence "1-P". Odds ratio is the ratio of two odds to each other and a summary measure of the relationship between two variables. In logistic regression, $OR = \exp(\beta)$ is calculated. A superiority ratio greater than 1 indicates that the likelihood of the event occurring increases, while a superiority ratio of less than 1 indicates that the likelihood of the event occurring decreases (Morgan and Teachman, 1988).

In logistic regression analysis, superiority ratios are the most important coefficients explaining the relationship between dependent and independent variables, and G statistics with chi-square distribution are used to determine whether the model obtained is suitable or not. Whether the model obtained as a result of logistic regression analysis is suitable or not is tested with Hosmer-Lemeshow statistics, and whether the

presence of each independent variable in the model is significant is tested with Wald statistics.

The dependent variable was utilizing drip irrigation subsidies, and the producers who utilized the subsidy were given a value (1), and the producers who did not utilize subsidy (0). The independent variables of the model were age of the producer (years), education period of the producer (years), number of family members (number), number of family members working in agriculture (number), agricultural experience period (years), size of irrigated land (da). In the model, the variables of having the non-agricultural income (0: no, 1: yes), type of activity (1: crop production, 2: crop + animal production), having agricultural insurance (0: no, 1: yes) were also included in the model as discrete variables.

Results and Discussion

General information about the producers

The socio-economic characteristics of the producers are given in Table 1. The average age of the producers was 45.15, the education period was 10.69 years, the number of individuals in their families was 3.58, the number of individuals working in agriculture in their families was 2.04, and their agricultural experience was 18.62 years in the producer group that utilized from drip irrigation subsidies. The average age of the producers who did not utilize the subsidies was 53.62 years, the education period was 8 years, the number of individuals in their families was 3.85, the number of individuals working in agriculture in their families was 1.54, and their agricultural experience was 24.54 years.

The cultivated land size in the producer group that utilized drip irrigation subsidies was 143.04 da and the irrigated land size was 138.08 da whereas the cultivated land size in the non-supported producer group was 79.35 da and the irrigated land size was 78.27 da. When the producers were examined whether they had any work or income sources other than agricultural activities, it was determined that 53.85% of the producers who utilized the subsidies and 80.77% of the producers in the other group had any work other than agriculture.

It was determined that there was a difference at 1% significance level in the age of the producer groups, at 5% significance level between their education period, the number of individuals working in agriculture in their families and their non-agricultural activities, and at 10% significance level between their agricultural experience.

Table 1. Socio-economic characteristics of producers

| Socio-Economic Characteristics | Drip Irrigation Subsidy | No Subsidy | P |
|--|-------------------------|------------|----------|
| Age (years) | 45.15 | 53.62 | 0.003*** |
| Education period (years) | 10.69 | 8.00 | 0.011** |
| Number of family members | 3.58 | 3.85 | 0.472 |
| Number of individuals working in agriculture | 2.04 | 1.54 | 0.011** |
| Agricultural experience (years) | 18.62 | 24.54 | 0.062* |
| Irrigated land size (da) | 138.08 | 78.27 | 0.121 |
| Land size (da) | 143.04 | 79.35 | 0.100 |
| Non-agricultural income (%) | 53.85 | 80.77 | 0.039** |

* Significant at 10% significance level, ** Significant at 5% significance level, *** Significant at 1% significance level

The producers' adoption and implementation of agricultural innovations were also examined (Table 2). While 65.32% of the producers who utilized the subsidies stated that they had agricultural insurance, this ratio was below 50% (42.31%) in the other producer group. 46.15% of the producers who utilized the subsidies and 23.08% of the producers who did not utilize, stated that they applied good agriculture. While 61.54% of the producers who utilized the subsidies stated that they had soil analysis, 38.46% of the

producers in the other group stated that they had soil analysis. The ratio of producers who stated that they used certified seeds in both producer groups were below 50%.

As a result of the chi-square analysis, a significant relationship was found at a 10% significance level between the status of the producers utilizing from drip irrigation subsidies and the status of having agricultural insurance, good agricultural practices and soil analysis.

Table 2. The state of adopting and applying agricultural innovations by the producers

| | | Drip Irrigation Subsidy | | No Subsidy | | Total | | P |
|-----------------------------|-----|-------------------------|-------|------------|-------|--------|-------|--------|
| | | Number | % | Number | % | Number | % | |
| Agricultural insurance | Yes | 17 | 65.38 | 11 | 42.31 | 28 | 53.85 | 0.095* |
| | No | 9 | 34.62 | 15 | 57.69 | 24 | 46.15 | |
| Good agricultural practices | Yes | 12 | 46.15 | 6 | 23.08 | 18 | 34.62 | 0.080* |
| | No | 14 | 53.85 | 20 | 76.92 | 34 | 65.38 | |
| Soil analysis | Yes | 16 | 61.54 | 10 | 38.46 | 26 | 50.00 | 0.096* |
| | No | 10 | 38.46 | 16 | 61.54 | 26 | 50.00 | |
| Certified seed | Yes | 12 | 46.15 | 9 | 34.62 | 21 | 40.38 | 0.397 |
| | No | 14 | 53.85 | 17 | 65.38 | 31 | 59.62 | |

* Significant at 10% significance level, ** Significant at 5% significance level, *** Significant at 1% significance level

Opinions of the producers about drip irrigation applications

The opinions of the producers in both groups regarding the drip irrigation method were examined. A 5-point Likert scale was used in the evaluation, and their answers are given in Table 3. The judgments that "the irrigation period is short" for the producers who utilized the subsidies, and "the energy costs are low" for the producers who did not utilize the subsidies, were determined as the most effective factors. Among the benefits of the drip irrigation method, the judgment that "the need for irrigation water is low" was determined as the second factor (4.62) for the producers utilizing the subsidies. The judgment that "the use of drip

irrigation is easy and the irrigation labor is at a minimum level" was also found to be the second most effective factor (4.62) for the producers who did not utilize subsidies. The judgment that "irrigation can be done with salty and problematic waters" was the least effective factor for both producer groups. Madhava Chandran et al. (2005) stated that with drip irrigation, the need for water and labor was less and energy savings were achieved. In the study conducted by Saçtı (2016), the majority of the producers stated that drip irrigation had a positive effect on the protection of water resources and soil. The study conducted by Kaya (2017), determined that the setup cost was high in enterprises that applied drip irrigation.

Table 3. Opinions of the producers on drip irrigation method

| Producers' Opinions on Drip Irrigation Method | Drip Irrigation Subsidy | No Subsidy | Average |
|--|-------------------------|------------|---------|
| The need for irrigation water is low | 4.62 | 4.27 | 4.44 |
| Irrigation period is short | 4.65 | 4.27 | 4.46 |
| Efficiency increase is provided | 4.42 | 4.08 | 4.25 |
| Provides high quality and uniform product | 4.23 | 4.42 | 4.33 |
| Fertilizer utilization rate of the plant increases | 4.19 | 4.27 | 4.23 |
| Farming can be performed in salty soils by drip irrigation method | 3.46 | 3.27 | 3.37 |
| Irrigation can be done with salty and problematic waters | 2.42 | 1.85 | 2.13 |
| Irrigation water can be applied in the desired amount and with the best control. | 4.31 | 3.88 | 4.10 |
| The use of drip irrigation is easy and irrigation labor is at a minimum level | 4.50 | 4.62 | 4.56 |
| It can be used safely on all kinds of soil slopes | 3.81 | 3.58 | 3.69 |
| Weed control is easier | 3.58 | 3.62 | 3.60 |
| Some agricultural operations can be done easily as the soil is not completely wetted during irrigation | 4.19 | 4.04 | 4.12 |
| Spraying can be done with drip irrigation | 4.12 | 2.04 | 3.08 |
| In the drip irrigation method, the available irrigation water is utilized at the highest level | 4.23 | 4.46 | 4.35 |
| Energy costs are low | 4.58 | 4.69 | 4.63 |
| Drip irrigation has a positive effect on the protection of water resources | 4.42 | 4.27 | 4.35 |
| Drip irrigation has a positive effect on soil protection | 4.42 | 4.27 | 4.35 |
| Initial installation costs are quite high in drip irrigation | 3.50 | 3.73 | 3.62 |
| Using drip irrigation needs technical knowledge | 3.12 | 3.27 | 3.19 |
| Drippers are clogged in drip irrigation | 3.12 | 2.58 | 2.85 |

1. Strongly disagree 2. Disagree 3. Undecided 4. Agree 5. Strongly agree

The opinions of the producers regarding the contribution of the drip irrigation system to agricultural production are shown in Table 4. The suggestions that “the number of employees and workload decreased with drip irrigation” was determined as the most effective factors for the producers who utilized the subsidies and those who did not, respectively. The least effective factor for both groups was the statement “the amount of cultivated land increased with drip irrigation”. It was determined that the producers in both groups adopted all other judgments. In the study

conducted by Keskin and Bostan Budak (2010), the majority of the producers declared that they obtained yield increase, quality increase and labor savings with drip irrigation. In the study conducted by Suresh Kumar and Palanisami (2010), it was determined that the producers who applied the drip irrigation method provided savings in resource use, reduction in production costs and yield increase. In the study conducted by Joshi (2013), producers stated that they provided yield and quality increase, and decrease in water and labor costs with the use of drip irrigation.

Table 4. Producers' judgments on the contribution of drip irrigation to agricultural production

| Contribution of Drip Irrigation to Agricultural Production | Drip Irrigation Subsidy | No Subsidy | Average |
|--|-------------------------|------------|---------|
| Production costs decreased with drip irrigation | 4.38 | 4.54 | 4.46 |
| Workload decreased with drip irrigation | 4.65 | 4.62 | 4.63 |
| Product quality increased with drip irrigation | 4.31 | 4.35 | 4.33 |
| My agricultural income increased with drip irrigation | 4.23 | 4.35 | 4.29 |
| The number of employees decreased with drip irrigation | 4.65 | 4.65 | 4.65 |
| The amount of land cultivated with drip irrigation has increased | 3.04 | 3.19 | 3.12 |
| The use of new technology has increased with drip irrigation | 4.27 | 3.85 | 4.06 |
| Drip irrigation contributes to the protection of the environment | 4.46 | 4.12 | 4.29 |

1. Strongly disagree 2. Disagree 3. Undecided 4. Agree 5. Strongly agree

Factors affecting the benefit from drip irrigation subsidies

Whether multicollinearity between the independent variables examined in revealing the differences between the groups was determined by considering the tolerance and variance increase factors (VIF) values (Table 5). A tolerance value of 0.10 or less, and a VIF value of 10 or higher

indicate a multicollinearity problem. As a result of the analysis, tolerance values of all variables were greater than 0.10 and VIF values less than 10. This showed that there was no multicollinearity problem between the variables, and logistic regression analysis was performed with all selected variables.

Table 5. Tolerance and VIF values of independent variables

| Variables | Tolerance | VIF |
|--|-----------|-------|
| Age | 0.602 | 1.660 |
| Education period | 0.646 | 1.548 |
| Agricultural experience | 0.533 | 1.877 |
| Number of family members | 0.808 | 1.238 |
| Number of individuals working in agriculture | 0.862 | 1.160 |
| Irrigated land size | 0.784 | 1.276 |
| Non-agricultural income | 0.773 | 1.294 |
| Type of activity | 0.856 | 1.168 |
| Having agricultural insurance | 0.798 | 1.254 |

The estimation results of the logistic regression model are given in Table 6. In the model, the chi-square value was determined as 40,337 and the significance level of this value was determined as 0.000. Since the significance level was $P < 0.05$, the coefficients of the determined model were found to be significant. As a result of the Hosmer and Lemeshow test, the chi-square value was 4.108. It was found that $P = 0.847 > 0.05$, and it was concluded that the model was suitable. The Nagelkerke R^2 statistic was found as 72%, and it showed a 72% relationship between the dependent variable, and the independent variables, and the independent variables explained 72% in the model. The classification ratio of the dependent variable was found as 84.60%, and it was determined that the logistic regression model had a good prediction ratio.

Among the variables included in the model, it was determined that the agricultural experience of the producers and the status of having agricultural insurance were statistically insignificant ($p > 0.10$).

According to the results, the producers' age negatively affected the benefit drip irrigation subsidies at the 10% significance level. It was concluded that if the age of a producer who did not utilize drip irrigation subsidies in the region increased by one year, utilizing drip irrigation subsidies would decrease by 1.179 (1/0.848) times. In this context, it can be revealed that the tendency of young producers to benefit from drip irrigation subsidies is higher. In the study conducted by Topçu (2008), it was determined that the producers' age negatively affected the

producers' tendency to agricultural supporting policies while it was determined that it had a positive effect in the study conducted by Abay et al. (2017). The result of the study differed with the research result of Abay et al. (2017) while Topçu (2008) showed similarity with the research result.

It was determined that the education period of the producers had a positive effect on the status of utilizing drip irrigation subsidies at the 10% significance level. A one-unit increase in the education period increases the probability of utilizing drip irrigation subsidies 1.429 times. In the study conducted by Abay et al. (2017), it was concluded that the education period of the producers positively affected the level of benefits of agricultural supports. In the study conducted by Tan et al. (2017), it was determined that there was a positive effect on the benefit of organic farming support, while it had a positive effect on the benefit of beef cattle support in the study conducted by Ağır and Akbay (2018). While it was determined that the number of family members negatively affected the benefit of drip irrigation subsidies, the number of people working in agriculture positively affected the status of utilizing drip irrigation subsidies. The fact that the number of individuals working in agriculture was high can be interpreted as that the producers generally earned their living from agricultural activities and therefore, they had a more positive attitude towards agricultural innovations and developments.

It was determined that the size of irrigated land positively affected the drip irrigation subsidies at the 5% significance level. As the size of the

irrigated land increases, the tendency of the producers to utilize drip irrigation subsidies increase. In the study carried out by Abay et al. (2017), it was determined that the size of the land cultivated by the producers positively affected the level of benefits from agricultural supports, similar to the research result.

The non-agricultural income of the producers affected the utilization from drip irrigation subsidies at the 5% level of importance and negatively. Since there are some procedures such as having projects prepared and analysis in drip irrigation subsidy applications, this situation can be interpreted as the fact that the producers

engaged in non-agricultural activities cannot have the necessary attention and time.

The types of activities of the producers affected the utilization from drip irrigation subsidies at 10% significance level and negatively. It was seen that the tendency of the producers dealing with only plant production to receive drip irrigation subsidies increased. This situation can be interpreted as the fact that the producers dealing with plant and animal production cannot spare time for innovations related to plant production because they spend most of their time with livestock activities.

Table 6. Estimation results of the logistic regression model

| Variables | Coefficient | Standard Error | Wald Statistic | df | P Value | Odds Ratio |
|--|-------------|----------------|----------------|----|---------|------------|
| Constant | 1.721 | 3.714 | 0.215 | 1 | 0.643 | 5.591 |
| Age | -0.164 | 0.089 | 3.409 | 1 | 0.065* | 0.848 |
| Education period | 0.357 | 0.195 | 3.354 | 1 | 0.067* | 1,429 |
| Agricultural experience | 0.071 | 0.075 | 0.898 | 1 | 0.343 | 1.074 |
| Number of family members | -0.844 | 0.489 | 2,980 | 1 | 0.084* | 0.430 |
| Number of individuals working in agriculture | 1.996 | 0.952 | 4.402 | 1 | 0.036** | 7.362 |
| Irrigated land size | 0.011 | 0.005 | 4.045 | 1 | 0.044** | 1.011 |
| non-agricultural income | -2.982 | 1.445 | 4.258 | 1 | 0.039** | 0.051 |
| Type of activity | -3.094 | 1,749 | 3.129 | 1 | 0.077* | 0.045 |
| Having agricultural insurance | 1.244 | 1.012 | 1.512 | 1 | 0.219 | 3.469 |

Cox&Snell $R^2 = 0.540$ Nagelkerke $R^2 = 0.720$
-2 Log likelihood = 31.750a
Chi square = 4.108 p = 0.847 (Hosmer Lemeshow test)
Chi square = 40.337 p = 0.000 (Omnibus test)
Classification ratio = 84.60%

* Significant at 10% significance level, ** Significant at 5% significance level, *** Significant at 1% significance level

Conclusion

This study analyzed the factors affecting the benefit of drip irrigation subsidies. It was determined that the number of family members working in agriculture, the size of the irrigated land and the education period increased the probability of benefiting from the subsidies positively. These findings revealed that producers with higher education levels benefited more from drip irrigation subsidies. As the conscious level of the producers increased, the possibility of being aware of and benefiting from various supports also increased. In addition, it is possible to say that the number of family members working in agriculture was higher in the producer group benefiting the subsidies, and that drip irrigation subsidies had a positive effect on labor productivity. The income-enhancing effect of the irrigation systems used in the training and extension studies to be carried out to disseminating the use of drip irrigation systems should also be highlighted.

The number of family members negatively affected the probability of benefiting the subsidies. Young individuals tend to different interests instead of being interested in agricultural activities. It is thought to be beneficial to determine the policies that will encourage the young population to agricultural activities.

It was also concluded that the total size of the land cultivated by the producers who utilized drip irrigation subsidies was higher than the producers who did not.. It was observed that large enterprises and large land owners benefited more from the subsidies. Informing the producers about the subsidy application and benefiting from the subsidies of small enterprises will positively affect their decision on the support application.

Considering that the purpose of drip irrigation subsidies is to provide more effective use of limited water, increase productivity, to reduce labor and production costs, and increase the prevalence of drip irrigation systems, it is possible

to say that drip irrigation subsidy is applied in accordance with its purpose.

Drip irrigation subsidy is accepted by the farmers as a support tool with high satisfaction and desired to continue. It was observed that the conscious level of the producers about such irrigation systems, which was important in terms of limited water resources, was quite high. Although drip irrigation subsidies do not effect production, it is possible to say that it plays an active role in changing irrigation methods and tending to more effective irrigation methods.

Acknowledgement: This study was prepared by using the data obtained from the project titled "Impact Analysis of Drip Irrigation Subsidies in Adana and Niğde Provinces" carried out with the support of TAGEM.

Conflict of Interests: The authors declare that they do not have any conflict of interest.

Researchers' Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the manuscript.

References

- Abay, C., Türkekel, B., Ören, M.N., Gürer, B., Özalp, B. 2017. Türkiye’de üreticilerin tarımsal desteklerden faydalanma durumu üzerine inceleme. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 03(01): 130-136.
- Ağır, H.B., Akbay, C. 2018. Üreticilerin besi sığırcılığı desteklerinden yararlanması üzerine etkili faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5): 738-744.
- Akgül, A., Çevik, O. 2003. İstatistiksel Analiz Teknikleri. SPSS’te İşletme Yönetimi Uygulamaları. Emek Ofset Ltd. Şti., 456 s., Ankara.
- Aküzüm, A., Selenay, F., Çakmak, B. 2010. Sulama yönetimi ve sürdürülebilir su kullanımı. 1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, Kahramanmaraş, s. 262-278.
- Anonymous. 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Kirsal-Kalkinma/Projeler>. Accessed: 15.01.2022
- Aşkan, E., Dağdemir, V. 2015. Devlet desteklemelerinden faydalanan süt sığırcılığı yapan işletmelerin üretim değerini etkileyen faktörlerin analizi: Erzurum, Erzincan, Bayburt illeri örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 21: 69-76.
- Beşen, T., Sayın, B., Kuzgun, M., Karamürsel, D., Çelikyurt, M.A., Emre, M., Öztürk, F.P., Yılmaz, Ş.G., Birol, D. 2021. TR61 bölgesinde genç çiftçi projesi desteğinden yararlanmayı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(1): 63-74.
- Candemir, S., Aydın, B., Uysal, O., Aytop, Y. 2021. Dane mısır üretimi yapan işletmelerin damla sulama desteklemelerinden faydalanma durumunu etkileyen faktörler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 165-170.
- Doğan, H.G., Kan, A., Kan, M., Tosun, F., Uçum, İ., Solmaz, C., Birol, D. 2018. Türkiye’de genç çiftçi proje desteğinden yararlanma düzeyini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6: 1599-1606.
- Işık, H.B., Aksoy, A., Yavuz, F. 2009. Factors affecting dairy farmers' utilization of agricultural supports in Erzurum. *Scientific Research and Essay*, 4: 1236-1242.
- Joshi, D. 2013. A study on farmers’ perception towards usage of drip irrigation system. International Conference at GTU and Parul Group of Institutes, 23-26 January, ISBN-978-93-820629-12
- Keskin, A.H., Bostan Budak, D. 2010. Damla sulama yeniliğinin Yağcı köyü halkına etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (2): 7-10.
- Madhava Chandran, K., Joseph, E.J., Mammen, G. 2005. Analysis of perceptions of farmers on drip irrigation system. *International Journal of Tropical Agriculture*, 23(1-4): 283-294.
- Morgan, S. P., Teachman, J. D. 1988. Logistic regression: description, examples, and comparisons. *Journal of Marriage and Family*, 50: 929-936.
- Özdamar, K. 2009. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, Eskişehir, s. 609.
- Saçtı, H. 2016. Domates Üreten İşletmelerde Damla Sulama Sistemlerinin Kullanımı ve Etkileyen Faktörler (Kazova Yöresi Örneği). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Suresh Kumar, D., Palanisami, K. 2010. Impact of drip irrigation on farming system: Evidence from Southern India. *Agricultural Economics Research Review*, 23: 265-272.
- Şahin, A. 2008. Avrupa Birliği’nde Tek Çiftlik Ödeme Yöntemi ve Türkiye’nin Uyumu (Uzmanlık Tezi). T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ankara.

- Tan, S., Şimdi, U., Everest, B. 2017. Organik tarım yapan üreticilerin mevcut tarım politikalarından faydalanma düzeyini etkileyen faktörlerin analizi: İzmir ili Seferihisar ilçesi örneği. International Conference on Eurasian Economies, 10-12 July, İstanbul, s. 385-391.
- Topçu, Y. 2008. Çiftçilerin tarımsal destekleme politikalarından faydalanma istekliliğinde etkili faktörlerin analizi: Erzurum ili örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 205-212.
- Westarp, S., Chieng, S., Schreier, H. 2003. A Comparison between low-cost drip irrigation, conventional drip irrigation and hand watering in Nepal. *Agricultural Water Management*, 64 (2004): 143-160.
- Yıldız, F. 2017. Türkiye’de merkezi yönetim bütçesinden yapılan tarımsal destekleme ödemelerinin tarımsal üretim üzerindeki etkisi: 2006-2016 dönemi. *Sayıştay Dergisi*, 104: 45– 63.

Buğdayda Partikül Boyutunun Renk Üzerine Etkisi ve Rengin Kalıtım Derecesinin Belirlenmesi

Asuman KAPLAN EVLİCE^{1*}

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas

*Sorumlu Yazar: asuman.kaplanevlince@sivas.edu.tr, aevlice@gmail.com

Geliş Tarihi: 17.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 02.03.2022 Kabul Tarihi: 23.03.2022

Öz

Tüketici tarafından parlak sarı renkte makarna tercih edilmektedir. Bu nedenle makarnalık buğday ıslahında *b* sarılık değeri yüksek çeşitler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Renk, öğütme koşullarından özellikle de partikül boyutundan oldukça etkilenmektedir. Bu çalışmada dört farklı çevrede yetiştirilen yedi makarnalık buğday genotipinde renk değerleri (*L, a, b*); tane, kırma (0.8 ve 1 mm), un ve irmikte belirlenmiş, rengin partikül boyutuna göre değişimi, birbirleri arasındaki ilişkisi ve kalıtım derecesi incelenmiştir. Partikül boyutunun renk değerleri üzerindeki etkisi önemli ($p < 0.01$) olmuş, partikül boyutu arttıkça *L* değeri azalmış, *a* değeri artmıştır. En yüksek *b* değeri (19.17) ise irmikte saptanmıştır. Kepek içeren tane, 1 mm kırma ve 0.8 mm kırma örnekleri ise benzer *b* değerleri (17.03-17.96) vermiştir. Unda ise en düşük *b* değeri (14.05) saptanmıştır. Un örneğinde en düşük *b* değeri saptanmış olmasına rağmen, yapılan hem korelasyon ($r=0.96^{**}$) hem de regresyon ($R^2=0.92^{**}$) analizleri sonucu, irmik *b* sarılık değerinin en iyi un fraksiyonundan tahmin edilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, taneden gözle renk tahmin etmek en kolay yöntem olmasına rağmen, irmik renginin taneye bakılarak belirlenemeyeceği sonucuna varılmıştır. Sarılık renk değerlerinin tane hariç kalıtım derecesi oldukça yüksek ($h^2>0.92$) bulunmuştur. Bu nedenle, özellikle makarnalık buğday ıslah çalışmalarında çevreden az etkilenen renk parametresinden seleksiyon kriteri olarak etkili bir şekilde yararlanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Makarnalık buğday, renk, partikül boyutu, kalıtım

The Effect of Particle Size on Colour and Determining the Heritability of Colour in Wheat

Abstract

Bright yellow pasta colour is preferred by the consumer; therefore, it is tried to develop cultivars with high *b* yellowness value in durum wheat breeding. Colour is highly affected by milling conditions, particularly particle size. In this study, colour values (*L, a, b*) of seven durum wheat genotypes grown in four different environments were determined at grain, meals (0.8 and 1 mm), flour, and semolina; then, colour variation according to particle size, relationships between traits, and heritability values were investigated. The effect of particle size on colour values was significant ($p<0.01$), as particle size increased, *L* value decreased, *a* value increased. The highest *b* value (19.17) was determined in semolina sample. The grain, 1 mm, and 0.8 mm meal samples containing bran had similar *b* values (17.03-17.96). The lowest *b* value (14.05) was determined in flour sample. Although the lowest *b* value was determined in the flour sample, it was seen that the semolina *b* yellowness value could be best estimated from the flour fraction as a result of both correlation ($r=0.96^{**}$) and regression ($R^2=0.92^{**}$) analyses. It was also concluded that the colour of semolina cannot be determined by visually looking at the grain although it is the easiest method to predict colour by looking at the grain. The heritability values of the yellowness except for whole-grain were found to be quite high ($h^2>0.92$). For this reason, it has been determined that the colour parameters, which are less affected by the environment, can be used effectively as a selection criteria, especially in durum wheat breeding studies.

Key words: Durum wheat, colour, particle size, heritability

Giriş

Makarnalık buğdayın (*Triticum durum* Desf.) gen merkezlerinden biri olan Türkiye, kaliteli makarnalık buğday üretebilecek ekolojiye sahiptir. Dünya makarnalık buğday üretimi 2020 yılında 34,8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya sıralamasında 4,2 milyon ton üretim ile Kanada birinci sırada yer almaktadır. İkinci sırada ise 3,9 milyon ton üretim ile hem Türkiye hem de İtalya yer almıştır (TMO, 2022). Ülkemizde makarnalık buğday özellikle makarnanın ve bulgurun hammaddesi konumundadır. Ayrıca, makarnalık buğday ırmik, bazı yöresel ekmek çeşitleri ve böreklik un için de kullanılmaktadır. Son yıllarda hem makarna hem de bulgur üretimimiz artmaktadır. Ülkemizde makarna ve bulgur üretimleri yıldan yıla artmakta, 2020 yılında bu üretimler sırasıyla yaklaşık 2 milyon ton ve 582 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Ayrıca, ülkemiz 2020 yılında dünya makarna ihracatında 1.400.714 ton/yıl ile İtalya'dan sonra ikinci; bulgur ihracatında ise 283.027 ton/yıl ile birinci sırada gelmektedir (TRADEMAP, 2022). Rakamlardan da görüldüğü gibi Türkiye, hem makarna hem de bulgur üretiminde ve ihracatında söz sahibi ülkelerden biridir. Bu nedenle ülkemizde makarnalık buğday üretimi ve kalitesi büyük bir öneme sahiptir.

Tüketici tarafından parlak sarı renkte makarna ve bulgur tercih edildiği için, parlak sarı renk önemli bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir. Sarı rengin, makarna ve bulgur üretimi aşamasında ve bu ürünlerin pişirilmesi sırasında mümkün olduğunca korunması istenmektedir. Buğdaya sarı rengi karotenoidler vermektedir. Karotenoidler yağda çözünen pigmentler olup, bitkilerin ve hayvanların birçok temel fonksiyonunda yer alırlar. Ayrıca, hücreleri serbest radikallerden ve oksijen iyonlarından koruyarak antioksidan aktivite gösterirler (Adom ve Liu, 2002; Hidalgo ve ark., 2017). Buğdayda karotenoid grubu pigmentler; α -karoten, β -karoten, lutein ve zeaksantinden meydana gelmekte olup, çoğunluğunu (>%90) lutein oluşturmaktadır (Abdel-Aal ve ark., 2002). Pigment miktarı buğday türüne göre değişmektedir. Lutein miktarı genellikle ekmeklik buğdaya ($0.69-2.01 \mu\text{g g}^{-1}$) göre makarnalık buğdayda ($2.01-4.56 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla bulunmaktadır (Ziegler ve ark., 2015). Makarnalık buğdayda sarı rengin çeşitlere ve yetiştirme koşullarına göre de değiştiği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Branković ve ark., 2015; Coşkun ve ark., 2010; Kaplan Evlice, 2016; Konopka ve ark., 2006; Lachman ve ark., 2013; Şahin ve ark., 2006). Ayrıca, renk; lipoksigenaz enzim aktivitesi (Hidalgo ve Brandolini, 2012), partikül boyutu (Hidalgo ve ark.,

2014), öğütme (Posner, 2009) ve depolama (Hidalgo ve Brandolini, 2008) koşullarından da etkilenmektedir.

Genetik ve çevresel faktörlerin buğday özellikleri üzerindeki etkisini tespit etmek için kalıtım derecesi (h^2) ıslah programlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kaya ve Akcura, 2014). Clarke ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada eklemeli gen etkisinde olan pigment miktarına genotip etkisinin 0.34 ile 0.95 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu yönde yapılan başka çalışmalarda da sarı pigment miktarının %89.4 (Bilgin ve ark., 2010), %64.2 (Sakin ve ark., 2011) ve %84.3 (Mohammed ve ark., 2012) gibi yüksek oranlarda genotipik etki altında olduğu ve çevre etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Ziegler ve ark. (2015) ise ekmeklik (*T. aestivum*), makarnalık (*T. durum*), spelt (*T. spelta*), siyez (*T. monococcum*) ve gernik (*T. dicoccum*) buğday türlerinde toplam lutein içeriği için kalıtım derecesini $h^2 > 0.93$ olarak saptamışlardır. Bu konuda yapılan bir başka çalışmada ise *L* parlaklık değerine genotip, çevre ve diğer faktörlerin etkisinin sırasıyla %12.6, %67.9 ve %19.5 olduğu saptamıştır. Aynı çalışmada *b* sarılık değerine ise genotip, çevre ve diğer faktörlerin etkisinin sırasıyla %86.6, %8.5 ve %4.9 olduğunu belirlemiştir. Parlaklık değerine çevre, sarılık değerine ise genotip daha fazla etkili olmuştur (Manthey 2001 atfen Şahin ve ark. 2006).

Buğdayda pigment miktarını belirlemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu metotlardan en temel olanı, suya doymuş n-bütanol ekstraksiyonuna dayanan spektrofotometrik yöntemdir. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ise, karotenoid bileşenlerinin ayrılmasına ve tanımlanmasına olanak sağlayan bir teknik olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden başka kimyasal gerektirmeyen, daha kolay, hızlı ve ekonomik olan NIR (Near Infrared Reflectance) ve Commission Internationale de l'Eclairage (CIE 1976) tarafından geliştirilmiş olan Hunter *Lab* ölçüm yöntemleri de kullanılmaktadır. Son yıllarda bu amaçla görüntü analizi de kullanılmaya başlamıştır. En yaygın olarak kullanılan Hunter *Lab* yönteminde; L/L^* (parlaklık, 0=siyah, 100=beyaz), a/a^* (+:kırmızılık, -:yeşillik) ve b/b^* (+:sarılık, -:mavilik) renk değerleri belirlenmektedir (Digesu ve ark., 2009; Coşkun ve ark., 2010; Ficco ve ark., 2014; Hidalgo ve ark., 2014).

İrmikte veya unda parlaklık kepek içeriğinden, sarılık ise endospermin karotenoid içeriğinden etkilenmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2008). Pigment miktarı ile ırmik b^* sarılık değeri ($r=0.88^{**}$ ve 0.90^{**}) (Digesu ve ark., 2009) ve makarna b^* değeri ($r=0.58^*$) (Cabas-Lühmann ve Manthey, 2020) arasındaki yüksek korelasyon

değerleri belirlenmiştir. Groth ve ark. (2020) da *b* sarılık renk değeri ile lutein ($r=0.76^{**}$), zeaksantin ($r=0.15^{**}$) ve toplam karotenoid ($r=0.73^{**}$) miktarları arasında pozitif ilişkiler saptamıştır. Bu nedenle, karotenoid miktarı hakkında fikir veren *b* sarılık değeri, makarnalık buğday ıslahında fazla sayıda materyali hızlı ve ekonomik bir şekilde test etmek için kullanılabilir güvenilir bir parametredir (Groth ve ark., 2020). İrmikte belirlenen *b* sarılık değeri özellikle ıslahın erken kademelerinde daha geniş bir varyasyon (15-28) göstermektedir. Tüketici ve sektör isteklerini karşılayabilecek kaliteli makarnalık buğday çeşidi geliştirebilmek için, bir sonraki ıslah kademesine taşınacak hatta irmik *b* değerinin ≥ 22 olması istenmektedir (Kaplan Evlice ve Özkaya, 2011).

Tane rengi parlak sarı olan makarnalık buğdayların irmik renklerinin de parlak sarı olacağı düşünülmektedir. Fakat, bu yönde yapılan bir çalışmada irmik rengi ile tane rengi arasında oldukça düşük bir korelasyon değeri ($r=0.29^{**}$) belirlenmiştir. Hatta tane *b* sarılık değerleri benzer olan makarnalık buğdayların, farklı irmik *b* sarılık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, tane renginden irmik renginin tahmin edilmesinin doğru olmayacağı belirtilmiştir (Pehlivan ve ark., 2008). Sarılık renk değeri (*b*) partikül boyutundan oldukça etkilenmektedir. İri partikül boyutuna sahip irmik, ince yani daha küçük partikül boyutuna sahip irmiğe göre daha sarı görünmektedir (Pehlivan ve ark., 2008). Bu nedenle, irmik partikül boyutu makarna rengini de etkilemekte, partikül boyutunun artması ile *L** değeri azalmakta, *b** değeri ise artmaktadır (Hidalgo ve ark., 2014).

Makarnanın hammaddesi irmik olduğu için, *b* sarılık değeri genellikle irmikte belirlenmektedir. Fakat, özellikle ıslahın erken kademelerinde materyal sayısı fazla, miktarı az olduğu için analizler kırma veya unda yapılmaktadır. Fakat renk, partikül boyutundan oldukça etkilenmektedir. Bu çalışmanın amacı ise; (i) rengin tanede, farklı partikül boyutuna sahip kırma, un ve irmikte değişiminin ve birbirleri arasındaki ilişkisinin belirlenmesi, (ii) rengin kalıtım derecesinin hesaplanmasıdır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 4 farklı çevrede yetiştirilen 7 adet makarnalık buğday genotipi oluşturmuştur. Makarnalık buğdaydan $< 220 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip un üretimi, Brabender Quadrumat Junior laboratuvar tipi un değirmeni (Duisburg, Almanya) kullanılarak, American Association of Cereal Chemists (AACC) Standart Metot No:26-50.01 (AACC International,

2010)'e göre gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan kırma örnekleri ise 0.8 mm ve 1 mm delik çaplı Perten 3100 (Huddinge, İsveç) kırma değirmeninden elde edilmiştir. 220-530 μm partikül boyutuna sahip irmik örnekleri ise Bühler laboratuvar tipi irmik değirmeni (Bühler 70028, Uzwil, Milano) kullanılarak, AACC Standart Metot No: 26-41.01 (AACC International, 2010)'e göre elde edilmiştir. Elde edilen irmik örnekleri, laboratuvar tipi pürifayırardan (Chopin Sasseur 7605, Villeneuve-la-Garenne, Fransa) geçirilerek küçük kepek parçacıkları ayrılmıştır.

Örneklerin renk (*L, a, b*) değerleri, renk ölçüm cihazı (Gardner Color view, ABD) ile Hunter kolorimetre değerlerine göre belirlenmiştir. Renk değerleri *L* (parlaklık, 100:beyaz, 0:siyah), *a* (-a:yeşil, +a:kırmızı), *b* (-b:mavi, +b:sarı) olarak ölçülmüştür (ASTM Metot No: E 1164, 2002).

Renk değerleri 2 paralel olarak belirlenmiştir. Varyans (ANOVA), Pearson korelasyon ve regresyon analizleri JMP 10 istatistiksel analiz programı (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) ile yapılmıştır. Biplot grafiği için GenStat programı (14th edition, VSN International Ltd., Hemel Hempstead, İngiltere) kullanılmıştır. Geniş anlamda kalıtım derecesi (h^2), GGE-biplot yazılımı kullanılarak Yan ve Holland (2010) tarafından tanımlandığı gibi hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Makarna yapımında *Triticum durum* türü buğdaydan elde edilen irmik kullanılır. Diğer buğday türlerine göre *T. durum* irmiğinden üretilen makarnalar, parlak sarı renkli, sert, kırılmaya dayanıklı ve yüksek pişme kalitesine sahiptir. Fakat, irmik partikül boyutu makarnanın kalitesini etkilemektedir (Sacchetti ve ark., 2011).

Çalışmada farklı partikül boyutuna sahip olan örneklerde Hunter *Lab* kolorimetresine göre belirlenen *L* (parlaklık), *a* (kırmızılık-yeşillik) ve *b* (sarılık-mavilik) değerlerine ait ortalama sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge incelendiği zaman; *L*, *a* ve *b* değerleri sırasıyla 47.56-92.31, 0.15-7.88 ve 14.05-19.17 arasında değişim göstermiş, ortalamalar sırasıyla 77.59, 2.93 ve 17.16 olarak saptanmıştır. *L*, *a* ve *b* değerleri bakımından partikül boyutları arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. En düşük *L* değeri 47.56 ile taneden elde edilmiştir. Partikül boyu azaldıkça parlaklık değeri artmış ve en yüksek *L* değeri 92.31 ile en küçük partikül boyutuna sahip un örneğinden elde edilmiştir. Benzer şekilde partikül boyutunun azalması ile daha yüksek *L** değeri elde edilen bir çalışmada, bu sonuç partikül boyutun azalması nedeniyle ölçüm yüzeyinin daha homojen ve düz olmasına bağlanmıştır (Hidalgo ve ark., 2014). Çalışmada *L* değerinin aksine, *a* değeri

partikül boyutu arttıkça artmış, en yüksek değer tanede (7.88), en düşük ise unda (0.15) belirlenmiştir. Sarılık b renk değerleri incelendiği zaman, en yüksek değer irmikte (19.17) saptanmıştır. Bunu tane (17.96), 1 mm kırma (17.67), 0.8 mm kırma (17.03) ve un (14.05) izlemiştir (Çizelge 1).

Tane, 1 mm ve 0.8 mm kırma örnekleri kepek ve rüşeym içermektedir. Bu bileşenler de renk üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Buğdayın dış katmanlarının (kepek) irmiğe dâhil olması ile

irmişin parlaklığı ve sarılığı azalmakta, kırmızılığı ise artmaktadır. Yapılan bir çalışmada kepek miktarı ile pozitif ilişkili olan kül miktarının %0.1 oranında artması, kırmızılığın (a^*) 0.7 artmasına, sarılığın (b^*) ise 1.3 düşmesine neden olmuştur (Joubert ve ark., 2018). Öğütme koşulları ve ekstraksiyon oranı, kül, protein, pigment ve zedelenmiş nişasta miktarı gibi parametreler üzerinde önemli etkiye sahiptir (Posner ve ark., 2009). Bu bileşenler de dolaylı olarak rengi etkiler (Hidalgo ve ark., 2017).

Çizelge 1. Farklı partikül boyutundaki renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Partikül Boyutu | L | a | b |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tane | 47.56±1.24 ^{e**} | 7.88±0.52 ^{a**} | 17.96±0.41 ^{b**} |
| 1 mm | 79.32±0.87 ^d | 3.05±0.27 ^b | 17.67±0.99 ^c |
| 0.8 mm | 80.74±0.81 ^c | 2.80±0.27 ^c | 17.03±1.06 ^d |
| İrmik | 88.26±0.75 ^b | 0.78±0.22 ^d | 19.17±1.57 ^a |
| Un | 92.31±0.46 ^a | 0.15±0.11 ^e | 14.05±1.22 ^e |
| Değişim Aralığı | 47.56-92.31 | 0.15-7.88 | 14.05-19.17 |
| Ortalama | 77.59 | 2.93 | 17.16 |
| DK | 0.99 | 7.82 | 3.71 |

** : Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar % 1 düzeyinde önemlidir

Makarnalık buğday örneğinin üç farklı partikül boyutuna sahip olacak şekilde irmiğe öğütüldüğü ve elendiği bir çalışmada ise; b^* sarılık renk değeri bakımından partikül boyutları arasında istatistiki olarak fark tespit edilmiş ve en yüksek b^* sarılık (35.9) renk değeri 475 μm 'den elde edilmiştir. Bunu, 34.6 ile 375 μm ve 27.1 ile 275 μm takip etmiştir. Yani partikül boyutu arttıkça irmik rengi daha sarı olmuştur (Sacchetti ve ark., 2011). Bu çalışmada da benzer şekilde kepek ve rüşeym içermeyen un ve irmik örnekleri kıyaslandığı zaman, daha iri partikül boyutuna sahip olan irmikte en yüksek b sarılık renk değeri elde edilmiştir. En küçük partikül boyutuna sahip un örneğinde ise en düşük b değeri tespit edilmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde irmik b^* sarılık değerinin sadece pigment miktarına bağlı olmadığı, b^* değerinin partikül boyutundan etkilendiği ve irmik ne kadar ince olursa o kadar b^* değerinin düşük olduğu Fu ve ark. (2018) tarafından da

belirtilmiştir. Bunu da ince irmik parçacıklarının daha fazla yüzey alanına sahip olması nedeniyle oksidatif pigment kaybına daha fazla maruz kalması ile açıklamışlardır.

Parlak sarı renk, irmikte ve makarnada en önemli kalite kriterlerinden biridir. Bu nedenle pigment miktarı yüksek olan makarnalık buğday çeşitleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Kalite parametrelerinin kalıtım derecesinin yüksek olması yani çevre koşullarından az etkilenmesi ıslahta etkili bir seleksiyon için oldukça önemlidir. İrmik rengi yetiştirme yerine ve yıllara göre değişmekle birlikte daha çok genetik kalıtımın etkisi altındadır. Yapılan çeşitli çalışmalarda irmik rengi (b^*) üzerine genotipik etki %61.8 (Schulthess ve ark., 2013) ve %84.3 (Mohammed ve ark., 2012) olarak belirlenmiştir. Genotipik etkinin yüksek olması o özelliğin kalıtım derecesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Schulthess ve ark., 2013).

Çizelge 2. Farklı partikül boyutundaki renk değerlerine ait kalıtım dereceleri (h^2)

| Partikül boyutu | L | a | b |
|-----------------|------|------|------|
| Tane | 0.48 | 0.99 | 0.57 |
| 1 mm | 0.53 | 0.74 | 0.92 |
| 0.8 mm | 0.64 | 0.79 | 0.95 |

| | | | |
|-------|------|------|------|
| İrmik | 0.86 | 0.92 | 0.97 |
| Un | 0.87 | 0.96 | 0.97 |

Çalışmada farklı partikül boyutlarına ait renk değerleri (L, a, b) için geniş anlamda kalıtım derecesi (h^2) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiği zaman, L parlaklık değeri için kalıtım derecesi (h^2) 0.48-0.87 arasında deyim göstermiştir. Kalıtım derecesi un ve ırmik örneklerinde sırasıyla 0.87 ve 0.86 olarak oldukça yüksek bulunmuştur. En düşük ise tanede ($h^2=0.48$) saptanmıştır. Partikül boyutu azaldıkça kalıtım derecesi artmıştır. Kalıtım derecesi, a kırmızılık değerinde 0.74-0.99 arasında değişim göstermiştir. Sarılık (b) değeri incelendiği zaman; kalıtım derecesi tanede 0.57 ile en düşük, un ve ırmikte ise 0.97 ile en yüksek olmuştur. 1 mm ve 0.8 mm kırma örneklerinde ise sırasıyla 0.92 ve 0.95 olarak saptanmıştır. Tane hariç diğer diğer örneklerde oldukça yüksek kalıtım derecesi değerleri ($h^2>0.92$) belirlenmiştir. Groth ve ark. (2020) da lutein ($h^2=0.74$) ve toplam karotenoid ($h^2=0.71$) için yüksek kalıtım değerleri saptamıştır. Geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek olması, o özelliğe göre

seleksiyonun etkili olacağını göstermektedir (Şener ve ark., 2000). Bu nedenle renk, özellikle de b sarılık değeri ıslah çalışmalarında erken kademede seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir.

Buğday ve aynı buğdaydan elde edilen kırma (0.8 ve 1 mm), un ve ırmik örneklerine ait L, a, b renk değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve elde edilen korelasyon değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Tane rengi ile diğer parametreler arasındaki ilişkiler incelendiği zaman, tane L değeri ile diğer parametreler arasında herhangi önemli bir korelasyon değeri saptanamamıştır. Tane a değeri ile 1 mm a değeri ($r=0.63^{**}$), 1 mm b değeri ($r=0.73^{**}$), 0.8 mm a değeri ($r=0.60^{**}$), 0.8 mm b değeri ($r=0.79^{**}$), un a değeri ($r=0.36^*$), un b değeri ($r=0.66^{**}$), ırmik L değeri ($r=-0.42^*$), ırmik a değeri ($r=0.38^*$), ırmik b değeri ($r=0.72^{**}$) arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Tanede belirlenen b değeri ile unda belirlenen b değeri ($r=0.39$) ve ırmikte belirlenen b değeri ($r=0.43$) arasında %5 düzeyinde pozitif ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Özellikler arası korelasyon katsayıları ve önemlilik seviyeleri

| Özellik | Tane | | | 1mm Kırma | | | 0.8 mm Kırma | | | Un | | | İrmik | |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| | L değeri (TL) | a değeri (Ta) | b değeri (Tb) | L değeri (1L) | a değeri (1a) | b değeri (1b) | L değeri (0.8L) | a değeri (0.8a) | b değeri (0.8b) | L değeri (UL) | a değeri (Ua) | b değeri (Ub) | L değeri (iL) | a değeri (ia) |
| Ta | -0.24 | | | | | | | | | | | | | |
| Tb | 0.25 | 0.33 | | | | | | | | | | | | |
| 1L | 0.07 | 0.29 | 0.01 | | | | | | | | | | | |
| 1a | 0.06 | 0.63 ^{**} | -0.01 | -0.27 | | | | | | | | | | |
| 1b | 0.01 | 0.73 ^{**} | 0.12 | -0.22 | 0.93 ^{**} | | | | | | | | | |
| 0.8L | 0.03 | 0.32 | -0.24 | 0.53 ^{**} | 0.15 | 0.24 | | | | | | | | |
| 0.8a | 0.21 | 0.60 ^{**} | 0.18 | -0.22 | 0.82 ^{**} | 0.75 ^{**} | -0.21 | | | | | | | |
| 0.8b | 0.07 | 0.79 ^{**} | 0.27 | -0.22 | 0.87 ^{**} | 0.93 ^{**} | 0.01 | 0.88 ^{**} | | | | | | |
| UL | 0.04 | 0.22 | 0.10 | 0.41 [*] | -0.24 | -0.20 | 0.49 [*] | -0.34 | -0.29 | | | | | |
| Ua | -0.13 | 0.36 [*] | -0.27 | 0.15 | 0.34 [*] | 0.44 [*] | -0.10 | 0.24 | 0.45 [*] | 0.06 | | | | |
| Ub | -0.23 | 0.66 ^{**} | 0.39 [*] | -0.27 | 0.65 ^{**} | 0.78 ^{**} | -0.03 | 0.54 ^{**} | 0.81 ^{**} | -0.29 | -0.12 | | | |
| iL | 0.11 | -0.42 [*] | 0.24 | 0.63 ^{**} | -0.57 ^{**} | -0.47 [*] | 0.46 [*] | -0.58 ^{**} | -0.51 [*] | 0.10 | -0.54 ^{**} | -0.26 | | |
| ia | -0.03 | 0.38 [*] | -0.22 | 0.11 | 0.67 ^{**} | 0.54 ^{**} | 0.04 | 0.68 ^{**} | 0.53 ^{**} | -0.68 ^{**} | 0.68 ^{**} | 0.25 | -0.89 ^{**} | |
| ib | -0.12 | 0.72 ^{**} | 0.43 [*] | -0.19 | 0.69 ^{**} | 0.83 ^{**} | 0.02 | 0.64 ^{**} | 0.88 ^{**} | -0.25 | -0.16 | 0.96 ^{**} | -0.33 | 0.32 |

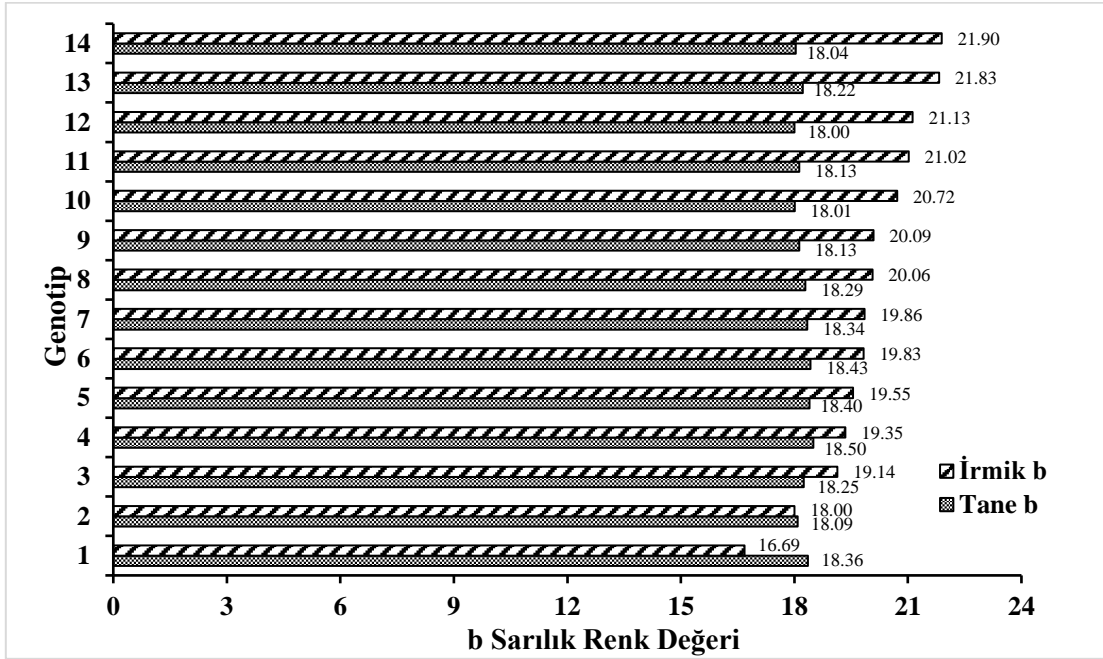
* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, $n=28$, lb: ırmik b değeri

Yapılan bir çalışmada da benzer şekilde tane b ile ırmik b değerleri arasında düşük bir korelasyon değeri ($r=0.29^{**}$) belirlenmiştir (Pehlivan ve ark., 2008). Ülkemizde makarnalık buğdayın tane rengine paralel olarak ırmik renginin de parlak sarı olacağı sanılmaktadır. Fakat, bu düşük korelasyon değerinden böyle bir tahmin yapmanın doğru olmayacağı görülmektedir.

Nitekim, tane ve ırmik b değerleri arasındaki ilişkiyi daha detaylı incelemek için birbirine yakın tane b sarılık değerlerine (18.00-18.50) sahip 14 adet buğday örneği seçilmiş ve aynı buğday örneklerinin ırmik b değerleri taneye göre daha geniş bir aralıkta (16.69-21.90) değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 1). Bu sonuçtan da hemen hemen aynı tane rengine sahip buğday örneklerinin

çok çeşitli ırmik rengine sahip olduğu ve tane renginden ırmik renginin tahmin edilemeyeceği

teyit edilmiştir.



Şekil 1. Tane b değerleri birbirine çok yakın olan numunelerin ırmik b değerlerinin karşılaştırılması

1 mm partikül boyutuna sahip kırma örneklerde belirlenen renk değerlerinin diğer renk değerleri ile arasındaki ilişki incelendiği zaman; 1 mm L değeri ile 0.8 mm L değeri ($r=0.53^{**}$), un L değeri ($r=0.41^*$) ve ırmik L değeri ($r=0.63^{**}$) arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır. 1 mm a değeri ile 1 mm b değeri ($r=0.93^{**}$), 0.8 mm a değeri ($r=0.82^{**}$), 0.8 mm b değeri ($r=0.87^{**}$), un a değeri ($r=0.34^*$), un b değeri ($r=0.65^{**}$), ırmik L değeri ($r=-0.57^{**}$), ırmik a değeri ($r=0.67^{**}$) ve ırmik b değeri ($r=0.69^{**}$) arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. 1 mm b değeri ile 0.8 mm a değeri ($r=0.75^{**}$), 0.8 mm b değeri ($r=0.93^{**}$), un a değeri ($r=0.44^*$), un b değeri ($r=0.78^{**}$), ırmik L değeri ($r=-0.47^*$), ırmik a değeri ($r=0.54^{**}$) ve ırmik b değeri ($r=0.83^{**}$) arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 3).

0.8 mm partikül boyutuna sahip kırma örneklerinde belirlenen korelasyon değerleri, 1 mm tane boyutundan elde edilen sonuçlara benzer olmuştur. 0.8 mm L değeri ile un L değeri ($r=0.49^*$) ve ırmik L değeri ($r=0.46^*$) arasında pozitif korelasyon değerleri saptanmıştır. 0.8 mm a değeri ile 0.8 mm b değeri ($r=0.88^{**}$), un b değeri ($r=0.54^{**}$), ırmik L değeri ($r=-0.58^{**}$), ırmik a değeri ($r=0.68^{**}$) ve ırmik b değeri ($r=0.64^{**}$) arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. 0.8 mm b değeri ile un a değeri ($r=0.45^*$), un b değeri ($r=0.81^{**}$), ırmik L değeri ($r=-0.51^*$), ırmik a değeri ($r=0.53^{**}$) ve ırmik b değeri ($r=0.88^{**}$) arasındaki ilişkiler önemli olmuştur (Çizelge 3). Clarke ve ark.

(2000) da kırma b^* değeri ile ırmik b^* değeri arasında yüksek korelasyon değerleri ($r=0.85-0.90^{**}$) saptamışlardır.

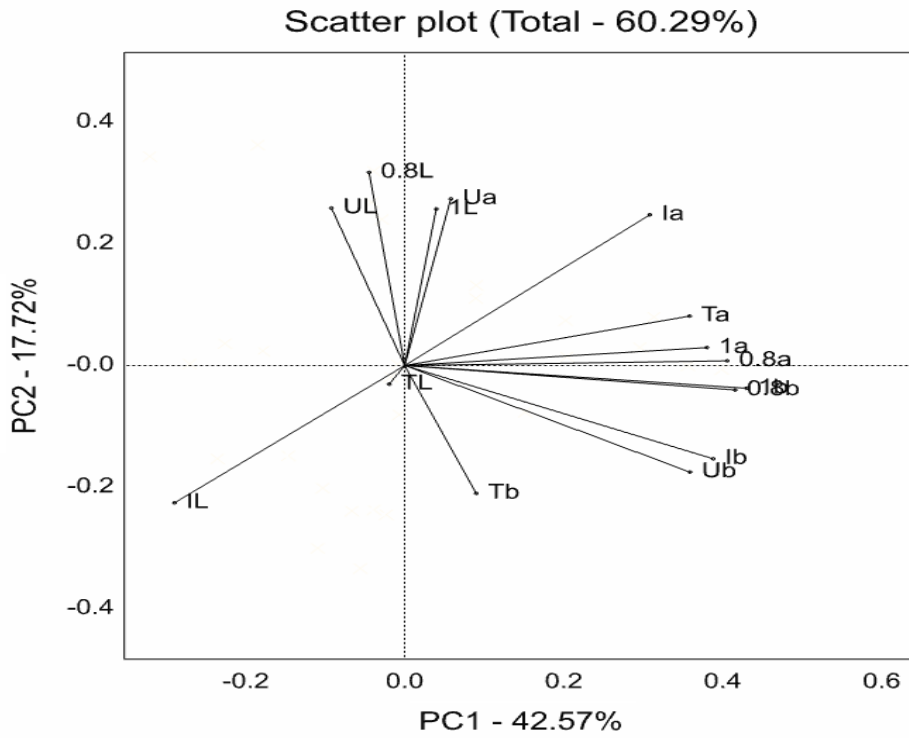
Unda belirlenen korelasyon değerleri incelendiği zaman; un L değeri ile ırmik a değeri arasında $r=-0.68^{**}$, un a değeri ile ırmik L ve a değerleri arasında ise sırasıyla $r=-0.54^{**}$ ve $r=0.68^{**}$ önemli korelasyon değerleri tespit edilmiştir. Un b ile ırmik b değeri arasında ise oldukça yüksek bir korelasyon değeri ($r=0.96^{**}$) saptanmıştır. ırmik L ve a değerleri arasında ise negatif önemli bir ilişki ($r=-0.89^{**}$) belirlenmiştir (Çizelge 3).

Özellikler arasındaki ilişkiler incelenirken korelasyon analizden sıklıkla yararlanılmaktadır. Fakat, son yıllarda özellikler arası ilişkileri görsel/grafiksel olarak incelemede biplot analizinden de yararlanılmaktadır. Bu analiz metodunda, genotiplerin lokasyonlara veya özelliklere göre değerlendirilmesinin yanı sıra bu çalışmada da olduğu gibi özellikler arasındaki ilişkiler de incelenebilmektedir (Güngör ve Akgöl, 2015; Kılıç ve ark., 2012). Biplot grafiğinde dar açı gösteren özellik vektörleri arasında pozitif korelasyon, düz veya geniş açı gösteren özellik vektörleri arasında ise negatif ilişki söz konusudur. Dikey açığa sahip olanlarda ise korelasyon yoktur (Mutwali ve ark., 2016).

Çalışmada yer alan özelliklere ait biplot grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Biplot grafiği incelendiği zaman; ilk iki ana bileşen (PC1: %42.57,

PC2: %17.72) varyasyonun %60.29'unu açıklamaktadır. Biplot grafiğinde görüldüğü gibi birbirleriyle pozitif ilişkide olan özellikler aynı bölgede toplanmıştır. Korelasyon analizine benzer şekilde tane *a*, 1 mm *a*, 0.8 mm *a*, 1 mm *b* ve 0.8 mm *b* değerleri arasında pozitif yönde kuvvetli ilişkiler görülmüştür. Un *b* ve ırmık *b* değerleri arasında yüksek, bu değerler ile tane *b* değeri arasında ise nispeten daha düşük pozitif ilişkiler saptanmıştır. Biplot grafiğinde un *a*, un *L*, 0.8 mm *L*, ve 1 mm *L* değerleri arasında pozitif ilişkiler görülmektedir. Fakat, korelasyon tablosu incelendiğinde un *a* değeri ile bu parametreler arasında önemli ilişkiler saptanamamıştır.

Korelasyon analizinde iki özellik arasındaki ilişki belirlenirken, biplot analizinde tüm özellikler arasındaki etkileşim dikkate alınarak ilişkiler belirlenmektedir (Kaplan Evlice ve ark., 2020). Bu nedenle korelasyon ve biplot analizlerinde bazı farklılıkların görülmesi muhtemeldir. Tane *L* değeri ile diğer parametreler arasında önemli bir ilişki yokken, ırmık *L* ile ırmık *a* değerleri arasında negatif ve oldukça kuvvetli bir ilişki görülmüştür (Şekil 2).

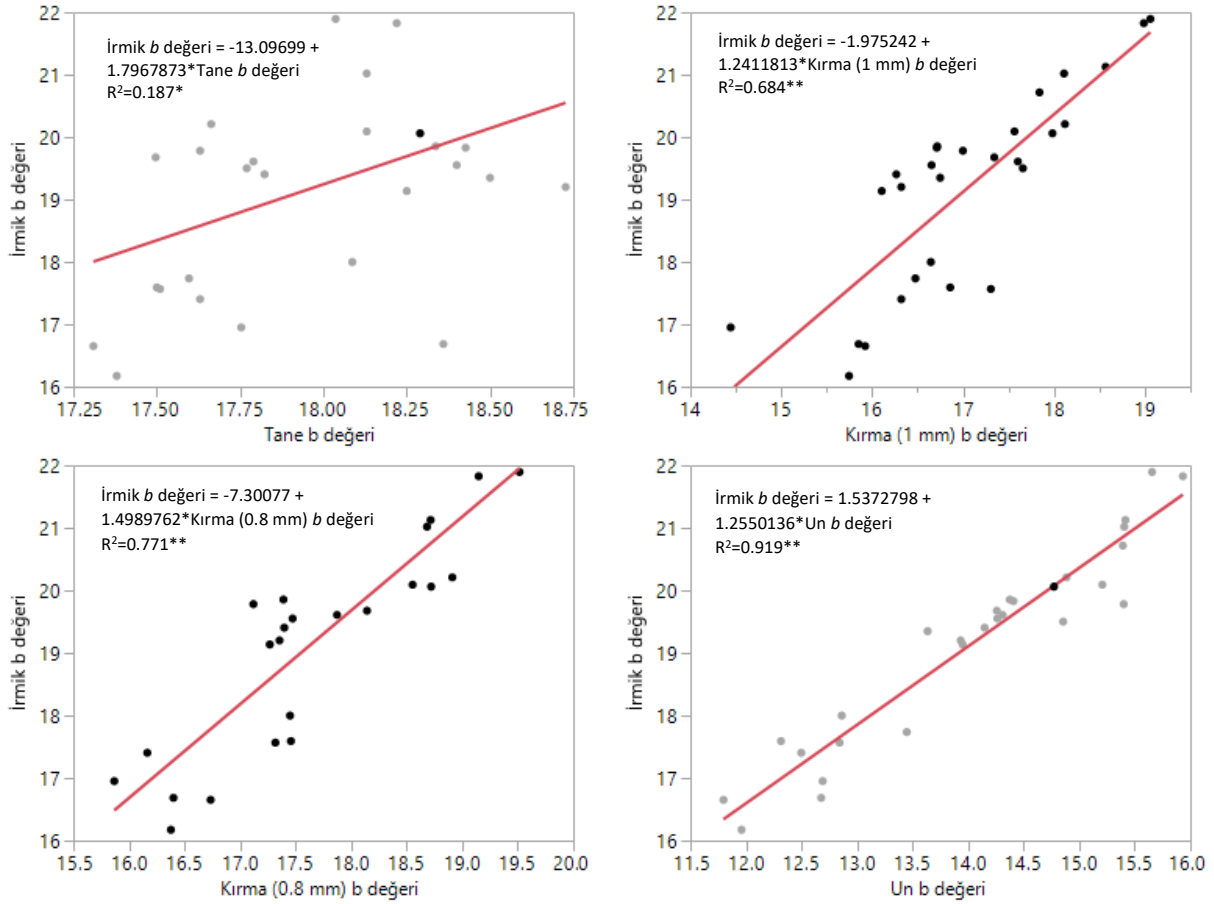


Şekil 2. Özelliklere ait biplot grafiği

TL: Tane *L* değeri, Ta: Tane *a* değeri, Tb: Tane *b* değeri, 1L: 1 mm kırma *L* değeri, 1a: 1 mm kırma *a* değeri, 1b: 1 mm kırma *b* değeri, 0.8L: 0.8 mm kırma *L* değeri, 0.8a: 0.8 mm kırma *a* değeri, 0.8b: 0.8 mm kırma *b* değeri, UL: Un *L* değeri, Ua: Un *a* değeri, Ub: Un *b* değeri, IL: İrmik *L* değeri, Ia: İrmik *a* değeri, Ib: İrmik *b* değeri

Bu çalışmada ayrıca, ırmık *b* değeri ile önemli korelasyon katsayısına sahip *b* değerleri arasındaki regresyon da incelenmiş ve sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir. İrmik *b* değeri ile en yüksek belirtme katsayısına sahip regresyon eşitliği un *b* değerinden ($R^2=0.92^{**}$) elde edilmiştir. Bu değeri sırasıyla 0.8 mm kırma *b* değeri ($R^2=0.77^{**}$), 1 mm kırma *b* değeri ($R^2=0.68^{**}$) ve tane *b* değeri ($R^2=0.19^*$) izlemiştir. Sonuçlar korelasyon analizi sonucuna benzer şekilde olmuştur. Korelasyon analizinde de en yüksek değer ($r=0.96^{**}$) ırmık *b*

değeri ile un *b* değeri arasında saptanmıştır. Bunu ırmık *b* değeri ile 0.8 mm *b* değeri ($r=0.88^{**}$), 1 mm *b* değeri ($r=0.83^{**}$) ve tane *b* değeri ($r=0.43^*$) arasındaki korelasyonlar takip etmiştir (Çizelge 3). Benzer şekilde Clarke ve ark. (2000) da, kırma *b** değeri ile ırmık *b** değeri arasındaki belirtme katsayısını $R^2=0.74^{**}$ olarak tespit etmişlerdir. Hem korelasyon hem de regresyon analizi sonucunda ırmikte sarılık rengini tahmin etmede un renginden yararlanmanın daha doğru sonuçlar vereceği görülmektedir.



Şekil 3. İrmik b ile önemli korelasyon değerlerine sahip b değerleri arasındaki regresyon grafikleri ve belirtme katsayıları (R^2)

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda partikül boyutunun renk değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuş, partikül boyutu arttıkça L değeri azalmış, a değeri artmıştır. En yüksek b değeri ise irmikte saptanmıştır. Kepek içeren tane, 1 mm kırma ve 0.8 mm kırma örnekleri ise benzer değerler vermiştir. Unda ise en düşük b değeri saptanmıştır. Unda en düşük değer saptanmış olmasına rağmen, yapılan hem korelasyon hem de regresyon analizi sonucu irmik b sarılık değerinin en iyi undan tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, taneden gözle renk tahmin etmek en kolay yöntem olmasına rağmen, irmik renginin taneye bakılarak belirlenemeyeceği sonucuna varılmıştır. Renk değerlerinin kalıtım derecesi oldukça yüksek bulunmuştur. Bu nedenle, özellikle makarnalık buğday ıslah çalışmalarında çevreden daha az etkilenen renk parametresinden seleksiyon kriteri olarak etkili bir şekilde yararlanılabileceği belirlenmiştir.

Teşekkür: Kalıtım derecelerinin hesaplanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA'ya teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- AACC International. 2010. Approved Methods of Analysis, 10th ed. St. Paul, MN: The Association.
- Abdel-Aal, E.M., Young, J.C., Wood, P.J., Rabalski, I. 2002. Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chemistry*, 79(3): 455-457.

- Adom, K.K., Liu, R.H. 2002. Antioxidant activity of grains. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6182-6187.
- ASTM, 2002. American Society For Testing and Materials, Standard Practice for Obtaining Spectrophotometric Data for Object-Color Evaluation, Method No: E 1164.
- Bilgin, O., Korkut, K.Z., Başer, I., Dağlıoğlu, O., Öztürk, I., Kahraman, T., Balkan, A. 2010. Variation and heritability for some semolina characteristics and grain yield relations in durum wheat (*Triticum durum* Desf). *World Journal of Agricultural Sciences*, 6: 301-308.
- Branković, G., Dragičević, V., Dodig, D., Knežević, D., Kandić, V., Šurlan-Momirović, G., Sečanski, M. 2015. Phytic acid, inorganic phosphorus, antioxidants in bread and durum wheat and their associations with agronomic traits. *Agricultural and Food Science*, 24(3): 183-194.
- Cabas-Lühmann, P.A., Manthey, F.A. 2020. Environment during grain filling affects pasta color. *Cereal Chemistry*, 97(5): 967-980.
- Clarke, F.R., Clarke, J.M., McCaig, T.N., Knox, R.E., DePauw, R.M. 2006. Inheritance of yellow pigment concentration in four durum wheat crosses. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 133-141.
- Clarke, J.M., Clarke, F.R., Ames, N.P., McCaig, T.N., Knox, R.E. 2000. Evaluation of predictors of quality for use in early generation selection. "Alınmıştır: *Durum Wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges*. (Eds.) Royo, C., Nachit, M., Di Fonzo, N., Araus, J.L., Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40, Zaragoza, 439-446.
- Coşkun, Y., İlkhan, A., Köten, M., Coşkun, A. 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen farklı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite yönünden değerlendirilmesinde b ve b* renk değerlerinin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3): 25-29.
- Digesu, A.M., Platani, C., Cattivelli, L., Mangini, G., Blanco, A. 2009. Genetic variability in yellow pigment components in cultivated and wild tetraploid wheats. *Journal of Cereal Science*, 50: 210-218.
- Ficco, D.B., Mastrangelo, A.M., Trono, D., Borrelli, G.M., De Vita, P., Fares, C., Beleggia, R., Platani, C., Papa, R. 2014. The colours of durum wheat: A review. *Crop and Pasture Science*, 65(1): 1-15.
- Fu, B.X., Wang, K., Dupuis, B., Taylor, D., Nam, S. 2018. Kernel vitreousness and protein content: Relationship, interaction and synergistic effects on durum wheat quality. *Journal of Cereal Science*, 79: 210-217.
- Groth, S., Wittmann, R., Longin, C.F.H., Böhm, V. 2020. Influence of variety and growing location on carotenoid and vitamin E contents of 184 different durum wheat varieties (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) in Germany. *European Food Research and Technology*, 246(10): 2079-2092.
- Güngör, H., Akgöl, B. 2015. Kırklareli ekolojik koşullarında makarnalık buğday genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(3): 256-267.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. 2008. Kinetics of carotenoids degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23): 11300-11305.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. 2012. Lipooxygenase activity in wholemeal flours from *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*. *Food Chemistry*, 131(4): 1499-1503.
- Hidalgo, A., Fongaro, L., Brandolini, A. 2014. Wheat flour granulometry determines colour perception. *Food Research International*, 64: 363-370.
- Hidalgo, A., Fongaro, L. ve Brandolini, A. 2017. Colour screening of whole meal flours and discrimination of seven *Triticum* subspecies. *Journal of Cereal Science*, 77: 9-16.
- Joubert, M., Morel, M.-H., Lullien-Pellerin, V. 2018. Pasta color and viscoelasticity: Revisiting the role of particle size, ash, and protein content. *Cereal Chemistry*, 95(3): 386-398.
- Kaplan Evlice, A. 2016. Bulgurun fonksiyonel özellikleri ve teknolojik kalitesine buğday çeşidi ve üretim yönteminin etkisi. Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 216 s.
- Kaplan Evlice, A., Özkaya, H. 2011. Makarnalık buğdayda farklı cihazlarla saptanan renk değerinin kalite yönünden değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2): 33-40.
- Kaplan Evlice, A., Pehlivan, A., Sanal, T., Salantur, A., Kilic, G., Dugan, G., Boyacı, I.H., Koksel, H. 2020. Utilization potential of Glutograph in wheat breeding programs and the influence of genotype and environment on bread wheat quality. *Cereal Chemistry*, 97(3): 634-641.

- Kaya, Y., Akcura, M. 2014. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34(2): 386-393.
- Kılıç, H., Tekdal, S., Kendal, E., Aktaş, H. 2012. Augmented deneme desenine dayalı ileri kademe makarnalık buğday (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *KSU Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(4): 18-25.
- Konopka, I., Czaplicki, S., Rotkiewicz, D. 2006. Differences in content and composition of free lipids and carotenoids in flour of spring and winter wheat cultivated in Poland. *Food Chemistry*, 95(2): 290-300.
- Lachman, J., Hejtmánková, K., Kotíková, Z. 2013. Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring wheat varieties: Selection for breeding and production. *Journal of Cereal Science*, 57(2): 207-214.
- Mohammed, A., Geremev, B., Amsalu, A. 2012. Variation and associations of quality parameters in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) genotypes. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 6(1): 17-31.
- Mutwali, N.I.A., Mustafa, A.I., Gorafi, Y.S.A., Mohamed Ahmed, I.A. 2016. Effect of environment and genotypes on the physicochemical quality of the grains of newly developed wheat inbred lines. *Food Science & Nutrition*, 4(4): 508-520.
- Pehlivan, A., Kaplan Evlice, A., Şanal, T., Çinkaya, N., Özderen, T., Keçeli, A. 2008. Makarnalık buğdaylarda (*Triticum durum* Desf) irmik rengi ile tane rengi arasındaki ilişkinin incelemesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya, s. 819-823.
- Posner, E.S. 2009. Wheat flour milling. "Alınmıştır: *Wheat Chemistry and Technology*. (eds) Khan, K., Shewry, P.R., AACC International, St Paul, MN, ABD, pp. 119-152.
- Sacchetti, G., Cocco, G., Cocco, D., Neri, L., Mastrocola, D. 2011. Effect of semolina particle size on the cooking kinetics and quality of spaghetti. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11), *Procedia Food Science*, 1: 1740-1745.
- Sakin, M.A., Sayaslan, A., Duzdemir, O., Yuksel, F. 2011. Quality characteristics of registered cultivars and advanced lines of durum wheats grown in different ecological regions of Turkey. *Canadian Journal of Plant Science*, 91: 261-271.
- Schulthess, A., Matus, I., Schwember, A.R. 2013. Genotypic and environmental factors and their interactions determine semolina color of elite genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) grown in different environments of Chile. *Field Crops Research*, 149: 234-244.
- Şahin M., Akçura, M., Akçacık, A.G., Doğan, S. 2006. Makarnalık buğday ıslahında renk spektrofotometresi ile ölçülen parametrelerin değerlendirilmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2: 17-21.
- Şener, O., Kılınc, M., Yağbasanlar, T. 2000. Ekmeklik buğdayda diallel melez analizi ile bazı tarımsal karakterlerin kalıtımının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 121-127.
- TMO, 2022. Toprak Mahsulleri Ofisi, 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sectorraporlari/hububat2020.pdf>
- TRADEMAP, 2022. Trade Statistics for International Business Development. <https://www.trademap.org/>.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Yıllık Sanayi Ürün İstatistikleri. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=210&l](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=210&locale=tr)
- Yan, W., Holland, J.B. 2010. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. *Euphytica*, 171: 355-369.
- Ziegler, J.U., Wahl, S., Würschum, T., Longin, C.F.H., Carle, R., Schweiggert, R.M. 2015. Lutein and lutein esters in whole grain flours made from 75 genotypes of 5 *Triticum* species grown at multiple sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(20): 5061-5071.

Ruminant Beslemede Kullanılan Bazı Kaba ve Kesif Yemlerin *In Vitro* Gaz Üretimlerinin Belirlenmesi

Özer KURT^{1*}, Adem KAMALAK², Ali İhsan ATALAY³, Emrah KAYA³, Ayşe Nida KURT⁴

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Kahramanmaraş

³Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Iğdır

⁴Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

*Sorumlu Yazar: o.kurt@alparslan.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.03.2022 Kabul Tarihi: 16.03.2022

Öz

Çalışmada Muş ilinde ruminant beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin hayvan beslemede kullanım olanakları için besin madde içerikleri, *in vitro* gaz üretimleri (İVGÜ), metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yem maddelerini yonca kuru otu (YKO), mısır silajı (MS), buğday samanı (BS) gibi kaba yemler ile buğday (BT), arpa (AT), mısır tane (MT) yemleri, buğday kepeği (BK), ayçiçeği tohumu küspesi (ATK), pamuk tohumu küspesi (PTK) gibi kesif yemler oluşturmaktadır. Kaba ve kesif yemlerin kimyasal bileşimleri, gaz üretimleri, ME ve OMSD' lerinde önemli farklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kaba yemlerin ham protein (HP) içerikleri %3.67-16.90, toplam gaz (TG) üretimleri 29.57-55.46 ml, metabolik enerji değerleri 6.43-10.09 Mj kg⁻¹, OMSD değerleri %48.70-72.36 aralığında belirlenmiştir. Kesif yemlerin ham protein içerikleri %8.47-28.95, toplam gaz üretimleri 29.57-64.08 ml, ME değerleri 7.83-12.37 Mj kg⁻¹, OMSD değerleri %62.72-79.79 aralığında belirlenmiştir. Yemlerin *in vitro* gaz üretim değerlerinden elde edilen verilere göre, toplam gaz üretim değeri yüksek olan yemlerin metabolik enerji ve organik madde sindirim dereceleri de aynı doğrultuda yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kaba yem, Kesif yem, *In vitro* gaz üretim, Metabolik enerji, Organik madde sindirim derecesi

Determination of *In Vitro* Gas Production of Some Forages and Concentrate Used in Ruminant Nutrition

Abstract

The aim of this study to determined the nutrient content, *in vitro* gas production (IVGP), metabolic energy (ME) and organic matter digestion (OMD) of some roughage and concentrate used in ruminant nutrition in Mus province. Feed materials consist of roughage such as alfalfa hay, corn silage, wheat straw, and concentrated feeds such as wheat, barley, corn grain forages, wheat bran, sunflower meal, cotton seed meal. Significant differences were determined in the chemical composition, gas production (GP), ME and OMD of forages and concentrates ($p<0.05$). The roughage crude protein (CP) content was determined as 3.67-16.90%, total gas (TG) production was between 29.57-55.46 ml, metabolic energy were 6.43-10.09 Mj kg⁻¹, organic matter digestion were in the range from 48.70 to 72.36%. In concentrate, crude protein content was determined as 8.47-28.95%, total gas production was 29.57-64.08 ml, metabolic energy values were 7.83-12.37 Mj kg⁻¹, organic matter digestion values were between 62.72-79.79%. According to the data obtained from the *in vitro* gas production values of the feeds, it was determined that the metabolic energy and organic matter digestion degrees of the feeds with high total gas production value also had high values in the same direction.

Key words: Concentrate, Forage, *In vitro* gas production, Metabolic energy, Organic matter digestion

Giriş

Ruminant hayvanların yeterli ve dengeli beslenebilmesi için kaba ve kesif yem kaynakları büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla çeşitli kesif ve kaba yem kaynakları kullanılarak rasyonlar hazırlanmaktadır. Ruminant hayvanlarda işletme giderlerinin %60-70 oranında yem giderlerinin oluştuğunu bu amaçla her çiftliğin bireysel olarak rasyonlarının oluşturması gerektiği belirtilmiştir (Boğa ve Çevik, 2012). Ruminant hayvanların gereksinimlerine göre hazırlanan rasyonlarda yem materyalinin formu, partikül büyüklüğü gibi fiziksel özellikleri ile birlikte yemlerin ham besin madde içerikleri ve sindirilebilirlikleri gibi özellikleri de dikkate alınmaktadır. Hayvanların verim vermesi ve fizyolojik ihtiyaçlarının iyi bir şekilde sağlanabilmesi açısından rasyonların besin içerikleri, rasyon içeriğinin hangi oranlarda mikrobiyal sindirime uğrayacağı ve ne kadarının metabolik enerji olarak dönüşebileceğinin belirlenmesi oldukça önemli olmaktadır (Orskov ve McDonald, 1979). Yemlerin içerdiği besin maddelerinin kullanım durumları bu maddelerin sindirilebilirlikleri ile yakın bir ilişki içerisindedir. Yemlerin sindirilme oranları önceleri klasik sindirim denemeleri olarak adlandırılan in vivo teknikler ile hem laboratuvar hem de deney hayvanları kullanılarak yapılan in situ teknikler ve bütünüyle laboratuvar koşullarında yürütülen in vitro teknikler kullanılarak tespit edilebilmektedir (Kutlu 2008; Kaya 2008). Yemlerin sindirilebilirlikleri ve enerji değerlerinin saptanmasında kullanılan in vitro gaz üretimi (İVGÜ) tekniği, diğer in vitro tekniklere nazaran kaba yemlerin enerji değerleri ve in vivo sindirilebilirlikleri hususunda tahminlerin daha iyi yapılabilmesine imkan tanımaktadır (Theodorou ve ark., 1994; Menke ve ark., 1979; Kutlu 2008). Gaz üretim yöntemi, yemlerin in vitro parçalanma hızları, parçalanma miktarları, ME ve OMSD'yi belirleyebilmek için kullanıldığı da bildirilmektedir (Menke ve ark., 1979; Menke ve ark., 1988). Rasyondaki kaba-kesif yem oranı, rumenin pH'sı, yemin biçim zamanı, olgunluk dönemi, hayvanın türü, yemlere uygulanan işlemler, ölçümlerin yapılma zamanı gibi faktörlerin gaz üretimini etkilediği bilinmektedir (Filya ve ark., 2002). Baklagil ve buğdaygil silajları ve kuru otları gibi kaba yemlerin gaz üretim miktarlarının farklılık gösterebileceği ifade edilmiştir (Filya ve ark., 2002; Getachew ve ark., 2004). Tane yemlerin de nişasta içerikleri, çeşit farklılıkları, tanenin kavuzlu olup olmama durumu, besin madde içerikleri gibi faktörlerden in vitro gaz üretim değerlerini değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Menke ve Steingas, 1988, Getachew ve ark., 2002). Bu çalışma ile Muş ili hayvancılığında kullanılan bazı kesif ve kaba yemlerin kimyasal bileşimleri, gaz

üretimleri, ME ve OMSD' nin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada elde edilen bulguların, ruminant hayvan yetiştiricilerine besleme uygulamalarında, hayvanların gereksinimlerinin karşılanmasında yol gösterici olması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada gerekli olan etik kurul onayı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığı'ndan 29.02.2021 toplantı tarihli, 2021/01 sayılı karar ile alınmıştır.

Çalışmada Muş ilinde ruminant besleme rasyonlarında yaygın olarak kullanılan buğday samanı (BS), mısır silajı (MS), yonca kuru otu (YKO) gibi kaba yem kaynakları ile, buğday (BT), arpa (AT), mısır tane (MT) yemleri, buğday kepeği (BK), pamuk tohumu küspesi (PTK), ayçiçeği tohumu küspesi (ATK) gibi kesif yem kaynakları kullanılmıştır. Yem materyalleri Muş ilindeki hayvancılık işletmelerinden sağlanmıştır. Yemler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarına götürülüp 1 mm elekten geçirilerek öğütülüp kimyasal analizler ve İVGÜ için hazırlanmıştır. Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY) analizi AOAC (1990) tarafından bildirilmiş olan yöntemle, yemlerin nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (NDF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) Van Soest ve ark. (1991) bildirdiği metoda göre, in vitro gaz üretim ölçümleri (kullanılan örnek miktarı 0.2 gr KM) ise Menke gaz üretim tekniği ile tespit edilmiştir (Menke ve Steingas, 1988). Çalışma sonucunda yem ham maddelerinin kimyasal bileşimleri, gaz üretimleri, ME ve OMSD' ye ait veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA), ortalamaların farklarını karşılaştırmak için ise Tukey testinden faydalanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yemlerin Kimyasal Bileşimleri

Yemlerin kimyasal bileşimleri Çizelge 1'de verilmiş olup yemler arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Kanüllü hayvanları beslemede kullanılan standart yemler ile çalışmada değerlendirilen yemlerin kimyasal kompozisyonlarının ve hücre duvarı yapı maddelerinin Çizelge 1' de görüldüğü üzere literatürdeki bildirilenlerle uyumlu olduğu görülmektedir (Çelik ve ark., 2003; Melaku ve ark., 2003; Şayan ve ark., 2004; Denek ve Deniz, 2004; Kamalak, 2005; Dale ve Battal, 2005; Gizlenci ve ark., 2005; Güngör ve ark., 2008; Ünlü ve ark.,

2015; Denli ve Demirel, 2016; Gül ve ark., 2017; Şireli, 2018; Zhao ve ark., 2018; Oruç ve Avcı, 2018; Zahal ve Kaya, 2020; Yang et al., 2020; Özkan ve ark., 2020; Atalay ve Kamalak, 2021). Çalışmada kullanılan yem ham maddelerinin kimyasal bileşimleri dikkate alındığında kaba yemlerin (BS, YKO ve MS) KM içerikleri %91.45-92.46, kesif yemlerin (MT, AT, BT, BK, ATK ve PTK) KM içerikleri %86.55-94.17 olarak tespit edilmiştir. İyi bir kurutma dönemi geçiren yemlerin KM içeriklerinin normal sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Yemlerin HK içerikleri kaba yemlerde %6.62-10.24, kesif yemlerin HK içerikleri %1.57-7.11 olarak belirlenmiştir. Kaba yemlerde en düşük HK içeriğine MS (%6.62) sahip olurken, en yüksek YKO (%10.24), kesif yemler arasında en düşük HK içeriğine MT (%1.57), en yüksek PTK (%7.11) sahip olmuştur. Yemlerin HP içerikleri kaba yemlerde %3.67-16.90, kesif yemlerin HP içerikleri %8.47-28.95 olarak saptanmıştır. Kaba yemlerden en düşük HP içeriği BS (%3.67)' dan, en yüksek YKO (%16.90)'dan elde edilmiştir. Kaba yemler içerisinde YKO' nun HP içeriğinin saman gibi yaygın kaba yem kaynaklarına kıyasla daha yüksek olması, önemli bir protein kaynağı olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Kesif yemlerden en düşük HP içeriği MT (%8.47)' den, en yüksek ATK (%28.95)' dan elde edilmiştir. Kesif

yemler arasında protein kaynağı olarak bilinen ATK ve PTK mevcut çalışmada beklenildiği üzere protein bakımından oldukça zengin bulunmuştur. Yemlerin HY içerikleri kaba yemlerde %1.06-2.55, kesif yemlerde %0.98-8.54 olarak bulunmuştur. Kaba yemlerden en düşük HY içeriği BS (%1.06) ile aynı istatistiksel grupta yer alan YKO (%1.57)' da, en yüksek MS (%2.55)' de, kesif yemlerde en düşük HY içeriği ATK (%0.98) ve aynı istatistiksel grupta yer alan AT (%1.24) ve BT (%1.49)' de, en yüksek PTK (%8.54)'da belirlenmiştir. PTK' nın HY içeriğinin yüksek olmasının presleme esnasında yeterince sıkıştırılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yemlerin ADF ve NDF içerikleri kaba yemlerde sırası ile %33.52-47.42; %52.68-73.90, kesif yemlerde ise %3.04-36.55; %24.56-56.70 olarak kaydedilmiştir. Kaba yemlerden en düşük ADF içeriğine MS (%33.52) ve aynı istatistiksel grupta yer alan YKO (%35.82), en yüksek BS (%47.42), en düşük NDF içeriğine YKO (%52.68), en yüksek BS (%73.90) sahip olurken, kesif yemlerden en düşük ADF ve NDF içeriğine MT (%3.04; 24.56), en yüksek PTK (%36.55; 56.70) sahip olmuştur. Bulgular neticesinde hücre duvarı maddeleri (ADF ve NDF) bakımından kaba yemlerin daha zengin olduğu, bununla birlikte protein ek yemlerinin de ADF ve NDF içeriklerinin kaba yemlerle benzer şekilde olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yemlerin kimyasal bileşimleri (%KM)

| Yem materyalleri | KM | HK | HP | HY | NDF | ADF |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Kaba yemler | | | | | | |
| Yonca kuru otu | 92.05 ^a | 10.24 ^a | 16.90 ^a | 1.57 ^b | 52.68 ^c | 35.82 ^b |
| Buğday samanı | 91.45 ^a | 9.04 ^b | 3.67 ^c | 1.06 ^b | 73.90 ^a | 47.42 ^a |
| Mısır silajı | 92.46 ^a | 6.62 ^c | 5.87 ^b | 2.55 ^a | 57.91 ^b | 33.52 ^b |
| SHO | 0.361 | 0.044 | 0.104 | 0.130 | 0.349 | 0.658 |
| ÖS | ÖD | ** | ** | ** | ** | ** |
| Kesif yemler | | | | | | |
| Mısır tanesi | 86.55 ^e | 1.57 ^d | 8.47 ^f | 3.72 ^b | 24.56 ^e | 3.04 ^e |
| Arpa tanesi | 89.14 ^d | 3.04 ^c | 12.23 ^e | 1.24 ^c | 43.64 ^c | 6.70 ^d |
| Buğday tanesi | 90.79 ^c | 2.52 ^c | 13.43 ^d | 1.49 ^c | 29.79 ^d | 3.43 ^e |
| Buğday kepeği | 89.34 ^d | 2.93 ^c | 14.29 ^c | 3.47 ^b | 47.15 ^b | 13.24 ^c |
| ATK | 91.95 ^b | 6.31 ^b | 28.95 ^a | 0.98 ^c | 48.68 ^b | 31.80 ^b |
| PTK | 94.17 ^a | 7.11 ^a | 21.79 ^b | 8.54 ^a | 56.70 ^a | 36.55 ^a |
| SHO | 0.208 | 0.127 | 0.091 | 0.155 | 0.586 | 0.562 |
| ÖS | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

(*)abc: Aynı üst simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark bulunmamaktadır. (P<0.05), SHO: Standard hata ortalaması, Ö.S, ** P<0.05, KM:Kuru madde, HK :Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler

Yem Materyallerinin Toplam Gaz Üretimi, Metabolik Enerji ve Organik Madde Sindirim Dereceleri

Araştırma sonucunda söz konusu yemlerin TG üretimi, ME ve OMSD Çizelge 2'de verilmiş olup, bu parametreler arasındaki farklar önemli

bulunmuştur (p<0.05). İn vitro şartlarda CO₂ gazı üretimi, doğrudan yemlerde bulunan karbonhidratların fermentasyonu sonucu oluşabildiği gibi bu fermentasyon sonucu açığa çıkan uçucu yağ asitlerinin (UYA) tampon çözeltisiyle reaksiyona girmesi ile de

oluşabilmektedir (Wolin, 1960). Yem materyalleri arasındaki kimyasal bileşim farklılıklarının (HP, HK, ham selüloz (HS), ile nitrojensiz öz maddeler (NÖM)) in vitro gaz üretimini ve bu değerlerden hesaplanan parametreleri büyük oranda etkilediği bildirilmiştir (Owensby ve ark., 1996). Yemlerin 24 saatlik inkübasyon süresi boyunca üretmiş oldukları gaz miktarları kaba yemlerde 29.57-55.46 ml olarak, ME değerleri 6.43-10.09 Mj kg⁻¹, OMSD' leri %48.70-72.36 olarak saptanmıştır. Kaba yemlerden YKO' nun TG miktarı 48.62 ml olarak tespit edilmiş olup Curabay ve ark. (2019)'nın bildirdiklerine göre düşük bulunmuştur. Bununla birlikte YKO' nun ME değeri (9.78 Mj kg⁻¹) yapılan benzer bazı çalışmalardan (Canbolat ve ark., 2013; Canbolat ve Karaman 2009) düşük, bazıları (Filya ve ark., 2002; Kamalak ve ark., 2004; Fulkerson ve ark., 2007) ile

ise uyum içerisinde olduğu görülmektedir. YKO' nun OMSD %72.36 olarak belirlenmiş olup benzer çalışmalardan (Gürsoy ve Macit, 2015; Curabay ve ark., 2019) biraz yüksek olduğu, benzer bir çalışmadan (Canbolat ve Karaman, 2009) ise biraz düşük olduğu saptanmıştır. MS' nin TG miktarı 55.46 ml olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada MS' nin aynı sürede ürettiği gaz miktarı 60.83 ml olarak tespit edilmiştir (Kamalak ve ark., 2004). MS'nin ME değeri 10.09Mj kg⁻¹ bulunmuş olup bu değer literatürde bildirilenlerle uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Filya ve ark., 2002; Kamalak ve ark., 2003). MS'nin OMSD değeri ise %71.13 olup, benzer çalışmalarda bu değer %72.76 (Kamalak ve ark., 2004), %67.41-70.79 (Filya ve ark., 2002), %54.09 (Kılıç, 2005) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Yem materyallerinin gaz üretimi, metabolik enerjileri ve organik madde sindirim dereceleri

| Yem materyalleri | TG | ME | OMSD |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kaba yemler | | | |
| Yonca kuru otu | 48.62 ^b | 9.78 ^a | 72.36 ^a |
| Buğday samanı | 29.57 ^c | 6.43 ^b | 48.70 ^b |
| Mısır silajı | 55.46 ^a | 10.09 ^a | 71.13 ^a |
| SHO | 0.621 | 0.083 | 0.552 |
| ÖS | ** | ** | ** |
| Kesif yemler | | | |
| Mısır tanesi | 62.65 ^a | 12.30 ^a | 75.54 ^a |
| Arpa tanesi | 61.57 ^a | 11.78 ^a | 77.11 ^a |
| Buğday tanesi | 64.08 ^a | 12.37 ^a | 79.79 ^a |
| Buğday kepeği | 60.85 ^a | 12.34 ^b | 77.88 ^a |
| ATK | 29.57 ^b | 7.83 ^c | 63.44 ^b |
| PTK | 34.60 ^b | 9.62 ^b | 62.72 ^b |
| SHO | 1.165 | 0.182 | 0.900 |
| ÖS | ** | ** | ** |

(*)abc: Aynı üst simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark bulunmamaktadır. (P<0.05), SHO: Standard hata ortalaması, Ö.S, ** P<0.05, TG: toplam gaz, ME: Metabolik enerji, OMSD: Organik madde sindirim derecesi.

Mikrobiyal faaliyetlerin en uygun şekilde gerçekleşmesi için yemlerde bulunan HP'nin en az %10 olması gerektiği ve bu orandan daha düşük HP içeren rasyonların gaz üretiminde azalmalar görülebileceği söylenmektedir (Norton, 2003). Dolayısıyla HP oranı en düşük olan BS' nin en düşük (29.57 ml) toplam gaz üretimine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, Abdulrazak ve ark. (2000) yemlerin NDF ve ADF içerikleri ile gaz üretimleri arasında, mikrobiyal aktivitenin azalması dolayısıyla aralarındaki ilişkinin negatif olduğunu belirten bildirişleri bunu destekler niteliktedir. BS'nin ME değeri 6.43Mj kg⁻¹ Kamalak ve ark. (2005) tarafından bulunan değerden (7.04 MJ kg⁻¹) düşük bulunmuştur. BS' nin OMSD değeri (%48.70), Kamalak ve ark. (2005) tarafından belirlenen değerlerden (%46.21) yüksek olduğu tespit

edilmiştir. Yemlerin 24 saatlik inkübasyon süresi boyunca ürettikleri toplam gaz miktarları kesif yemlerde 29.57-64.08 ml, ME değerleri 7.83-12.37 MJ kg⁻¹, OMSD değerleri %62.72-79.79 olarak belirlenmiştir. Mısır tanesinin TG miktarı 62.65 ml olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada bu değer 77.1 ml olarak bulunmuş (Kılıç, 2005) bu çalışmada belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Mısır tanesinin ME değeri 12.30 Mj kg⁻¹ olarak belirlenmiş olup, yapılan bazı benzer çalışmalarla uyum içerisinde olduğu saptanmıştır (Hamilton, 2005; Abaş ve ark., 2005). Mısır tanesinin OMSD %75.54 olarak belirlenmiş olup, benzer araştırmalarla uyumlu olduğu belirlenmiştir (Şeker, 2002; Abaş ve ark., 2005). Arpa tanesine ait TG miktarı 61.57ml, ME değeri 11.78Mj kg⁻¹, OMSD ise %77.11 olarak belirlenmiştir. Arpa tane yemi

için saptanan OMSD değeri Umucalılar ve ark. (2002)'nin bildirmiş olduğu (%85.0) değerden düşük bulunmuştur. Yemlerin in vitro gaz üretim değerlerinden elde edilen veriler kapsamında toplam gaz üretimi fazla olan yemlerin, ME ve OMSD' nin de aynı doğrultuda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kılıç (2005)'e atfen 24 saatlik inkübasyon süresi sonucunda meydana gelen gaz miktarı yüksek olan yem materyallerinin OMSD' nin de yüksek olacağı bildirilmiştir. Çalışmaya konu olan kesif yemlerden enerji yemlerinin protein ek yemlerinden daha fazla gaz üretimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Karbonhidratların parçalanması sonucu oluşan gaz miktarının proteinlerin parçalanması sonucu oluşan gaz miktarından yüksek olması (Wolin, 1960) bu sonucu desteklemektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada ruminant hayvanların beslenmesinde yaygın bir şekilde kullanılan bazı kesif ve kaba yemlerin kimyasal bileşimleri, İVGÜ tekniğiyle TG, ME ve OMSD belirlenmiştir. Yem materyalleri arasındaki kimyasal ve fiziksel farklar in vitro gaz üretimi ile bu değerler kullanılarak hesaplanan ME, OMSD değerlerini etkilediği saptanmıştır. Bu durumun rasyondaki kaba-kesif yem oranı, rumenin pH'sı, yemin biçim zamanı, olgunluk dönemi, hayvanın türü, yemlere uygulanan işlemler, ölçümlerin yapıma zamanı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Öte yandan protein ek yemlerinin (PTK ve ATK) enerji yemlerinden (MT, BT, AT) daha düşük gaz üretimi, ME içeriği ve OMSD sahip oldukları tespit edilmiştir. Mevcut çalışma in vitro koşullarda yapılmış olup, sonraki çalışmalar in vivo denemelerle de desteklenmesi gerekmektedir. Çalışma neticesinde elde edilenlerin uygun rumen şartlarının sağlanması, beslenmeye bağlı meydana gelen rahatsızlıkların azaltılması, maksimum mikrobiyal protein üretimine uygun yem rasyonlarının hazırlanabilmesi için kullanıma uygun olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu verilere göre hazırlanacak uygun rasyonlar ile hayvan vücudundan atılan azotlu bileşikler ile metan gazının miktarında azalmalar sağlanabileceği ve böylelikle de yemlerin neden olacağı çevre kirliliğinin önlenebileceği, yemlerin enerjisinden tasarruf sağlanarak hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlanabileceği öngörülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından BAP-20-UBF-4901-04 nolu araştırma projesi olarak

desteklenmiştir. Araştırmamıza katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abaş, İ., Özpınar, H., Kutay, H.C., Kahraman, R. ve Eseceli, H., 2005. Determination of metabolizable energy and net energy lactation contents of some feeds in the Marmara Region by in vitro gas technique. *Turk Journal Veterinary Animal Sciences*, 29(3):751-757.
- Abdulrazak, S.A., Fujihara, T., Ondilek, J.K., ve Ørskov, E.R. 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, 85(1-2):89–98.
- AOAC, 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th.edition. Washington, DC. USA, 66-88 s.
- Atalay, A. İ. ve Kamalak, A. 2021. İğdir ili hayvancılığında kullanılan bazı kaba ve kesif yem kaynaklarının besin madde kompozisyonları, ME, OMSD ve in vitro gaz üretim kapasitelerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4): 3300-3307.
- Boğa, M. ve Çevik, K.K. 2012. Ruminant hayvanlar için karma yem hazırlama programı. XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 1-3 Şubat, Uşak <http://rasyonhazirla.com/dosyalar/Window s.pdf>.
- Canbolat, Ö. ve Ş. Karaman. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2):188-195.
- Canbolat, Ö., Kara, H. ve Filya, İ. 2013. Bazı baklagil kaba ve kesif yemlerinin in vitro gaz üretimi, metabolik enerji, organik madde sindirimi ve mikrobiyal protein üretimlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 71-81.
- Curabay, B., Filya, İ. ve Canbolat, Ö. 2019. Bazı esansiyel yağların yonca kuru otunun in vitro sindirilebilirliği, rumen fermantasyonu ve metan gazı üretimi üzerine etkileri. *Bursa*

- Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(1):19-35.
- Çelik, K., Ertürk, M. M. ve Ersoy, İ. E. 2003. Farklı yem fabrikalarından örneklenen karma yem ve yem ham maddelerinde bazı kalite öğelerinin kantitatif araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):161-168.
- Dale, N. ve Battal, A. 2005. Yem Hammaddeleri Besin Değerleri. Feed Stuffs Reference Issue and Buyers Guide. 76(38):16-22.
- Denek, N. ve Deniz, S. 2003. Ruminant hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kaba yemlerin sindirilebilirlik ve metabolik enerji düzeyinin in vitro metotlarla belirlenmesi. Türkiye II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül, Konya, s. 456-461.
- Denli, M. ve Demirel, R. 2016. Diyarbakır ili sığır besiciliği işletmelerindeki yem kullanımı ve besleme uygulamaları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4): 495-499.
- Filya, İ., Karabulut, A., Canbolat, Ö., Değirmencioglu, T. ve Kalkan, H. 2002. Bursa bölgesinde yetiştirilen yem hammaddelerinin beslenme değerleri ve hayvansal organizmalarda optimum değerlendirme koşullarının in vivo ve in vitro yöntemlerle saptanması üzerine araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi. No: 25, Bursa, s. 1-61.
- Fulkerson, W.J., J.S. Neal, C.F. Clark, A. Horadagoda, K.S. Nandra ve I. Barchia. 2007. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. Livestock Science 107(2-3), 253–264.
- Getachew, G., Crovetto, G.M., Fondevila, M., Singh, B., Spanghero, M., Steingass, H., Robinson, P.H. ve Kailas, M.M. 2002. Laboratory variation of 24 h in vitro gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 102: 169-180.
- Getachew, G., DePeters, E.J. ve Robinson, P.H. 2004. In vitro gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. California agriculture, 58 (1): 54-58.
- Gizlenci, İ., Korkmaz, A., Acar, M., ve Seyis, F. 2005. Kolza (Kanola) Tarımı. Çiftçi Eğitim ve Yayın Şube Müdürlüğü. Samsun. s.80.
- Gül, H., Avcı, M. ve Kaplan, O. 2017. Bazı kaba yemlere çörek otu, kekik otu ve yağları ilavesinin in vitro organik madde sindirimi ve metan üretimi üzerine etkileri. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 6(2): 167-173.
- Güngör, T., Başalan, Ö. ve Aydoğan, İ. 2008. Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 55:111-115.
- Gürsoy, E. ve Macit, M. 2015. Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(3): 292-299.
- Hamilton, 2005. Nutritive characteristics of supplementary feeds used in the Victorian Dairy Industry non-forage supplements. From <http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nrenfa.nsf>.
- Kamalak, A., Erol, A., Gurbuz, Y., Ozay, O., Canbolat, O. ve Tumer, R., 2003. Evaluation of dry matter yield, chemical composition and in vitro dry matter digestibility of silage from different maize hybrids. Livestock Research for Rural Development. 15(11):1-5.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O. ve Ozkose, E., 2004. Variation in metabolizable energy content of forages estimated using in vitro gas production technique. Pakistan Journal of Biological Sciences 7(4):601-605.
- Kamalak, A. 2005. Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 20-30.
- Kamalak, A., Gurbuz, Y., Ozay, O. ve Canbolat, O. 2005. Prediction of dry matter intake and dry matter digestibilities of some forages using the gas production in sheep. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29: 1-7.
- Kaya, Ş. 2008. Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 1 (1): 59-64.
- Kılıç, Ü. 2005. Ruminant beslemede kullanılan bazı yem ham maddelerinin in vitro gaz üretim tekniği kullanılarak bazı fermentasyon ürünlerinin ve enerji içeriklerinin belirlenmesi. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Samsun.
- Kutlu, H.R. 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü. Ders notu. Z.M. Adana, 208.

- Melaku, S., Peters, K. J. ve Tegegne, A. 2003. In vitro and in situ evaluation of selected multipurpose trees, wheat bran and lablab purpureus as potential feed supplements to tef (*Eragrostis tef*) straw. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1-4):159-179.
- Menke, K.H., Raab, L.L., Salewski, A., Steingass, H ve Fritz, Schneider, W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*, 93(1):217-222.
- Menke, K.H. ve Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Norton, B. W. 2003. The nutritive value of tree legumes In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Gutteridge RG and Shelton HM, 4.
- Orskov, E.R. ve Mc, Donald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. *Journal Agricultural Science*, 92(2):499-503.
- Oruç, A. ve Avcı, M. 2018. Bazı kaba yemlere farklı seviyelerde ilave edilen söğüt ağacı (*Salix alba*) yaprağının in vitro sindirim ve metan oluşumu üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1):60-66.
- Owensby, C.E., Cochran, R.C. ve Auen, L.M. 1996. Effect of elevated carbon dioxide on forage quality for ruminants. In *Carbon Dioxide, Populations, and Communities*, (edited by Körner, C. Et al.) San Diego: Academic Press, pp. 363–371.
- Özkan, Ç.Ö., Cengiz, T., Yanık, M., Evlice, S., Selçuk, B., Ceren, B. ve Kamalak, A. 2020. Ruminant hayvan beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin in vitro gaz üretiminin, metan üretiminin, sindirim derecesinin ve mikrobiyal protein üretiminin belirlenmesi, *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(1):56-60.
- Şayan, Y., Özkul, H., Alçiçek, A., Coşkuntuna, L., Önenç, S. S. ve Polat, M. 2004. Kaba yemlerin metabolik enerji değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak parametrelerin karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2).
- Şeker, E., 2002. The determination of the energy values of some ruminant feeds by using digestibility trial and gas test. *Revue Med. Vet.* 153(5):323- 328.
- Şireli, A. A. 2018. Arpa ve buğday çeşitlerinin besin madde ve fiziksel özelliklerinin yem mikroskopisi ve laboratuvar analizleri ile belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanno, M.S., Mcallan, A.B. ve France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*, 48(3-4):185-197.
- Umucalılar, H.H., Coşkun, B. ve Gülşen, N., 2002. In situ rumen degradation and in vitro gas production of some selected grains from Turkey. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86(9-10): 288-297.
- Ünlü, H., Ayyılmaz, T., ve Kılıç, A. 2015. Farklı düzeylerde öğütülmüş dane mısır ilavesinin yonca silajının yem değeri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3):335-341.
- Van Soest, P.V., Robertson J.B. ve Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583-3597.
- Wolin, M. J. 1960. A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43(10):1452-1459.
- Yang, P., Ni, J. J., Zhao, J. B., Zhang, G. ve Huang, C. F. 2020. Regression equations of energy values of corn, soybean meal, and wheat bran developed by chemical composition for growing pigs. *Animals*, 10(9):1490.
- Zahal, S., ve Şerafettin, K. 2020. Hatay ilinde üretilen bazı kuru kaba yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2): 83-89.
- Zhao, J., Zhang, S., Xie, F., Li, D. ve Huang, C. 2018. Effects of inclusion level and adaptation period on nutrient digestibility and digestible energy of wheat bran in growing-finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(1): 116.
- Fox, P., Skovmand, B., Thompson, B., Braun, H. I., Cormier, R. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47: 57-64.

Türkiye'nin Farklı Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Çekirdek Kabağı Hatlarının (*Cucurbita pepo* L.) Kimyasal Bileşimi ve Besin Değerinin Karşılaştırılması[&]

Sıtkı ERMİŞ^{1*}, Ruhsar YANMAZ²

¹Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara

*Corresponding author: seedman37@gmail.com

Received: 17.02.2022 Received in revised: 18.03.2022 Accepted: 21.03.2022

Öz

Bu çalışma, ıslah çalışmaları sonucunda seçilen yedi çekirdek kabağı (*Cucurbita pepo* L.) hattında ekolojinin kabak çekirdeği kimyasal bileşimlerdeki etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çekirdek kabağı yetiştiriciliğinde ülkemizin en yaygın yetiştiricilik yapılan Trakya Bölgesi'nden Kırklareli, İç Anadolu Bölgesi'nden de Nevşehir ve Ankara lokasyonları tercih edilmiştir. Çekirdek kabağı hatlarında elde edilen veriler incelendiğinde; tohum nem içeriği, toplam yağ miktarı, yağ asitlerinin bileşimi, protein, E vitamini ve mineral madde miktarları (Fe, Mn, Mg, K, P) bakımından hatlar ve ekolojiler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Çekirdek kabağı tohumlarında toplam yağ oranının yüksek (%35-48), doymamış yağ asitlerinden oleik (%40-58) ve linoleik asidin (%30-40) baskın yağ asitleri olduğu, %35-40 oranında protein içerdiği belirlenmiştir. Çekirdek kabağı tohumları E vitamini bakımından zengin olup hatların E vitamini miktarı 2.68 -4.47 mg/100g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Kabak çekirdeğinin önemli miktarda esansiyel minerallere (K, Mg ve P) sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre üç farklı ekoloji altında yetiştirilen çekirdek kabağı hatlarının kimyasal özelliklerinin nasıl etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çekirdek kabağı, *Cucurbita pepo* L., tohum, kimyasal içerik, ekoloji

Comparative Study of The Chemical Composition and Nutritional Value of Pumpkin Seed (*Cucurbita pepo* L.) Grown In The Different Ecological Conditions of Turkey

Abstract

The present work has been carried out to examine the effect of ecology on pumpkin seeds' chemical composition among seven pumpkin lines (*Cucurbita pepo* L.) selected as a result of breeding studies. Kırklareli has been chosen to represent Thrace Region and Nevşehir and Ankara have been chosen to represent Central Anatolian Region where pumpkin production in Turkey is intensified. The data obtained for the seven pumpkin seeds (seed moisture content, total oil content, the composition of fatty acids, protein, vitamin E and amounts of essential minerals (Fe, Mn, Mg, K, P) were found considerable variation between lines and different environment locations. It has been concluded for the pumpkin seeds that total oil ratio was high (35%-48%), that oleic acid (40%-58%) and linoleic acid (30%-40%) are dominant oil acids, that it contains 35%-40 % of protein. Pumpkin seeds are a good source of vitamin E. The results of vitamin E contents were found between 2.68 -4.47 mg/100g. The pumpkin seeds were found to have considerable amounts of essential minerals (K, Mg, and P). According to the findings, it was determined how the chemical properties of pumpkin lines grown under three different ecologies were affected.

Key words: Pumpkins, *Cucurbita pepo* L., seed, chemical composition, ecology

Introduction

Cucurbita L. species of pumpkin and winter squash are grown each over the world. *Cucurbitaceae* is one of the most important family with significantly rich genetic resources in Turkey. The most common cultivated species of the *Cucurbitaceae* family in Turkey are *Citrullus lanatus* Thunb., *Cucumis flexuosus* L., *Cucumis sativus* L., *Cucurbita maxima* Duch., *Cucurbita moschata* Duch., and *Cucurbita pepo* L. (Balkaya and Karaağaç, 2005). Winter squash and pumpkins are traditional vegetables frequently grown in small gardens. Turkish farmers have grown pumpkin landraces due to their capability to adapt to local environmental conditions and suitability to the preference of local consumers. The current product of pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.) is based on local cultivars. Native varieties of pumpkin are occasionally grown as unimproved populations in different regions of Turkey. Consequently, pumpkin populations show an appreciable diversity in response to the range of ecological and human influences (Balkaya and Özbakır, 2008). This situation causes economic losses both in production and in the nuts sector (Duzeltir and Yanmaz, 2004). Little work has been performed on breeding of pumpkins in Turkey (Abak et al. 1994; Duzeltir and Yanmaz, 2004; Yegul 2007; Balkaya and Özbakır, 2008; Türkmen et al. 2016; Erdinç et al., 2018; Seymen 2020).

Squash seeds are used as snacks in some Mediterranean countries and in Turkey as well as Germany, Hungary, Austria and China (Sarı et al. 2008). The total production of pumpkin and squashes in Turkey in 2021 was 771.651 t. Pumpkin seed production has an 8.41 % share with 64.861 t annually. In Turkey, the major producing regions are located in the Central Anatolia Region, Kayseri province has a big share (26.08%) of pumpkin seed production with 16.920 t and followed, Nevşehir (20.064 tons), Konya (6.617 tons), Aksaray (5.211 tons) and Eskişehir (3.081 tons) (Anonymous. 2021).

Pumpkin, which has an important place in human nutrition, is also a delicious vegetable. Pumpkin seed oil is currently used in sweets and salad dressings, and it is also a popular cosmetic ingredient (Prommaban et al., 2021). Each part of the pumpkin vegetable has been associated with one or more applications in food and health (Sharma et al., 2020). Pumpkin seeds are consumed all over the world and their popularity is gradually increasing. The pumpkin seed oil has been produced in Austria, Slovenia and Hungary (Murkovic et al., 1996). Currently, pumpkin oil has been commercialized in the United States, Austria, Slovenia, Croatia, and Hungary (Fruhirth and

Hermetter, 2007; Xiang et al., 2017). Although these oils are not used industrially, they are used as cooking oil in many African countries and some Middle Eastern countries (Alfawaz, 2004) and are also used as salad oil in European countries (Sabudak 2007). Although pumpkin seeds are consumed extensively as nuts in our country, pumpkin seed oil is also used for medical purposes only. Pumpkin seeds are reported to be an excellent sources of both oil (37.8-45.4%) and protein (25.2-37.0%) (Lazos 1986). Seed oil was composed mainly of unsaturated fatty acids and palmitic acid (C16:0, 9-5-14.5%), stearic acid (C18:0, 3.1-7.4%), oleic acid (C18:1, 21.0-46.9%) and linoleic acid (C18:2, 35.6-60.8%) are the dominant fatty acids. These four fatty acids make up 98% of the total acid (Murkovic et al., 1999). Pumpkin seed oil also contains high amounts of tocopherols (Potočnik 2018). The literature points to the potential of pumpkin seed oil to prevent prostate disease and inhibit the progression of hypertension, arthritis, and kidney stones (Medjakovic et al., 2016; Potočnik et al., 2016; Procida et al., 2012; Andjelkovic et al., 2010). The mechanisms of these inhibitory effects are due to the antioxidant properties of the oil, mainly due to the high levels of vitamin E, in the form of α - and γ -tocopherol (Naziri et al., 2016; Procida et al., 2012; Murkovič et al., 2004).

Seed size, shape, and colour vary greatly among cultivated cucurbits (Nerson 2007). Crop cultivars, including watermelon and squash, can differ significantly in size and other seed characteristics. Decker and Wilson (1986) measured the seeds of 30 *C. pepo* accessions of mostly wild and cultivated pumpkins and gourds. They said that the pumpkin seed lines had the largest seeds and the gourds the smallest. Analogous studies were also carried out by Balkaya et al. (2005), Balkaya et al. (2010), Turkmen et al. (2016) in Turkey. *Cucurbita moschata* populations of Turkey showed high variability for seed dimensions, seed colour, seed bright and seed weight (Balkaya et al. 2010). However, the nutritive value of different environmental conditions on pumpkin seed genotypes has been inadequately studied. Thus, squash and pumpkin's yield are affected by genotypic and environmental factors. The size of the mature fruit is especially influenced by genetics, environment, and plant conditions during the development of pistillate flowers and fruit (Maynard, 2007). Environmental may impact the nutrient ingredients of seeds. The rate of oleic and linoleic acids in seed oils is too large to extend depending upon environmental conditions,

particularly humidity and temperature, during seed maturation (Can-Cauch et al. 2021).

To date, little work has been performed on the chemical and some nutritional values of the seeds in Turkish pumpkin genotypes. The study aimed to determine the chemical and some nutritional values of the seeds developed from these seven lines of pumpkins that grown in the different ecological conditions of Turkey and to make recommendations for their potential commercial production.

Material and Method

Pumpkin Cultivation

In order to develop new varieties of pumpkin for seed production, selection studies are conducted in the University of Ankara since 1993. In these studies, 20 different seed sources were collected and evaluated from different parts of Turkey (Düzeltir, 2004). Within this research, different pumpkin breeding lines were developed. In this experiment, five snack lines (R-3, R-5, B-7, B-10, R-14) and two naked lines (RN-3, BN5) were

used. Field experiments were carried out at different locations in Turkey between two years. Samples were produced from pumpkin seeds from the 2008 and 2009 crop seasons grown in the Ankara (39°57' N, 32°51' E), Kırklareli (41°43' N, 27°60' E), and Nevşehir (38°23' N, 34°47' E) province, respectively. Seeds were grown under agronomic management for these regions and cultures. All genotypes were sown in a randomised complete block design with four replicates of 20 plants per replicate. Meteorological data of average temperatures, rainfall and solar radiation recorded during pumpkin cultivation months (Table 1). The soil of the experimental field was clay loam with a pH of 7.6 in the Ankara, Kırklareli and Nevşehir locations were clay (pH: 7.3) and sandy loam (pH: 6.05), respectively. Fertilisation and weed control using standard cultural practices were applied regularly. After harvest, pumpkin seeds were washed and dried at room temperature the moisture content to below %7. After all these processes, seeds were packed separately in low-density polyethylene bags and stored at 4 °C for further analysis.

Table 1. Meteorological data recorded during cultivation months.

| Months | Temperature (°C) | | | | | | Rainfall (mm) | | | | | |
|-----------|------------------|------|------------|------|----------|------|---------------|------|------------|------|----------|------|
| | Ankara | | Kırklareli | | Nevşehir | | Ankara | | Kırklareli | | Nevşehir | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| April | 9.1 | 13.8 | 11.6 | 13.2 | 6.5 | 13.6 | 0.79 | 1.09 | 0.21 | 1.71 | 2.45 | 0.73 |
| May | 20.5 | 15.5 | 18.7 | 17.0 | 18.1 | 14.1 | 0.58 | 1.46 | 2.93 | 1.79 | 2.88 | 1.49 |
| June | 22.6 | 22.0 | 23.7 | 22.3 | 20.7 | 19.7 | 1.06 | 0.34 | 1.38 | 0.65 | 1.54 | 0.51 |
| July | 26.8 | 24.9 | 25.9 | 24.0 | 23.9 | 23.1 | 0.13 | 0 | 0.02 | 0.35 | 0.01 | 0 |
| August | 26.4 | 26.7 | 25.3 | 25.2 | 23.7 | 23.4 | 0.32 | 0.02 | 0.35 | 0.01 | 0.46 | 0.04 |
| September | 20.9 | 19.9 | 18.8 | 18.5 | 18.0 | 18.6 | 0 | 2.05 | 1.67 | 2.76 | 0.10 | 1.04 |

Chemical analysis of pumpkin seeds

Moisture, crude oil, fatty acid, protein and mineral contents of pumpkin seed samples were determined according to the reference procedures. All analysis was performed in triplicate to minimize errors in these results.

Determination of moisture content total oil and fatty acid composition

The moisture content was determined by the high-temperature oven method (130°C, 1h). (ISTA, 2007). Crude oil was extracted from dried powdered seeds. The seeds (approximately 1.5 g) were ground and added to 80 mL of hexane. The mixture was then placed in FOSS Soxtec 2055 apparatus for oil extraction (Anonymous 2005). To determine the fatty acid fraction of each oil sample, fatty acids were esterified to methyl esters (AOAC, 1990) and the resulting solutions were

analyzed by Agilent 7890A gas chromatography (split mode 1/80) equipped with a flame ionization detector (FID). The components were separated in an HP-88 capillary column (60m with an internal diameter of 250 µm, film thickness of 0.25). The injector temperature was 250 °C and the temperature of the detector was 230°C. The determination involved temperature programming; 120°C for 1 min; the temperature was increased 10°C per min up to 175°C; 5°C per min up to 210°C and 210°C for 5 min. Carrier gas helium was used at a constant pressure of 1 bar (Ermis and Yanmaz, 2012).

Determination of Total Nitrogen

The Kjeldahl method was used for protein content analysis. Protein compositions were obtained multiplying these values by the coefficient 6.25 (Anonymous, 2007).

Determination of Vitamin E

The vitamin E content was determined by direct injection of the oil samples into an HPLC. In brief, oil samples weighing 1 g were dissolved in a 9 ml acetone and vortex mixed for 30 seconds. 1.5 µl of this solution were injected onto the column. The used HPLC equipment was an Agilent Eclipse 1200 liquid chromatograph with a fluorescence detector (Agilent Technologies), equipped with an Agilent Eclipse XDB-C18 column (5 µl, 150x4.6mm). The column was eluted with a mobile phase of 480 ml HPLC Methanol+480 ml HPLC Acetonitrile+40 ml HPLC water+ 0.2 ml phosphoric acid. The flow rate of 1.5 ml/min and effluent were imaged at an excitation wavelength of 250 nm and emission wavelength of 410 nm for determination of tocopherol. Relative tocopherol amounts were calculated using an external standard method using reference tocopherol samples and used to calculate peak areas (Anonymous, 1988).

Determination of mineral contents

Mineral elements were analyzed according to AOAC (2005) methods. About 0.5 g of grounded pumpkin seed was into a crucible with 10 ml of pure NH_3 . And then the samples were incinerated in a micro-wave oven at 200 °C. After the combustion process was completed, it was completed to 50 ml with 1% HNO_3 . The minerals iron, potassium, zinc and magnesium were determined by Atomic absorption spectrophotometry (Varian 240, Australia). Phosphorus was measured by converting phosphates into phosphorus molybdate blue pigment and assayed 700 nm.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using the statistical package SPSS (13.0 for Windows). Locations and lines were taken into consideration as variables. Significant differences were evaluated at $P < 0.005$ error level. Data were presented as mean values of all genotypes \pm standard error (SE) of mean.

Results and Discussion

Moisture content is an important parameter for the safe of grains and the seed moisture contents were determined similar levels in each year and found 5.38-7.24 % at Ankara, 5.61-7.03 % at Kırklareli and 5.55-6.93 % at Nevşehir location respectively. The moisture contents of the seeds were generally low indicating that the seeds could be stored for a long period. Similar results were reported by Lazos, (1986); Asiegbu, (1987); Warid et al., (1993); Al-Khalifa, (1996); Olaofe, (1994); Sing and Kumar, (2021).

The results of crude oil contents are shown in Table 2. Crude oil contents changed depending on location and lines for two years. It was ranged from 45.27-34.71% in the first, and 33.65-45.91% in the second year respectively. Line code with 3K (Ankara location), 7-3K (Kırklareli location), and 3K-5K (Nevşehir location) showed the highest crude oil contents. The results also showed similarities with the previous year with a reduction of 2-4% were observed in all the locations. Statistical analysis of the results showed that seed oil samples were influenced by climate conditions between two years. These results were confirmed by the findings of Loy, (1990); Idouraine et al., (1996) and Abak et al., (1999).

Table 2. Oil content of pumpkin lines grown in different localities.

| Line | Ankara | | Kırklareli | | Nevşehir | |
|------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year |
| 3 | 37.41 e B | 35.46 d A | 38.99 d A | 38.99 d A | 36.73 c B | 35.64 f A |
| 5 | 39.37 d A | 37.85 c A | 36.06 e C | 36.06 e C | 36.43 c B | 37.55 d A |
| 7 | 39.60 d B | 35.63 d B | 42.16 a A | 42.16 a A | 35.40 d C | 39.07 c A |
| 10 | 41.11 c A | 35.41 d B | 39.60 cd B | 39.60 cd B | 34.71 d C | 36.81 e A |
| 14 | 42.59 b A | 34.53 e B | 40.50 cb B | 40.50 cb B | 39.13 b B | 33.65 g B |
| 3K | 45.74 a A | 41.45 a B | 41.60 ab B | 41.60 ab B | 45.13 a A | 44.19 a A |
| 5K | 42.10 bc B | 39.48 b C | 42.03 b B | 42.03 b B | 45.27 a A | 43.00 b B |

*Values in the same row sharing the same letters are not significantly different at the 5% level.

The fatty acid composition of seven lines of pumpkin seed was shown in Table 3. According to results, the main fatty acids in pumpkin seed oils are palmitic (C 16:0), stearic (C18:0), oleic (C18:1) and linoleic (C18:2) acids. This finding was similar to other studies of Murkovic et al., (1999) and Younis et al., (2000); Türkmen et al (2017). The

fatty acid composition of the oil can be an indicator of its oxidative stability and nutritional quality. In general, the higher the degree of unsaturation of oil, the more susceptible it was to oxidative deterioration. Total unsaturated ranging from fatty acids content ranging from 80 to 85 %. Saturated fatty acids (palmitic and stearic acids) were

determined at 10-15% levels. Although linoleic acid content almost equalled oleic acid in some lines of *C. pepo*, oleic acid was the principal fatty acid followed by linoleic, palmitic and stearic acids. Furthermore, for all oil samples of seeds grown in three different locations, whenever the composition of oleic acid was highest, the linoleic acid was low vice versa. Compared to the findings of various authors (Glew et al., 2006 and Fagbemi, 2007) the values for individual fatty acids determined in this work fall well within the previously reported range. Oleic acid content was found 45.65-56.26 % at Ankara, 38.97-47.45 % at Kırklareli, 39.81-48.90 % at Nevşehir locations for both years. The composition of linoleic acid was found to be in the range of 26.02-43.35%. This result was similar to Murkovic et al., 1999 and Younis et al. 2000. This indicates that the *C. pepo* L. seed oil is a rich source of linoleic acid. The presence of high amounts of linoleic acid showed highly nutritious. There was an inverse relationship between oleic and linoleic acid contents. The

composition of fatty acids could be attributed to climatic factors, more probably to the differences in temperature, relative humidity, soil texture and other climatic factors prevailing in the locations in which the pumpkin seeds were grown. However, Gencil et al., (2007) reported that genetic factors influenced fatty acid composition. This literature supports a strong correlation between oleic and linoleic content and temperature. While the linoleic content increases at low temperature values, the oleic content increases at high temperatures. (Younis et al., 2000; Çamaş et al., 2007). Another research by, Nederal et al. (2014), investigated pumpkin fruits with a longer maturation period and harvested in the late-season shows higher contents of linoleic acid. In the light of these findings, it can be concluded that an increase in temperature causes higher oleic acid synthesis and promotes a decrease in linoleic acid synthesis. Especially in naked line seeds (3K and 5 K) obtained high oleic acid content but low levels for linoleic acid.

Table 3. Fatty acid composition of oil for pumpkin lines grown in different localities(%).

| No | Ankara location | | Kırklareli location | | Nevşehir location | | |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year | |
| Palmitic (C _{16:0}) | 3 | 13.90 ^{bA} | 12.62 ^{aA} | 13.14 ^{cB} | 12.45 ^{bB} | 12.69 ^{aC} | 12.11 ^{bC} |
| | 5 | 12.11 ^{eA} | 11.40 ^{cB} | 11.36 ^{gB} | 11.95 ^{dA} | 12.16 ^{dA} | 11.51 ^{dB} |
| | 7 | 14.62 ^{aA} | 11.32 ^{cA} | 12.90 ^{eB} | 13.07 ^{aC} | 12.22 ^{cdC} | 12.59 ^{aB} |
| | 10 | 12.47 ^{dB} | 11.42 ^{cB} | 13.75 ^{aA} | 12.33 ^{cA} | 12.28 ^{cdB} | 11.31 ^{eC} |
| | 14 | 13.88 ^{bA} | 12.29 ^{bA} | 13.20 ^{bB} | 11.93 ^{dB} | 12.44 ^{bcC} | 11.77 ^{cC} |
| | 3K | 12.81 ^{cA} | 10.54 ^{eC} | 12.18 ^{fC} | 11.48 ^{eA} | 12.37 ^{cdB} | 10.67 ^{eB} |
| | 5K | 11.78 ^{fC} | 10.70 ^{dB} | 12.99 ^{dA} | 11.02 ^{fA} | 12.62 ^{abB} | 9.97 ^{fC} |
| Stearic (C _{18:0}) | 3 | 5.24 ^{eB} | 5.67 ^{dB} | 5.27 ^{deB} | 5.48 ^{bC} | 6.89 ^{bA} | 5.94 ^{bA} |
| | 5 | 6.21 ^{aC} | 5.11 ^{fB} | 7.24 ^{aA} | 5.69 ^{aA} | 6.37 ^{cB} | 5.82 ^{cA} |
| | 7 | 5.47 ^{dC} | 5.93 ^{cA} | 6.36 ^{bB} | 4.93 ^{eC} | 7.25 ^{aA} | 5.38 ^{dB} |
| | 10 | 6.08 ^{bB} | 5.52 ^{eA} | 4.99 ^{fC} | 5.24 ^{cC} | 7.20 ^{aA} | 6.14 ^{aB} |
| | 14 | 5.15 ^{fC} | 5.70 ^{dB} | 5.24 ^{eB} | 5.19 ^{dC} | 6.72 ^{bA} | 5.76 ^{cdA} |
| | 3K | 5.58 ^{cB} | 7.19 ^{aA} | 5.70 ^{cA} | 5.47 ^{bB} | 4.03 ^{eC} | 5.04 ^{eC} |
| | 5K | 5.57 ^{cA} | 6.50 ^{bA} | 5.34 ^{dB} | 4.74 ^{fC} | 5.02 ^{dC} | 5.69 ^{dB} |
| Oleic (C _{18:1}) | 3 | 43.62 ^{eA} | 44.29 ^{gA} | 42.67 ^{cB} | 41.43 ^{fB} | 42.97 ^{cB} | 41.92 ^{dC} |
| | 5 | 47.67 ^{cA} | 51.37 ^{eA} | 40.94 ^{dC} | 41.77 ^{eB} | 41.80 ^{dB} | 42.38 ^{cC} |
| | 7 | 41.65 ^{fB} | 51.82 ^{dA} | 41.30 ^{dC} | 40.38 ^{dB} | 45.77 ^{aA} | 43.99 ^{eC} |
| | 10 | 47.01 ^{dA} | 52.72 ^{cA} | 38.97 ^{fC} | 39.43 ^{bB} | 44.56 ^{bB} | 46.50 ^{gC} |
| | 14 | 40.82 ^{gB} | 48.52 ^{fA} | 40.05 ^{eC} | 39.54 ^{cB} | 45.90 ^{aA} | 44.73 ^{fC} |
| | 3K | 49.26 ^{bA} | 56.26 ^{aA} | 46.87 ^{aB} | 44.60 ^{aB} | 42.94 ^{cC} | 48.90 ^{bC} |
| | 5K | 51.50 ^{aA} | 54.34 ^{bA} | 45.85 ^{bB} | 47.45 ^{aB} | 39.81 ^{eC} | 48.82 ^{aC} |
| Linoleic (C _{18:2}) | 3 | 36.39 ^{cC} | 37.42 ^{aC} | 38.11 ^{eA} | 40.63 ^{dA} | 37.49 ^{dB} | 40.05 ^{bB} |
| | 5 | 33.13 ^{eB} | 32.12 ^{cC} | 39.58 ^{cA} | 40.59 ^{dA} | 39.66 ^{bA} | 40.31 ^{aB} |
| | 7 | 37.43 ^{bB} | 30.94 ^{dC} | 38.97 ^{dA} | 41.63 ^{cA} | 34.79 ^{gC} | 38.04 ^{cB} |
| | 10 | 33.54 ^{dC} | 30.35 ^{eC} | 41.40 ^{aA} | 43.02 ^{bA} | 36.06 ^{eB} | 36.07 ^{eB} |
| | 14 | 39.57 ^{aB} | 33.48 ^{bC} | 40.69 ^{bA} | 43.35 ^{aA} | 34.96 ^{fC} | 37.74 ^{dB} |
| | 3K | 31.12 ^{fC} | 26.02 ^{gC} | 34.81 ^{fB} | 38.45 ^{eA} | 39.32 ^{cA} | 35.40 ^{fB} |
| | 5K | 30.83 ^{gC} | 28.46 ^{fC} | 34.69 ^{fB} | 36.79 ^{fA} | 41.27 ^{aA} | 35.53 ^{gB} |

*Values in the same row sharing the same letters are not significantly different at the 5% level.

Palmitic and stearic acids were present in all pumpkin seed oil samples, ranging from 9.97 to 14.62 and 4.03 to 7.25% respectively. Results shown in Table 3 revealed that the palmitic acid content was almost higher at the Ankara location.

Furthermore, the naked pumpkin lines (3K and 5 K) were produced high palmitic acid of the three localities. Similar results on the content of palmitic and stearic acids were found by Tanska et al. (2020) in their recent study on naked pumpkins in

Poland. These significant differences in the unsaturated fatty acid could be attributed to the species and their growing conditions.

Protein content was found to range from 30.76 to 37.90 % being measured in two years for all locations (Table 4). The pumpkin seeds contained a high percentage of crude protein. Abak et al. (1999), was reported that protein contents were not affected between sowing dates or genotypes, but we were found significant

differences among lines and tested locations about protein contents in this study. Idouraine et al. (1996), recorded protein contents were affected by genetic variation. In addition, environmental factors, such as locations, physiological maturity time of the seeds, harvesting period, soil texture, fertilization and relative humidity can affect the protein content of pumpkin seeds (Younis, 2000; Artık, 2004).

Table 4. Protein contents (%) of seed oil from 7 pumpkin lines in different localities.

| No | Ankara location | | Kırklareli location | | Nevşehir location | |
|----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year | 1. year | 2. year |
| 3 | 33.73 ^{dB} | 33.55 ^{CA} | 36.60 ^{abA} | 32.69 ^{eA} | 36.86 ^{bcA} | 31.23 ^{bA} |
| 5 | 35.53 ^{bC} | 33.56 ^{cAB} | 36.30 ^{bB} | 34.04 ^{cdA} | 37.90 ^{aA} | 32.97 ^{abB} |
| 7 | 36.38 ^{aA} | 34.79 ^{bA} | 34.65 ^{cdB} | 36.70 ^{aA} | 36.17 ^{cA} | 30.76 ^{bB} |
| 10 | 34.77 ^{cB} | 35.00 ^{bA} | 37.17 ^{aA} | 33.77 ^{dAB} | 37.85 ^{abA} | 33.39 ^{abB} |
| 14 | 33.80 ^{dB} | 31.02 ^{dAB} | 35.27 ^{cB} | 33.53 ^{dA} | 37.77 ^{abA} | 30.77 ^{bB} |
| 3K | 36.60 ^{aA} | 36.48 ^{aA} | 34.32 ^{dC} | 35.51 ^{bB} | 35.13 ^{dB} | 32.84 ^{abC} |
| 5K | 34.90 ^{cB} | 35.73 ^{abA} | 34.13 ^{dC} | 34.69 ^{cB} | 37.83 ^{abA} | 34.69 ^{aB} |

*Values in the same row sharing the same letters are not significantly different at the 5% level.

The vitamin E content of the 7 pumpkin line seeds oil were shown in Table 5. In the first experiment year, vitamin E contents were changed between 3.72-4.47 mg/100g, 2.75-4.67 mg/100g 2.68-4.19 mg/100 g at Ankara, Kırklareli and Nevşehir locations, respectively. The vitamin E content of line 3K was higher tocopherol level than the other lines. Among the locations, all lines produced the highest vitamin E values in Ankara ecological conditions. Similarly, 3K line was the highest content of vitamin E at Ankara (3.87

mg/100g), Kırklareli (3.45 mg/100g) and Nevşehir (3.50 mg/100g) locations in the second year. Kırnak et al (2019) noted that vitamin E contents in pumpkin seed oil largely depend on the seeds' fatty acid contents and compositions. Nakic et al., (2006) found that total tocopherol contents in vegetable oils for pumpkin seeds depend on different factors (cultivar, climate extraction conditions, method of determination). The content of tocopherols in oils is also affected by the processing conditions.

Table 5. Vitamin E contents (mg/100 g) of seed oil from 7 pumpkin lines in different localities.

| No | Ankara location | | Kırklareli location | | Nevşehir location | |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| 3 | 3.72 ^{bA} | 2.85 ^{dB} | 3.32 ^{cdB} | 2.82 ^{bB} | 3.57 ^{abAB} | 3.07 ^{bcdA} |
| 5 | 3.75 ^{bA} | 3.74 ^{abB} | 3.93 ^{bA} | 2.79 ^{bB} | 3.71 ^{abA} | 3.08 ^{bcdA} |
| 7 | 4.02 ^{abA} | 3.41 ^{cA} | 3.58 ^{bcB} | 2.75 ^{bB} | 3.46 ^{bB} | 3.31 ^{abcA} |
| 10 | 4.14 ^{abA} | 3.75 ^{abA} | 3.01 ^{deB} | 2.52 ^{cC} | 3.26 ^{bcAB} | 3.48 ^{abB} |
| 14 | 4.17 ^{abA} | 3.03 ^{dA} | 2.75 ^{eB} | 2.87 ^{bB} | 2.68 ^{cB} | 2.84 ^{dB} |
| 3K | 4.47 ^{aA} | 3.87 ^{aA} | 4.67 ^{aA} | 3.45 ^{aA} | 4.19 ^{aA} | 3.50 ^{aA} |
| 5K | 3.79 ^{bA} | 3.48 ^{bcA} | 3.14 ^{deA} | 2.81 ^{bB} | 3.68 ^{abA} | 3.03 ^{cdB} |

*Values in the same row sharing the same letters are not significantly different at the 5% level.

The mineral composition of all the lines of pumpkin seeds is presented in Table 6. Pumpkin lines appeared to be an important source of phosphorus, potassium, magnesium, iron and zinc. In the seeds, phosphorus was the majorly found and determined 846.77 to 1751.33 mg/100 g in both years. Phosphorus is an essential element in carbohydrate biosynthesis and energy transfer reactions. It has been reported by many researchers that pumpkin seeds are rich in P

content (El-Adawy, 2001; Erdinç, et. al. 2018) and our findings are consistent with these reports. Potassium is very important for the body as it is the essential macro element for managing hypertension (Sing and Kumar, 2021). Similarly, potassium gave significant results in both years but contents varied by location. Potassium content ranged from 488.33 to 1437.33 mg/100 g for all the lines. Rezig et al., (2019) reported a nearly aligned value of potassium in pumpkin seeds.

Magnesium is also essential for humans due to blood pressure, insulin metabolism, cardiac excitability, vasomotor tone, nerve transmission and neuromuscular conduction (Gröber. 2015). Magnesium varied from 410.70 to 719.00 mg/100 g in pumpkin seeds between locations. Our results

are in agreement with previous studies (Mansour et. al. 1993). Other minerals such as zinc and iron ranged between 4.02 to 12.87 mg/100 g and 5.22 to 13.07 mg/100 g respectively. Similar results were obtained by Seymen et. al. (2020).

Table 6. Mineral contents (mg/100g) of seed from 7 pumpkin lines in different localities.

| No | Ankara location | | Kırklareli location | | Nevşehir location | | |
|----|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | |
| P | 3 | 1133.00 ^{dA} | 1006.10 ^{aB} | 1149.00 ^{bcA} | 959.40 ^{bcB} | 1121.33 ^{cA} | 1037.33 ^{bA} |
| | 5 | 1216.67 ^{cAB} | 846.77 ^{cB} | 1180.33 ^{bB} | 1077.33 ^{aA} | 1249.00 ^{bA} | 1056.33 ^{bA} |
| | 7 | 1127.67 ^{dA} | 871.63 ^{cC} | 1151.33 ^{bcA} | 987.20 ^{bB} | 1035.00 ^{dB} | 1074.67 ^{bA} |
| | 10 | 1156.67 ^{dA} | 913.20 ^{cC} | 1163.00 ^{bcA} | 966.00 ^{bcA} | 893.00 ^{fB} | 949.87 ^{cAB} |
| | 14 | 1174.00 ^{cdA} | 1028.00 ^{aB} | 1098.67 ^{dB} | 927.97 ^{cC} | 963.13 ^{eC} | 1218.67 ^{aA} |
| | 3K | 1663.00 ^{bA} | 927.40 ^{bB} | 1521.00 ^{aB} | 961.03 ^{bcB} | 1311.33 ^{aC} | 1090.00 ^{bA} |
| | 5K | 1751.33 ^{aA} | 907.97 ^{bC} | 1135.33 ^{cB} | 934.53 ^{cB} | 1029.27 ^{dC} | 1216.33 ^{aA} |
| K | 3 | 527.00 ^{cdB} | 886.90 ^{cA} | 515.33 ^{dC} | 750.83 ^{dB} | 666.00 ^{aA} | 962.63 ^{cdA} |
| | 5 | 581.00 ^{bcA} | 607.40 ^{dB} | 566.00 ^{cdA} | 853.73 ^{cdA} | 382.67 ^{cB} | 890.17 ^{dA} |
| | 7 | 595.33 ^{bcA} | 777.20 ^{cA} | 560.00 ^{cdA} | 830.00 ^{cdA} | 546.67 ^{bA} | 880.97 ^{dA} |
| | 10 | 488.33 ^{dB} | 784.03 ^{cA} | 559.33 ^{cdA} | 846.40 ^{cdA} | 494.67 ^{bB} | 845.57 ^{dA} |
| | 14 | 560.33 ^{cdA} | 852.60 ^{cB} | 589.67 ^{cA} | 1055.47 ^{bcB} | 484.67 ^{bB} | 1076.67 ^{cA} |
| | 3K | 995.67 ^{aA} | 1180.67 ^{cA} | 759.33 ^{bB} | 1089.00 ^{abA} | 500.00 ^{bC} | 1243.67 ^{bA} |
| | 5K | 636.33 ^{bB} | 1340.00 ^{aA} | 917.67 ^{aA} | 1177.33 ^{aA} | 609.33 ^{aB} | 1437.33 ^{aA} |
| Mg | 3 | 544.67 ^{cdA} | 578.10 ^{aAB} | 523.33 ^{bAB} | 520.33 ^{aB} | 512.00 ^{cB} | 616.83 ^{bcA} |
| | 5 | 570.00 ^{cA} | 410.70 ^{dC} | 528.00 ^{abB} | 558.67 ^{aB} | 535.00 ^{bB} | 643.20 ^{bA} |
| | 7 | 536.67 ^{deA} | 499.33 ^{bcB} | 518.00 ^{bB} | 570.97 ^{aA} | 477.67 ^{dC} | 605.37 ^{bcA} |
| | 10 | 556.67 ^{cdA} | 520.13 ^{bB} | 528.33 ^{abB} | 517.23 ^{aB} | 417.33 ^{gC} | 574.97 ^{cA} |
| | 14 | 510.33 ^{eB} | 633.13 ^{aB} | 546.67 ^{aA} | 521.70 ^{aC} | 463.67 ^{eC} | 771.83 ^{aA} |
| | 3K | 613.67 ^{bA} | 452.87 ^{cdB} | 525.67 ^{abC} | 534.17 ^{aA} | 569.33 ^{aB} | 604.83 ^{bcA} |
| | 5K | 719.00 ^{aA} | 469.30 ^{bcdB} | 456.00 ^{cB} | 454.30 ^{bB} | 447.33 ^{fB} | 626.00 ^{bcA} |
| Zn | 3 | 7.53 ^{bC} | 5.18 ^{bA} | 8.63 ^{bB} | 4.23 ^{abB} | 12.87 ^{aA} | 5.89 ^{aA} |
| | 5 | 9.27 ^{aA} | 4.34 ^{bcB} | 8.70 ^{bB} | 4.73 ^{abB} | 7.93 ^{dC} | 5.84 ^{aA} |
| | 7 | 7.03 ^{dC} | 3.93 ^{cB} | 8.96 ^{aA} | 4.40 ^{abB} | 8.02 ^{dB} | 4.96 ^{bA} |
| | 10 | 4.80 ^{fC} | 4.60 ^{bcA} | 6.23 ^{fB} | 4.02 ^{bA} | 9.30 ^{bA} | 3.89 ^{cA} |
| | 14 | 7.30 ^{cC} | 6.11 ^{aA} | 7.53 ^{cB} | 5.03 ^{aB} | 8.73 ^{cA} | 5.62 ^{abAB} |
| | 3K | 6.27 ^{eC} | 4.68 ^{bcA} | 6.53 ^{eB} | 4.54 ^{abA} | 7.73 ^{dA} | 4.22 ^{cAB} |
| | 5K | 7.27 ^{cA} | 4.76 ^{bcA} | 6.90 ^{dB} | 4.93 ^{aA} | 7.20 ^{eA} | 5.51 ^{abA} |
| Fe | 3 | 9.30 ^{cC} | 8.58 ^{aA} | 11.02 ^{aB} | 8.83 ^{aA} | 13.07 ^{aA} | 6.60 ^{bcB} |
| | 5 | 11.40 ^{aA} | 6.40 ^{bB} | 10.70 ^{bB} | 7.08 ^{cA} | 9.49 ^{bC} | 6.52 ^{bcAB} |
| | 7 | 10.20 ^{bA} | 6.50 ^{bB} | 8.77 ^{cC} | 7.50 ^{bcA} | 9.67 ^{bB} | 7.12 ^{abAB} |
| | 10 | 6.01 ^{gC} | 5.72 ^{bcB} | 6.93 ^{eB} | 6.77 ^{cA} | 9.70 ^{bA} | 5.22 ^{dB} |
| | 14 | 8.33 ^{dA} | 5.34 ^{cC} | 8.33 ^{dA} | 8.03 ^{bA} | 7.91 ^{dB} | 6.57 ^{bcB} |
| | 3K | 7.90 ^{eB} | 6.14 ^{bcA} | 6.37 ^{fC} | 6.93 ^{cA} | 9.23 ^{cA} | 6.15 ^{cA} |
| | 5K | 6.83 ^{fC} | 8.52 ^{aA} | 8.63 ^{cA} | 6.85 ^{cC} | 7.27 ^{eB} | 7.73 ^{aB} |

*Values in the same row sharing the same letters are not significantly different at the 5% level.

Zinc acts as a co-factor for important enzymes involved in the proper functioning of the antioxidant defence system (Marreiro, 2017) Iron is also an important component for humans and 100 g of pumpkin seeds meet about 35-40% recommended Dietary Allowance (RDA) of this mineral (Sing and Kumar, 2021).

Overall, the 3K and 5 K naked pumpkin seeds showed the maximum amount of phosphorus and potassium for both years as well as locations. It was found that the concentration of minerals depends on the line and the culture of the location. Varietal differences may be the major factor. Therewithal, environmental factors such as

fertilization, soil composition and climatic factors may be responsible for a small amount of the differences. (Idouraine et al., 1996).

Conclusions

This study revealed that pumpkin seeds of different lines are rich sources of nutrients and a good source of protein, fat, and vitamin E, suggesting their greater use in the nutraceutical and food industries. In this study, the performance of 7 pumpkin lines was investigated according to seed genotype and growing conditions. Pumpkin lines showed, on average, 34.53% to 45.74% oils and 30.70 to 37.90 proteins; thus, the climate changes the oil and protein contents. Unsaturated acids (oleic and linoleic) predominate in seed oil and their proportions depend on pumpkin genotypes and location. The high degree of unsaturation makes it suitable for use as a valuable drying agent, and the lower free fatty acid content indicates the oil's suitability for possibly edible purposes. Although less saturated fatty acids (Palmitic and stearic) show high variation under the influence of climatic conditions. The pumpkin seeds of this experiment have high vitamin E content, which makes them desirable for human health. Vitamin E content has been replaced by lines and locations. The nutritional analysis of the seeds revealed that pumpkin lines were rich in phosphorus, potassium, magnesium, iron and zinc.

Further study is also needed to understand, how the chemical content of pumpkin seeds is affected, which variety is used, when the harvest time is according to the region, the estimation of the ripening time of the seeds, the suitability of the storage period and conditions are important.

*This study was produced from doctoral thesis.

Acknowledgements: This work was supported by the project (TUBITAK Project No: TOVAG 1070570) and is part of Sitki ERMIŞ's doctoral thesis.

Conflict of Interests: The authors declare that they do not have any conflict of interest.

Researchers' Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the manuscript.

References

Abak, K., Sakin, M., Karakullukçu, S.S. 1994. Improvement of pumpkin for naked

seeds. XXIIIrd Hort. Cong. Abstracts of Contributed Papers, 3074.

Abak, K., Sarı, N. and Çetiner, B., 1999. Changes of protein, fat content and fatty acid composition in naked pumpkin seeds influenced by sowing Time. *Acta Horticulturae*, 492; 187-189.

Andjelkovic, M., Van Camp, J., Trawka, A., Verhé, R., 2010. Phenolic compounds and some quality parameters of pumpkin seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 112, 208217.

Anonymous. 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Ürün Denge Tabloları ve Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>. (Alınma Tarihi: 20.01.2022)

Anonymous. 2007. Auto Distillation Unit Application Notes.

Anonymous. 1988. Standard methods of the tocopherols section of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), 5th ED. Butterwoths, London.

Al-Khalifa, A. S. 1996. Physicochemical characteristics, fatty acid composition and lipoxygenase activity of crude pumpkin and melon seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 964-966.

Alfawaz, A.M. 2004. Chemical composition and oil characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed kernels. *Food Sci. and Agric. Res. Center, King Saud Univ.*, pp.5-18, Saudi Arabia.

Anonymous. 2005. Extraction of fat in seed using Soxtec extraction systems. Tecator soxtec System HT Application Notes. Sweeden.

AOAC, 1990. Fatty acids in oil and fats. In: Official methods of analysis (Helrich K., ed), 15th ed. AOAC: Arlington, VA, USA. Volume 2, pp. 963-964.

Artık, N. 2004. Türk fındıklarının fenolik bileşik dağılımı ve kavurma prosesinde değişimi. Proje No:2002-07-11-045 Kesin Sonuç Raporu, 96 s.

Asiegbu, E.J. 1987. Some biochemical evaluation of fluted pumpkin seed. *Journal of Science Food Agriculturae*, 40, 151-155.

Balkaya, A. and Karaagaç, O. 2005. Vegetable genetic resources of Turkey. *Journal of Vegetable Science* 11: 81-102.

Balkaya, A., Yanmaz, R., Ozbakir, M., Kurtar, E.S. 2005. Determination of seed characteristics of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Pour) genotypes collected from Samsun region. (In Turkish.) *Turkey II. Seed Science*

- Congress. Pp. 120-127. Kasim, Adana, Turkey.
- Balkaya, A., Özbakır, M., 2008. Karadeniz Bölgesinden toplanan kışlık kabak genotiplerinin çekirdeklik olarak değerlendirilmesi. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi. 80-84. Bildiri Kitabı. 37- 41. 25-28 Haziran, Kapadokya.
- Balkaya, A., Özbakır, M., Kurtar, E. S., 2010. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. *African Journal of Biotechnology* 9, 2, 152-162.
- Can-Cauchic, C. A., Sauri-Duch, E., Cuevas-Glory, L.F., Betancur-Ancona, D., Ortiz-Vázquez, E., Ríos-Soberanis, C. R., Chel-Guerrero, L., 4 González-Aguilar, G. A., Moo-Huchin, V. M. 2021. Physicochemical properties and stability of pumpkin seed oil as affected by different extraction methods and species. *International Food Research Journal*, 28(1): 148 – 160.
- Çamaş, N., Çırak, C., Esendal, E. 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in Northern Turkey conditions. *J. of Fac. of Agric., Omu*, 22(1),98-104.
- Decker, D.S., Wilson, H.D. 1986. Numerical analysis of seed morphology in *Cucurbita pepo*. *Systematic Botany* 11(4): 595-607.
- Düzeltir, B., 2004. Çekirdek Kabağı (*Cucurbita pepo* L.) Hatlarında Morfolojik Özelliklere Göre Tanımlanma ve Seleksiyon Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 76 s.
- Düzeltir, B., Yanmaz, R. 2004. Çekirdek Kabağında (*Cucurbita pepo* L.) Seleksiyon Yoluyla Islah. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale, 63-68.
- Marreiro, D.D.N., Cruz, K.J.C., Morais, J.B.S., Beserra, J. B., Severo, J. S., Oliveira, A.R.S. 2017. Zinc and oxidative stress: current mechanisms. *Antioxidants* 6 (2), 24.
- El-Adawy, T. A. and Taha, K. M. 2001. Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chemistry*, 74, 47-54. Esuoso, K., Lutz, H., Kutubuddin, M. and Bayer, E. 1998. Chemical composition and potential tropical biomass. I: fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Food Chemistry*. 61, 487-492.
- Ermis, S. and Yanmaz, R. 2012. Effects of roasting on nutritional composition of seven lines of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds, *Proceedings of the Xth Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae*, 707-717.
- Erdoğan, Ç., Seymen, M., Türkmen, Ö., Fidan, S., Paksoy, M. 2018. Mineral Composition of Inbred Confectionary Pumpkin Candidates from Turkey Originated Populations. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. Tech.*, 8(1), 11–17.
- Fagbemi, T. N. 2007. Effects of processing on the nutritional composition of fluted pumpkin (*Telferia occidentalis*) seed flour. *Nigerian Food Journal*, 25, 1-22.
- Fruhworth, G. O. and Hermetter, A. 2007. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109, 1128-1140.
- Glew, R.H., Glew, R.S., Chuang, L.T., Huang, Y.S. and Millson, M. 2006. Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita* spp.) and *Cyperus esculentus* nuts in the Republic of Niger. *Plant Foods For Human Nutrition*, 61, 51 -56.
- Gencel, U., Demirci M., Esendal, E., Taşan, M. 2007. Fatty Acid Composition of the Oil from Developing Seeds of Different Varieties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *J Amer Oil Chem. Soc.* 84, 47–54.
- Gröber, U., Schmidt, J. and Kisters, K. 2015. Magnesium in Prevention and Therapy. *Nutrients*, 7, 8199-8226.
- Idouraine, A., Kohlhepp, A.E. and Weber, C.W. 1996. Nutrient constituents from eight lines of naked seed squash (*Cucurbita pepo* L.). *American Chemical Society*, 44, 721-724.
- ISTA. 2007. International rules for seed testing. *International Seed Testing Association*. Bassersdorf, Switzerland.
- Kirnak H, Irik HA, Sipahioglu O, Unlükara A. 2019. Variations in oil, protein, fatty acids and vitamin E contents of pumpkin seeds under deficit irrigation. *Grasas Aceites* 70 (2), e301. <https://doi.org/10.3989/gya.0692181>.
- Lazos, E. S. 1986. Nutritional fatty acid and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. *Journal of Food Science*, 51(5),1382-1383.
- Loy, J. B. 1990. Hull-less seeded pumpkins: a new edible snackseed crop. *Advances in New Crops*, Timber pres, pp. 403-407, Portland.
- Mansour, E., E. Dworschák, J. Perédi, A. Lugasi. and Barna, E. 1993. Nutritive value of pumpkin (*Cucurbita pepo* Kakai 35) seed products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 61 (1), 73-78.
- Maynard, L. 2007. *Cucurbit crop growth and development*, Indiana CCA Conference Proceedings.

- Medjakovic, S., Hobiger, S., Ardjomand-Woelkart, K., Bucar, F., Jungbauer, A. 2016. Pumpkin seed extract: Cell growth inhibition of hyperplastic and cancer cells, independent of steroid hormone receptors. *Fitoterapia*, Volume 110, pages 150-156.
- Murkovic, M., Hillebrand, A., Winkler, J., Leitner, E., Pfannhuser, W. 1996. Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) *Z. Lebensm. Unters. For.* 203, 216-219.
- Murkovic, M., Hillebrand, A., Draxl, S. and Pfannhauser, W. 1999. Distribution of fatty acids and vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) in breeding lines. *Acta Horticulturae*, 492;47-55.
- Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T. Sontag, G. 2004. Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry*, 84, 359-365.
- Nacic, S. N., Rade, D., Skevin, D., Strucelj, D., Mokrovcak, Z. and Bartolic, M. 2006. Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *European Journal of Lipid Science Technology*, 108, 936-943.
- Naziri, E., Mitić, M.N., Tsimidou, M.Z., 2016. Contribution of tocopherols and squalene to the oxidative stability of cold-pressed pumpkin seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 118, 898–905.
- Nederal S, Petrovic M, Vincek D, Pukey D, Skevin D, Kraljic K, Obranic M. 2014. Variance of quality parameters and fatty acid composition in pumpkin seed oil during three crop seasons. *Ind. Crops Prod.* 60, 15–21.
- Nerson, H 2007. Seed production and germinability of cucurbit crops. *Seed Sci. Biotechnol.* 1: 1-10.
- Olaofe, O.1994. Amino acid and mineral composition and functional properties of some oilseeds. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 878-881.
- Potočnik, T., Ogrinc, N., Potočnik, D., Košir, J.I., 2016. Fatty acid composition and $\delta^{13}C$ isotopic ratio characterisation of pumpkin seed oil. *J. Food Compos. Anal.* 53, 85–90.
- Potočnik, T., Cizej, M.R. and Košir, I.J. 2018. Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 7–12.
- Procida G, Stancher B, Catenia F, Zacchignaa M. 2012. Chemical composition and functional characterisation of commercial pumpkin seed oil. *J Sci Food Agric* 93:1035–104.
- Prommaban, A., Kuanchoom, R., Seepuan, N., Chaiyana, W. 2021. Evaluation of Fatty Acid Compositions, Antioxidant, and Pharmacological Activities of Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Seed Oil from Aqueous Enzymatic Extraction. *Plants*, 10, 1582.
- Rezig, L., Chouaibi, M., Meddeb, W., Msaada, K. and Hamdi. S., Chemical composition and bioactive compounds of Cucurbitaceae seeds: Potential sources for new trends of plant oils. Volume 127, Pages 73-81.
- Sari, N., A. Tan, A., R. Yanmaz, R., Yetisir, H., Balkaya, A., Solmaz, I., and Aykas, L. 2008. General status of cucurbit genetic resources in Turkey. *Proceedings of the IXth EUCARPIA*, 21-32.
- Sabudak, T. 2007. Fatty acid composition of melon seed and leaf oils of pumpkin, walnut, almond, maize, sunflower and melon. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(4), 465-467.
- Seymen, M., Dursun, A., Yavuz, D., Kurtar, E.S., Özbahçe, A., Türkmen, Ö. 2020. Evaluation of seed yield, oil and mineral contents inbred pumpkin lines (*Cucurbita pepo* L.) under water stress. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 19(3), 89–99. DOI: 10.24326/asphc.2020.3.8
- Sharma, P., Kaur, G., Kehinde, A. B., Chhikara, N. Panghal, A. And Kaur, H., 2020. Pharmacological and biomedical uses of extracts of pumpkin and its relatives and applications in the food industry: a review. *International Journal of Vegetable Science*, vol. 26, no. 1, 79-95. <https://doi.org/10.1080/19315260.2019.1606130>
- Sing, A. and Kumar, V. 2021. Nutritional, phytochemical, and antimicrobial attributes of seeds and kernels of different pumpkin cultivars. *Food Frontiers*, 1–12.
- Tanska, M., Ogródowska, D., Bartoszewski, G., Korzeniewska, A., Konopka, I. 2020. Seed lipid composition of new hybrids of Styrian oil pumpkin grown in Poland. *Agronomy*, 10 (8):1-15. DOI: 10.3390/agronomy10081104.
- Türkmen, Ö., Seymen, M., Fidan, S., Paksoy, M. 2016. Morphological Parameters and Selection of Turkish Edible Seed Pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) *Germplasm. Int. J. Biol. Biomol. Agric. Food Biotechnol. Eng.*, 10(5), 232–239.
- Türkmen, Ö., Özcan, M. M., Seymen, M., Paksoy, M. Uslu, N., Fidan, S. 2017. Physico-

- chemical properties and fatty acid compositions of some edible pumpkin seed genotypes and oils. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23 (4), 229-235.
- Warid, A.W., Martinex, J.J. and Juan M. L. 1993. Productivity of naked seed squash, *Cucurbita pepo* L. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 16.
- Xiang, C., Xu, Z., Liu, J., Li, T., Yang, Z. and Ding, C. 2017. Quality, composition, and antioxidant activity of virgin olive oil from introduced varieties at Liangshan. *LWT - Food Science and Technology* 78: 226-234. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.12.029.
- Yegül, M. 2007. Kabuksuz çekirdek kabağı hatlarında tohum verimi ve kalitesi. Msc thesis, 50 s., Adana.
- Younis, Y. M.H., Ghirmay, S. and A-Shihry. 2000. African *Cucurbita pepo* L: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*. 54, 71-75.

Nikelce Zengin Topraklardan (Ezine-Çanakkale) İzole Edilen Bakterilerin Bitki Büyüme Teşvik Edici Potansiyellerinin Belirlenmesi

İlke KARAKAŞ^{1*}, Mustafa AY², Furkan ÖZTÜRK¹, Selen KAYA³, Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU⁴

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale

³Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Kocaeli

⁴Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: ilkekarakass@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 25.03.2022 Kabul Tarihi: 28.03.2022

Öz

Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteriler (Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)), bitkinin hastalıklara dirençli hale gelmesinde önemli rol oynamaları sebebiyle sürdürülebilir tarım sistemlerine katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale ili Ezine ilçesinin 6 km kuzeyinde bulunan serpantin yamaçlarında yayılış gösteren *Alyssum pinifolium* (Nyar, T.R. Dudley) bitki köklerinden alınan toprak örneklerinden elde edilen bakteri izolatlarının bitki büyüme teşvik edici potansiyelleri araştırılmıştır. Elde edilen 21 izolatın 16S rDNA analizi ile yapılan tanımlamalarında *Bacillus*, *Priestia* ve *Brachy bacterium* cinslerine ait olduğu saptanmıştır. 21 izolatın PGPR olma potansiyellerini ortaya koymak için in vitro şartlarda azot fikse etme, fosfor çözme yetenekleri, indol-3-asetik asit (IAA), ve siderofor üretme kapasiteleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm izolatların fosfor çözme yeteneği olduğu saptanmıştır. İzolatların fosfor çözme oranları 2.047 µg mL⁻¹ ile 2.600 µg mL⁻¹ arasında bulunmuş olup en yüksek değer *Bacillus toyonensis* NMCC-157'ten elde edilmiştir. 21 izolat için azot fiksasyon özelliği tespit edilememiştir. IAA üretim yeteneği 51.4 µg mL⁻¹ ile 278.5 µg mL⁻¹ arasında ölçülmüş ve en yüksek IAA üretimi *Brachy bacterium nesterenkovii* NY-3 tarafından gerçekleştirilmiştir. İzolatların %47.6'sının siderofor üretim yeteneği olduğu belirlenirken en yüksek siderofor üretimi *B. toyonensis* NMCC-157'ten elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, yüksek miktarlarda siderofor, IAA üretimi ve fosfor çözme gibi bitki büyümesini teşvik edici markör özelliklere sahip olan *Bacillus* cinslerinin ekonomik açıdan değerli kültür bitkilerinin yetiştirilmesinde biyogübre olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Biyogübre, IAA, rizobakteriler, siderofor üretimi.

Determination of Plant Growth Promoting of Bacteria Isolated From Nickel-Rich Soils (Ezine-Çanakkale)

Abstract

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) contribute to sustainable agriculture systems because they play an important role in making the plant resistant to diseases. In this study, the plant growth promoting potential of bacterial isolates obtained from soil samples taken from plant roots of *Alyssum pinifolium* (Nyar, T.R.Dudley) spreading on serpentine slopes 6 km north of Ezine district of Çanakkale province was investigated. It was determined that 21 isolates obtained belong to *Bacillus*, *Priestia* and *Brachy bacterium* genera in the identifications made by 16S rDNA analysis. Nitrogen fixation, phosphorus dissolving abilities, indole-3-acetic acid, and siderophore production capacities of 21 isolates were determined in vitro to reveal their potential to become PGPR. It was determined that all isolates used in the study had the ability to dissolve phosphorus. Phosphorus dissolution ratios of the isolates were found between 2.047 µg mL⁻¹ - 2.600 µg mL⁻¹, and the

highest value was obtained from *Bacillus toyonensis* NMCC-157. Nitrogen fixation properties could not be determined for 21 isolates. IAA production ability was measured between $51.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ - $278.5 \mu\text{g mL}^{-1}$, and the highest IAA production was achieved by *Brachy bacterium nesterenkovi* NY-3. While it was determined that 47.6% of the isolates had siderophore production ability, the highest siderophore production was obtained from *B. toyonensis* NMCC-157. The results of the research showed that *Bacillus* strains, which have plant growth promoting marker properties such as high amounts of siderophore, IAA production and phosphorus solubilization, have the potential to be used as biofertilizers in the cultivation of economically valuable crop plants.

Key words: Biofertilizer, IAA, rhizobacteria, siderophore production.

Giriş

Gün geçtikçe artan sanayileşme, maden yatakları, arıtma çamurları ve tarımda endüstriyel gübrelerin bilinçsiz kullanılması, toprak faunasının zarar görmesine, bitki hastalıklarının oluşmasına ve yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Tarımsal üretimin temel amacı artan nüfus için verimli, kaliteli ve sağlıklı besin maddeleri üretmektir. Bu nedenle çevre ve insan dostu üretim sistemlerini içeren, endüstriyel tarım ilaçları ve gübre kullanımını azaltan metotların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Mikroorganizmaların gübre olarak kullanılması ve yeni mikrobiyal kombinasyonların oluşturulması sürdürülebilir tarım sistemlerinde önemli sonuçlar ortaya koymaktadır (Özaktan ve ark., 2015).

Bitki gelişimine katkı sağlayan (PGPR) bakterilerde ilk kez Haas ve Keel tarafından belirlenen üç temel özellik bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla i) konakçı bitkide indüklenmiş sistemik direnç oluşturma, ii) çevresel kolonizasyonda etkinlik ve rekabet gücü oluşturma, iii) patojen organizmalar ile antagonistik etki oluşturmaz. PGPR bakterileri bitkinin havadaki azotu bağlamasına yardım etmeleri, toprakta bulunan ancak bitkilerin faydalanamayacağı kimyasal yapılarda olan besin maddelerini organik asitleri aracılığıyla çözüp bitki tarafından kullanılabilir hale getirmeleri ve bitkiler için gelişimi destekleyen fitohormonları sentezleme yetenekleri nedeniyle tarımsal üretimi geliştirmek ve verimliliği arttırmak için biyogübre olarak kullanılmaktadır. Bu bakterilerin tarımda biyogübre olarak kullanılması ile sentetik olarak üretilen kimyasal gübrelere ve ek bitki besin ürünlerine yönelim azalarak sürdürülebilir bir çevre oluşturulacağı düşünülmektedir (Haas ve Keel, 2003).

Bitkilerden elde edilen verimi maksimuma çıkarmakta önemli rol oynayan fosfor ve azot, fotosentez gibi biyokimyasal ve metabolik yolların temel elemanları olması nedeniyle bitkiler için önemli besin elementleridir. Bitkilerin ve mikroorganizmaların biyolojik aktivitelerinde önemli rol oynayan demiri mineral ve organik bileşiklerden ayırma işleminde çözücü özellikte olan indol-3-asetik asit (IAA) ve sideroforlar PGPR

bakterileri tarafından sentezlenmektedir (Ghavami ve ark., 2016). PGPR bakterilerin etki mekanizmaları ve özellikleri araştırıldığında *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp., *Rhizobium* sp., *Micrococcus* sp., *Enterobacter* sp. ve *Pseudomonas* sp. cinslerinin çeşitli tahıl, tütün, çilek, mısır ve pamuk gibi bitkilerde verime olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir (Santi ve ark., 2013; Küçük, 2019). Bu bakterilerin salgıladıkları antibiyotikler ile özellikle tahıllarda kök hastalıklarına neden olan *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* gibi patojen mikroorganizmaların üremelerini inhibe ederek bitkiye ekstra direnç sağladığı bilinmektedir (Ulloa-Ogaz ve ark., 2015).

Çalışmamızda kullandığımız toprak örneği Çanakkale ilinin Ezine ilçesinin 6 km kuzeyinde bulunan serpantin kökenli kayaçların bulunduğu yamaçlarda yayılış gösteren *Alyssum pinifolium* bitki köklerinden alınmıştır. Türkiye florasındaki *A. pinifolium* taksonlarının çoğu ağır metal biriktirme yeteneğine sahip olup ekolojik değeri olan bir bitkidir (Esen, 2016). Ezine ilçesindeki incelenen toprak yapısı ve nikel içeriği bu bitkinin gelişimi için önemlidir. Ezine yolu (39.840.276 N, 26.320.107 E) lokalitesinde yapılan bazı toprak analizleri sonucunda bu bölgenin tuzluluk değeri 0.33 dS m^{-1} (tuzsuz), pH'sı 7.52 (düşük alkali), kireç oranı %0.81 (düşük), organik madde miktarı %0.85 (düşük), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn) ve nikel (Ni) miktarları ise sırasıyla; 3.99 kg da^{-1} (düşük), 13.95 kg da^{-1} (düşük), 810 ppm (düşük), 619 ppm (orta), 399 ppm (yüksek), 7.62 ppm (çok yüksek), 0.22 ppm (düşük), 5.44 ppm (orta), 0.17 ppm (düşük) ve 1702 mg g^{-1} (çok yüksek) olarak belirlenmiştir. Bu analizlere ek olarak *A. pinifolium* bitkisinin bulunduğu bölgelerdeki bitki örneklerinin ağır metal olan nikeli bünyelerinde biriktirdiği ve nikel miktarının $1781 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu saptanmıştır (Esen, 2016).

Bu çalışmada, bünyesinde nikel biriktirme yeteneğine sahip *A. pinifolium* bitkisinin köklerinden alınan toprak örneğinden elde edilen izolatların 16S rDNA ile tanımlamaları yapılmış ve *in vitro* koşullarda; i) fosfor çözme kapasiteleri, ii)

siderofor ve IAA üretme yetenekleri, iii) azot fiksasyon kapasiteleri test edilerek PGPR olma potansiyellerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bakteri İzolasyonu

Çanakkale ilinin Ezine ilçesinin 6 km kuzeyinde (39.840.276 N, 26.320.107 E) bulunan serpantin yamaçlarında yayılış gösteren *A. pinifolium* bitki köklerinden alınan toprak örneği bakteri izolasyonu için kullanılmıştır. Toprak örneği, %0.9'luk izotonik serum fizyolojik içerisinde süspansiyon edilmiş ve seri dilüsyonlar yapılmıştır. Her bir dilüsyon örneğinden 100 µl alınıp, Nutrient Agar (NA) ve Triptik Soya Agar (TSA) besi ortamlarına yayma plak yöntemi ile ekimleri yapılmış ve 30±1°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında 10⁻⁴ ve 10⁻⁵ seyreltmelerde morfolojik görünümü farklı olan teksel ve temiz görünümlü koloniler belirlenerek gelişim gösterdiği besiyerlerine yeniden ekimleri yapıp izolatların saf kültürleri elde edilmiştir. İzolatların saflığının kontrol edilmesi için Gram boyamaları yapılmış ve örnekler ışık mikroskopunda incelenmiştir. Elde edilen saf izolatlar çalışmada kullanılmak üzere +4°C'de muhafaza edilmiştir (Bozkurt, 2016).

Bakterilerin Tanımlanması

Saf olarak elde edilen izolatların biyokimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi için; oksidaz, katalaz, indol, sitrat, metil red, Voges-Proskauer (VP) ve hidrojen sülfid testleri yapılmıştır (Bozkurt, 2016). Nutrient Broth (NB) ortamına inkübe edilen izolatların, DNA izolasyonu için uygun olan hücre yoğunluğu sağlandığında DNA izolasyonu aşamasına geçilmiştir. Genomik DNA izolasyonunda GeneJET Genomic DNA Purification Kiti (K0721, Thermo Scientific) kullanılarak DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. 16S rDNA geninin analizi için literatür taraması sonucunda en yüksek verimliliğe sahip olduğu düşünülen primer çiftinin sentezi Sentegen Primer 50 nM olacak şekilde yapılmıştır (Çizelge 1). Tür düzeyinde tanımlama için kullanılacak olan 16S rDNA gen bölgesinin çoğaltımında kullanılan PCR bileşenleri laboratuvarımızda yapılan optimizasyon çalışması sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 2). Belirlenen bu koşullar ile tüm izolatların 16S rDNA gen bölgesinin çoğaltımı gerçekleştirilmiştir. PCR ürünlerinin varlığı, %2'lik agaroz jelde kontrol edilmiş ve doğrulanması yapılmıştır.

Tür düzeyinde tanımlama yapmak için kullanılmış olan 16S rDNA geninin PCR ürünleri dizi analizine gönderilmiştir. Tüm izolatlara ait 16S rDNA geninin ürünleri hizmet alımı yolu ile Medsantek Laboratuvar Malzemeleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. firmasında DNA dizi analizleri

yaptırılmıştır. Dizileme ve Fragman Analizi Applied Biosystems marka, 8 kapilerli 3500 cihazı yardımı ile çift yönlü dizileme analizleri yaptırılmıştır. Dizi analizlerinde Sequencing Analysis Software ve Sequencing – SeqScape® Software v2.7 programları ile analizler gerçekleştirilmiştir. Dizi analizi verisinin karşılaştırılması için kullanılacak olan “referans diziler” NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanları aracılığıyla elde edilmiştir. Tüm izolatların 16S rDNA gen dizi analizleri NCBI, BLASTn uygulaması ile gerçekleştirilmiş ve veri tabanlarındaki dizi benzerlik oranlarına bakılarak her izolatın genetik olarak tanımlanması gerçekleştirilmiştir.

İzolatların Fosfor Çözme Kapasitelerinin Saptanması

İzolatların fosfor çözme kapasiteleri National Botanical Research Institute's Phosphate (NBRIP) besin ortamında belirlenmiştir. NBRIP sıvı besiyerinde ön zenginleştirmeye tabi tutulan izolatların, daha sonra NBRIP katı besiyerine nokta ekimleri yapılmıştır. 30±1°C'de 3 günlük inkübasyon sonunda etrafında oluşan şeffaf zonların ölçüldüğü izolatlar pozitif sonuç olarak kaydedilmiştir. İzolatların fosfor çözme katsayıları (Koloni çapı + Zon çapı) / Koloni çapı formülüne göre hesaplanmıştır (Perez ve ark., 2007).

İzolatların Siderofor Üretim Potansiyellerinin Saptanması

İzolatların siderofor üretim potansiyellerinin saptanması için Modifiye Chrome Azurol S agar (MCASA) kullanılmıştır. İzolatlar nokta ekim yöntemi ile MCASA besiyerine ekilmiş ve 28±1°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında izolat etrafında oluşan sarı-turuncu renk pozitif sonuç olarak kaydedilmiş ve zon çapları ölçülmüştür. Elde edilen veriler yorumlanarak bakterilerin siderofor üretme kapasiteleri değerlendirilmiştir (Perez ve ark., 2007).

İzolatların İndol Asetik Asit (IAA) Üretim Potansiyellerinin Saptanması

IAA üretme kapasitelerinin belirlenebilmesi amacıyla izolatlar, NB (%0,1 triptofanlı) ortamında 28±1°C'de 7 gün 150 rpm'de çalkalamalı inkübatörde muhafaza edilmiştir. İnkübasyon sonrasında 10.000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek süpernatant kısmından 2 mL alınmıştır. Süpernatant kısmına 4 mL Salkowski ayırıcı ve 2 damla ortofosforik asit damlatılarak çalkalanmış, 20-30 dakika karanlık ortamda renk değişimi için bekletilmiştir. IAA ile hazırlanan 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm'lik standartlar UV spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda okunmuştur. Çizilen standart eğriye göre izolatların

IAA üretim kapasiteleri belirlenmiştir (Ahmad ve ark., 2008).

İzolatların Azot Fiksasyon Yeteneklerinin Saptanması

İzolatların azot bağlama potansiyelleri Jensen besiyeri ile belirlenmiştir. Jensen besiyerine

nokta ekimi yapılan izolatlar 7 gün 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Gelişim gösteren izolatların azot fikse etme yeteneklerinin olduğu kabul edilip pozitif sonuç olarak kaydedilmiştir (Ahmad ve ark., 2008).

Çizelge 1. 16S rDNA'ya ait primer dizileri

| Gen | Primerler | Sekans (5'→3') | Referans |
|----------|-----------|---------------------|--------------------------|
| 16S rDNA | 0341f | CCTACGGGGCGCAG | Klindworth ve ark., 2013 |
| | 0785r | GACTACGGGTATCTAATCC | |

Çizelge 2. 16S rDNA'ya ait PCR bileşenleri

| PCR Bileşenleri | µl/Tüp | Son Konsantrasyon |
|---|--------|----------------------------|
| Steril bidistile H ₂ O | 17.0 | - |
| 10 X Buffer | 2.5 | 1X |
| MgCl ₂ (25 mM) | 2.0 | 2 mM |
| dNTP (25 mM) | 0.3 | 0.3 mM |
| Primer 341F (10 pmol µl ⁻¹) | 0.5 | 10 pmol 25µl ⁻¹ |
| Primer 785R (10 pmol µl ⁻¹) | 0.5 | 10 pmol 25µl ⁻¹ |
| Taq polimeraz (5U µl ⁻¹) | 0.2 | 1 U 25µl ⁻¹ |
| DNA (150 ng µl ⁻¹) | 2.0 | 300 ng 25µl ⁻¹ |
| Toplam hacim | 25.0 | |

Bulgular ve Tartışma

Bakteri İzolasyonu ve Biyokimyasal Testler

Toprak örneğinden 21 adet Gram (+) izolat (n=18 Basil, n=2 Kok, n=1 Streptobasil) izolat elde edilmiştir. Tüm izolatlarda endospor yapıları gözlemlenmiş olup 15 izolat oksidaz (+) ve 17 izolat katalaz (+) olarak belirlenmiştir. Tüm izolatların indol test sonuçları (-) olurken; 1 izolat sitrat (+), 18 izolat metil red (+) ve 14 izolat VP (+) olarak saptanmıştır. Ek olarak izolatların hiçbirinde H₂S üretimi kaydedilmemiştir.

İzolatlarının Tür Düzeyinde Tanımlanması

İzolatların biyoinformatik olarak değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş olup elde edilen tür düzeyindeki tanımlamalar Çizelge 3'te verilmiştir.

Bakterilerin Fosfor Çözme, Azot Fiksasyon, Siderofor ve IAA Üretme Potansiyellerinin Saptanması

İzolatların fosfor çözme, azot fiksasyonu, siderofor ve IAA üretme potansiyellerinin belirlenebilmesi için kantitatif ve kalitatif olmak

üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Kantitatif deney sonuçları incelendiğinde izolatların fosfor çözebilmeye potansiyellerinin 2.047 µg mL⁻¹ ile 2.600 µg mL⁻¹ aralığında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek fosfor çözme kapasitesi 2N111 (*B. toyonensis* NMCC-157) izolatından ve en düşük fosfor çözme kapasitesi 2T17 (*B. nesterenkovii* NY-3) izolatından elde edilmiştir. Kalitatif sonuçlar ise çalışmada kullanılan 21 izolatın da fosfor çözme yeteneğinin olduğunu göstermiştir. Çetinkaya Yıldız ve Aysan (2014), 39 farklı topraktan izole edilen 499 farklı bakterinin %15'inin fosfor çözme yeteneği olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan birçok farklı çalışmada da PGPR özellikte olduğu düşünülen bakterilerin fosfor çözme yeteneklerinin olduğu ortaya konulmuştur (Özaktan ve ark., 2015). Çalışma sonuçlarındaki farklılıkların izolat türlerinden ve toprakların elde edildiği yerlerin farklı oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mikroorganizmaların siderofor üretme yetenekleri, yaşam alanlarındaki diğer

mikroorganizmalar ile rekabette önemli avantajlar sağlayan ve bitkilerle iletişimlerini kolaylaştıran önemli bir özelliktir. Siderofor üretim kapasitesi yüksek olan bir bakteri, bitki gelişiminde doğrudan veya dolaylı olarak rol oynamaktadır. Çalışmada kullanılan izolatların %47.6'sının siderofor üretme yeteneği olduğu belirlenmiştir. Siderofor üretim potansiyeli olan bakterilerin zon çapları 11 mm ile 21 mm arasında ölçülmüştür. Siderofor üretiminin en yüksek olduğu izolat 21 mm ile 2NB13 (*B. toyonensis* NMCC-157) olarak tespit edilmiştir.

Ahmad ve ark. (2008), siderofor üretiminin %12.77 ile *Azotobacter* cinsine, %11.11 ile *Pseudomonas* cinsine ve %10 ile *Bacillus* cinsine ait olduğunu bildirmişlerdir. Upadhyay ve ark. (2009) ve Li ve ark. (2017) elde ettikleri izolatların sırası ile 3.5-5.2 mm ve 0.3 mm zon çapı oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamız diğer çalışmalarla kıyaslandığında (Ahmad ve ark., 2008; Upadhyay ve ark., 2009) izolatlarımızın daha yüksek siderofor üretim yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Topraktan elde edilen izolatların biyoinformatik analiz sonuçları

| İzolat Kodu | En Yakın Eşleşme | Benzerlik Oranı (%) |
|-------------|---|---------------------|
| 2N11 | <i>Priestia megaterium</i> DY805 | 99.76 |
| 2N110 | <i>Bacillus cereus</i> L14 | 99.29 |
| 2N111 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |
| 2N112 | <i>Bacillus cereus</i> L14 | 99.29 |
| 2N12 | <i>Bacillus cereus</i> ERI009-FG3-IND | 95.53 |
| 2N12-2 | <i>Bacillus subtilis</i> IMG04 | 99.29 |
| 2N16 | <i>Bacillus anthracis</i> APBSWPTB132 | 99.29 |
| 2N17 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |
| 2N18 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |
| 2N19 | <i>Bacillus cereus</i> L14 | 99.29 |
| 2NB12 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |
| 2NB13 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |
| 2NB14 | <i>Bacillus pseudomycooides</i> KK16B1_10 | 99.53 |
| 2NB15 | <i>Bacillus cereus</i> L14 | 99.53 |
| 2T14 | <i>Bacillus pseudomycooides</i> KK16B1_10 | 99.53 |
| 2T17 | <i>Brachybacterium nesterenkovi</i> NY-3 | 99.05 |
| 2TB11 | <i>Brachybacterium nesterenkovi</i> NY-3 | 99.05 |
| 2TB111 | <i>Brachybacterium nesterenkovi</i> NY-3 | 99.05 |
| 2TB112 | <i>Bacillus thuringiensis</i> LU3 | 97.39 |
| 2TB12 | <i>Bacillus cereus</i> A22 | 99.76 |
| 2TB13 | <i>Bacillus toyonensis</i> NMCC-157 | 100 |

Oksin grubu hormonlar arasında bulunan IAA, bitkinin kök gelişimini ve besin elementi alımını kolaylaştırmaktadır. *Bacillus* cinsi bakterilerin bitki gelişiminde önemli rol oynayan IAA, sitokinin ve diğer hormonları üretebildiği bilinmektedir. Çalışmamızda bütün izolatların IAA üretim yeteneğinin olduğu belirlenirken, en yüksek IAA üretimi 278.5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ile 2TB111 (*B. nesterenkovi* NY-3) bakterisinden elde edilmiştir.

Malik ve Sindhu (2011), çalışmalarında elde ettikleri 40 bakteri izolatının IAA üretim yeteneği olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada izolatlar 2 ve 4 gün inkübasyona bırakılarak IAA değerleri ölçülmüş, inkübasyon süresi ile IAA üretim potansiyeli arasında doğru orantı olduğu belirlenmiştir. Özdal ve ark. (2017) ise izole edilen 8 izolat arasından en yüksek IAA değerinin 75 $\mu\text{g mL}^{-1}$ olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda IAA

sonuçlarının diğer çalışmalara kıyasla daha yüksek bulunmasının nedeninin 7 günlük inkübasyon süresi ve değişiklik gösteren bakteri sayısal yoğunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Azot fiksasyon yeteneklerinin belirlenebilmesi için Jensen besiyerine ekilen 21 izolatın tamamında koloni gelişimi gözlemlenmiştir. Ancak izolatların ekili olduğu besiyerlerinde mavi renge dönüşüm gözlemlenememiştir. Buna ek olarak birkaç izolatın besiyerinde yeşil rengin sarıya döndüğü tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak da izolatların besiyerinde pH değişikliğine neden olduğu ancak azot fiksasyon yeteneğinin olmadığı şeklinde yorumlanmıştır. Azot fiksasyon yeteneğinin belirlenebilmesi için koloni gelişiminin tek başına yeterli olmadığı bilindiğinden çalışmada

kullanılan 21 izolatın azot fiksasyon yeteneğine sahip olmadığına karar verilmiştir. Shen ve ark. (2016), *Actinidia chinensis* bitkisinin yapraklarından elde ettikleri 17 izolattan en yüksek azot fikse etme potansiyeli olan izolatın *Bacillus amyloliquefaciens* olduğunu belirlemişlerdir. Kaya Özdoğan (2020), ise bitki rizosferlerinden izole edilen ve azot fiksasyon yetenekleri araştırılan 56 izolattan sadece *Paenibacillus polymxa*'nın azot fikse edebildiğini bildirmiştir. Tüm bu literatür bilgileri ile sonuçlarımız değerlendirildiğinde toprak izolatlarının azot fiksasyon yönteminin belirlenmesi için farklı parametreler kullanıldığı görülmüştür. Bu durum PGPR tanısı için olumsuz bir sonuç teşkil etmemekle birlikte daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiğini göz önüne çıkarmıştır.

Çizelge 4. İzolatların fosfor çözme, azot fiksasyon, siderofor ve IAA üretme potansiyelleri

| İzolat Kodu | Fosfor Çözme Potansiyeli | Fosfor Çözme Kapasitesi ($\mu\text{g mL}^{-1}$) | Siderofor Zon Çapı (mm) | IAA Miktarı ($\mu\text{g mL}^{-1}$) | Azot Fiksasyon Yeteneği |
|-------------|--------------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 2N11 | + | 2.128 | 19 | 58.5 | - |
| 2N110 | + | 2.133 | 16 | 51.4 | - |
| 2N111 | + | 2.600 | - | 148.2 | - |
| 2N112 | + | 2.300 | 12 | 159.8 | - |
| 2N12 | + | 2.137 | - | 89.9 | - |
| 2N12-2 | + | 2.110 | - | 87.5 | - |
| 2N16 | + | 2.074 | - | 60.1 | - |
| 2N17 | + | 2.068 | 14 | 59.1 | - |
| 2N18 | + | 2.130 | - | 53.4 | - |
| 2N19 | + | 2.145 | - | 108.6 | - |
| 2NB12 | + | 2.315 | 12 | 116.0 | - |
| 2NB13 | + | 2.150 | 21 | 144.3 | - |
| 2NB14 | + | 2.263 | 13 | 69.4 | - |
| 2NB15 | + | 2.230 | - | 74.9 | - |
| 2T14 | + | 2.194 | - | 82.3 | - |
| 2T17 | + | 2.047 | 13 | 80.1 | - |
| 2TB11 | + | 2.186 | 11 | 72.3 | - |
| 2TB111 | + | 2.200 | - | 278.5 | - |
| 2TB112 | + | 2.080 | - | 54.8 | - |
| 2TB12 | + | 2.125 | - | 89.6 | - |
| 2TB13 | + | 2.206 | 14 | 118.5 | - |

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde mikroorganizmalardan elde edilen biyogübreler, diğer kimyasal gübrelere kıyasla bitki verimliliğini arttıran ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlayan tarımsal bileşenlerdir. PGPR bakterileri doğrudan ve dolaylı olmak üzere çok farklı mekanizmalar ile bitki gelişimini desteklemektedirler. Bu duruma ek olarak bitkinin bulunduğu çevre koşulları, iklim, toprak florası vb. etmenler gelişimi etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle bölgeye özgü mikrobiyal floranın ve bu floranın tarım üzerindeki faydalarını belirlemek açısından çalışmamızın öncülük edeceğini düşünmekteyiz.

Çalışmada nikelce zengin *A. pinifolium* bitki türünün yayılış gösterdiği toprak örneğinden potansiyel PGPR olduğu düşünülen toplam 21 bakteri izolati elde edilmiştir. Tanımlanan 21 izolatin %80.9'u *Bacillus* cinsine, %14.3'ü *Brachy bacterium* cinsine ve %4.8'i *Priestia* cinsine ait olduğu belirlenmiştir. Bu bakterilerin PGPR özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla fosfor çözebilme, azot fiksasyonu, IAA ve siderofor üretebilme kapasiteleri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda en yüksek fosfor çözme kapasitesinin 2.600 µg mL⁻¹ ile 2N111 kodlu *B. toyonensis* NMCC-157'ye, en yüksek siderofor üretim kapasitesinin 21 mm ile 2NB13 kodlu *B. toyonensis* NMCC-157'ye ve en yüksek IAA üretim kapasitesinin ise 278.5 µg mL⁻¹ ile 2TB111 kodlu *B. nesterenkovii* NY-3'e ait olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında elde edilen izolatların bitki gelişimine ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlama potansiyellerinin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan moleküler tanımlamalar ile mevcut literatür sonuçlarını kıyasladığımızda bu kanımız güçlenmiştir. Özellikle *Bacillus* cinsine ait bakterilerin PGPR markör özellikleri açısından pozitif sonuçlar elde edilmesi nedeniyle bitki gelişimine katkı sunabileceği düşünülmektedir. Bu bakteriler ile yapılacak olan *in vivo* denemelerinin izolatların mikrobiyal biyogübre olarak kullanılabilirliği net olarak göz önüne konulması düşünülmektedir.

Teşekkür: Tübitak 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı'na teşekkür ederim. Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2020-3449.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ahmad, F., Ahmad, I. ve Khan, M. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*, 163: 173–181.
- Bozkurt, D. 2016. Bor içeren ortamlarda prokaryotik çeşitliliğin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi (Basılmış).
- Çetinkaya Yıldız, R. ve Aysan, Y. 2014. Domates bakteriyel solgunluk hastalığının bitki büyüme düzenleyici kök bakterileri ile biyolojik mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5: 9-22.
- Esen, O. 2016. Endemik *Alyssum pinifolium* (Nyar) Dudley ve Dianthus ingoldbyi Turritil üzerine koruma biyolojisi çalışmaları. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Ghavami, N., Alikhani, H.A., Pourbabaei, A.A. ve Besharati, H. 2017. Mısır ve kanola bitkilerinin büyümesi ve demir içeriğine iki yeni siderofor üreten kök bakterilerinin etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Beslenme Dergisi*, 40(5): 736-746.
- Haas, D. ve Keel, C. 2003. Regulation of antibiotic production in root-colonizing *Pseudomonas* spp. and relevance for biological control of plant disease. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 41: 117–153.
- Kaya Özdoğan, D. 2020. Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Klindworth, A., Pruesse, E., Schweer, T., Peplies, J., Quast, C. ve Horn, M. 2013. Evaluation of general 16S ribosomal RNA gene PCR primers for classical and next-generation sequencing-based diversity studies. *Nucleic Acids Researches*, doi: 10.1093/nar/gks808.
- Küçük, Ç. 2019. Bitki probiyotik bakteriler: Bitkiler üzerindeki rolleri ve uygulamalar. *Int J. Life Sci. Biotechnol.*, 2(1): 1-15.
- Li, H.B., Singh, R.K., Singh, P., Song, Q., Xing, Y., Yang, L. ve Li, Y. 2017. Genetic diversity of nitrogen-fixing and plant growth promoting *Pseudomonas* species isolated from sugarcane rhizosphere. *Front. Microbiol.*, 8: 1268.

- Malik, D.K. ve Sindhu, S.S. 2011. Production of indole acetic acid by *Pseudomonas* sp. effect of coinoculation with *Mesorhizobium* sp. *Cicer* on nodulation and plant growth of chickpea (*Cicer arietinum*). *Physiol Mol Biol Plants*, 17(1): 25–32.
- Özaktan, H., Gül, A., Çakir, B., Yolageldi, L. ve Akköprü, A. 2015. Bakteriyel endofitlerin hıyar yetiştiriciliğinde biyogübre ve biyopestisit olarak kullanılma olanakları. Tubitak-COST 111O505 no'lu Proje kesin raporu.
- Özdal, M., Özdal, O.G., Sezen, A., Algur, O.F. ve Kurbanoglu, E.B. 2017. Continuous production of indole-3-acetic acid by immobilized cells of *Arthrobacter agilis*. 3. *Biotech*, 7: 23.
- Perez, E., Sulbaran, M., Ball, M.M. ve Yarzabal, L.A. 2007. Isolation and characterization of mineral phosphate-solubilizing bacteria naturally colonizing a limonitic crust in the south-eastern Venezuelan region. *Soil Biol. Biochem.*, 39: 2905–2914.
- Santi, C., Bogusz, D. ve Franche, C. 2013. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Ann. Bot.*, 111(5): 743-767.
- Shen, H., He, X., Liu, Y., Chen, Y., Tang, J. ve Guo, T. 2016. A complex inoculant of N₂-fixing, P- and K-solubilizing bacteria from a purple soil improves the growth of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) plantlets. *Front. Microbiol.*, 7: 841.
- Ulloa-Ogaz, A.L., Muñoz-Castellanos, L.N. ve Nevárez-Moorillón, G.V. 2015. Biocontrol of phytopathogens: antibiotic production as mechanism of control. The battle against microbial pathogens: basic science, *Technological advances and educational programs*, s. 305-309.
- Upadhyay, S.K., Singh, D.P. ve Saikia, R. 2009. Genetic diversity of plant growth promoting rhizobacteria isolated from rhizospheric soil of wheat under saline condition. *Curr. Microbiol.*, 59(5): 489-496.

Rasyonlara Farklı Doz Enzim (Grindazym Gp 5000) İlavesinin Broylelerin Besi ve Karkas Özellikleri Üzerine Etkisi

Ahmet AYDIN

Dicle Üniversitesi Diyarbakır Tarım M.Y.O. Bitkisel ve Hayvansal üretim Bölümü, Diyarbakır

Sorumlu yazar:ahaydin21@hotmail.com

Geliş Tarihi: 03.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.04.2022 Kabul Tarihi: 01.04.2022

Öz

Bu çalışmada mısır ağırlıklı broyle rasyonlarına enzim ilavesinin performans üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada 162 broyle civciv kullanılmıştır. 6 hafta süren denemede mısır ağırlıklı rasyonlara 0, 0.5 ve 1 kg / ton enzim (Ksilanaz: 12.000 IU , β -glukanaz : 5.000 IU ve Pektinaz :IU) ilaveli 3 farklı rasyon hayvanlara yedirilmiştir. Canlı ağırlık artışları tüm haftalarda (0-6. Hafta) istatistiki olarak önemsiz bulunmasına rağmen enzim dozu arttıkça nisbi bir artış gözlenmiştir. Yem tüketimleri ve yemden yararlanma bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuş ancak 1 kg/ton enzim ilavesi ile nisbi bir iyileşme görülmüştür.. Karkas özellikleri bakımından kanat ağırlığı hariç, rasyonlara 1 kg / ton enzim ilavesiyle ağırlıklar önemli ($P<0.05$) şekilde artmıştır. Rasyonlara 1 kg/ton enzim ilavesinin etkisi olumlu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mısır, Enzim, Broyleler, Performans

Affection Of Additional Different Dose Enzyme (Grindazym Gp 5000) To Rations On Feeding And Carcass Characteristics Of Broiler

Abstract

In this study, the effects of enzyme preparation (Xylanase: 12.000 IU, β -glukanase: 5.000 IU and Pectinase: 7 IU) added to broiler diets based maize on fattening performance were examined. In this study, 162 broiler chickens were used. Chickens were fed for 6 weeks on 3 different diets containing maize with enzyme preparations by 0, 0.5 and 1kg / tons. Although the body weight gains were found to be statistically insignificant in all weeks (weeks 0-6), a relative increase was observed as the enzyme dose increased. The differences between the groups in terms of feed consumption and feed efficiency were found to be insignificant, but a relative improvement was observed with the addition of 1 kg/ton enzyme...Carcass characteristics weights significantly increased ($P<0.05$) with addition 1 kg/ tons enzyme to the maize based ration except wings weights. The effect of addition 1 kg/ton enzyme to ration based maize was found positive.

Key words: Maize, Enzyme, Broiler, Performance.

Giriş

Tavukçuluk ürünleri, çağımızın önemli problemi olan yetersiz beslenme probleminin çözümünde yararlanılabilecek bol, hızlı ve ucuz olarak sağlanabilen besin kaynaklarıdır. Az sayıda insanın fazla miktarlarda hayvanın bakımını sağlayacak şekilde mekanize olabilen ve diğer hayvansal üretim kollarından daha hızlı paraya dönüşebilen tavukçuluk sektörünün hedefi et ve

yumurta şeklinde yüksek kaliteli protein kaynağı olarak zengin gıda maddelerinin üretilmesidir (Erensayın,1991; Kılıç, 1988; Özen, 1986; Akbay,1985; Lepley ve Doğan,1985; Khattak et al., 2006, İnci ve ark., 2014; Karakaya ve İnci, 2014; İnci ve ark., 2019). Bu çalışmada kullanılan Grindazym GP - 5000 isimli enzim bir multi enzim karışımı (Ksilanaz, β -glukanaz ve pektinaz) olup mantar fermentasyonundan elde edilmiştir. β -glukan, pentozan ve pektin ihtiva eden hammaddeleri

içeren rasyonlara ilavesi ile içerdiği β -glukanaz, pentozanas ve pektinaz yemlerdeki besinlerin sindirimini arttırır ve dolayısıyla sindirimi engellenen diğer besin maddelerinin de sindirimi artar. Viskozitenin düzelmesine yardımcı olarak temiz altlık oluşmasını sağlarlar. Ayrıca yemden yararlanma ve karkas kalitesini iyileştirirler (Anonymous, 1998). Son zamanlarda daha ekonomik rasyonlar hazırlayıp enzim ilavesiyle de hayvanlardan daha fazla canlı ağırlık elde edebilmek için pek çok araştırma yapılmıştır. Sukan ve ark.(1994), broyler civciv yemlerine % 0.5, 1 ve 2 enzim (α -amilaz: 1700 U/L ve Proteaz : 800 U/L) katmasıyla 6 haftalık periyod sonunda kesilme için alt limit kabul ettikleri 1500 g'lık canlı ağırlık limitini, kontrol grubundaki hayvanların ancak % 48'inin geçebildiğini, % 0.5 enzim preparatı katkılı yemle beslenen grupta ise bu oranın % 70'e ulaştığını bildirmektedirler. Canoğulları ve ark.(1999), mısır ağırlıklı rasyonlara % 0.1 amilaz, % 0.2 proteaz ve % 0.1 amilaz + % 0.2 proteaz enzimlerini ilave etmişler ve sırayla yemden yararlanma değerleri 2.11, 1.98, 2.04 ve 2.06 olarak bulmuşlardır. % 0.1 amilaz ilavesi yemden yararlanmayı önemli şekilde ($P<0.01$) arttırmıştır.

Öztürk ve Erener (1997)'in bildirdiklerine göre Francesh ve ark., % 50 mısır ağırlıklı rasyonlara 0, 20, 40 ve 60 ppm β -glukanaz enzimi ilavesiyle sırayla 87.7, 83.5, 83.2 ve 86.0 g /gün'lük yem tüketimi değerleri elde etmişlerdir. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olduğu

bildirilmiştir. Yavuz (1996), mısır ağırlıklı rasyonlara enzim (Proteaz, ksilanaz, amilaz) ilavesinin karkas randımanını önemli şekilde ($P<0.05$) arttırdığını bildirmiştir. Bu çalışma, rasyonlara farklı doz enzim (Grindazym Gp 5000) ilavesinin broylerin besi ve karkas özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini bir günlük 162 adet etçi Ross PM3 ırkı erkek ve dişi civcivler oluşturmuştur. Civcivler Ankara'da Mis-tav firmasından temin edilmiştir. Denemede kullanılan yem karmalarının hazırlanmasında kullanılan yem hammadeleri Van'dan, karmalarda kullanılan enzim preparatı ise İnterkim A.Ş.-İstanbul'dan temin edilmiştir. Yoğun yem karmaları Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü yem ünitesinde hazırlanmıştır. Denemede kullanılan yoğun yem karmalarının yapıları ve besin madde içerikleri Çizelge 3.1' de görülmektedir. Yoğun yem karmalarının hazırlanmasında besin maddeleri içeriği açısından NRC değerleri esas alınmıştır (Anonymous, 1987). Yoğun yem karmalarına giren yem hammadelerinin ham besin madde içerikleri Y.Y.Ü. Ziraat ve Veteriner Fakültesi laboratuvarlarında belirlendikten sonra bu değerler esas alınarak karmalar hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Yem Karmalarının Yapısı ve Besin Madde İçerikleri

| Yemler | I.Dönem (0-3.Hafta) | II.Dönem (3-6.Hafta) |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Mısır | 64.5 | 67.8 |
| SFK | 22.3 | 20.4 |
| Et Kemik Unu | 5.0 | 5.0 |
| Balık Unu | 6.0 | 3.5 |
| B. Yağ | 0.25 | 1.45 |
| Kireç Taşı | 0.8 | 0.8 |
| Tuz | 0.35 | 0.35 |
| Vitamin | 0.3 | 0.3 |
| Mineral | 0.1 | 0.1 |
| Metionin | 0.2 | 0.2 |
| Antioksidant | 0.1 | 0.1 |
| Antioksidial | 0.1 | - |
| TOPLAM | 100.00 | 100.00 |
| Ham Protein (%) | 21.99 | 20.02 |
| ME (KCal/kg) | 3001.00 | 3103.00 |
| Ca | 1.24 | 1.12 |
| P | 0.81 | 0.73 |
| Met + Sis | 0.92 | 0.75 |
| Lisin | 1.20 | 1.01 |

Çizelge 2. Denemede Kullanılan Yem Hammaddelerine Ait Analiz Sonuçları

| | Mısır | SFK | Et Kemik Unu | Balık Unu |
|-----------------|-------|-------|--------------|-----------|
| Ham Protein (%) | 9.5 | 47.05 | 40.64 | 55.59 |
| KM (%) | 90.13 | 89.75 | 95.90 | 89.42 |
| Ham Kül (%) | 1.21 | 0.95 | 44.11 | 18.71 |
| ME (KCal/kg)* | 3400 | 2300 | 2000 | 2880 |

*NRC değerleri esas alınmıştır

Haftalık ortalama canlı ağırlık artışları incelendiğinde (Çizelge 4), deneme boyunca gruplar arası farklılıkların istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesiyle, canlı ağırlık artışında bir fark görülmemiştir. 2, 4 ve 6. haftada istatistiki olarak önemsiz olsa dahi nisbi

olarak enzim ilavesi canlı ağırlık artışını olumlu etkilemiştir. 6. haftada 1 kg/ton enzim ilavesiyle canlı ağırlık artışı 365.47 g'dan 466.76 g'a yükselmiştir. Kümülatif olarak değerlendirildiğinde, enzim ilavesinin yine canlı ağırlık artışında nisbi olarak bir artış sağladığı görülmüştür.

Çizelge 3. Denemede Kullanılan Yem Karmalarına Ait Analiz Sonuçları

| Grup | HP (%) | KM (%) | HK (%) | HS (%) | HY (%) |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| M (Kontrol) (I.Dön) | 21.66 | 89.65 | 7.05 | 3.19 | 4.47 |
| M (Kontrol) (II. Dön) | 19.64 | 90.10 | 6.28 | 3.14 | 7.49 |

*Grindazym Gp 5000; 12000 IU ksilanaz, 5000 IU β-glukanaz ve 7 IU pektinaz

Deneme müddetince tespit edilen gruplara ait yem tüketimleri ile ilgili ortalama değerler Çizelge 5'te verilmiştir. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi, 1. haftadan 6. haftaya kadar yem tüketiminde bir farklılık meydana getirmemiştir.. Kümülatif olarak kontrol gruplarında yem tüketimi 3681g'dan 3624 g'a gerilemiştir. Gruplarda tespit edilen yemden yararlanma değerleri Çizelge 6.'te verilmiştir. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesinin yemden yararlanma üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Kümülatif olarak bakıldığında 1 kg/ton enzim ilavesiyle önemsiz de olsa hafif bir iyileşme görülmektedir.

Metot

Deneme Düzeni

Bu çalışma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümüne ait kümeste yürütülmüştür. Denemede aynı gün çıkışlı 162 adet Ross PM3 ırkı civciv kullanılmıştır. Civcivler 6 hafta süren deneme boyunca her grupta 18 adet olmak üzere toplam 9 gruba tesadüfi olarak dağıtılmıştır.

Deneme 3 doz (% 0, 0.5 ve 1) enzim* ilave edilerek 3 grup oluşturulmuş ve her grup 3 tekerrürden oluşmaktadır. Denemenin birinci döneminde (0-3. hafta) % 22 HP ve 3000 Kcal/kg ME, ikinci döneminde (3-6. hafta) % 20 HP ve 3100 Kcal/kg ME içeren rasyonlar hayvanlara yedirilmiştir. Deneme 42 gün (6 hafta) sürdürülmüştür.

Denemenin Yürütülmesi

Deneme boyunca her hafta aynı gün ve saatlerde hayvanlar tartılmak suretiyle haftalık canlı ağırlık artışları tespit edilmiştir. Yine haftalık olarak yapılan yem tartımları ile hayvanların yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları da belirlenmiştir.

Karkas Özellikleri

Deneme sonunda hayvanlar sulu kesim tekniği (A.Aydın,2013) ile kesilerek, karkas parçalara ayrılıp, karkas parçaları ve organlar tartılarak karkas özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca karkas ağırlığı kesimden önceki canlı ağırlığa bölünmesi ile randımanlar tespit edilmiştir. Karkas parçalanırken but, kanat, göğüs ve sırt olmak üzere 4 parçaya ayrılarak her parçanın ayrı ayrı tartımı yapılmıştır. Ayrıca karaciğer, kalp, taşlık ve abdominal yağ tartılarak değerlendirilmeye alınmıştır.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Sonuçların değerlendirilmesinde tesadüfi parseller faktöriyel deneme desenine göre Harvey paket programı (Harvey, 1987) kullanılmıştır.

Genel varyans analizinden sonra ana ve interaksiyon etkilerinin ikili karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi (Düzgüneş ve ark., 1987) 'nden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Mısır ağırlıklı broyler rasyonlarına enzim ilavesinin performans özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen bu araştırmada ele

alınan yem hammaddelerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de, yem karmalarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4. Besinin Çeşitli Dönemlerinde Tespit Edilen Gruplara Ait Haftalık Canlı Ağırlık Artışları, g

| | N | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta | 5. Hafta | 6. Hafta | 0-6.Hafta |
|--------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Genel | 162 | 89.96 | 206.34 | 321.97 | 413.25 | 443.87 | 419.24 | 1896.38 |
| Gruplararası | | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. |
| MO (Kont) | 54 | 87.98 | 195.30 | 323.49 | 405.85 | 471.23 | 365.47 | 1849.32 |
| M 0.5 | 54 | 86.75 | 199.12 | 298.53 | 393.27 | 467.55 | 449.89 | 1902.37 |
| M 1 | 54 | 88.65 | 204.54 | 318.53 | 449.51 | 438.24 | 466.76 | 1965.21 |

Çizelge 5. Grupların Haftalık Yem Tüketimleri, g

| Özellikler | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta | 5. Hafta | 6. Hafta | Kümülatif |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Genel | 133.10 | 328.40 | 496.99 | 739.59 | 908.03 | 1055.43 | 3666.41 |
| Gruplararası | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. | Ö.S. |
| MO (Kont) | 132.80 | 319.70 | 527.67 | 778.90 | 919.83 | 1003.00 | 3681.91 |
| M 0.5 | 129.17 | 339.10 | 491.00 | 778.17 | 921.13 | 1099.43 | 3758.07 |
| M 1 | 137.33 | 318.07 | 483.87 | 764.57 | 876.93 | 1043.27 | 3624.03 |

Çizelge 6. Gruplarda Tespit Edilen Yemden Yararlanma Değerleri

| Özellikler | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta | 5. Hafta | 6. Hafta | Kümülatif |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 1.53 | 1.59 | 1.54 | 1.79 | 2.05 | 2.52 | 1.93 |
| Gruplararası | | | | | | | |
| MO (Kont) | 1.51 | 1.64 | 1.63 | 1.92 | 1.95 | 2.74 | 1.99 |
| M 0.5 | 1.49 | 1.70 | 1.64 | 1.98 | 1.97 | 2.44 | 1.98 |
| M 1 | 1.55 | 1.56 | 1.52 | 1.70 | 2.00 | 2.24 | 1.84 |

Grupların karkas özellikleri Çizelge 7 ve 8.'de görülmektedir. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi (1 kg/ton) karkas ağırlığını önemli derecede ($P<0.05$) arttırmıştır.

Mısır ağırlıklı kontrol grubu rasyonlarına enzim ilavesi karkas randımanını arttırmıştır. Karkas randımanları % 67.43, 69.11 ve 73.05 bulunmuştur.

Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi but, sırt ve göğüs ağırlıklarını önemli ($P<0.05$) derecede arttırmıştır. Kanat ağırlığında ise bir değişiklik yapmamıştır

Taşlık, ciğer ve abdominal yağ ağırlığı 1 kg/ton enzim ilavesiyle önemli ($P<0.05$) derecede artmıştır.

Çizelge 7. Grupların Karkas Özellikleri

| Özellikler | | Karkas Ağ. (g) | Randıman (%) | But Ağ. (g) | Göğüs Ağ. (g) | Sırt Ağ. (g) |
|--------------|-----|----------------|--------------|-------------|---------------|--------------|
| Genel | N | 1345.01 | 69.57 | 383.10 | 403.96 | 310.711 |
| Gruplararası | 270 | * | Ö.S. | * | * | * |
| MO (Kont) | 18 | 1272.67c | 67.43 | 364.44c | 397.11cb | 282.33 c |
| M 0.5 | 18 | 1339.78bc | 69.11 | 385.78bc | 385.89cb | 309.22 ab |
| M 1 | 18 | 1462.33a | 73.05 | 411.11a | 465.33a | 331.44 ba |

** : P<0.01, * : P<0.05, a, b, c: Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

Çizelge 8. Grupların Karkas Özellikleri (Devam)

| Özellikler | | Kanat Ağ. (g) | Taşlık | Çiğer | Ab. Yağ. Ağ. |
|--------------|-----|---------------|--------|--------|--------------|
| Genel | N | 159.56 | 37.57 | 44.02 | 30.54 |
| Gruplararası | 270 | Ö.S. | * | * | * |
| MO (Kont) | 18 | 151.57 | 36.11b | 41.67b | 22.78 b |
| M 0.5 | 18 | 161.44 | 34.44b | 40.89b | 28.56 b |
| M 1 | 18 | 167.56 | 43.22a | 53.56a | 37.78 a |

** : P<0.01, * : P<0.05, a, b, c, d, e, f: Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

Tartışma

Mısır ağırlıklı broyler rasyonlarına enzim ilavesinin performans özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen bu çalışmada ele alınan yem maddelerine ait analiz sonuçlarına göre deneme boyunca haftalık ortalama canlı ağırlık artışları bakımından gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olsa dahi nisbi olarak enzim ilavesi canlı ağırlık artışını olumlu etkilemiştir. Öztürk (2017) enzim ilavesiyle istatistiki olarak fark bulamadığı sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlarla uyumludur. 6. haftada 1 kg/ton enzim ilavesiyle canlı ağırlık artışı 365.47 g'dan 466.76 g'a yükselmiştir. Yavuz (1996)'un elde ettiği sonuçlarla tam bir uyum söz konusudur. Enzimin etkisiyle meydana gelen bu artışın nedeni, mısır ağırlıklı rasyonlarla beslenen broylerlerin ince bağırsağının ileum kısmındaki içerikte yapılan mikroskobik incelemelerde büyük boyutlu mısır endosperm partiküllerinin bulunduğunu, bu durumun mısır nişastasının yağ ve proteininin tam olarak sindirilemediğini, enzimlerin etkisiyle de sindirilemeyen fakat dışkıya bağlı sindirilebilirlik denemelerinde tespit edilemeyen sindirilmemiş nişasta kısmının sindirilmesinin sağlandığı şeklinde Graham tarafından açıklanmış olduğu yine Yavuz (1996) tarafından bildirilmektedir. Kutlu ve ark. (1995), mısır ve soyaya dayalı rasyonlara enzim ilavesiyle elde ettikleri sonuçlar bu çalışmayı

desteklemektedir. Miles ve ark. (1996), mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesinin canlı ağırlığı hafifçe arttırdığını bildirmekte ve sonuçlar bu çalışmayı desteklemektedir. Supiç ve ark. (1995), mısır ağırlıklı rasyonlara 300 g/ton enzim katılmasıyla 42. günde canlı ağırlık artışındaki farklılığın önemsiz olduğunu bildirmektedirler. Sonuçlar bu çalışmayla uyum içerisindedir. Çiftçi ve Ceylan (1999)'ın bildirdiklerine göre Waytt ve ark., Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesiyle 2871 ve 2846 g'lık değerler elde etmişlerdir. Farklılıklar istatistiki olarak önemsiz olup bu çalışmadaki sonuçlarla benzerdir. Canoğulları ve ark. (1999), Mısır ağırlıklı rasyonlara α -amilaz ilavesiyle benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi, 1. haftadan 6. haftaya kadar yem tüketiminde bir farklılık meydana getirmemiştir. Canoğulları ve ark. (1999), benzer sonuç bulmuşlardır. Yavuz (1996), Miles ve ark.(1996), Supiç ve ark. (1995), Çiftçi ve Ceylan (1999), Öztürk (2017), mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesinin yem tüketimi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmekte ve bu çalışmadaki sonuçları desteklemektedirler. Antibesinsel faktörlerin mısır danesinin yapısında diğer tahıllara nazaran çok az olması sebebiyle enzimin etkisinin önemsiz olduğu bildirilmektedir (Çiftçi ve Ceylan, 1999). Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesinin yemden yararlanma üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Kümülatif olarak bakıldığında 1 kg/ton enzim ilavesiyle önemsiz de olsa hafif bir iyileşme görülmektedir. Yavuz (1996), Çiftçi ve Ceylan (1999), Kutlu ve ark., (1995), Canoğulları ve ark. (1999), Supiç ve ark. (1995), Miles ve ark. (1996), Öztürk (2017) buldukları sonuçlar bu çalışmayı tam olarak desteklemektedir. Çiftçi ve Ceylan (1999) enzimlerin başta nişasta, protein amino asit, yağ ve enerjinin sindirilebilirliğini arttırarak yemden yararlanmayı olumlu yönde etkiledikleri sonucuna varmışlardır. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi (1 kg/ton) karkas ağırlığını önemli derecede ($P<0.05$) arttırmıştır. Kontrol grubunda karkas ağırlığı 1272.67 g iken M1 (% 60 mısır + 1 kg/ton enzim) grubunda 1462.33 g olarak bulunmuştur. Yavuz (1996), 1281 ve 1342 g'lık sonuçlar elde etmiş olup farklılıklar önemli ($P<0.05$)'dir. Bu artış mısır ve soya ağırlıklı broyler yemlerinin karkas randımanını arttırdığı şeklinde yorumlanmış olup sonuçlar bu çalışmayı desteklemektedir. Mısır ağırlıklı kontrol grubu rasyonlarına enzim ilavesi karkas randımanını arttırmıştır. Karkas randımanları % 67.43, 69.11 ve 73.05 bulunmuştur. Çiftçi ve Ceylan (1999), % 67.7 ve % 68.3'lük randımanlar elde etmişlerdir. Bu çalışmada enzim ilavesiyle daha yüksek randımanlar elde edilmiştir. Yavuz (1996), % 73.5 ve % 74.3'lük randımanlar elde etmiştir. 1 kg/ton ile elde edilen % 73.05'lik değer Yavuz (1996)'ın elde ettiği değerlere yakındır. Mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesi but, sırt ve göğüs ağırlıklarını önemli ($P<0.05$) derecede arttırmıştır. Kanat ağırlığında ise bir değişiklik yapmamıştır. Canoğulları ve ark. (1999) enzim ilavesinin göğüs ağırlığını önemli şekilde arttırdığını, but, kanat ve sırt ağırlığında bir değişiklik yapmadığını tespit etmişlerdir. Göğüs ve kanat ağırlığı yönünden bulunan sonuçlar bu çalışmadaki sonuçları desteklemektedir. Taşlık, ciğer ve abdominal yağ ağırlığı 1 kg/ton enzim ilavesiyle önemli ($P<0.05$) derecede artmıştır. Çiftçi ve Ceylan (1999) enzim ilavesinin abdominal yağ üzerine etkisini önemli ($P<0.05$) bulurken Canoğulları ve ark. (1999), ise önemsiz bulmuşlardır.

Sonuç olarak; mısır ağırlıklı rasyonlara enzim ilavesiyle en ucuz rasyonlar hazırlanabilmektedir. Enzimlerin etkisinin tam olarak anlaşılabilmesi için ülkemizde yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

Akbay, R.,1985. Bilimsel Tavukçuluk. Yukarı Ayrancı, Hoşdere Cad. 23/17 Ankara
Aydın, A. 2013. Kanatlı Kesimi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner

Fakültesi, Besin Gıda Hijyeni Ve Teknolojisi Bölümü

- Anonymous, 1987. Kümes Kanatlılarının Besin Maddeleri Gereksinimleri. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Bölümü (National Academy Of Sciences, Washington'dan Tercüme).
- Anonymous, 1998. Grindazym Feed Enzyme. General Description. Danisco Ingredients. Edwin Rahrs Vej 38 Dk 8220 Brabrand, Denmark.
- Canoğulları, S., Okan, F., Ayaşan, T., 1999. Etlik Piliç Karma Yemlerine α -Amilaz Ve Proteaz Katkısının Performansa Ve Karkas Özelliklerine Etkileri. Yutav, Uluslararası Tavukçuluk Konferansı Bildiri Kitabı, 505-514.
- Çiftçi, İ., Yenice., E., Gökçeyrek, D., Öztürk. E., 1999. Arpa Ve Buğday İçeren Tavuk Yemlerinde Enzim Kullanımı. Çiftlik Dergisi, Sayı : 180 Sh: 87-97.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları Iı). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. 1021, Ankara..
- Erensayın, C., 1991. Bilimsel - Teknik - Pratik Tavukçuluk. Cilt 1., Ankara.
- Harvey, W.R., 1987. Instruction Use Of Lsmlmn. Ohio State Univ. Ohio - Usa.
- İnci, H. , Karakaya, E. , Şengül, T., Söğüt, B. 2014. Bingöl İlinde Kanatlı Eti Tüketiminin Yapısı . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 1 (1) , 17-24 . Retrieved from
- İnci, H., Karakaya, E. 2019. Bingöl ilindeki etlik piliç işletmelerinin teknik özellikleri . Akademik Ziraat Dergisi , 8 (2) , 265-274 . DOI: 10.29278/azd.534484
- Karakaya, E., İnci, H. 2014. Bingöl İli Merkez İlçesi Hane Halkının Kanatlı Eti Tüketim Tercihleri . Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 28 (1) , 53-64.
- Khattak, F.M., Pasha, T.N., Hayat, Z.and Mahmut, A., 2006. Enzymes in Poultry Nutrition. J. Anim. Pl. Sci. 16 (1-2).
- Kılıç, A., 1988. Yemler Ve Hayvan Besleme. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. 89, İzmir.
- Kutlu, H.R., Demir, E., Görgülü, M., Öztürkcan, O., 1995. Mısır Ve Soyaya Dayalı Rasyonlara Enzim Ve Su İlavesinin Etlik Civcivlerin Performansı Üzerine Etkileri. Yutav, Uluslararası Tavukçuluk Kongresi Bildiri Kitabı, 503-510.
- Lepley, C.K., Doğan, K., 1985. Tavuk Rasyonlarının Hazırlanması. Ankara Üniv. Basımevi. Ankara
- Miles, R.D., Brown, R.B., Comer, C.W., Oelfke, E., 1996. Influence Of An Enzyme And An

- Antibiotic An Broile Performance. Journal Of Applied Animal Research 9 (2), 105-117.
- Özen, N., 1986. Tavukçuluk. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yay. 11, Samsun.
- Ozturk, E., 2017. Performance of broilers fed with different levels of sunflower meal supplemented with or without enzymes. Indian J. Anim. Res., 51 (3) 2017 : 495-500
- Öztürk, E., Erener, G., 1997. Etlik Piliç Rasyonlarına Enzim İlavesinin Performansa Etkileri. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Kongresi 9-11 Ocak Tekirdağ, 324-331.
- Sukan, S., Erkek, R., Baysal, G.Ö., 1994. Cıvıv Yemi Katkı Maddesi Olarak Farklı Konsantrasyonlarda Enzim Ve Zeolit Kullanımı. Tr. J. Of Agriculture And Forestry 18: 141-144.
- Supic, B., Savck, S., Milosevic, N., 1995. Use Of Enzyme Preparations “Bio-Feed Alfa” And “Bio-Feed Plus” İn Feeding Fattening Chickens. Nut. Abs. And Rev. (B) Vol 67, No : 6, 440.
- Yavuz, H.M., 1996. Mısır Ve Soyaya Dayalı Rasyonlara Enzim Katılmasının Etlik Piliçlerde Canlı Ağırlık Artışı Yemden Yararlanma Ve Karkas Randımanına Etkileri. U.Ü. Vet. Fak. Dergisi, Sayı 1-2-3, Cilt 15, 177-184.
- Yu, B., Hsu, J.C., Chiou, P.W.S., 1998. Effects Of β -Glucanase Supplementation Of Barley Diets On Growth Performance Of Broilers. Anim. Feed. Sci. Tech. 70: 353-361.

Spatial Noise Modeling in a Dairy Farm

Ünal KIZIL^{1*}, Sefa AKSU², Ahmet Cumhuri KINACI³, Ertuğrul BİLGÜCÜ⁴, Songül ŞENTÜRK LÜ⁵

¹Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

²Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

³Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

⁴Department of Food Processing, Biga Vocational School, Çanakkale Onsekiz Mart University, Biga, Çanakkale, Turkey

⁵Department of Crop and Livestock Production, Biga Vocational School, Çanakkale Onsekiz Mart University, Biga, Çanakkale, Turkey

*Sorumlu Yazar: unal@comu.edu.tr

Received: 06.03.2022 Received in revised: 28.03.2022 Accepted: 28.03.2022

Abstract

A prototype sound monitoring and evaluation system was used to measure the noise level in a medium-sized dairy farm. In addition, the distribution of noise from the barn was also modeled in order to determine how much the barn, where only the animals, mechanical tools and working workers in the barn were the sound source, affect the neighboring farms in terms of sound intensity. Considering that the intensity of the sound fluctuates based on the activities during the day, the equal noise level (L_{eq}), which is a cumulative indicator, was used. The data recorded by 7 sensors placed inside the barn. The results were modeled for day and night conditions in CadnaA software, and the distribution of L_{eq} values both inside and outside the barn was modeled numerically and visually. Since all sound sources were inside the barn, the sensors only recorded the inside conditions. As a result of the modeling study, L_{eq} levels in the barn were determined by averaging the values of 7 sensors. Accordingly, the L_{eq} values for day and night in the barn were calculated as 69.0 and 64.2 dB, respectively. It was determined that these values were considerably lower than the maximum allowable values for dairy cattle. In addition, the spatial distribution modeling of the sound emitted from this farm has shown that it is at levels that do not cause disturbance for the neighboring farms.

Key words: Dairy housing, noise monitoring, environmental quality, equivalent noise level

Bir Süt Sığırı İşletmesinde Mekansal Gürültü Modellemesi

Özet

Bir prototip ses izleme ve değerlendirme sistemi orta ölçekli bir süt sığırı ahırındaki gürültü seviyesini ölçmek için kullanıldı. Ayrıca ses kaynağı olarak sadece barınaktaki hayvanlar, mekanik aletler ve çalışan işçilerin söz konusu olduğu ortya konmuştur. Bu durumun ahırın komşu işletmeleri ses şiddeti anlamında ne derece etkilediğini belirlemek için gürültünün barınaktan yayılma durumu da modellenmiştir. Sesin şiddetinin gün içindeki aktivitelere göre dalgalanmalar gösterdiği dikkate alınarak kümülatif bir gösterge olan eşit gürültü seviyesi (L_{eq}) kullanıldı. Barınak içine yerleştirilmiş 7 adet sensörün kaydettiği veriler CadnaA yazılımında gündüz ve gece koşulları için ayrı ayrı modellenerek hem barınak içinde hem de barınak dışında L_{eq} değerlerinin dağılımı sayısal ve görsel olarak modellendi. Bütün ses kaynakları barınak içinde olduğu için sesansörler sadece barınak içindeki sesleri kaydetmişlerdir. Yapılan modelleme çalışması sonucunda barınak içindeki L_{eq} seviyeleri 7 sensörün değerlerinin ortalaması alınarak belirlendi. Buna göre barınak içinde gündüz ve gece için L_{eq} değerleri

sırasıyla 69.0 ve 64.2 dB olarak hesaplandı. Söz konusu bu değerlerin süt sığırları için müsaade edilebilir maksimum değerlerden oldukça düşük olduğu belirlendi. Ayrıca, bu işletmeden yayılan sesin mekânsal dağılım modellemesi, komşu işletmeler için de rahatsızlık oluşturmayacak seviyelerde olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahır, gürültü izleme, çevresel kalite, eşdeğer gürültü seviyesi

Introduction

There has been a great deal of study in detecting effects of environmental stress factors that may cause serious problems on livestock animals. If these effects are not detected correctly and in a timely manner, overall performance of the operation may be affected. Noise pollution, which is one of the environmental stress factors, negatively affects health of both workers and other livestock (Girgin and Kılıç, 2020). Noise is defined as unwanted sounds emitted from a source in our environment (Slabbekoorn, 2019). Sounds emitted by many sources such as highways, railways, construction machinery in different decibels mix and create noise (Goines and Hagler, 2007).

The monitoring of animal behavior also has an important role in determining the conditions that cause stress on the animal. It is known that adverse environmental conditions affect animal health and productivity. For this reason, in dairy cattle breeding, practices that will minimize the stress on the animal have gained priority and studies on animal behavior have been guiding (Bilgili, 2009).

Studies reported that livestock animals show different reactions against noise such as startle, freeze or move away from the sound source when sound intensities exceed 90 decibel (dB). It is also reported that farm animals are comfortable below 90 db (Bond et al., 1963; Ames and Arehart, 1972; Espmark et al., 1974; Ames, 1978). Even though the allowable sound intensity within the barn is reported to be 85 dB, it may be as high as 106.8 dB. Background noise level of 72 dB is reported caused by animal and/or labor activities within the barn (Anonymous, 2006).

With the development of technology, problems related to sound can be evaluated more realistically by using noise maps and three-dimensional models. In this way, it has now become possible to predict noise pollution by assessing different scenarios (Harris et al., 2000; Probst and Huber, 2000; Bayraktar and Mutlu,

2021). In noise mapping noise is distributed numerically over a map that allows visual demonstration depending on the noise sources (Probst and Huber, 2003).

In this study, it is aimed to use a software program to visualize the spatial sound distribution both inside and outside of a small-scale dairy farm.

Material and Method

Experimental barn and sensor setup

The prototype device was developed in the Digital Agricultural Laboratory in Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation. The design and calibration procedure of the sound monitoring system is given by Kızıl et al. (2022). The prototype device employs 7 microphones collecting sound data and sending intensities to a web-based database for further analysis using the sound modelling software. The device uses a GSM module to communicate with the database. The database system was selected based on the bandwidth requirements and easiness of data transmission as far as the data format is concerned. Therefore, PHP open source data management system associated with MySQL was used.

The sound recording device was installed in the 80-head Simmental dairy barn located in Çanakkale Province, Biga District, Çınarköprü Village, Turkey (Figure 1). The study was carried out in 2021 and 8-month sound data was recorded. Since there was no major activities (heavy traffic, factory, school, etc.) around the farm, animals and labor activities within the barn were considered to be the only sound source in the study.

Data recorded from 06:00 to 18:00 was considered as daytime data, and data from 18:00 to 24:00 was considered as night data. Since there was almost no activity between 24:00 and 06:00 data obtained during this time was not considered.

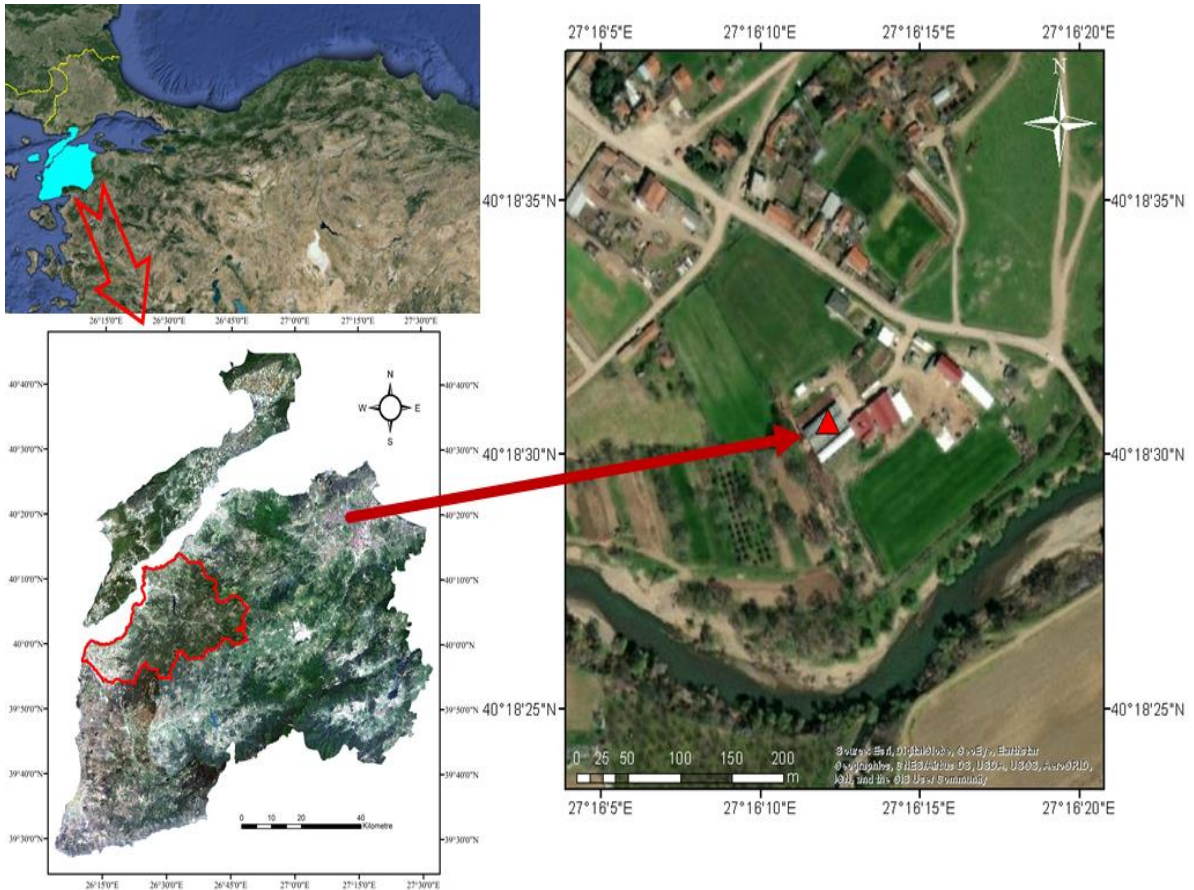


Figure 1. Study area

This farm was a good representation of the majority of the dairy operations in the area with an

average daily milk yield of 20 lt. The barn has dimensions of 15 × 30 m. The installation plan of the sensors is shown in Figure 2.

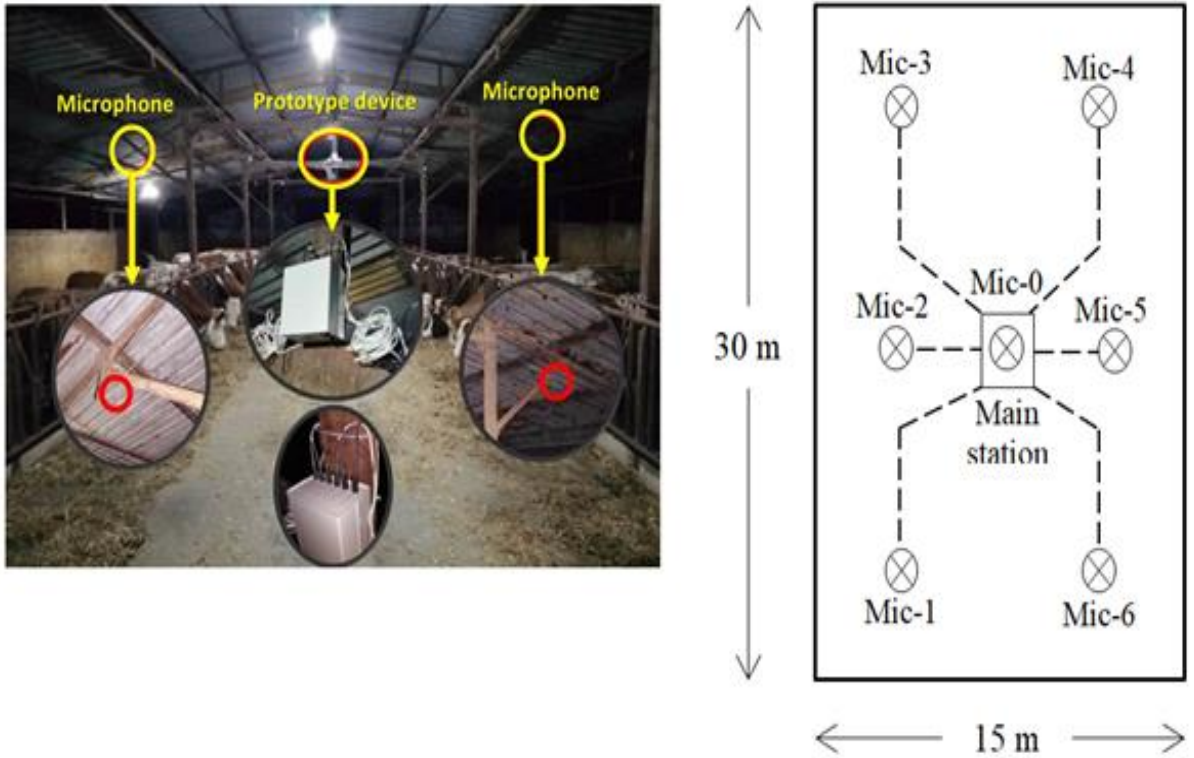


Figure 2. Microphone installation plan

Noise mapping

In order to visualize the spatial distribution and numerical changes over the project area CadnaA (Computer Aided Noise Abatement, DataKustik, 2010) software was used. CadnaA is a program that produces realistic prediction maps with two or three-dimensional models using different algorithms according to the type of data source (CadnaA, 2010). This software can calculate the equivalent noise level (L_{eq}) using the sound data obtained in a certain time period. Equivalent noise level is another noise scale in dB which explains the average energy value that is created by the sound pressures observed within a given period of time. In order to estimate the overall effect of sound energy this scale was preferred since the daily noise level varies during the measurement period (Behar, 1975). Another definition is that the L_{eq} is a noise scale in dB that gives the average value of sound energy or sound pressures over a given period of time (ISO, 1996). The software employs the following equation (1) to estimate the equivalent noise level (L_{eq}).

$$L_{eq} = 10 \times \log \left[\frac{1}{T} \times \sum_i^n t_i \times 10^{\frac{L_i}{10}} \right] \quad (\text{Eq. 1})$$

where T: Total time in hours; Li: Sound intensity level in dB; ti: part-time in hours.

Continuous sound intensity levels were calculated for each sensor separately. Also, calculated results were used to visualize the noise levels within the study area in CadnaA.

Results and Discussion

In order to demonstrate the environmental effect of the sound emitted from the barn the obtained data were modeled. The sources of

recorded 8-month data consist of animals, work machines and the employees. There were no busy roads, settlements or other sources that may cause noise in the vicinity of the barn. Therefore, modeling was done using only recorded dataset in CadnaA software. In the L_{eq} modeling, the data was divided into day and night (Bayraktar and Mutlu, 2021).

Several researchers suggested the allowable sound intensity in dairy barns should be between 85 and 90 dB (Bond et al., 1963; Ames and Arehart, 1972; Espmark et al., 1974; Ames, 1978). Kızıl et al. (2022) reported that even though recorded sound data in a dairy barn exceeds these suggested values it does not last for longer time periods. The major source of higher sound levels were animals, work machines or labor that last only for seconds. That means instead of considering instant higher values it is better to observe cumulative sound level value which is L_{eq} . When the L_{eq} values were considered, it was seen that these values for day and night in the barn are considerably lower than these suggested values of 85-90 dB. The L_{eq} values of each sensor inside the barn are given in Figure 3.

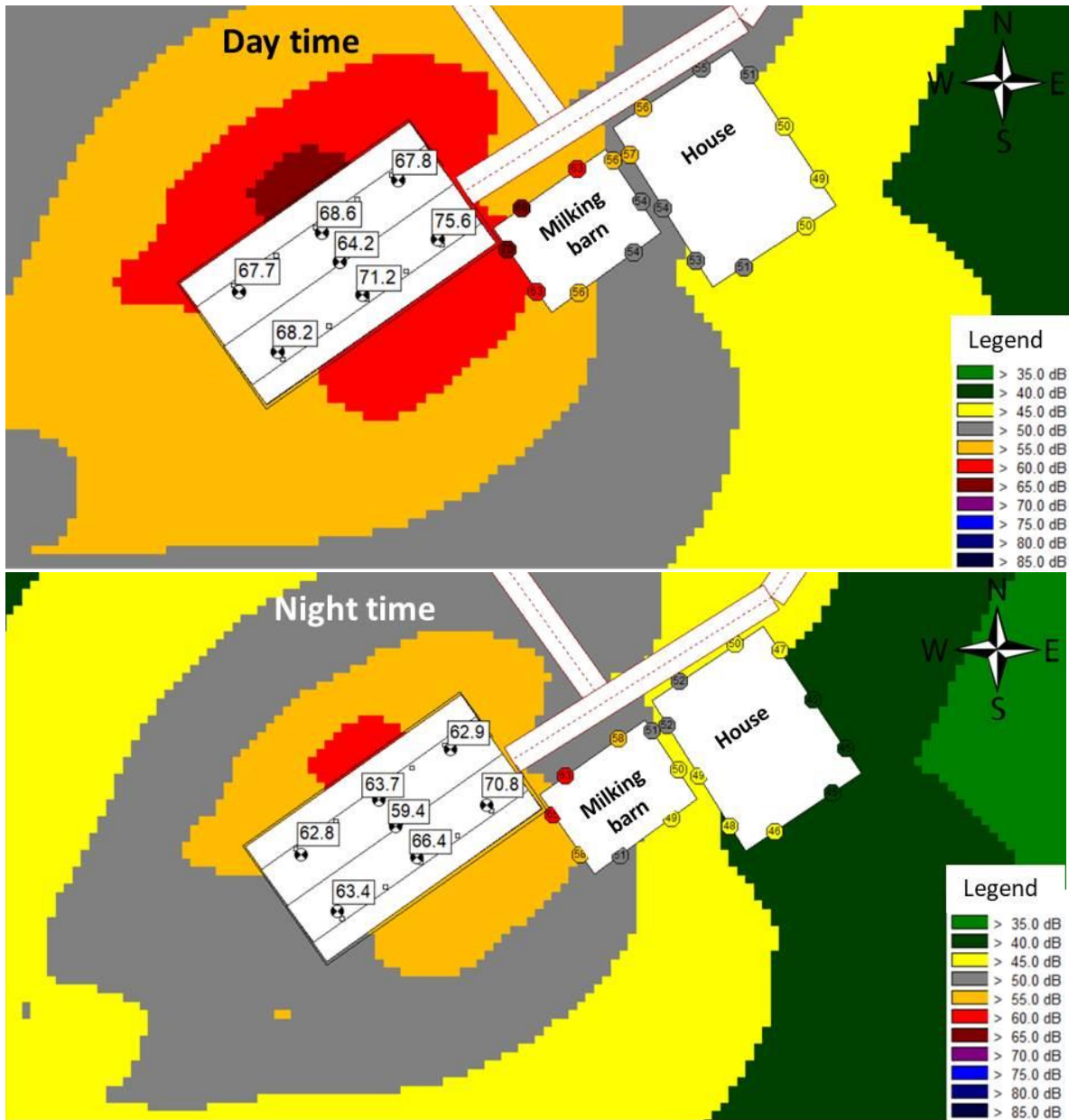


Figure 3. Equivalent noise levels for day and night within the barn

Anonymous (2006) stated that the background and highest sound intensities in dairy barns could be 72 and 106 dB, respectively. In this study average day and night L_{eqS} of seven sensors were found to be 69.0 and 64.2 dB, respectively (Table 1). These results are also compatible with the literature and also show that vocal environmental conditions within the barn are suitable for dairy cattles.

The CadnaA software was also used to model sound L_{eqS} around the operation. It was aimed to determine if continues L_{eqS} may affect the workers and/or neighboring operations. The safe level of L_{eq} for human is reported to be 70 dB (WHO, 2000). On the other hand the highest L_{eq} values obtained outside the barn modeled as 65 and 60 dB for day and night recordings, respectively. As the distance from the barn increases L_{eqS} decreases way below to acceptable limits (Figure 4).

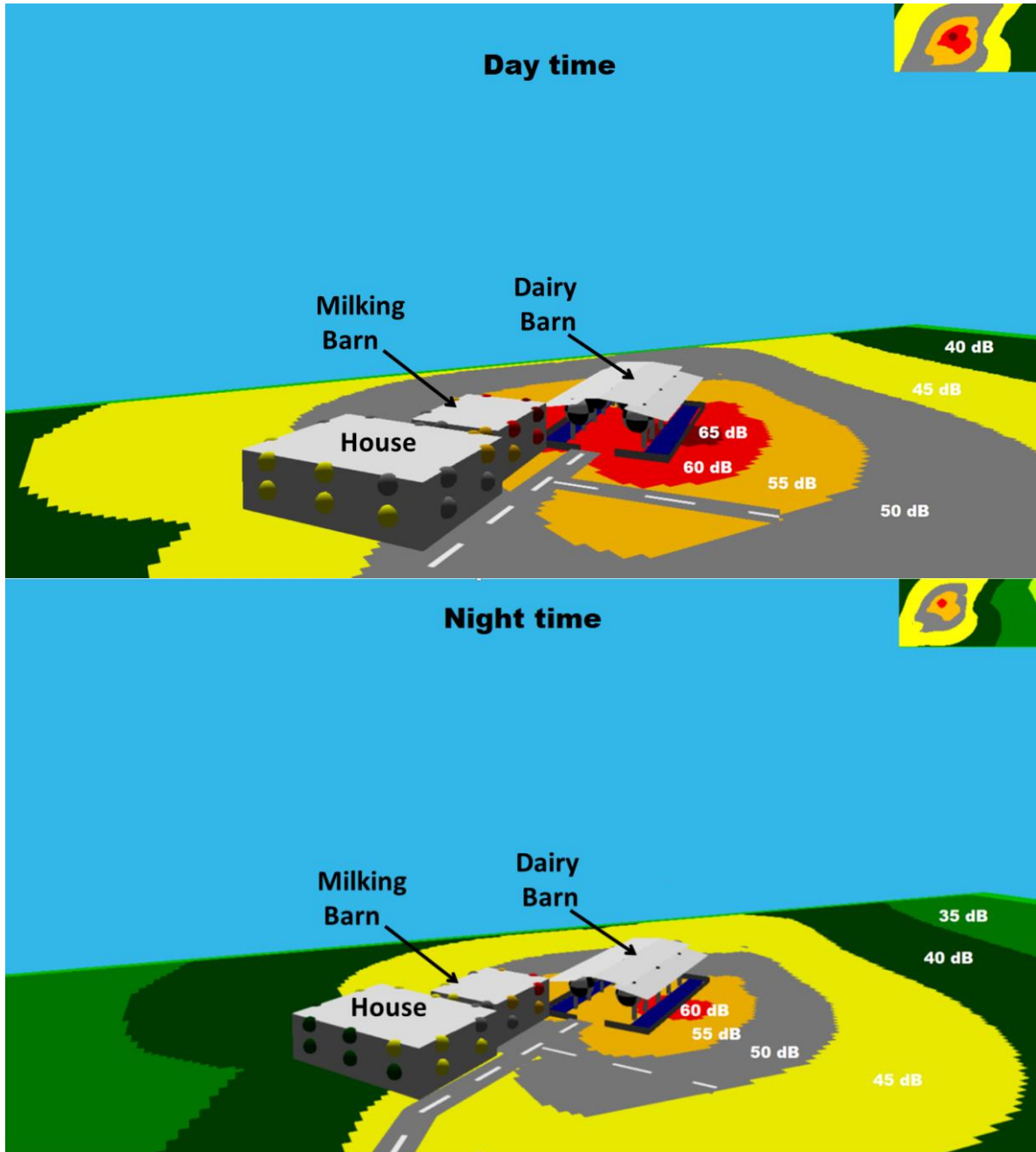


Figure 4. Equivalent noise levels for day and night around the barn

Conclusions

Continuous monitoring and evaluation of environmental conditions in livestock farms is highly critical to maintain a sustainable production. With the developments in sensor and data management technologies it has become more practical and economical to measure and evaluate the environmental stressors and take necessary actions. A prototype sound data collection device along with data management unit not only provided a tool to monitor noise conditions it also helped evaluate the overall noise levels within and outside the barn. The modeling results showed that this particular farm maintains the limits of

noise exposure for both animals and labors. It is also modelled that this farm is not a disturbing source of noise for neighboring operations. The results indicated that such monitoring system works well on monitoring the noise in real time and for certain period of time. The future work includes integrating the system with a camera for visual monitoring as well.

Acknowledgements: This work was supported by the Çanakkale Onsekiz Mart University, Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) [Grant number FBA-2019-3080]. We would like to thank

Ömer Mert Bayraktar for helping us in the analysis of sound data.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Ames, D.R. 1978. Physiological responses to auditory stimuli. Pages 23-45 in J.L. Fletcher and R.G. Busnel, eds. Effects of noise on wildlife. Academic Press, New York.
- Ames, D.R., Arehart, L.A. 1972. Physiological response of lambs to auditory stimuli. *J. Anim. Sci.*, 34, 994 – 998.
- Anonymous 2006. The Act No. 148/2006 Coll., On Health Protection from the Adverse Effects of Noise and Vibration.
- Bayraktar, Ö.M., Mutlu, A. 2021. Balıkesir Üniversitesi kampüsüne ait gürültü seviyelerinin Cadnaa ile modellenmesi. *Uludağ Uni. J. of The Fac. of Eng.*, 26(3), 813–828.
- Behar, A. 1975. Accuracy in the measurement of sound levels “in situ” with sound level meters. *Appl. Acous.*, 8,67-69.
- Bilgili, M.U. 2009. Süt sığırlarında refah. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD. Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Bond, J., Winchester, C.F., Campbell, L.E., Webb J.C. 1963. Effects of loud sounds on the physiology and behavior of swine. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service Technical Bulletin No. 1280.
- CadnaA 2010. CadnaA user guide. State-of-The-Art Noise Prediction Software, Version 3.8
- Espmark, Y., Falt, L., Falt, B. 1974. Behavioral responses in cattle and sheep exposed to sonic booms and low-altitude subsonic flight noise. *Vet. Rec.*, 94(6), 106– 113.
- Girgin, Ç., Kılıç, İ. 2020. Noise problem and effects in poultry. *Int. J. Biosystems Eng*, 1(1), 47-54.
- Goines, L., Hagler, L. 2007. Noise pollution: a modern plague. *South Med J.*, 100(3), 287-294.
- Harris, R.A, Cohn L.F., Knudson, S. 2000. Evaluation of the federal highway administration’s traffic noise model. *J. Transp. Eng.-Asce*, 126(6), 513-520. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2000)126:6(513)
- ISO 1996. Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors. International Standard ISO 9613-2.
- Kızıl, Ü., Aksu, S., Kınacı, A.C., Bilgücü, E., Şentürklü, S. 2022. A sound-based monitoring and evaluation system for small-scale dairy operations. *J. Adv. Res. Nat. App. Sci* (Under review)
- Probst, W., Huber, B. 2000. Calculation and assessment of traffic noise exposure. *J. Sound Vib.*, 34(7), 16-20.
- Probst, W., Huber, B. 2003. The sound power level of cities. *J. Sound Vib.*, 37(5), 14-17.
- Slabbekoorn, H. 2019. Noise pollution. *Curr. Biol.*, 29(19),R957-R960.

İzmir İli Koşullarında Bahçeli Bir Sitenin Yağmur Suyu Hasadı Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Handan ÇAKAR

Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, İzmir

Sorumlu Yazar: handan.cakar@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.03.2022 Kabul Tarihi: 15.03.2022

Öz

Küresel ısınma nedeniyle oluşan sıcaklık artışları ve yağışlardaki dengesizlik kuraklık konusunu ve dolayısıyla su sorununu gündeme getirmektedir. Suya olan talebin her geçen gün artmasıyla birlikte, su kaynaklarına olan baskı da artmaktadır. Su tasarrufuna ciddi bir şekilde ihtiyaç duyduğumuz günümüzde, doğal ve kısıtlı olan su kaynaklarının insanlar tarafından bilinçli bir şekilde kullanılması, kaynakların sürdürülebilir bir biçimde yönetilebilmesi ile mümkün olmaktadır. Sürdürülebilir su kullanımı çerçevesinde, suyun çevre ile uyumlu olacak şekilde tek bir damlasının bile israf edilmeden etkin kullanımının sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada yağmur suyu hasadına dair bilgiler verilmiş, araştırma alanındaki çatılardan toplanması düşünülen yağmur suyunun konut dışı su gereksiniminin karşılanmasındaki kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Bu doğrultuda, araştırma alanındaki çatı alanları hesaplanmış, İzmir ili yıllık ortalama yağış miktarı verileri kullanılarak, araştırma alanındaki çatılardan elde edilecek yıllık yağmur suyu verimi hesaplanmıştır. Site içerisinde bulunan yeşil alan miktarı ve bu alanların su gereksinimleriyle birlikte site temizliği için gereken su miktarı da hesaplanarak, toplanacak yağmur suyunun gereksinimleri karşılamaya yönelik potansiyeli belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, yağmur suyu hasadı, yeşil alan.

Evaluation of Rainwater Harvest Potential of a Site With Garden Area in İzmir Province Conditions

Abstract

The increase in temperature and the imbalance in precipitation due to global warming bring up the issue of drought and thus the water problem. With the increasing demand for water, the pressure on water resources is also increasing. In today's world where we seriously need water saving, the conscious use of water, which is a natural and limited resource, by people is possible with the sustainable management of water resources. Within the framework of sustainable water use, it is of great importance to ensure that even a single drop of water is used effectively in harmony with the environment without wasting it. In this study, some information on rainwater harvesting was given, and the potential for use of rainwater to be collected from roofs in the research area in meeting non-residential water needs was investigated. In this direction, the roof areas in the research area were calculated, and the annual rainwater yield to be obtained from the roofs in the research area was calculated by using the annual average rainfall data of İzmir province. The amount of green space in the site and the water requirements of these areas, as well as the amount of water required for cleaning the site, were calculated and the potential of the rain water to be collected to meet the requirements was determined.

Key words: Sustainability, rainwater harvesting, green area.

Giriş

Kentsel yaşam kalitesinin önemli bir göstergesi olan yeşil alanlar, geçmişten günümüze gelişmişliğin ve toplum refahının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Yazici ve Gülgün Aslan, 2017). Kentsel yeşil alanların ekonomik, fiziksel, ekolojik işlevlerinin yanında sosyal ve psikolojik işlevleri de bulunmaktadır. Kent içinde doğanın işlevlerine sahip olup doğanın temsilcisi durumunda bulunan kentsel yeşil alanlar doğadan uzaklaşmış, yeşile hasret kentliyle doğa arasında bir bağ kurmaktadır (Güneş Atıl ve ark., 2006; Gulgun ve ark., 2014).

Biyolojik yaşamın sürdürülebilmesi dolayısıyla, yeşil alanların devamlılığının sağlanması için su, en büyük gereksinimlerden biridir. Dünyanın 2/3'ünün sularla kaplı olduğu bilinmektedir. Ancak, mevcut suyun tamamı kullanılabilir durumda değildir. Yerkürede bulunan toplam suyun % 97.5'i okyanuslardaki tuzlu sulardan, %2.5'i ise tatlı sulardan oluşmaktadır. Tatlı suyun büyük bir kısmı buzul olarak kutuplarda ve yeraltı suyu olarak çok derin jeolojik tabakalarda bulunmaktadır. Ulaşılabilir durumdaki temiz su kaynaklarındaki (göller, rezervuarlar, nehirler ve dereler) su miktarı yerküredeki toplam tatlı suyun %0.10'unu oluşturmaktadır (MGM, 2022a). Bu oranlara bakıldığında, insanların kullanabileceği oldukça sınırlı miktardaki su varlığından söz edilebilmektedir. Buna rağmen kullanılabilir durumdaki suyun önemli bir kısmı çevre kirliliği, kontrolsüz su tüketimi gibi nedenlerle etkin bir fayda sağlanamadan tüketilmektedir. Ayrıca, nüfus artışı ve iklim değişikliği gibi etkenler de su kaynaklarının üzerinde yoğun baskı oluşturmaktadır. Dünyada yaklaşık 700 milyon insanın 43 farklı ülkede su kıtlığı çektiği (WWF, 2022) günümüzde, doğal ve kısıtlı kaynak olan suyun insanlar tarafından bilinçli bir şekilde kullanılması büyük önem arz etmektedir. Verimliliğin optimal koşullarda uzun yıllar boyunca devamlılığının sağlanması olarak tanımlanabilen sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde (Atıl, A. ve ark., 2005), doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi için alternatif su kaynaklarına olan gereksinim, yağmur suyu kullanımını gündeme getirmiştir.

Kentlerde, suyun infiltrasyonunu engelleyen geçirimsiz yüzeylerin daha fazla bulunması nedeniyle yağış sonrasında, doğal alanlara oranla daha yüksek yoğunlukta yüzeysel akış oluşmaktadır. Geçirimsiz yüzeylerin artmasıyla birlikte anlık en yüksek yüzeysel akış miktarı ve kirlenici yoğunluğu da artmaktadır (Yeniçeri, 2018). Ayrıca, yağmur sularının büyük bir kısmı yüzeysel akışı, zayıf vejetasyon, buharlaşma gibi nedenlerle depolanmamaktadır. Yağmur sularından en fazla

fayda oluşturacak şekilde bir strateji geliştirilmesi noktasında yağmur suyu hasadı önemli bir rol oynamaktadır (Kantaroğlu, 2009).

Yağmur suyunun akarak kullanım dışı kalması yerine, yeniden kullanım için biriktirilmesi ve depolanması anlamına gelen yağmur suyu hasadı çevreyi ve doğal kaynaklarımızı korumak adına önemli işlevlere sahip olan bir yöntemdir. Bu yöntemle, bitkilerin biriktirilen yağmur suyu ile su ihtiyaçları karşılanabilirken, aynı zamanda asfalt veya beton zeminlerdeki yüzey akışının engellenmesine de destek olunmaktadır (Gülgün Aslan ve Yazici, 2016). Yağış sularından maksimum faydalanma sağlamayı amaçlayan yağmur suyu hasadı yöntemi için uygun olan alanlar;

- Kurak, yarı kurak ve yarı nemli alanlar,
- Su temininin bitki su gereksiniminden düşük olduğu alanlar,
- Yıllık yağışın 150 mm'yi aştığı ve yağışın kış mevsiminde düştüğü alanlar,
- Yıllık yağışın 200 mm'yi aştığı ve yağışın yaz mevsiminde düştüğü alanlardır (Kantaroğlu, 2009).

Yağmur suyu hasadı yönteminde çatı, avlu, meydan ve caddeler, eğimli alanlar, küçük toprak yüzeyler ve mevsimlik akışları besleyen büyük havzalar yüzey akış ya da su toplama ortamlarıdır. Su depolama ortamları ise toprak yüzeyi (havuz, rezervuar ve tank) ve yeraltı (sarnıç, sediment ve toprak) olmak üzere iki şekildedir (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008). Yağmur suyu hasadı tekniklerinden olan çatı yüzeyinden hasat yönteminde çatı yüzeyine düşen yağış toplanarak yağmur oluklarıyla depolama alanına iletilmektedir (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008; Kantaroğlu, 2009; Can ve Yılmaz, 2019). Hasat sonunda elde edilen yağmur suyu bina dışında (bahçe sulama, temizlik işleri, araç yıkama, süs havuzları vb.) veya bina içerisinde (tuvalet rezervuarları, çamaşır makineleri vb.) kullanılabilir (Şahin ve Manioğlu 2011; Eren ve ark., 2016). Ayrıca, elde edilen yağmur suyu artırılarak içme suyu seviyesine getirilebilmektedir. Ancak, yağmur sularının içme suyu amaçlı kullanılmak istenmesi durumunda suyun bazı işlemlerden (filtrasyon, klorlama, dezenfeksiyon, kaynatma) geçirilmesi gerekmektedir (Kantaroğlu 2009). Yağmur suyu, su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde yönetilebilmesi adına su sıkıntısı çeken ülkelerde şebeke suyundan tasarruf amaçlı kullanılırken, su bakımından zengin ve gelişmiş ülkelerde yer altı suyunun beslenmesi için kullanılmaktadır (Üstün ve ark., 2020).

Yağmur suyu hasadına dair çalışmalar, günümüzde yeni yeni yapılmaya başlasa da ilk uygulamaların tarihi milattan önceki yıllara kadar dayanmaktadır. Milattan önce Girit Bölgesi'nde

yaşamış olan Minos Uygarlığı (M.Ö. 3500-M.Ö. 1100), kuru geçen yaz mevsimi sebebiyle gereksinim duyulan yağmur suyu hasadını inşa ettikleri üstleri açık yapılar sayesinde gerçekleştirmiştir. Helenistik Dönem’de (M.Ö. 323-M.Ö.146) Minosluların sarnıç sistemlerini sürdüren ve geliştiren Heleniler kurak bölgelerdeki su gereksinimini karşılamaya yönelik olarak yağış mevsimi boyunca çatılardan toplanan yağmur sularını borular yardımıyla iletilen sarnıçlarda depolamıştır. Roma İmparatorluğu Dönemi’nde (M.Ö. 27-M.S. 395) Romalılar etkileyici su kemerleri ve boru ağları geliştirmiş, su kıtlığı ve kuraklık zamanlarında kullanılmak üzere buralardaki suyu depolamak için rezervuarlar ve yağmur suyu sarnıç sistemleri inşa etmiştir. Roma İmparatorluğu’dan Bizans İmparatorluğu’na geçiş dönemindeki teknoloji ve inşa edilen yapılar büyük gelişme gösterirken, Bizans Dönemi’nde (M.S. 395-M.S. 1453) sarnıç yapımındansa sarnıçların dış etkilerden korunmasının daha önemli olduğu düşünülmüştür. Bu dönemde yağmur suyunun toplanması için yapılan mimari yapıların hepsi, sonraki dönemlerde yaşayan uygarlık adına önemli örnekler teşkil etmiştir. Osmanlılar Dönemi’nde (M.S. 1299-M.S. 1922) Osmanlılar, Helenistik Dönem’den kalan sarnıçları ve su kemerlerini restore etmiştir. Ayrıca, kubbenin dış yüzeyinin akış alanı olarak kullanıldığı yeni sarnıç sistemleri de geliştirmiştir (Can, 2020).

Günümüzde yağmur suyunun toplanarak kullanım döngüsüne katılması ve bu uygulamanın yaygınlaştırılması çeşitli teşvik ve yasalarla desteklenmektedir. Almanya’da, yağmur suyu ile ilgili olarak planlama, uygulama, bakım vb. konularda DIN (1989) standardı kullanılmaktadır. Yağmur suyu hasadının yaygınlaştırılması adına teşvik oluşturması için vergi indirimleri uygulanmaktadır. İngiltere için kullanılan standart ise BS 8515 (2009) yağmur suyu toplama sistemleri uygulama standardıdır. Bu ülkede de teşvik için yağmur suyu toplama sisteminin uygulanması sebebiyle vergi indirimi sağlanmaktadır (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018).

Ülkemizde, yağmur suyu kullanımına dair Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından düzenlenerek 30105 sayı ve 23.06.2017 tarihli Resmi Gazete ile yürürlüğe giren “Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkındaki Yönetmelik” ile yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarımına, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir (T.C. Resmi Gazete, 23 Haziran 2017, sayı: 30105). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 31373 sayı ve 23.01.2021 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik

Yapılmasına Dair Yönetmelik”e göre 2 bin metrekareden büyük parsellerde inşa edilecek tüm binaların çatılarında toplanan yağmur sularının, bahçe sulama veya arıtılarak bina ihtiyacında kullanılmak üzere bahçe zemini altında bir depoda toplanması maksadıyla "yağmur suyu toplama sistemi" yapımı zorunlu hale getirilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 23 Ocak 2021, sayı: 31373). İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından 2019 yılında düzenlenen ve bin metrekarenin üzerindeki yapılarda yağmur suyu hasadını zorunlu tutulan yönetmelik bakanlık tarafından onaylanarak 31500 sayı ve 03.06.2021 tarihli Resmi Gazete ile yürürlüğe alınmıştır. Bu yönetmeliğin “Sarnıçlar-yağmursuyu tankları-yağmursuyu hasat sistemleri” başlığı altında bulunan 39. Maddesine göre bin metrekarenin üzerindeki parsellerde; bahçe sulamak, oto yıkama ve benzeri işlerde kullanılmak üzere bir drenaj sistemi oluşturularak çatı ve zemin yüzeyi sularının tabii zemin altında tesis edilecek bir sarnıçta/yağmursuyu tankında toplanması ve gerekmesi halinde arıtılarak yeniden kullanımının sağlanması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca, çatı sularını toplayan yağmur suyu borularının, sarnıçlara veya yağmursuyu tanklarına ya da yoldaki yağmursuyu şebekesine bağlanması zorunlu tutulup, atık su şebekesine bağlanması durumunda ilgili idare veya İZSU Genel Müdürlüğü tarafından gerekli müdahalenin yapıpı bedelinin bina sahibinden tahsil edileceği belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 3 Haziran 2021, sayı: 31500).

Sürdürülebilir su kullanımı çerçevesinde, suyun çevre ile uyumlu olacak şekilde tek bir damlasının bile israf edilmeden etkin kullanımının sağlanması adına yağmur suyunun toplanarak değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, İzmir ili Bornova ilçesinde yer alan bir sitenin konut dışı su gereksiniminin karşılanmasında çatı yüzeylerinden toplanabilecek yağmur sularının kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, sitedeki binalara ait çatı yüzeylerinin alanları hesaplanmış ve Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün yağış verilerinin kullanılmasıyla binalardan toplanacak yağmur suyu miktarı hesaplanmıştır. Site içerisinde bulunan yeşil alan miktarı ve bu alanların su gereksinimleriyle birlikte site temizliği için gereken su miktarı da hesaplanarak, toplanacak yağmur suyunun gereksinimleri karşılamaya yönelik potansiyeli belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, İzmir ili Bornova ilçesinde yer alan Seyhan Sitesinde çatı yüzeyinden su hasadı yöntemi ile elde edilebilecek yağmur suyu miktarı ve yağmur suyunun konut dışı (yeşil alan sulanması

ve temizlik) su gereksiniminin karşılanmasındaki kullanım potansiyeli araştırılmıştır (Şekil 1).

Seyhan Sitesi yaklaşık 3500 m² alana sahiptir. 7 katlı 4 bloktan oluşan sitede toplam 56 daire bulunmaktadır. Binaların dışında kalan alanların çoğunluğunu iç bahçede kilit parke taşı

döşenmiş otopark alanı ve terrazo karo plak döşenmiş sert zemin uygulamaları oluşturmaktadır. Yeşil alanlar tek bir bahçe formu oluşturmayıp, estetik ve fonksiyonel açıdan farklı peyzaj düzenlemelerinin yapıldığı küçük alanlar şeklinde binaların çevresinde konumlandırılmıştır.



Şekil 1. Seyhan Sitesinin konumu

Araştırmaya yönelik hesaplamalarda kullanılmak üzere sitede bulunan bina çatılarının ve yeşil alanların ölçümleri yapılmıştır. Sitedeki binaların çatı yüzeylerinden toplanacak yağmur suyu miktarının hesabı için aşağıdaki “yağmur suyu verimi” formülü kullanılmıştır (Sutema, 2015).

$Yağmur\ suyu\ verimi\ (m^3) =$
 $Yağmur\ toplama\ alanı\ x\ yıllık\ yağış\ miktarı\ x\ çatı$
 $katsayısı\ x\ filtre\ etkinlik\ katsayısı$

$Yağmur\ toplama\ alanı\ (m^2)$: Bloklara ait çatıların alanını ifade etmektedir.

$Yıllık\ yağış\ miktarı\ (mm)$: Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nce belirlenen toplam yıllık yağış miktarını ifade etmektedir.

$Çatı\ katsayısı$: Alman standartları tarafından DIN1989’da 0,8 olarak belirtilen katsayıdır. Çatıya

düşen yağmur sularının tamamının geri dönüştürülemediğini ifade etmektedir.

$Filtre\ etkinlik\ katsayısı$: Alman standartları tarafından DIN1989’da belirtilen katsayıdır (0,9). Çatıdan elde edilen yağmur suyunun, görünen katı maddelerden ayrıştırılması için geçirilen ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır. Suyun bir miktarının buradan geçemeyeceği hesaplanarak verilen bir katsayıdır.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan yağış verilerine göre (ölçüm periyodu: 1938-2020), İzmir iline ait ortalama yıllık yağış miktarının 710.5 mm olduğu görülmüştür (Çizelge 1) (MGM,2022b).

Çizelge 1. İzmir iline ait aylara göre ortalama (ölçüm periyodu: 1938-2020) yağış miktarları

| | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Toplam (Yıllık) |
|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|-----------------|
| Yağış Miktarı (mm) | 135.0 | 101.9 | 75.4 | 46.1 | 31.8 | 12.0 | 4.1 | 5.6 | 15.5 | 44.8 | 92.6 | 145.7 | 710.5 |

Yeşil alanların su gereksiniminin belirlenmesinde su miktarı, her bir sulama için 5 L m⁻² olarak hesaplamaya alınmıştır (Eren ve ark., 2016). Site temizliği için gereken su miktarı ise site yönetimiyle görüşülerek belirlenmiş ve her bir temizlik için 250 L blok⁻¹ olarak hesaplamaya alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sitede bulunan binalara ait çatıların ve yeşil alanların ölçümleri yapılmıştır. Çatıl yüzeylerinin toplam alanı 1800 m² olarak belirlenirken, binaların çevresinde konumlandırılmış yeşil alanların kapladığı toplam alan ise 250 m² olarak belirlenmiştir.

Sitedeki binaların çatılarından yıllık toplanılması düşünülen yağmur suyu miktarı; Yağmur suyu verimi (m³) = Yağmur toplama alanı x yıllık yağış miktarı x çatı katsayısı x filtre etkinlik katsayısı

Formülüne göre hesaplanarak,
Yağmur suyu verimi (m³) = 1800 m² x 0.7105 m (710.5 mm) x 0.8 x 0.9
Yıllık Yağmur suyu verimi = 920.81 m³ olarak bulunmuştur.

Yeşil alanların sulanması için gereken su miktarı;
250 m² yeşil alanın her bir sulamadaki su gereksinimi;
250 m² x 5 L m⁻² = 1250 L = 1.25 m³ olarak hesaplanmıştır.

Yeşil alanların sulama suyu gereksinimleri hesaplanırken her gün, haftada 2 kez ve haftada 1 kez sulama yapılma ihtimali düşünülmüştür. Yeşil alanların sulama suyu gereksinimleri Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Yeşil alan sulama suyu gereksinimleri

| | |
|--|--------|
| Yıllık çatı yağmur suyu miktarı (m ³) | 920.81 |
| Her bir sulamadaki yeşil alan su gereksinimi (m ³) | 1.25 |
| Her gün sulama Su gereksinimi (m ³) | 456.25 |
| Haftada 2 kez sulama Su gereksinimi (m ³) | 130.36 |
| Haftada 1 kez sulama Su gereksinimi (m ³) | 65.18 |

Her gün sulama yapılırsa = 1.25 m³ gün⁻¹ x 365 gün = 456.25 m³,

Haftada 2 kez sulama yapılırsa = 1.25 m³ gün⁻¹ x 365 gün / (7/2) = 130.36 m³,

Haftada 1 kez sulama yapılırsa = 1.25 m³ gün⁻¹ x 365 gün / 7 = 65.18 m³ su gereksinimi belirlenmiştir.

Site temizliği için gereken su miktarı;
4 bloktan oluşan Seyhan Sitesinin her bir temizlikte gereksinim duyduğu su miktarı;
4 x 250 L blok⁻¹ = 1000 L = 1 m³ olarak hesaplanmıştır.

Site yönetimi tarafından temizliğin haftada iki kez yapıldığı belirtilmiştir. Bu sebeple, site temizliği için gereken su miktarı temizliğin haftada 2 kez yapılması durumu için hesaplanmıştır.

Haftada 2 kez temizlik yapıldığında = 1 m³ gün⁻¹ x 365 gün / (7/2) = 104.30 m³ su gereksinimi belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada yağmur suyu hasadına dair bilgiler verilmiş, araştırma alanındaki 1800 m² toplam yüzey alanına sahip çatılardan toplanılması düşünülen yağmur suyunun konut dışı su gereksiniminin karşılanmasındaki kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Bu doğrultuda, İzmir ili yıllık ortalama yağış miktarı verileri kullanılarak, araştırma alanındaki çatılardan elde edilecek yıllık yağmur suyu verimi hesaplanmıştır. Toplanması düşünülen yağmur suyu ile karşılanan yeşil alanların sulama suyu gereksinimleri her gün, haftada 2 kez ve haftada 1 kez sulama yapılması ihtimali düşünülerek 3 farklı seçeneğe göre hesaplanmıştır. Site temizliği için yıllık su ihtiyacı, sitenin haftada iki kez temizlendiği göz önünde bulundurularak sabit tutulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Karşılanan su gereksinimi oranları

| <i>Yeşil alanların sulanması ve site temizliği</i> | | |
|--|---|--------|
| <i>Her gün sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 560.55 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 360.26 |
| | Karşılanan su gereksinimi oranı (%) | 164.27 |
| <i>Haftada 2 kez sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 234.66 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 686.15 |
| | Karşılanan su gereksinimi oranı (%) | 392.40 |
| <i>Haftada 1 kez sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 169.48 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 751.33 |
| | Karşılanan su gereksinimi oranı (%) | 543.31 |

Araştırma alanındaki çatılardan toplanacak yağmur suyunun yıl boyunca yeşil alanların sulanmasında ve site temizliğindeki su gereksiniminin karşılanmasında yeterli olacağı saptanmıştır. Ayrıca, yeşil alanların her gün sulanması gibi en yüksek su sarfiyatı olduğu durumda bile, çatılardan toplanması düşünülen yıllık çatı yağmur suyu miktarının sadece %60.88'inin kullanılmış olacağı belirlenmiştir (Çizelge 4). Yeşil alanların sulanması ve site

temizliği sonrasında depoda kalan yağmur suyunun bina içerisinde (çamaşır makineleri, tuvalet rezervuarları vb.) de kullanılabilmesi düşünülmektedir. Binaların içerisinde kullanılan suyun yaklaşık %22'sinin çamaşır makinelerinde ve %26'sinin tuvaletlerde kullanıldığı düşünüldüğünde (Sutema, 2015), depoda kalan yağmur suyu miktarının şehir şebekesine bağlı bina içi su tüketiminin azaltılmasına ciddi oranda katkı sağlayabileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4. Yıllık çatı yağmur suyu kullanım oranları

| <i>Yeşil alanların sulanması ve site temizliği</i> | | |
|--|---|--------|
| <i>Her gün sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 560.55 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 360.26 |
| | Kullanılan çatı yağmur suyu oranı (%) | 60.88 |
| <i>Haftada 2 kez sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 234.66 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 686.15 |
| | Kullanılan çatı yağmur suyu oranı (%) | 25.48 |
| <i>Haftada 1 kez sulama</i> | Su gereksinimi (m ³) | 169.48 |
| | Kullanım sonrası kalan su miktarı (m ³) | 751.33 |
| | Kullanılan çatı yağmur suyu oranı (%) | 18.41 |

Yapılan bu çalışmadan yola çıkarak, mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı doğrultusunda su tasarrufuna ciddi bir şekilde ihtiyaç duyduğumuz günümüzde araştırma alanı olan Seyhan Sitesinde, İzmir ili koşullarında çatı yüzeyinden elde edilebilecek yağmur suyu hasadının ekolojik açıdan avantajlı bir yöntem olduğu sonucuna varılmaktadır. Havanın serinletilmesi, gürültünün absorpsiyonu, sera etkisinin azaltılması, enerji tasarrufu, temiz hava temini, vb. konularda kent ekosistemine önemli katkıları bulunan yeşil alanların sulama masrafı sebebiyle konut bahçelerinde küçük alanlar olarak değil daha geniş alanlar olarak planlanabilmesine

de katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu sistemlerin yaygınlaştırılması ile su kaynaklarının daha verimli kullanılması ve ekolojik dengenin korunması adına büyük kazanımlar elde edilmiş olacaktır.

Kaynaklar

- Atıl, A., Gülgün, B. ve Yörük, İ. 2005. Sürdürülebilir kentler ve peyzaj mimarlığı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2): 215-226.
- Can, C. 2020. *Yağmur suyu hasadı*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bitirme projesi, 44 syf.

- Can, A. ve Yılmaz, Ü. 2019. Yağmur suyu potansiyeli ve kullanım suyu olarak değerlendirilmesi. 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2019, Bildiriler kitabı, sf. 673-704.
- Eren, B., Aygün, A., Likos, S. ve Damar, A.İ. 2016. Yağmur suyu hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü potansiyelinin değerlendirilmesi. *International Journal of Engineering and Technology Research*, 1(1): 1–5.
- Gulgun B., Guney M.A., Aktaş E. ve Yazici K. 2014. Role of the landscape architecture in interdisciplinary planning of sustainable cities. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(4): 1877–1880.
- Gülgün Aslan, B. ve Yazici, K. 2016. Yeşil altyapı sistemlerinde mevcut uygulamalar. *Ziraat Mühendisliği*, 0:(363): 31-37.
- Güneş Atıl, A., Yörük, İ. ve Gülgün, B. 2006. Bayındır ilçesi kamusal yeşil alanlarının yeterliliği ve geliştirilebilme olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 169-180.
- Kantaroglu, Ö. 2009. Yağmur suyu hasadı plan ve hesaplama prensipleri. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 06-09 Mayıs 2009, İzmir. Bildiriler kitabı, 1147-1151.
- MGM 2022a. Dünyada su. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://mgm.gov.tr/genel/hidrometeoroloji.aspx?s=3> (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- MGM 2022b. Resmi istatistikler: İllerimize ait genel istatistik verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=IZMIR> (Erişim Tarihi: 15.02.2022)).
- Pamuk Mengü, G. ve Akkuzu, E. 2008. Küresel su krizi ve su hasadı teknikleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2):75-85.
- Sutema 2015. Geleceğin suyu. https://sutema.org/resources/Document/FileName/2015-12-01_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- Şahin, N. ve Manioğlu, G. 2011. Binalarda yağmur suyunun kullanılması. *Tesisat Mühendisliği*, 125: 21-32.
- T.C. Resmi Gazete, 23 Haziran 2017, sayı: 30105. Yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemleri hakkında yönetmelik. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170623-8.htm> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- T.C. Resmi Gazete, 23 Ocak 2021, sayı: 31373. Planlı alanlar imar yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/01/20210123-4.htm> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- T.C. Resmi Gazete, 3 Haziran 2021, sayı: 31500. İzmir büyükşehir belediyesi imar yönetmeliği. İzmir Büyükşehir Belediyesi. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210603-11.htm> (Erişim Tarihi: 15.02.2022).
- Üstün, G.E., Can, T. ve Küçük, G. 2020. *Binalarda yağmur suyu hasadı*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(3): 1593-1610.
- WWF 2022. Su. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı). https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/ayak_izinini_azaltilmasi/su/ (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- Yalılı Kılıç, M. ve Abuş, M.N. 2018. Bahçeli bir konut örneğinde yağmur suyu hasadı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2): 209 – 215.
- Yazıcı, K. ve Gülgün Aslan, B. 2017. Açık-yeşil alanlarda dış mekân süs bitkilerinin önemi ve yaşam kalitesine etkisi; Tokat kenti örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3): 275-284.
- Yeniçeri, M. 2018. Yağmur Sularının Hasadı ve Aktif Olarak Tarımsal Sulamada Kullanılması. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2): 126-136.

Manisa Sarıgöl'deki Bağların Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi

Fadime ATEŞ

Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Manisa-Türkiye

*Sorumlu Yazar: fadimeates2@yahoo.com

Geliş Tarihi: 16.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.04.2022 Kabul Tarihi: 11.04.2022

Öz

Üzüm (*Vitis vinifera*), kullanım şekillerinin çeşitliliği, iç pazar tüketimi ve ihracat payı ile Türkiye tarımında önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde bağcılık farklı toprak özelliklerine sahip pek çok alanda üretiliyor olsada bağ topraklarının kalitesi sınırlı alanda belirlenmiştir. Toprak kalitesinin belirlenmesi, üzüm verimini ve kalitesini artırmanın en önemli adımlarından biridir. Bu araştırma Manisa'nın Sarıgöl ilçesinde üzüm üretiminin yapıldığı bağ alanları topraklarının genel özelliklerini ve toprak kalitesinin uygun sınıflandırılmasını belirlemek amacıyla, kırsal yerleşim yerlerindeki 100 adet bağdan 0-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü bağ alanlarının topraklarında pH, EC, organik madde (OM), bünye sınıfları gibi makro ve mikro besin elementleri belirlenmiş ve bu parametrelere bağlı olarak toprak kalite indeksi (TKİ) hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toprak kalite indeksi değerleri 0.46 ile 0.84 arasında değişmiştir. Bununla birlikte TKİ değerleri bakımından 100 farklı bağ içerisinde 12 adet bağ çok uygun [T1: 0.75 – 1.00], 60 adet bağ uygun [T2: 0.60 – 0.75], 20 adet bağ sınırlı derecede uygun [T3: 0.50 – 0.60] ve 8 adet bağ ise uygun olmayan (N: <0.50) sınıf arasında yer almıştır. Öte yandan analiz edilen örneklerin TKİ değeri toprak organik maddesi (OM), N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe, Mn, içerikleri ile önemli oranda pozitif ilişkili olurken, bu değer toprak pH ve CaCO₃ içerikleri ile önemli seviyede negatif ilişki göstermiştir. Bu sonuçlara göre bölgede üzüm verimini ve kalitesini artırmak için besin elementi açısından eksik görülen bağ topraklarının sezon başında ve/veya vejetasyon dönemi içerisinde gerekli gübrelemelerin yapılması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Bağcılık, toprak özellikleri, toprak element içeriği, toprak kalitesi, Sarıgöl

Soil Quality Evaluation of Vineyards in Manisa Sarıgöl

Abstract

Grape (*Vitis vinifera*) has an important place in Turkey's agriculture with its diversity, usage patterns, domestic market consumption and export share. Although viticulture is produced in many areas with different soil properties in our country, determining the soil quality is one of the most important steps to increase the yield and quality of grapes. This research was carried out on soil samples taken from 0-60 cm depth from 100 vineyards in rural settlements to determine the general characteristics, the appropriate classification of soil quality, and general characteristics of the vineyard areas in the Sarıgöl district of Manisa where grape production is made. On the soil of the vineyard areas where the study was carried out, pH, EC, organic matter, body classes, macro and micro nutrients were determined and soil quality index (SQI) was calculated based on these parameters. According to our results, soil quality index values varied between 0.46 and 0.84. In addition to this, out of 100 different vineyards, 12 vineyards were found to be very suitable [T1: 0.75 – 1.00], 60 vineyards suitable [T2: 0.60 – 0.75], 20 vineyards limitedly suitable [T3: 0.50 – 0.60], and 8 vineyards unsuitable (N: <0.50) in terms of SQI values. On the other hand, while the TKI value of the analyzed samples was significantly positively correlated with soil organic matter (OM), N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe, Mn contents, this value showed a significant negative correlation with soil pH and CaCO₃ contents. According to these results, the recommendation would be to make the necessary fertilization at the beginning of the season and/or during the vegetation period in the nutritionally deficient vineyards soil to increase the yield and quality of grapes in the region.

Key words: Viticulture, soil properties, soil nutrient content, soil quality, Sarıgöl

Giriş

Bağcılık için dünyanın en uygun iklim kuşağında bulunan Türkiye, gen merkezlerinin keşiştiği coğrafyanın merkezinde yer alması nedeniyle asmanın kültüre alındığı ilk merkez durumundadır. Türkiye, zengin bir asma gen potansiyeline sahiptir (Çelik, 1998). Türkiye 2021 yılı istatistiklerine göre, 435.227 hektar bağ alanı ve 4.000.000 ton üzüm üretimi ile dünyanın önde gelen üzüm üretici ülkelerinden biridir. Alan açısından 5., üretim açısından dünyada 6. sırada yer almaktadır. Toplam üzüm üretiminin %49.8'i sofralık olup, bunu sırasıyla %38.4 ve % 11.8 ile kuru üzüm ve şaraplık-şıralık üretim takip etmektedir (Anonymus, 2022). Üzüm, çeşitli değerlendirme imkanının olması, iç pazar ve ihracat oranının yüksekliği ile Türkiye tarımı sektöründe önemli bir yere sahip olan ve dolayısıyla tarım sektörünün büyük bir faaliyet alanını oluşturan değerli bir üründür.

Toprak verimliliği, kültür bitkilerinin büyümesi için yeterli ve dengeli miktarda besin maddesi ve aktif biyolojik özelliklere sahip olan toprak olarak tanımlanmaktadır. Bitkinin sağlıklı gelişmesi için toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi kültür bitkisinin gübreleme programının oluşturulması açısından önemlidir (Başar, 2001; Başayığıt ve ark., 2008). Tarımsal üretim sürecinde, bitkiler için gerekli olan makro-mikro elementlerin toprakta yetersiz veya aşırı miktarda bulunması, bitkilerin topraktaki besin maddelerini kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu durum kültür bitkisinin gelişmesini, verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır (Turan ve ark., 2010; Karaman, 2012). Bağcılıkta verim ve kalite artışı, çeşide, anaca, toprak tipine, toprakta bulunan besin maddelerinin içeriğine ve kültürel uygulamalara (toprak işleme, gübreleme, sulama, bitki koruma, yaz ve kış budaması vb.) bağlı olarak değişebilmektedir (Viets ve ark., 1973; Winkler ve ark., 1974; Kovancı ve Atalay, 1977, 1978). Asma genetik yapısı itibarıyla seçici olmayan bir kültür bitkisidir. Birçok kültür bitkisinin yetişemediği toprak şartlarında kolaylıkla yetişebilen bir bitkidir. Ancak toprak yapısı itibarıyla çok ağır, geçirgen olmayan, toksik madde ve tuz içeren alanlar bağcılık yapılması için uygun değildir. Kaliteli sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm çeşitleri yetiştirmek için uygun olan tınlı bünyeye sahip olan topraklardır. Bu bünyeye sahip olan topraklar organik madde bakımından zengin, su tutma kapasitesi yüksek, çabuk ısınan ve kolay tava gelen topraklardır. Toprak analizi hem toprağın fiziksel, kimyasal özelliklerini ve toprak verimliliğini belirlenmek hem de bitkilerin beslenme durumu tespit etmede kullanılan bir yöntemdir (Mulla ve Mc Bratney, 2001). Bu

doğrultuda Atalay (1977, 1978), Brohi ve Aydeniz (1987), Aktaş ve Karaçal (1988), İrget ve Atalay (1992) Aydın ve Çoban (2002), Çoban (2008), Ateş ve Turan (2015), Çelik ve ark. (2017) tarafında ülkemiz genelinde farklı bölgelerdeki tarım alanları toprak özelliklerini ve toprak verimlilik durumlarını tespitine yönelik çalışmalar yapılmış ve belirlenen sorunların çözümüne yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Toprak kalitesi veya sağlığı; toprağın değerlendirme yapıldığı koşullarda için uygun olup olmadıklarını ifade edilen bir kavramdır. Toprak birçok işlevini yerine getiriyorsa bu toprağın kaliteli veya sağlıklı olduğunun bir göstergesidir. Doran ve Parkin (1994) toprak kalitesini “bir toprağın biyolojik üretkenliği sürdürmek, çevre kalitesini korumak ve bitki ve hayvan sağlığını geliştirmek için ekosistem sınırları içinde işlev görme kapasitesi” olarak tanımlarken diğer araştırmacılar “toprağın kapasitesi veya toprak bozulmasına neden olmadan veya çevreye başka bir şekilde zarar vermeden ürün büyümesini destekleme amacına uygunluk olarak” tanımlamışlardır (Acton ve Gregorich, 1995; Karlen ve ark., 1997; Pierce ve Larson 1993; White 2010). Bağcılık bakımından toprak kalitesi, toprağın bozulmasına veya çevreye zarar vermeden asma büyümesi, verim ve kalite dikkate alınarak üretimini destekleme yeteneği olarak düşünülebilir. Toprak kalitesi direkt olarak ölçülemez, dolayısıyla bazı belirleyici parametreleri değerlendirmek gereklidir. Bu parametreler, kolay değerlendirilen ve ölçülebilen toprağın fiziksel veya kimyasal özellikleri veya bitkinin özellikleri olmalıdır. Söz konusu parametreler aynı zamanda toprak işlevlerini nasıl iyileştirileceği konusunda çözüm yolları sunması gerekir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesi toprağın veya bitkinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin analizini içermelidir (Oliver ve Ark., 2013). Belirleyici parametre olarak seçilen özellikler kantitatif veya nitelik bakımından değerlendirilebilir. Değerlendirme yapılacak özelliklerin ölçümlerinin dağılımları değerlendirilerek ve farklı yıllarda veya farklı alanlardan alınan ölçümler birbiriyle karşılaştırılarak toprak kalitesi hakkında fikir sahibi olunabilir.

Manisa ili toplam bağ alanının %28'ini ve üzüm üretiminin %45'ini gerçekleştirerek Türkiye'nin yedi ili arasında ilk sırada yer almaktadır. 2021 yılı istatistik verilerine göre; Sarıgöl'de 115.900 dekar bağ alanı bulunmakta ve 125.415 ton yaş üzüm üretilmektedir (TUİK, 2022). Genel olarak bölgede Sultani Çekirdeksiz, Mevlana, Red Globe, Superior Çekirdeksiz, Crimson Çekirdeksiz, Antep Karası, Trakya İlkeren çeşitleri hakim olup Sarıgöl ilçesinde üretilmekte ve ithal edilmektedir. Ancak bölgede bağ alanlarının toprakları için kalite özellikleri

üzerine fazla çalışma yürütülmemiş ve bu konu hakkında mevcut bilgiler sınırlı kalmıştır. Bu eksiklikten yola çıkarak yapılmış bu çalışma ile Ege Bölgesi'nde üzümün yoğun olarak üretildiği Sarıgöl ilçesi bağ topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilmeye çalışılmış ve bağ toprakları için genel durum belirlenerek toprak kalite indeksinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma alanı

Çizelge 1. Toprak örneği alınan kırsal yerleşim yerlerinin adları ve toprak örneği sayısı

| Kırsal yerleşimler | Örnek sayısı | Kırsal yerleşimler | Örnek sayısı | Kırsal yerleşimler | Örnek sayısı |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Afşar Mah. | 4 | Çanakçı Mah. | 8 | Günyaka Mah. | 3 |
| Ahmetağa Mah. | 4 | Çavuşlar Mah. | 6 | Karacaali Mah. | 2 |
| Baharlar Mah. | 3 | Çöp Mah. | 8 | Merkez | 4 |
| Bahadırlar Mah. | 14 | Dadağlı Mah. | 8 | Selimiye Mah. | 4 |
| Bereketli Mah. | 4 | Dindarlı Mah. | 2 | Sığırtmaçlı Mah. | 6 |
| Burgaz Mah. | 2 | Emcelli Mah. | 6 | Tınazlar Mah. | 4 |
| Cebertarar Mah. | 2 | Güneydamları | 4 | Yeni Mah. | 2 |

Metot

Manisa ilinin Sarıgöl ilçesinde sorfalık üzüm çeşitlerinin yoğun olarak yetiştirildiği yapılan 20 kırsal yerleşim yerindeki mevcut bağlardan meyve tutumu döneminde bağı temsil edecek şekilde 0-60 cm derinlikte toplam 100 bağdan toprak örneği alınmıştır. Alınan örnekler karıştırılmış, gölgede kurutulmuş ve analize hazırlamak amacıyla tahta çekiçle dövülerek 2 mm elekten geçirilmiştir (Chapman ve Pratt, 1961). Bu topraklardan uygun oranlarda ayrılan örneklerde; toprak bünyesi Ülgen ve Yurtsever (1995)'in bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Toprak pH değerleri, Jackson (1967) ve Kacar (1995)'e göre saturasyon çamurunda pH metre yardımıyla; toplam eriyebilir tuz (%) saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik (EC) ölçerle (Soil Survey Staff, 1951), toplam kireç Çağlar (1958)'a göre Scheibler kalsimetresi aracılığıyla, toprak örneklerinin organik madde içeriği ıslak oksidasyon tekniği kullanılarak (Walkey ve Black, 1934), toplam azot (N), Kjeldahl yöntemiyle (Mertens 2005a, b), alınabilir fosfor, Olsen ve ark (1965)'e göre, değişebilir kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum, Kacar (1995)'a göre 1 N amonyum asetat ile ekstraksiyon yoluyla

Araştırma 2020 yılında, bağıcılığın yoğun olarak yapıldığı Manisa'nın Sarıgöl ilçesi (38° 52' 09" - 38° 19' 54" K, 28° 25' 52" - 28° 52' 04" B) bağ alanlarında yürütülmüştür. Sarıgöl ilçesi Manisa iline bağlı olup Gediz ovasında bulunmaktadır. İlçesinin yüzölçümü 423 km² ve rakımı 320 metredir. Coğrafi yapı olarak İç Ege'nin tüm özelliklerini taşımaktadır. Yıllık ortalama yağış 598 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17 °C, ve hasat dönemi dahil yaz ayları ortalama sıcaklık 32 °C'dir. Bağlardan alınan toprak örneklerinin yeri Çizelge 1'de verilmiştir.

belirlenmiştir. Lindsay ve Norvell (1978)'e göre 0.05 DTPA-TEA ile ekstraksiyon yoluyla mevcut demir, manganez, çinko ve bakır AAS'da okunması suretiyle tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarının yorumlanmasında Kacar (1995) ile Müftüoğlu ve ark. (2014)'ten yararlanılmıştır.

Sarıgöl ilçesinde toprak örneği alınan her bağ için toprak kalite indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki geometrik ortalama formülü kullanılmıştır.

$$TKİ = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \dots a_n}$$

Burada;

TKİ: Toprak kalite indeksi,

a1...an: Tablo 2'de verilen her bir toprak parametresinin 0.2 -1.0 arasındaki puanı

n: Değerlendirmeye alınan toprak parametre sayısı

Bağ yetiştiriciliği bakımından toprak kalite indeksi açısından sınıflandırılmasında kullanılan değer aralıkları (Doğan ve Gülser, 2019) :

Çok Uygun (T1): 0.75 – 1.00

Uygun (T2): 0.60 – 0.75

Sınırlı Derecede Uygun (T3): 0.50 – 0.60

Uygun Değil (N): < 0.50

Bulgular ve Tartışma

Araştırma Alanında Değerlendirilen Toprakların Genel Özellikleri

Araştırma alanı bazı toprak özellikleri, toprak kalite indeks değerleri için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2’de verilmiştir. Sarıgöl’de bağ alanlarındaki toprak bünyesi (% saturasyon) 30.80-67.32 arasında değişim göstermiştir. Sarıgöl’de

toprak örneği alınan tüm bağ alanlarının toprak tekstürünün Ülgen ve Yurtsever (1995)’in belirlediği sınır değerine göre tınlı (%86) ve killi-tınlı (%14) bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Tekstür sınıfı bakımından topraklar genelde orta bünyededir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bağ alanlarının bazı toprak özellikleri, toprak kalite indeks değerleri için tanımlayıcı istatistikler

| | Minimum | Maksimum | Ortalama | Standart sapma | Çarpıklık | Basıklık |
|-----------------------------|---------|----------|----------|----------------|-----------|----------|
| Tekstür (% saturasyon) | 30.80 | 67.32 | 44.47 | 6.98 | 0.87 | 1.65 |
| pH | 5.98 | 9.13 | 7.94 | 0.6 | -1.22 | 2.15 |
| % Toplam Tuz | 0.01 | 0.28 | 0.10 | 0.06 | 0.98 | 0.36 |
| CaCO ₃ (%) | 0.49 | 25.50 | 3.63 | 4.30 | 3.62 | 15.37 |
| P (ppm) | 0.80 | 50.98 | 8.41 | 10.70 | 2.78 | 8.06 |
| K (ppm) | 110.45 | 311.74 | 141.42 | 31.32 | 3.47 | 16.75 |
| N (%) | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 6.04 |
| Zn (ppm) | 0.01 | 0.87 | 0.27 | 0.23 | 1.03 | 0.25 |
| Fe (ppm) | 0.73 | 9.52 | 2.73 | 2.19 | 1.92 | 3.11 |
| Cu (ppm) | 0.02 | 4.09 | 0.68 | 0.89 | 2.24 | 4.82 |
| Mn (ppm) | 3.21 | 8.90 | 4.03 | 1.03 | 3.09 | 11.15 |
| Mg (ppm) | 55.36 | 731.40 | 318.23 | 169.03 | 0.83 | -0.28 |
| Ca (ppm) | 360.80 | 9000.00 | 3245.88 | 1769.49 | 1.13 | 2.65 |
| OM (%) | 0.09 | 1.13 | 0.33 | 0.17 | 2.18 | 9.59 |
| Toprak kalite indeksi (TKİ) | 0.46 | 0.84 | 0.65 | 0.09 | 0.08 | -0.320 |

Araştırma alanı toprak reaksiyonu 5.98–9.13 arasında değişmiştir. Jackson (1967) ve Kacar (1995)’in belirlediği sınır değerine göre; toprakların %72’si hafif alkali, %12’si kuvvetli alkali, %10 nötr ve %6 hafif asittir (Çizelge 2). Kacar (1995)’e göre 19 adet toprak örneğinin pH değerleri asma yetiştiriciliği için ideal bulunmuştur. Çelik (1998) asma yetiştirilen toprakların pH değerlerinin 5.5 ile 8.5 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bağ topraklarının % toplam eriyebilir tuz değerleri 0.01–0.10 arasında değişmektedir. Soil Survey Staff (1951)’a belirlediği sınır değerine göre; deneme

alanı topraklarının tuzsuz sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bağ topraklarının kireç içerikleri bakımından en düşük değerinin % 0.49 ve en yüksek değerinin %25.50 olduğu belirlenmiştir. Çağlar (1958)’a belirlediği sınır değerine göre; kireç içerikleri bakımından değerlendirildiğinde %54’ü düşük, %26’sı kireçli, %16’sı yüksek kireçli ve %4’ü çok yüksek kireçli sınıfında yer aldıkları görülmektedir (Çizelge 2). Bağ alanlarındaki toprakların kireç içeriğinin genelde düşük olduğu belirlenmiştir. Sarıgöl bağ topraklarının organik madde içeriği incelendiğinde %0.09-1.13 arasında

değişmiştir (Çizelge 2). Walkley ve Black (1934)'e belirlediği sınır değerine göre; çalışma alanında bağ topraklarının tamamının organik maddesinin düşük (<2) sınıfta yer aldığı görülmüştür (Çizelge 2). Kurtural (2011), bağcılık açısından toprakların organik madde içeriklerinin %2-3 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Bağ topraklarının toplam azot içerikleri %0.03–0.05 arasında değişmektedir (Çizelge 2). Kacar (1995)'in belirlediği sınır değerine göre; toprakların tamamının N içeriklerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bağcılık yapılan alanlardaki topraklarının yarıyıllı fosfor içerikleri en düşük 0.8 ve en yüksek 50 ppm olduğu tespit edilmiştir. Olsen ve ark. (1965)'na göre; toprakların %36'sı çok düşük, %24'ü düşük, %30 orta, %8'i yüksek fosfor içeriğinde olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Bağ topraklarının potasyum içerikleri 110.45–311.74 ppm arasında yer almıştır. Kacar (1995)'a göre; toprakların %99'unun düşük ve %1' inin yüksek seviyede K içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Bağcılık alanlardaki toprakların magnezyum içerikleri 55.36–731.4 ppm arasında değişmektedir. Toprakların Mg içerikleri Loué (1968)'e göre değerlendirildiğinde toprakların %6'sı düşük, %18'i orta, %50'ü yüksek ve %26'sı çok yüksek magnezyum içeriğine sahip bulunmuştur. Kovancı ve ark. (1977) ile Danişman ve ark.(1983)' ün bağ alanlarında yaptıkları çalışmalarda toprakların magnezyum içeriğinin genelde yeterli düzeyde olduğu bildirilmiştir. Araştırma alanı bağ topraklarının Ca içerikleri 360.8–9000.0 ppm arasında değişmektedir. Kacar (1995)'in belirlediği sınır değerine göre; toprakların %8'i çok düşük, %8'i düşük, %24'ü orta ve %60'ı yüksek seviyede Ca içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Deneme alanındaki topraklarının Ca elementi bağcılık açısından herhangi bir sorun oluşturmadığını söylenebilir. Bağcılık yapılan alanlardaki toprakların yarıyıllı çinko içerikleri 0,010–0.87 ppm arasında değişmiştir. Lanyon ve ark. (2004)'ün belirlediği sınır değerine göre; toprakların %86'ı düşük ve %14'ü kritik Zn kapsamına sahiptir. Toprak örneklerinin tamamında Zn içerikleri genelde düşük bulunmuştur. Araştırma alanlarında bulunan toprakların yarıyıllı mangan içerikleri 3.21-8.9 ppm arasında değişmiştir. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen kritik değere göre; Mn'n bütün topraklarda yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bağcılık alanlardaki toprakların yarıyıllı demir içerikleri 0.73-9.52 ppm arasında değişmiştir. Viets ve ark. (1973)'ün verdiği sınır değer dikkate alındığında toprakların %70'si noksan, %12'si kritik ve %18'i yeterli Fe kapsamına sahiptir. Genel olarak Fe elementi bakımından belirgin bir eksiklik söz konusudur. İncelenen bağ topraklarının yarıyıllı bakır içerikleri 0.02-4.09 ppm arasında değişmiştir. Lanyon ve ark., (2004) tarafından bildirilen kritik

değere göre toprakların %14'i çok düşük, %18'i düşük, %22'ü orta ve %46'ı yüksek kapsama sahiptir. Genel olarak Cu elementi bakımından yeterli düzeye yakın olduğu söylenebilir. Toprakların bünye grupları incelendiğinde; toprak örneklerinin büyük bir kısmının tınlı bünyede olduğu görülmektedir. Ege Bölgesi'nde bağ yetiştiriciliği yapılan toprakların büyük çoğunluğunun tınlı bünyeye sahip olduğu, genelde kireçsiz, nötr ve alkali reaksiyonlu, organik madde ve azot bakımından yetersiz olup topraklarda herhangi bir tuz problemi olmadığı yönündeki bulgular ile önceki araştırma sonuçlarıyla (Kovancı ve Atalay, 1977; Konuk ve Çolakoğlu 1986, İrget 1988, Atalay ve Anaç 1991, İrget ve Atalay 1992, Yener ve ark., 2002) benzerlikler göstermektedir. Araştırma alanında bulunan toprakların yarıyıllı mangan içerikleri 3.21-8.9 ppm arasında değişmiştir. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen kritik değere göre; Mn'n bütün topraklarda yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bağcılık alanlardaki toprakların yarıyıllı demir içerikleri 0.73-9.52 ppm arasında değişmiştir. Viets ve ark. (1973)'ün verdiği sınır değer dikkate alındığında toprakların %70'si noksan, %12'si kritik ve %18'i yeterli Fe kapsamına sahiptir. Genel olarak Fe elementi bakımından belirgin bir eksiklik söz konusudur. İncelenen bağ topraklarının yarıyıllı bakır içerikleri 0.02-4.09 ppm arasında değişmiştir. Lanyon ve ark., (2004) tarafından bildirilen kritik değere göre toprakların %14'i çok düşük, %18'i düşük, %22'ü orta ve %46'ı yüksek kapsama sahiptir. Genel olarak Cu elementi bakımından yeterli düzeye yakın olduğu söylenebilir. Toprakların bünye grupları incelendiğinde; toprak örneklerinin büyük bir kısmının tınlı bünyede olduğu görülmektedir. Ege Bölgesi'nde bağ yetiştiriciliği yapılan toprakların büyük çoğunluğunun tınlı bünyeye sahip olduğu, genelde kireçsiz, nötr ve alkali reaksiyonlu, organik madde ve azot bakımından yetersiz olup topraklarda herhangi bir tuz problemi olmadığı yönündeki bulgular ile önceki araştırma sonuçlarıyla (Kovancı ve Atalay, 1977; Konuk ve Çolakoğlu 1986, İrget 1988, Atalay ve Anaç 1991, İrget ve Atalay 1992, Yener ve ark., 2002) benzerlikler göstermektedir.

Üzüm yetiştiriciliğine uygunluk bakımından toprağın kalite indeksi sınıflarını ve toprak kaliteni belirlemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3'te belirtildiği gibi özetlenmiştir.

Çizelge 3. Bağcılık için toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin toprak kalite indeksi sınıfları

| Uygunluk derecesi | ideal | iyi | orta | kötü |
|-----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Parametre değeri | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,2 |
| Tekstür değeri* | T, M Kİ T, Kİ T | M T, K Kİ T | Kİ, M Kİ, K Kİ | Kİ, M, K, T K |
| pH (1:1) | 6.7-7.3 | 6.1-6.6 ve 7.4-7.7 | 5.5-6.6 ve 7.7-8.0 | <5.5 ve >8.0 |
| Toplam Tuz (%) | <0.15) | 0.15-0.25 | 0.25-0.40 | >0.40 |
| OM (%) | 3.5 | 2.5-3.5 | 2.5-1.5 | <1.5 |
| P (ppm) | >20 | 7-20 | 3-7.0 | <3 ve >80 |
| Ca (ppm) | 2867-6120 | 1440-2867 | 715-1440 | <715 ve >6120 |
| Mg (ppm) | 200-400 | 117-200 | 55-117 | <55 ve >400 |
| K (ppm) | 250-320 | 200-250 | 100-200 | <100 ve >320 |
| CaCO ₃ (%) | <2.5 | 2.5-5 | 5.1-10 | >10 |
| Zn (ppm) | 2.4-8 | 0.7-2.4 | 0.2-0.7 | <0.2 |
| Mn (ppm) | 4-6 | 2-4 | 1-2 | <1 |
| Cu (ppm) | >0.4 | 0.4-0.2 | 0.2-0.1 | <0.1 |
| Fe (ppm) | >4.5 | 4.5 | 2.5-4.5 | <2.5 |

*T: tın, M: mil, Kİ: kil, K: kum

Sarıgöl ilçesinde bağcılık yapılan toprakların kalite değerlendirilmesi için uygunluk indeksinin hesaplanmasında geometrik ortalama eşitliği kullanılmıştır. Toprak örneklerinin bağcılık bakımından uygunluk sınıflarına göre

değerlendirildiğinde Sarıgöl topraklarının %12'sinin çok uygun (T1), %60'ının uygun (T2), %20'sinin marjinal uygun (T3) ve %8'inin uygun olmadığı (N) tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sarıgöl topraklarının bağcılık için uygunluk sınıfları

| İlçe (Örnek sayısı) | T1: Çok Uygun | T2: Uygun | T3: Sınırlı derecede uygun | N: Uygun değil |
|---------------------|---------------|-----------|----------------------------|----------------|
| | 0.75-1.0 | 0.60-0.75 | 0.50-0.60 | <50 |
| Sarıgöl (100) | 12% | 60% | 20% | 8% |

Sarıgöl bağ alanlarından alınan toprak örneklerinin kimyasal ve fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler Çizelge 5'te sunulmuştur. Toprak bünyesi (% saturasyon) ile değişebilir K, Fe içerikleri ve TKİ ile pozitif; toprak reaksiyonu değişebilir P içeriği ile pozitif, toplam tuz, toprakların yarıyıllı P, Zn, Fe, Mn içerikleri ve TKİ ile negatif; toprak toplam tuz, P içeriği ile pozitif, TKİ ile negatif; toprak kireç içeriği P içeriği ile pozitif, Fe, OM ve TKİ ile negatif; OM ile Kireç ve Cu negatif, alınabilir P, N, Zn, Fe, Mn ve TKİ ile pozitif ilişki göstermiştir. TKİ ile bünye (% saturasyon), P, K, N, Zn, Fe, Mn, Mg, Ca ve OM pozitif, pH, tuz ve kireç ile negatif ilişki göstermiştir.

Bu çalışmada, Manisa ili Sarıgöl ilçesinde bulunan 100 farklı bağ arazisinin toprak kalitesi toprağın fiziksel ve kimyasal göstergelerine göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Toprak örneklerinin büyük bir kısmının tınlı bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Toprakların kireçli, OM, N, K, Zn

içeriklerinin düşük, Mg, Mn, Fe ve Cu içeriklerinin yeterli olduğu görülmüştür. Bağ alanlarının çoğu (%72) bağcılık için çok uygun (T1) ve uygun (T2) sınıflarında sınıflandırılırken, alanların %28'i marjinal uygun (T3) ve uygun olmayan (N) sınıflarında sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak Sarıgöl bölgesinde bulunan bağlarda toprak kalitesini arttırmak veya iyileştirmek için koruyucu toprak işleme yöntemlerini uygulanması, buna ilave olarak hem toprağın fiziksel yapısını iyileştirmek hem de OM miktarını arttırmak için yeşil gübre, çiftlik gübresi ve kompost uygulamalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca toprak ve bitki analizi sonuçlarına göre, makro ve mikro elementli gübre uygulamalarının yapılmasının yanısıra toprak pH'sı yüksek olan bağ alanlarında da toz kükürt uygulamaları ile pH değerinin düşürülmesi tavsiye edilmektedir.

Çizelge 5. Araştırma alanı toprak özellikleri ile TKİ arasındaki ilişkiler

| | Tekstür | pH | Top. tuz (%) | CaCO ₃ (%) | P (ppm) | K (ppm) | N (%) | Zn (ppm) | Fe (ppm) | Cu (ppm) | Mn (ppm) | Mg (ppm) | Ca (ppm) | OM (%) | TKİ |
|-----------------------|---------|--------|--------------|-----------------------|----------|---------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| Tekstür | 1 | -0.167 | 0.158 | 0.199 | 0.227 | 0.628* | 0.178 | 0.350 | 0.521* | 0.211 | 0.186 | 0.257 | 0.241 | 0.179 | 0.978** |
| pH | | 1 | -0.154 | 0.026 | -0.676** | 0.474* | 0.168 | -0.519* | -0.554* | 0.174 | -0.401* | 0.116 | 0.174 | -0.343 | -0.470** |
| Top. tuz (%) | | | 1 | 0.198 | 0.554* | 0.338 | 0.036 | 0.290 | 0.335 | 0.339 | 0.344 | 0.229 | 0.296 | -0.108 | -0.558* |
| CaCO ₃ (%) | | | | 1 | 0.536* | -0.161 | -0.077 | -0.410 | -0.581** | -0.169 | -0.132 | -0.141 | 0.738 | -0.487* | -0.599* |
| P (ppm) | | | | | 1 | 0.286 | 0.101 | 0.306 | 0.331 | 0.340 | 0.308 | 0.224 | 0.285 | 0.486* | 0.566** |
| K (ppm) | | | | | | 1 | 0.101 | 0.346 | 0.348 | 0.356 | 0.344 | 0.266 | 0.311 | 0.140 | 0.566* |
| N (%) | | | | | | | 1 | 0.351 | 0.310 | 0.340 | 0.237 | 0.208 | 0.249 | 0.669** | 0.577** |
| Zn (ppm) | | | | | | | | 1 | 0.325 | 0.354 | 0.240 | 0.184 | 0.242 | 0.563* | 0.605** |
| Fe (ppm) | | | | | | | | | 1 | 0.353 | 0.241 | 0.204 | 0.243 | 0.468* | 0.605** |
| Cu (ppm) | | | | | | | | | | 1 | 0.241 | 0.175 | 0.232 | -0.564* | 0.199 |
| Mn (ppm) | | | | | | | | | | | 1 | 0.174 | 0.232 | 0.472* | 0.598* |
| Mg (ppm) | | | | | | | | | | | | 1 | 0.202 | 0.148 | 0.578** |
| Ca (ppm) | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.185 | 0.582** |
| OM (%) | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.584* |
| TKİ | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

TKİ: Toprak kalite indeksi

* = % 5 seviyesinde önemli. ** = % 1 seviyesinde önemli

Teşekkür: Bu çalışmada verdiği destekten dolayı Alaşehir Ticaret Borsasına ve Alaşehir Ticaret Borsasında görev yapan Zir. Müh. Süleyman Yüksel'e teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Acton, D.F., Gregorich, L.J. 1995. The Health of Our Soils: Toward Sustainable Agriculture in Canada. Agriculture Agri-Food Canada, CDR Unit, Ottawa.
- Aktaş, M. ve Karaçal, İ. 1988. Kırıkkale ve Delice ilçelerinde Hasan dede çeşidi üzüm yetiştirilen bağların beslenme durumlarının belirlenmesi. Doğa Tarım ve Ormanlık Dergisi 12, (3): 291-304.
- Atalay, İ. Z., & Anaç, D. 1991. Salihli'nin çekirdeksiz üzüm bağlarının beslenme durumunun toprak ve bitki analizleri üzerine bir araştırma. TÜBİTAK Projesi. TOAG, 659.
- Atalay, İ.Z. 1977. İzmir ve Manisa bölgesi çekirdeksiz üzüm bağlarında bitki besini olarak azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyumun toprak-bitki ilişkilerine dair bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:345, İzmir, 159 s.
- Atalay, İ.Z. 1978. The petiole and leaf blade relationships for the determination of phosphorus and zinc status of vineyards. VITIS, 17: 147-151.
- Ateş, K. ve Turan, V. 2015. Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2: 108-113.
- Aydın, Ş. ve Çoban, H. 2002. Ege Bölgesi'nde Bağların Beslenmesi. Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu Bildirileri, (Cappadocia) Nevşehir, s. 176-182.
- Aziz I, Mahmood T, Islam K.R. 2013. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. Soil & Tillage Research, 131: 28–35.
- Başar, H. 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15: 69-83.
- Başayığıt, L., Şenol, H., Müjdecı, M. 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2): 1-10.
- Brohi, A.R. ve Aydeniz, A. 1987. Tokat ilinde yetiştirilen narince ve çavuş üzüm çeşitlerinin bitki besin kapsam durumu. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 3, (1): 27-58.
- Çağlar, K. Ö. 1958. Toprak Bilgisi, Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayın No: 10. Ankara.
- Çelik, S. 1998. Bağcılık (Ampeloloji), Cilt:1, Anadolu Matbaa, 425, Tekirdağ.
- Çelik, M., Keskin, N., Gülser, F., 2017. Van İli Erciş ilçesi bağlarında asmaların ve toprakların bazı bitki besin elementleri bakımından incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4(3): 347–354.
- Chapman, H. D., Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters, P. 1-30 g; University of California, Division of Agricultural Sciences, USA.
- Çoban, H. 2008. Investigation to Determine Fertility status in A Semi-Arid Environment of Agricultural Areas, Turkey. RJC Rasayan Journal of Chemistry, 1 (1): 158-165.
- Danışman, S., Genç, Ç., Uslu, İ. 1983. İznik ve Geyve ilçelerinde yetiştirilen Müşküle üzüm çeşidinin beslenme sorunları. Doğa Bilim Dergisi 7: 9-17.
- Doğan, B., & Gülser, C. (2019). Assessment of soil quality for vineyard fields: A case study in Menderes District of Izmir, Turkey. Eurasian journal of soil science, 8(2), 176-183.
- Doran, J.W., & Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment, 35, 1-21.
- İrget, M.E. 1988. Menemen yöresi bağlarının beslenme durumunun toprak ve bitki analizleri ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- İrget, M. E., Atalay, İ.Z. 1992. Menemen bağlarının demir, çinko ve mangan durumunun toprak ve bitki analizleri ile incelenmesi. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 2, S:487-492, İzmir.
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 498p.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları: No:3, Ankara.
- Karaman, M.R. 2012. Bitki Besleme, GÜBRET AŞ Rehber Kitaplar Dizisi:2, ISBN: 978-605-87103-2-0.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.E. 1997.

- Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:4-10.
- Konuk, F., Çolakoğlu, H. 1986. Gediz ovası çekirdeksiz üzüm bağlarında makro besin elementleri, toprak-bitki ilişkileri ve bağların beslenme durumu. *Tariş Araş. Geliştirme Müdür.* Proje No: Ar-Ge 001. İzmir.
- Koopmans, C., & Bloem, J. 2018. Soil quality effects of compost and manure in arable cropping: Results from using soil improvers for 17 years in the MAC trial. *Louis Bolk Institute.*
- Kovancı, İ., Atalay, İ. Z. 1977. Çal bağlarında makro besin elementi ve toprak bitki ilişkileri. *Bitki Cilt 4, Sayı:2, 192-212.*
- Kurtural, S.K. 2011. Desired Soil Properties for Vineyard Site Preparation. *Universtiy of Kentucky, College of Agriculture, Cooperative Extension Service. HortFact 31-01.* Available at [accessdate:14.03.2022]: http://www.uky.edu/hort/sites/www.uky.edu/hort/files/documents/KF_31_01.pdf
- Lanyon, D.M., Cass, A., Hansen, D. 2004. The effect of soil properties on vine performance. *CSIRO Land and Water Technical Report No. 34/04.*
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Journal of American Soil Science, 42: 421-428.*
- Loué, A. 1968. Diagnostic Petiolaire de Prospection. *Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigbe Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agroomiques.*31- 41.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkılı, Y. 2014. Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri, Sayfa Sayısı: 236, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-133-895-8.
- Mulla D.J., Mc Bratney A.B. 2001. Soil spatial variability. *Handbook of Soil Science CRS. Pres: 321-352.*
- Oliver, D.P., Bramley, R.G.V., Riches, D., Porter, I. and Edwards, J. 2013. Review: soil physical and chemical properties as indicators of soil quality in Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research. 19(2): 129–139*
- Olsen, S.R., Dean, L.A., 1965. Phosphorus, Ed. C.A. Black, "Alınmıştır: Methods of Soil Analyses, Part II American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA: 1035-1049.
- Pierce, F.J., Larson, W.E., 1993. Developing criteria to evaluate sustainable land management. In: Kimble, J.M. (Ed.), *Proc. 8th Int. Soil Management Workshop: Utilization of Soil Survey Information for Sustainable Land Use.* May 1993, USDA-SCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, pp. 7-14.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manuel*, U.S. Department Griculture Handbook, U.S. Goverment Printing Office, Washington. USA.
- TÜİK, 2022. <http://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul.> (Available from: 29.03.2017).
- Ülgen N, Yurtsever N. 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Viets, F.W. Grand, and Lindsay, L. 1973. Testing soils for zine, copper manganese and iron, *Soil testing and plant analysis.* (ed) Walsh L.M. and Beaton J.O, *Soil Science Society of America. Inc. Madison Wisconsin, USA, pp. 153 - 172.*
- Walkey, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science, 34: 29 – 38.*
- White, R.E. 2010. The status of soil health in the viticulture and wine industry, a review. *Final Report to Grape and Wine Research and Development Corporation, Project GWR 0918.*
- Winkler, A.J. Cook, J.A. Kliewer, W.M. and Lider, L.A. 1974. *General viticulture.* University of California Press, Berkeley, ISBN: 0-52002591-1710 p.
- Yener, H., Aydın, Ş. ve Güleç, I. 2000. Alaşehir yöresi Kavaklıdere bağlarının beslenme durumu. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(2), 110-138.*

Hibrit domates fidelerinin (*Lycopersicon esculentum* L.) vejetatif gelişimi için hümik maddelerin uygulaması

Bruna Aline VACELIK¹, Marcelle Michelotti BETTONI^{1*} Tefide KIZILDENİZ²

¹Universidade Tuiuti do Paraná- Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia , Department of Plant Sciences, Rua Sydnei Antônio Rangel Santos, 238 - Santo Inácio, Curitiba - PR, 82010-330, Curitiba-PR, Brazil

²Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Biosystem Engineering Department, 51240, Niğde, Turkey

*Corresponding author: marcelle.bettoni@utp.br

Received: 16.02.2022 Received in revised: 28.03.2022 Accepted: 28.03.2022

Öz

Hümik ve fulvik asitler gibi hümik maddelerle ilişkili dayanıklı çeşitlerin ve mineral beslemenin kullanımının bitki gelişimini desteklediği, bitkinin kök ve toprak üstü kısımlarının büyümesini desteklediği için bitkilerin vejetatif gelişimleri için uygun bir teknik olduğu bilinmektedir. Böylece daha iyi bir nihai üretkenlik sağlanmış olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, serada üretilen Justyne® hibrit domateslerin vejetatif gelişiminde hümik maddelere dayalı Bio Humate® gübresinin etkilerini değerlendirmektir. Deneme; Brezilya'da Universidade Tuiuti do Paraná Üniversitesi'ndeki deneme seralarında uygulanmış olup tamamen tesadüf blokları deneme deseni ve 4 x 2 faktöriyel kullanılarak tasarlanıp, dört doz ticari ürün olarak satılan biyostimulant (0 (kontrol), 1.5, 2 ve 2.5 mL L⁻¹ Bio Humate®) uygulanarak üç tekrarla yetiştirilen Justyne® domates hibritlerinde, ekimden sonra 42. ve 56. günlerde (DAT: Ekimden Sonraki Günler) örnekleme yapılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 7 DAT'den başlayarak 14 günde bir uygulanmıştır. Bio Humate® gübresinin toprağa uygulanması, Justyne® hibrit domateslerin vejetatif gelişiminde değerlendirilen biyometrik ve biyokimyasal parametreler için 2 mL L⁻¹ dozunda 56 DAT'de en düşük klorofil içeriği olarak ortaya çıkmasına rağmen daha iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar kelimeler: Domates, *Lycopersicon esculentum* L., Biyostimulant

Humic substances application fort he vegetative development of hybrid tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* L.)

Abstract

It is known that the use of resistant cultivars and mineral nutrition associated with humic substances, such as humic and fulvic acids, can favor plant development, promoting aerial parts and roots growth, being a viable technique for better vegetative development of plants in general, and, consequently, for better final productivity. The objective of this study was to assess the impact of humic substances fertilizer calls Bio Humate® in the Justyne® hybrid tomato seedlings development. The experiment was conducted in greenhouses of University of Tuiuti do Paraná/Brazil with a completely randomized experimental design, arranged in a 4 x 2 factorial with four doses of the commercial product's application (0 (control), 1.5, 2, and 2.5 mL L⁻¹ of Bio Humate®) on three repetitions Justyne® hybrid tomato seedlings that were subjected to samplings at 42nd and 56th days after transplanting (DAT)). The treatments were applied every 14 days, starting at 7 DAT at 42 and 56 DAT. Bio Humate® fertilizer treatment showed better results at 2 mL L⁻¹ of doses for the biometric and biochemical parameters evaluated in the Justyne® hybrid tomato seedlings development, even though the chlorophyll content at 56 DAT is the lowest.

Key words: Tomato, *Lycopersicon esculentum* L., Biostimulant

Introduction

Tomato growing is a profitable business opportunity both worldwide and in Brazil. As per IBGE-Brazilian Institute of Geography and Statistics, around 62,000 hectares of tomato (*Lycopersicon esculentum* L) are grown in Brazil, including 4.5 million tons recorded in 2018. (IBGE, 2018).

Their production and quality can be affected from the soil preparation until the final consumer arrives. There are some aspects to take into account for the establishment of the crop as adapted cultivars, planting, soil pH, planting system, spacing, irrigation, weed control, nutritional contribution, phytosanitary control, weight loss, climatic factors and aspects harvest (Chitarra and Chitarra, 1990).

Proper nutritional applications at different development stages of plant is an effective technique for increasing the production and quality of tomatoes. However, it is critical to consider the environmental impact that can be generated, depending on how cultivation is carried out, always looking for alternatives that minimize such harmful effects (Noordwijk and Cadisch, 2002; Brentrup et al., 2004).

Among the several available growing techniques of tomato farming for more environmental-friendly is the adoption of cultivars that are better appropriate to the climate and location, as well as more resistant to specific diseases and pests. Justyne® hybrid's long-lasting, early to mid-cycle, robust, and unpredictable growth provides an attractive alternative in this case. (TAKII, 2018).

Moreover, using less ecologically affected fertilizers, such as humic compounds, during agricultural activities might result in better agricultural productivity with better quality. According to Calvo et al. (2014), humic compounds can be labeled as "biostimulants" (even though there is no legal definition for the term in Brazil) of plants for their growth-promoting activity owing to enlarged roots and improved nutrient absorption. These compounds are formed of humic acids, fulvic acids, and humin, which are formed by biochemical conversions of organic matter constituents in the soil such as lignin, cellulose, hemicellulose, sugars, and amino acids (Primo et al., 2011).

Humic acid treatment in the soil is boosted photosynthesis (Baldotto et al., 2009; Ertani et al., 2011), respiration, protein synthesis (Nardi et al., 2002) and enzymatic activities (Nardi et al., 2007) in various cultivars. In the plenty of cultivars, foliar treatment of humic acid promoted increases in the content of sugar (Lima et al., 2011), carbohydrates (Aminifard et al., 2012), and starch (Canellas et al.,

2002; Ertani et al., 2011; Nardi et al., 2007). Studies with humic substances in onion have shown all the aforementioned beneficial effects that these substances can promote (Bettoni et al., 2014, 2016 and 2017).

To the best of our knowledge, there are no reports on the use of fertilizers, which contain humic substances applied to the soil for hybrid tomato cultivation. Also, its application as biostimulants on tomato seedlings' adequate time period is not well described for improving vegetative development and future output with the best concentration of it. Therefore, the aim of this work was to assess the impact of humic acid based substances soil biostimulant, in the vegetative development of Justyne® hybrid tomato's grown in the greenhouse.

Material and Methods

The experiment was conducted in a greenhouse at the Tuiuti do Paraná University, located in the city of Curitiba, Paraná and its design was completely randomized with a two-factor factorial analyses (4 doses: 0 (control), 1.5, 2 and 2.5 mL L⁻¹ of Bio Humate®) with 2 sampling stages (42 and 56 DAT)) treated to the commercial soil biostimulant of Bio Humate® to three replicates of Justyne® hybrid tomatoes during two sampling stages with application on every 14 days, starting at 7 DAT.

Humic acid based soil biostimulant was applied as Bio Humate® (MAP No SP-80819 10067-4) that contains (weight / weight with a density of 1.20 g mL⁻¹): 6.5% of total organic carbon; 0.15% N; 5.0% K₂O and 0.05% P₂O₅ including 36% of humic substances, derived from leonardite, being 24% of humic acids and 12% of fulvic acids.

When the seedlings have 4 definite full expanded leaves (approximately 25 days after planting), the plants were transplanted in to 5 L plastic pots containing a commercial substrate of Tropstrato HT Hortaliças including pine bark, vermiculite, PG mix 14.16.18, potassium nitrate, simple superphosphate and peat (Vida Verde Indústria e Comércio de Insumos Orgânicos Eireli) and irrigated at field capacity, without sticking to the leaves, in the amount of 150 mL per pot of the dose directly applied to the each seedlings root with a syringe, every 14 days, the first application being 7 days after transplantation (DAT), on April 12, 2019, with a total of four applications (7, 21, 35 and 49 DAT).

For evaluations, the central plant of each repetition was considered. In 42 DAT (A1) and 56 DAT (A2), the following biometric variables were evaluated: number of leaves; root length; height of the aerial part, height of 1st node to 1st collar

(height starting from 1st leaf until nodal roots); fresh weight (FW) of leaf, FW of stem, FW of aerial part and FW of root, root volume, leaf area, the dry weight (DW) of leaves, DW of stem, DW of aerial part and DW of root. The biochemical variables analyzed were: chlorophyll a (Chl *a*), chlorophyll b (Chl *b*), chlorophyll a+b (Chl *a+b*) and carotenoids.

For the determination of the root length and height of the aerial part, a graduated ruler was used, with the root length obtained from the mean of the three largest roots per plant, and height of the aerial part, considered as the distance from the base to the apical part. Height of 1st node to 1st collar was measured in the mediated region of the plant, with a digital vernier. The root volume was determined by measuring the volume of water displaced by introducing them into test tubes with a known volume of water. The FW and DW were made by weighing the samples on an analytical balance. For the dry matter production determinations, the parts of the plant, separated and packed in paper bags, were located in a stove with air circulation at 80 °C until reaching constant weight.

The determination of the leaf area (cm² plant⁻¹) was obtained by free image analysis software (ImageJ®), coupled to a scanner.

For biochemical variables, the most developed middle 3rd shoot at the time of evaluation was selected for measurements, with the 4th shoot at 42 DAT and the 6th shoot at 56 DAT. These leaves were cut into discs and weighed on a precision balance, being immediately frozen at -20 °C. Subsequently, 1 cm² leaf discs were taken, weighted in order to obtain FW of each discs and extracted in 5 mL of ethanol 95% in 80 °C hot bath. The absorbance from the extraction was measured at 665, 649 and 470 nm. The content of Chl *a*, Chl *b*, Chl *a+b* and carotenoids concentration were performed, according to the Lichtenthaler methodology (1987) as followings:

- (I) Chl *a* = (13.7 x Δ₆₆₅) – (5.76 x Δ₆₄₉)
- (II) Chl *b* = (25.8 x Δ₆₄₉) – (7.6 x Δ₆₆₅)
- (III) Chl *a+b* = (6.1 x Δ₆₆₅) – (20.04 x Δ₆₄₉)
- (IV) Carotenoids = [(1000 x Δ₄₇₀) – (2.13 x Chl *a*) – (97.64 x Chl *b*)]

Results and Discussion

The analysis of variance showed a significant influenced of the doses of the commercial product Bio Humate® for all the variables analysed.

Regression analysis (Figure 1) for biometric variables: number of leaves (Figure 1A), length (Figure 1D) and root volume (Figure 1B), as well as fresh leaf and root mass (Figure 1C) of

plants in the function of the doses of Bio Humate®, indicated a quadratic tendency.

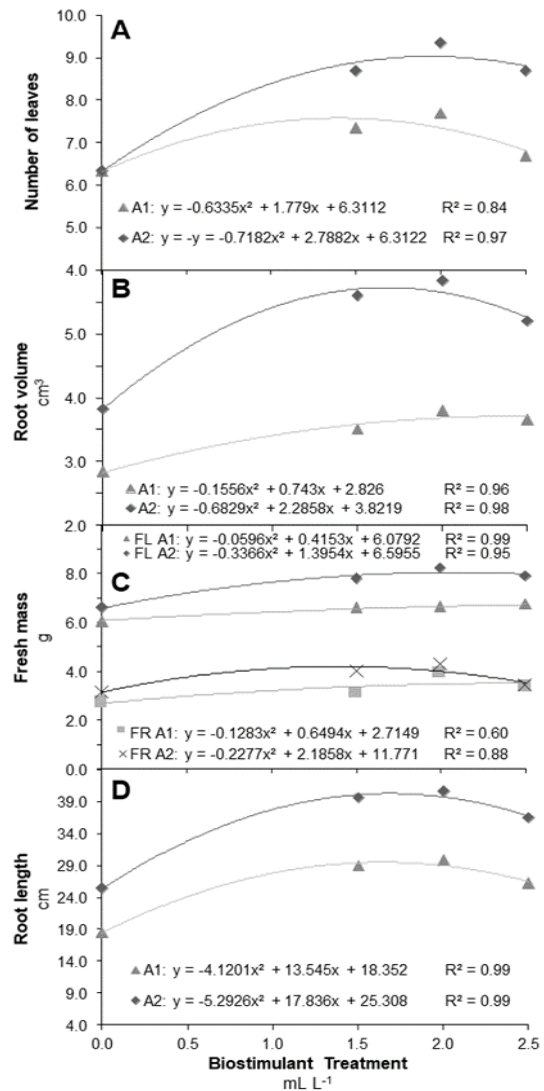


Figure 1. Number of leaves (A), root volume (B), fresh mass of leaves (FL) and roots (FR) (C) and root length (D) in Justyne® hybrid tomato seedlings treated with biostimulant of Humate® at 42 (A1) and 56 (A2) DAT

The highest number of leaves (Figure 1A) was found at a dose of 2.0 mL L⁻¹ in both evaluations (A1 and A2), with 6.67 and 8.67 average number of leaves respectively. Root length (Figure 1D) showed better results at the dose of 2.0 mL L⁻¹ in both evaluations, with 29.68 cm in A1 and 40.69 cm in A2, while the root volume (Figure 1B) expressed its best development at the dose of 2.0 mL L⁻¹ in to the A1 and A2, 3.80 cm³ (A1) and 5.83 cm³ (A2), respectively.

The quadratic result observed in fresh leaf mass (Figure 1C) indicates that, up to the dose of

2.5 mL L⁻¹ in A1 and 2.0 mL L⁻¹ in A2, the application of the commercial product Bio Humate® implies an increase in the variable, with a maximum dose of 6.76 g and 8.26 g in A1 and A2, respectively. Similar results were found by Vieira et al. (2018), where the mean FW for the control was 39% lower than that observed for the highest tested dose, 6.0 mL L⁻¹. The fresh root mass obtained better results at the dose of 2.5 mL L⁻¹ in both evaluations, with maximum doses in A1 of 3.37 g and A2 of 3.44 g. The observed increases in length, volume, and mass of fresh root observed relative to control may be explained by a likely similar action of growth hormones and cell division mechanisms, which increase the number of lateral roots that emerged, in addition to proliferation of root hair promoted by an action of auxin (Canellas and Olivares, 2014). Such an increase in the root system allows the plant to be able to explore a greater volume of soil and, consequently, improve its absorption of nutrients.

The same quadratic tendency was observed in the root and dry mass variables of the stem (Figure 2A). DW of root and DW of stem had better results at the dose of 2.0 mL L⁻¹ in both A1 and A2.

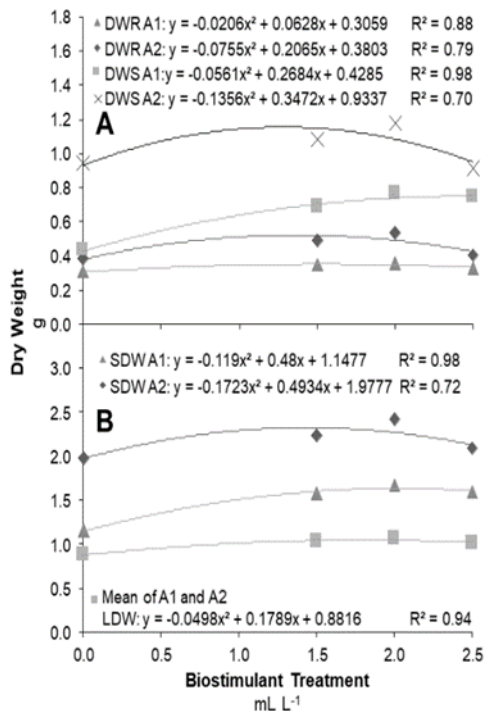


Figure 2. Dry weight of root (DWR; Dry weight of root) (A), stem (DWS; Dry weight of stem) (A), shoot (SDW; Shoot dry weight) (B) and leaves (LDW; Leaf dry weight) (B) in Justyne® hybrid tomato seedlings treated with biostimulant of Humate® at 42 (A1) and 56 (A2) DAT

The dry firing mass (Figure 2B) showed higher results in A1 and A2 at doses of 2.0 mL L⁻¹, respectively. For the variable dry mass of leaves, no significant interaction was observed between the doses and the evaluation time, only between the stations alone, and the dose of 2.0 mL L⁻¹ presented the highest value (Figure 2B).

Regression analysis of shoot height (Figure 3A), height of 1st node to 1st collar (Figure 3B), as well as leaf area (Figure 3C) and fresh stem and shoot masses (Figure 3D) indicated linear tendency, where the increases in the parameters respond to the increase in the doses of the product.

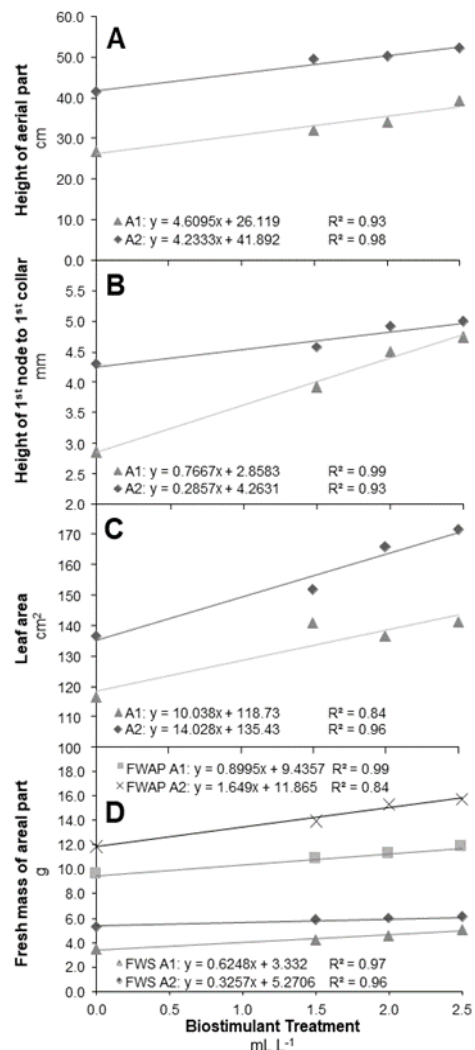


Figure 3. Height of aerial part (A), height of 1st node to 1st collar (B), leaf area (C) and fresh mass of areal part (FWAP; Fresh weight of aerial part, FWS; Fresh weight of stem) (D) in Justyne® hybrid tomato seedlings treated with biostimulant of Humate® at 42 (A1) and 56 (A2) DAT

These results demonstrate the positive effect of the product on the biometric parameters related to the aerial part of the plant, and for these variables the ideal recommended dose would be 2.5 mL of L⁻¹, and the maximum doses found for the variables are 39.27 cm (A1) and 52.10 cm (A2) for height of the aerial part (Figure 3A); 4.73 mm (A1) and 5.00 mm (A2) for height of 1st node to 1st collar (Figure 3B); 141.31 cm² (A1) and 171.43 cm² g (A2) for leaf area (Figure 3C) and 11.77 g (A1) and 15.70 g (A2) for FW of aerial part (Figure 3D).

Bernardes et al. (2011), found an increase in the dry mass and sprout height of tomato seedlings using the product Codahumus 20[®], also based on humic substances. Rosa et al., (2009) observed the positive impact of the doses of humic substances on the dry mass of the part of the zone of bean plants. The results obtained by Vieira et al. (2018) also demonstrated a directly proportional increase in plant height concerning to the dose of humic substances applied to lettuce seedlings. According to Hernandez et al. (2015), plants subjected to the application of humic substances present higher productivity responses related to the increase in chlorophyll content, ribulose activity 1-5 bisphosphate carbilase, stomach conductivity, accumulation of macro and micronutrients in the leaves and changes in carbohydrate metabolism. Corroborating their experiment, it is possible to observe increases in the content of Chl *a*, Chl *b*, Chl *a+b* and carotenoids (Figure 4A) at doses of 2.0 mL L⁻¹ in both evaluations (A1 and A2).

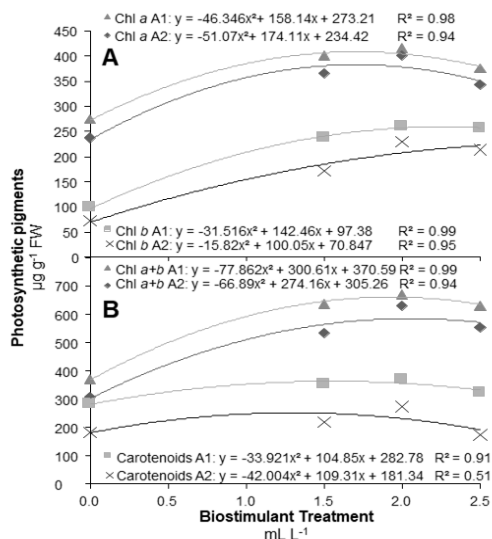


Figure 4. Photosynthetic pigments concentration of Chl *a* and Chl *b* (A), and Chl *a+b* and Carotenoids (B) in Justyne[®] hybrid tomato seedlings treated with biostimulant of Humate[®] at 42 (A1) and 56 (A2) DAT

Increases in the content of photosynthetic pigments in different cultivated plants have already been reported from the application of different organic materials (Ferrara and Brunetti, 2008; Fan et al., 2014). Rosa et al., (2009) observed increases in the Chl *a* / Chl *b* ratio after treating pineapple plants with humic acids. The application of solutions containing humic acid allows a more orderly stacking of the thylakoids, favouring the absorption of photons by chlorophylls, the transfer and conversion of light energy into a power reducer (NADPH) and energy (ATP), enhancing photosynthesis in higher vegetables (Fan et al., 2014). Furthermore, active compounds similar to plant hormones present in water soluble humic acid can increase acidification of the rhizospheric region, due to the activation of the enzyme H⁺-ATPase of the plasma membrane, increasing the absorption capacity of NH₄⁺ and NO₃⁻ (Zandonadi et al., 2007; Canellas and Olivares, 2014). This would result in the synthesis of N⁻ containing molecules, such as chlorophylls.

Thus, it is possible to perceive that the use of the Bio Humate[®], in the vegetative phase, of the Hybrid Tomato Justyne[®] promoted significant inputs in the biometric and biochemical parameters evaluated, 2 mL L⁻¹ of the dose is the most sensitive for most of the analyses. For larger doses, in general, there was a visual phytotoxic tendency of the product such as yellowing leaf, necrosis, brownish.

Conclusions

The vegetative phases of the seedlings have a critical importance for the final product. In this period, seedlings are required an intensive care with additional soil treatment. While the seedlings were growth in the better conditions, the final products are more promising to reach the required yield and quality. Thus, the biostimulant applications in this phase has a crucial impact for nurseries who are producing the seedlings for farmers. The application via soil, of the Bio Humate[®] fertilizer, the base of humic substances, had a positive impact on the Justyne[®] hybrid tomato's seedlings development with interaction for all the biometric and biochemical parameters evaluated, except the mass fresh from the leaf. The parameters of height and fresh mass of stem, height of 1st node to 1st collar and fresh mass of the area, as well as the area of the leaf presented linear tendency as a function of the doses, having their values increased directly proportional to the increase in the doses applied. However, for all the other variables evaluated in this experiment, the regression analysis showed that the best dose for the Justyne[®] hybrid tomato's seedlings development, carried out in the greenhouse, is the

dose of 2 mL L⁻¹ of Bio Humate® fertilizer applied via soil.

Conflict of Interest Statement: The authors of the article declare that there is no conflict of interest.

Authors' Contribution: B.A.V.: investigation, formal analysis, and writing. M.M.B.: conceptualization, methodology, validation, resources, writing, reviewing and editing, visualization, supervision. conceptualization, methodology, validation, formal analysis, writing, reviewing and editing, visualization. T.K.: conceptualization, methodology, validation, writing, reviewing and editing. All the authors approved the paper for publication

References

- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M. and Hawa, Z. E. J. 2012. Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*, v. 11, n. 68, p. 13179-13185, 23 ago.
- Baldotto, L. E. B., Baldotto, M. A., Giro, V. B., Canellas, L. P., Olivares, F. L. and Bressan-Smith, R. 2009. Desempenho do abacaxizeiro "Vitória" em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 33 (4): 979–990.
- Bernardes, J. M., Reis, J. M. R. and Rodrigues, J. F. 2011. Efeito da aplicação de substância húmica em mudas de tomateiro. *Global science and technology* 4 (3): 92–99.
- Bettoni, M. M., Mogor, Á. F., Pauletti, V. and Goicoechea, N. 2014. Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO₂. *Scientia Horticulturae*, v. 180, p. 227-235.
- Bettoni, M. M., Mogor, Á. F., Pauletti, V., Goicoechea, N., Aranjuelo, I. and Garmendia, I. 2016. Nutritional quality and yield of onion as affected by different application methods and doses of humic substances. *Journal of food composition and analysis*, v. 51, p. 37-44.
- Bettoni, M. M., Mogor, Á. F., Pauletti, V. and Goicoechea, N. 2017. The interaction between mycorrhizal inoculation, humic acids supply and elevated atmospheric CO₂ increases energetic and antioxidant properties and sweetness of yellow onion. *Horticulture Environment and Biotechnology*, v. 58, p. 432-440.
- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H. and Lammel, J. 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. *European Journal of Agronomy*, 20(3), 247-264.
- Calvo, P., Nelson, L., and Kloepper, J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, v. 383, n. 1-2, p. 3-41.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokova-Façanha, A. L. and Façanha, A. R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology* 130 (4): 1951–1957.
- Canellas, L. P. and Olivares, F. L. 2014. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 1, n. 3, p. 3-14. DOI: 10.1186/2196-5641-1-3.
- Chitarra, M. I. F. and Chitarra, A. B. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo. 2 ed. *Lavras: ESAL/FAEPE*, 320 p.
- Ertani, A., Francioso, O., Tugnoli, V., Righi, V. and Nardi, S. 2011. Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, n. 22, p. 11940-11948.
- Fan, H. M., Wang, X. W., Sun, X., Li, Y. Y., Sun, X. Z. and Zheng, C. S. 2014. Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, v. 177, p. 118-123. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.05.010.
- Ferrara, G. and Brunetti, G. 2008. Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Itália. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, v. 42, n. 2, p. 79-87.
- Ferreira, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v. 6, p. 36-41.
- Hernandez, O. L., Calderín, A., Huelva, R., Martínez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N. O. and Canellas, L. P. 2015. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for sustainable development*, v. 35, n. 1, p. 225-232.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística mensal da Produção Agrícola Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2018. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria> (Access date: 5.12.2018)
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in*

- enzymology* (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press.
- Lima, A. A., Alvarenga, M. A. R., Rodrigues, L. and Chitarra, A. B. 2011. Yield and quality of tomato produced on substrates and with application of humic acids. *Horticultura Brasileira*, v. 29, p. 269-274.
- Nardi, S., Muscolo, A. and Vaccaro, S. 2007. Relationship between molecular characteristics of soil humic fractions and glycolytic pathway and krebs cycle in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry* 39 (12): 3138–3146.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34 (11): 1527–1536.
- Noordwijk, M. V. and Cadisch, G. (2002). Access and excess problems in plant nutrition. In *Progress in plant nutrition: plenary lectures of the XIV international plant nutrition colloquium* (pp. 25-40). Springer, Dordrecht.
- Primo, D.C., Menezes, R.S.C. and Silva, T.O. 2011. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. *Scientia Plena*, 7: 1-13.
- Rosa, C. M. D., Castilhos, R. M. V., Vahl, L. C., Castilhos, D. D., Pinto, L. F. S., Oliveira, E. S. and Leal, O. D. A. 2009. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33 (4): 959–967.
- TAKII. 2018. Tomate: Justyne. Hortaliças Disponível em: <https://takii.com.br/produto/justyne> (Access date: 5.12.2018).
- Vieira, L. S., Emrich, E. B., Costa, L. A. S., Ribeiro, F. A. G., Melo, D. F. M., Emrich, R. P. S. and Simoes Junior, R. G. S. 2018. Avaliação foliar de substância húmica em mudas de alface. *Anais do II Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica*, Uberaba, MG, v.2, n.1, set.
- Zandonadi, D. B., Canellas, L. P. and Façanha, A. R. 2007. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta* 225 (6): 1583–1595.

Establishment of a Novel Plant Micropropagation System from Mature Hydroprimed Seeds of Two Turkish Broad Bean Cultivars

Ferzat TURAN^{1*}, Khalid Mahmood KHAWAR²

¹Sakarya Applied Sciences University, Faculty of Agricultural Sciences, Field Crops Department, Sakarya, Türkiye

²Ankara University, Faculty of Agricultural Sciences, Field Crops Department, Ankara, Türkiye

*Corresponding Author: ferzatturan@subu.edu.tr

Received: 26.01.2022 Received in revised: 25.03.2022 Accepted: 28.03.2022

Abstract

Leguminous Broad bean (*Vicia faba* L.) is an excellent source of minerals, vitamins and proteins that makes it highly valuable food for human and feed for animal consumption. The plant has an important characteristic to fix atmospheric Nitrogen and play an important role to establish a natural balance of N in the atmosphere. It is a highly self-pollinated plant and has problem of low variation with limited genetic pool. Moreover, the previous studies identify problem of recalcitrance in broad bean. Therefore, there is need to establish a repeatable micropropagation protocol that could ensure an increase in genetic variability to overwhelm problems in breeding. This system must also be able for efficient gene delivery and could be integrated with the conventional breeding programs through direct organogenesis. The study aimed to develop a tissue culture (shooting & rooting) protocol on two important Turkish broad bean cultivars Filiz99 and Eresen87 using MS medium containing 0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.45, 0.55 mg l⁻¹ TDZ using embryonic axis as explant. Maximum number of 5.33 and 3 shoots per explant were noted on cv. Filiz99 and Eresen87 on MS medium containing 0.15 mg l⁻¹ TDZ. The developing shoots were rooted on MS medium containing 1 mg l⁻¹ IAA after three weeks of culture. The rooted plants were transferred to pots containing peat under maintained under controlled greenhouse conditions for acclimatization. The acclimatized plants bloomed and set seeds. Present results underscore importance of seed hydropriming before taking of explants to achieve high micropropagation on faba beans to overcome recalcitrance.

Key words: Faba bean, hydropriming, regeneration, rooting, *Vicia faba*

Türkiye’de yetiştirilen iki bakla Çeşidinin Olgun Tohumları Üzerine Hydropriming Uygulamasıyla Mikro-Çoğaltma Sisteminin Geliştirilmesi

Özet

Bakla (*Vicia faba* L.); mineral, vitamin ve protein kaynağı olmasından dolayı insan ve hayvan beslenmesi için son derece değerli bir bitkidir. Aynı zamanda atmosferdeki azotu sabitlemek gibi önemli bir özelliğe sahiptir ve bu yönüyle atmosferdeki doğal nitrojen dengesini kurmada önemli bir rol oynar. Yüksek oranda kendine tozlaşması ve sınırlı genetik havuza sahip olmasından dolayı varyasyon oldukça düşüktür. Daha önce varyasyon yaratmak amacıyla yapılan doku kültürü çalışmalarında bakla bitkisinin doku kültürü çalışmalarına karşı stabil olmadığı ve inatçı bir bitki olduğu da tespit edilmiştir. Bu nedenle, mikro çoğaltım problemlerinin üstesinden gelmek için, varyasyonda artış sağlayabilecek ve tekrarlanabilir bir mikro çoğaltma protokolünün oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda bu sistem verimli gen aktarımı yapabilmeli ve doğrudan organogenez yoluyla geleneksel yetiştirme programlarıyla da entegre edilebilmelidir. Çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen iki önemli bakla çeşidi; Filiz99 ve Eresen87 kullanılmıştır. Doku kültürü (sürgün ve köklendirme) protokolü geliştirmek amacıyla 0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.45 ve 0.55 mg l⁻¹ TDZ içeren MS besi yeri embriyonik eksen eksplantı için hazırlanmıştır. Çalışmada Filiz99 ve Eresen87 çeşitlerinde 0.15 mg l⁻¹ TDZ içeren MS

ortamında eksplant başına maksimum sürgün sayısı sırasıyla 5.33 ve 3.00 adet elde edilmiştir. Gelişmekte olan sürgünler, üç hafta sonra 1.00 mg l⁻¹ IAA içeren MS ortamında köklendirilmiştir. Köklenen bitkileri dış ortama alıştırmak için kontrollü sera koşulları altında torf içeren saksılara aktarılmıştır. Adaptasyon sağlayan bitkilerden tohum elde edilmiştir. Mevcut sonuçlara göre bakla bitkisinde yüksek mikro çoğaltım elde edebilmek için, bitki eksplantının işleme alınmasından önce tohumlar hydropriming tabi tutulması gerektiği ve en uygun yetiştirme ortamının ise 0.15 mg l⁻¹ TDZ içeren MS ortamı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bakla, hidropriming, rejenerasyon, köklendirme, *Vicia faba*

Introduction

Legumes with high nutritional value make third largest group of plants among all dicotyledonous plant species (Shimaa et al., 2008; Srinath et al., 2005). The faba bean (*Vicia faba* L.) is an important member of this group and is highly nutritional in terms of protein contents. It is very popularly used for food and feed in many parts of the world. There is rapid increase in world population and if proper measures are not taken, there will be a problem to feed growing world population. There is need to improve and breed new cultivars. Both through conventional and biotechnological approaches genetic improvement of faba bean against different types of biotic and abiotic stresses is needed. Biotechnological approaches are helpful for fast and easy incorporation of new traits into plants (Takahoshni and Takomizo, 2012) against different types of biotic and abiotic stresses and improvement for various nutritional characteristics (Shimaa et al., 2008).

Legumes are an excellent source of protein that can help to improve malnutrition among wide range of people around the world. Broad bean has high potential for use as energy and functional food. It is well established under temperate climates with high yield potential (Christou, 1994). Broad bean is very important edible legume used in number of countries and face number of problems like self-incompatibility with poor genetic diversity that hinders easy development of new varieties (Bond, 1987; Selva et al, 1989). Although, there are number of reports about regeneration from broad bean (Abdelwahd et al, 2008; Abdelwahd et al, 2014; Almaghrabi, 2014; Edyta et al, 2012; Klenotičova et al, 2013; Metry et al, 2007) but all of these studies suggest number of bottlenecks that hinder multiplication of broad bean. There is a lot of scope for improvement of micropropagation. There is need to develop new propagation techniques for its multiplication under *in vitro* conditions for advancement in plant transformation activities.

Therefore, the study aimed to design, optimize and establish new reliable and efficient

conditions for mature zygotic embryos based *in vitro* propagation of broad bean.

Materials and Methods

Seed Source

The seeds of broad bean cv. Eresen 87 and Filiz 99 were obtained from the Aegean Field Crops Research Institute, Izmir, Turkey.

Surface Sterilization

Care was taken to select healthy and clean seeds before surface sterilization using 60% commercial bleach (Ace® Istanbul, Turkey, containing 5% NaOCl) for 20 min. The surface sterilized seeds were rinsed 3×5 min with sterile distilled water. Thereafter, they were divided in to two sets; one set was hydroprimed in sterile water for 24 h at 24°C. The other set was not hydroprimed. Both hydroprimed and non-primed seed embryos were cultured on MS medium containing 0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.45, 0.55 mg l⁻¹ TDZ (six concentrations) excluding MS medium that served as control. All cultures were autoclaved for 20 min at 121°C, using 1.4 kg/cm² autoclave pressure. The pH of all culture media was adjusted to 5.6 - 5.8 with 1M Na OH or 1M HCl. All cultures were incubated at 25 ± 2°C under 16 h light (45µmol m⁻² s⁻¹) photoperiod. Light using cool white fluorescent lamps. The agar, plant hormones and the chemicals that were used in this study were purchased from Duchefa Biochemie B.V., Haarlem, The Netherlands.

In vitro rooting

Healthy and well developed elongated ~ 3 cm long broad bean shoots were rooted on MS medium containing 1.0 mg l⁻¹ IAA. All cultures were incubated at 25 ± 2°C in 16 h light/8 h dark cycle in growth chamber. Sixty (60) micropropagated shoots were rooted in each treatment that was divided into 6 replications. Each replication contained 5 micropropagated shoots (5 micropropagated shoots × 12 replications = 60 micropropagated shoots). Data on frequencies of root induction, number of roots per plant, root length, number of shoot per explant if any and flower induction were recorded after three weeks of culture.

Ex vitro acclimatization

In vitro grown well developed healthy ~ 8 cm long plantlets were washed in running tap water to remove adhered agar from roots. Thereafter, the plantlets were transferred to soil mix containing (a) clay loam soil, (b) peat moss, (c) perlite and (d) clay loam soil: peat moss (1:1) soil mix. The clay loam soil had 42% (w/w) clay, 30.00% (w/w) clay and 28% (w/w) sand with 49% water saturation percentage, CEC of 31 cmol/kg, EC 1.25 dS m⁻¹, 0.05% (w/w) total salts, pH of 7.8, 5.14% (w/w) lime, 138.4 kg ha⁻¹ phosphorus, potassium of 1744.4 kg ha⁻¹, organic matter of 1.01% (w/w), total nitrogen of 0.09% and organic carbon of 0.81%. Peat moss used in the study was prepared locally from leaves had pH of 6.6 and EC of 0.15 dS/m and porosity of 65% v/w that allowed low bulk density of 0.01 mg m⁻³ and high water absorption. The perlite used in the experiment had a bulk density of about 53 kg/m³ and contained 71% SiO₂ (w/w), 11% Al₂O₃ (w/w), 4% Na₂O, 2% K₂O, 0.5% Fe₂O₃, 0.2% MgO, 0.5% CaO and 4% loss on ignition (chemical/combined water). The plants were transferred to 1.5 liter plastic pots containing 1.25 liter soil and peat moss mix that were covered with transparent polythene bags. Each pot was given 10 ml water after every two days. During second week of culture; transparent polythene bags were gradually removed after the plants began to show signs of growth. They were watered on weekly basis depending on plants' conditions. Greenhouse used in the experiment maintained temperature of 18 ± 1°C and 70 ± 2% relative humidity under 16 h light photoperiod.

Statistical analysis

Data were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA), and the post hoc tests were performed using Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of significance. The treatments were arranged in a completely randomized design.

Results

The mature embryos are embedded in between very hard and large cotyledon leaves that are difficult to detach to reach them. Therefore, the seeds were hydroprimed for 20 h in autoclaved bi distilled water after carrying out surface sterilization with 60% commercial bleach (Ace – Turkey containing 5% NaOCl) for 20 min with continuous stirring. Hydropriming helped to soften the seeds, which were opened after gentle removal of testa using sharp scalpel blades. All

care was taken to detach zygotic embryos without damaging them.

Firstly shoot regeneration percentage of the zygotic embryos was compared on control (MS medium) and MS medium containing 0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.45 and 0.55 mg l⁻¹ TDZ any concentration of TDZ in MS medium failed to induce any callus. Any zygotic embryos on MS medium did not regenerate except one or two developing protrusions on surface of explants after first week of culture that remained static thereafter. Explants began to swell with induction of shoot initials within 7 to 9 days of culture on variable concentrations of TDZ followed by start of shoot regeneration gradually. All hydroprimed mature embryos on cv. Filiz 99 and Eresen 89 induced 100% shoot regeneration (data not shown), with root necrosis noted on some explants after 6 weeks of culture (Figure 1a.). De novo direct shoot regeneration was noted on all zygotic embryos at cotyledon nodes irrespective of the concentration of TDZ. However, they showed significant variation among concentrations for number of shoots per explant and shoot length. This variation was also very obvious for the two characters when the regeneration on two cultivars was compared. The results for number of shoots per explant and their shoot length are described below.

Number of shoots per explant

Number of shoots per explant on cv. Filiz 99 ranged 1.8 to 5.3 (Table1). Maximum number of shoots per explant was noted on MS medium containing 0.15 mg l⁻¹ TDZ with variable development of necrosis on some explants. Except 0.15 mg l⁻¹ TDZ (with 5.3 shoots per explant) and 0.55 mg l⁻¹ TDZ (with 4.3 shoots per explant – Figure 1b.); rest of the cultures induced statistically similar number of shoots per explant. Except one concentration of TDZ (0.45 mg l⁻¹) all concentrations of TDZ induced more number of shoots per explant compared to control (MS medium) treatment.

Number of shoots per explant ranged 2.0 to 3.3 on cv. Eresen 87. Like cv. Filiz 99 (Table1), maximum number of 3.33 shoots per explant was noted on cv. Eresen 87 on MS medium containing 0.15 mg l⁻¹ TDZ (Figure 2.). However, low number of regenerated shoots were noted on zygotic embryo of cv. Eresen 87 on TDZ concentrations compared to cv. Filiz 99. Variable necrosis was also noted on cultures of cv. Eresen 87. It seemed all concentrations of TDZ were inhibitory to induce shoots.

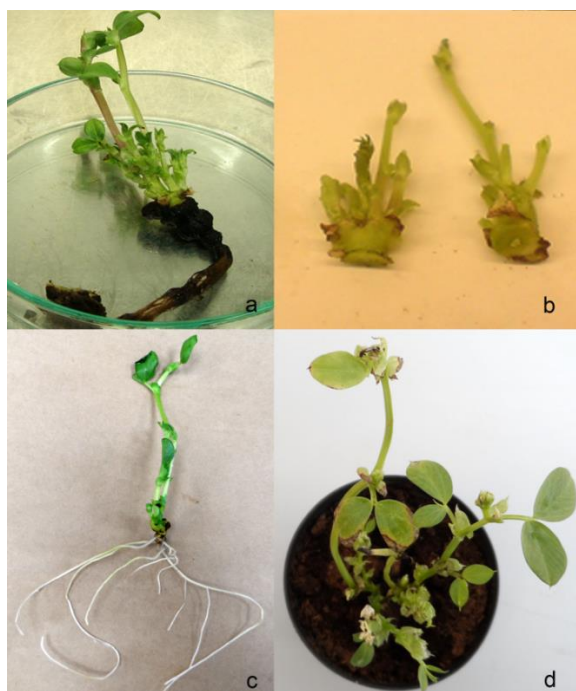


Figure 1. Shoot regeneration on zygotic embryo explant of cv Eresen 87 and Filiz 99. Shoots obtained from zygotic embryo explants (a) Removal of the regenerated prolonged shoots for rooting on black charcoal containing medium (b) Rooting of Eresen 87 shoots on MS medium containing 1 mg l⁻¹ IAA (c) Rooting of Filiz 99 shoots on MS medium containing 1 mg l⁻¹ IAA (d) Rooted plants transferred to pots and flowering under greenhouse conditions (d).

As shoots regenerated on any concentration of TDZ did not surpass the number

of shoots regenerated on MS medium (control). It was also obvious that all developing shoots on cv. Eresen 87 were more prone to necrosis compared to those developed on cv. Filiz 99. Visible necrosis was prominent on leaves of developing shoots. It is assumed that oxidative stress due to phenolic compounds resulted in deleterious effects on cell walls causing oxidative burst with increased ROS activity leading to death of cells in broad bean in non-hydro primed seeds leading to necrosis.

Shoot length

Shoot length per explant ranged 1.88 to 4.05 cm on cv. Filiz 99 and 2.7 – 10.03 cm on cv. Eresen 87 (Table1). Maximum shoot length per explant for cv. Filiz 99 was 4.05 cm on MS medium containing 0.05 mg l⁻¹ TDZ (Figure 3.). Minimum shoot length per explant for cv. Filiz 99 was noted on MS medium (control).

Shoot length on cv. Eresen 87 decreased consistently. Shoot length per explant ranged 2.7 – 10.03 cm on cv. Eresen 87 (Figure 1b.). Maximum shoot length was noted on MS medium containing 0.05 mg l⁻¹ TDZ. Each increasing concentration of TDZ in regeneration medium was associated with reduced shoot length. Minimum shoot length was noted on MS medium (control treatment).

Well developed shoots were rooted on MS medium containing 1 mg l⁻¹ IAA in plastic pots and acclimatised. These flowered and set fertile seeds (Figure 1c,d.).

Table 1. Effects of various concentrations of TDZ on shoot regeneration from hydroprimed mature zygotic embryos of two broad bean cultivars Filiz 99 and Eresen 87.

| TDZ (mg l ⁻¹) | Filiz 99 | | | | Eresen 87 | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----|-------------------|-----|------------------------------|-----|-------------------|------|
| | Number of shoots per explant | | Shoot length (cm) | | Number of shoots per explant | | Shoot length (cm) | |
| Control | 2.90 | bcd | 1.80 | e | 3.00 | bcd | 4.30 | bcde |
| 0.05 | 3.10 | bcd | 4.00 | cde | 2.30 | cd | 10.00 | a |
| 0.15 | 5.30 | a | 2.60 | de | 3.30 | bc | 8.70 | ab |
| 0.25 | 3.30 | bcd | 3.20 | de | 2.60 | cd | 8.10 | abc |
| 0.35 | 3.10 | bcd | 3.30 | de | 2.00 | d | 6.70 | abcd |
| 0.45 | 1.80 | bcd | 2.80 | de | 2.60 | cd | 5.20 | bcde |
| 0.55 | 4.30 | b | 2.50 | de | 3.00 | bcd | 2.70 | de |

All values shown in a single column by a different letter are significantly different using Duncans Mutiple range test at P<0.05

Discussion

This study describes a procedure to directly regenerate shoots from zygotic embryos using 2

broad bean cultivars on different concentrations of TDZ. The results of the study emphasize that hydropriming positively facilitated in detaching

zygotic embryos sandwiched between cotyledons. The results are in agreement with my previous observations (Nofouzi et al., 2019). All explants irrespective of the concentration of TDZ swelled before regeneration. However, concentration of TDZ in the regeneration medium affected regeneration variably. The best shoot regeneration with maximum number of shoots per explant was noted on 0.15 mg l⁻¹ TDZ for both cultivars. The

longest shoots were noted on MS medium containing 0.05 mg l⁻¹ TDZ used for regeneration. However, the shoots of cv. Eresen attained more than two fold elongation, when compared to shoots regenerated on cv. Filiz 99. Irrespective of the cultivar. Increased concentration of TDZ had negative effects on shoot length.

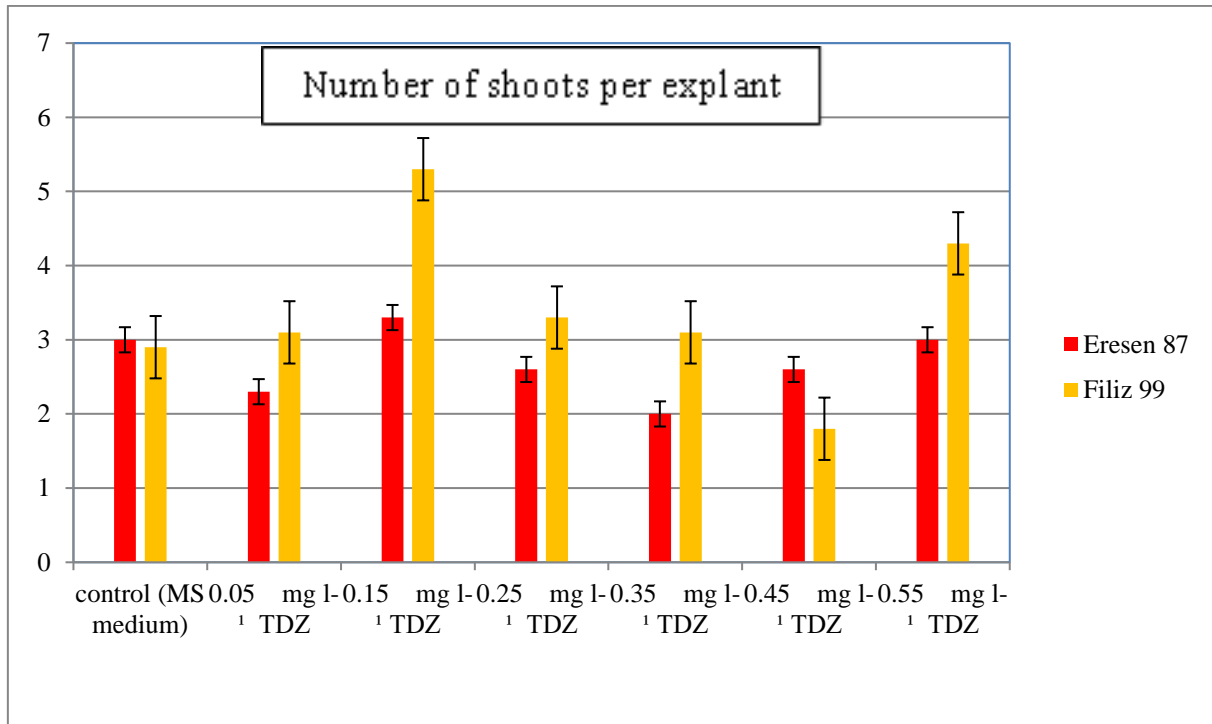


Figure 2. Effects of various concentrations of TDZ on number of shoots per explant of two broad bean cultivars Filiz 99 and Eresen 87

The study aimed to identify suitable strategies for propagation of broad bean under *In vitro* conditions. using different concentrations of TDZ. Previously, micropropagation of broad bean (Abdelwahd et al, 2008; Abdelwahd et al, 2014; Almaghrabi, 2014; Edyta et al, 2012) has been reported with invariable results.

Previous reports suggest that broad bean regeneration and establishment from tissue culture is difficult (Böttinger et al, 2001). Broad bean

explants after cutting from the main plant tissues cells undergo oxidation under biotic or abiotic stress due to prevailing flavonoids in the plant like Myricetin, Daidzein, Apigenin and Quercetin, (Almaghrabi, 2014; Anwar, 2007; Anwar et al, 2010; Mian and Mohamed, 2001) that lead to rapid and large generation of ROS radicals in broad bean plant cells. Excessive production of these cells overwhelm natural protection system of plant and lead to cell death (necrosis).

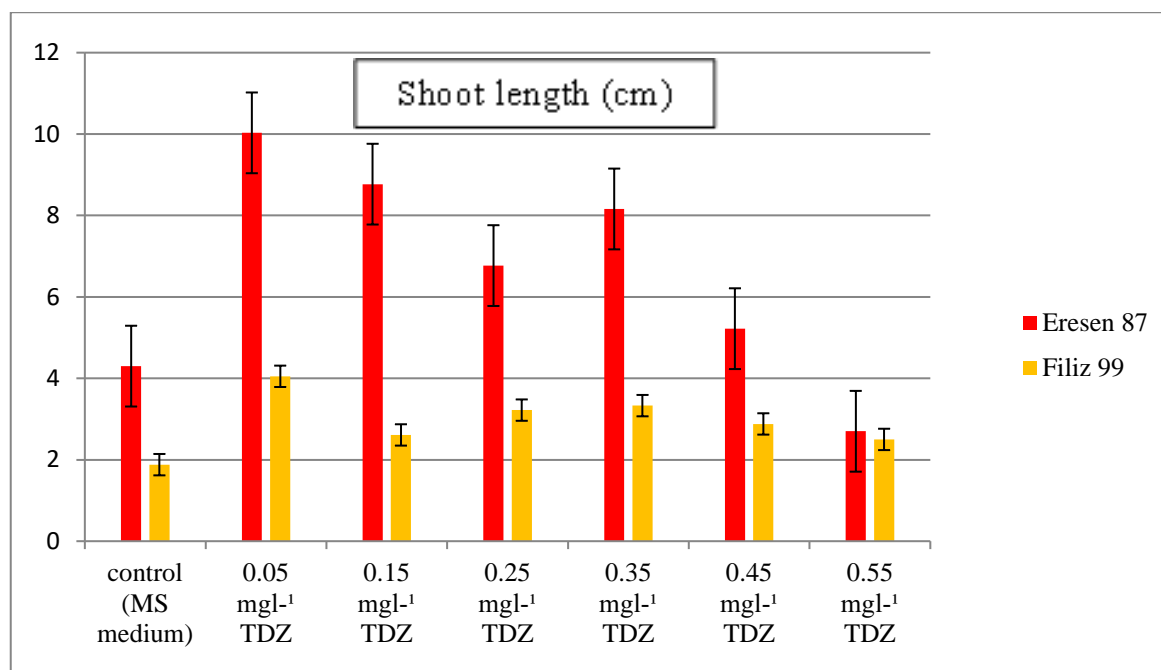


Figure 3. Effects of various concentrations of TDZ on shoot length of two broad bean cultivars Filiz 99 and Eresen 87

Variable necrosis was noted on broad bean regenerates with high intensity on non hydroprimed seeds based explants in this study. This is in agreement with suggested difficulties of indirect regeneration from broad bean due to excessive production of ROS and accumulation of phenolic compounds (Böttinger et al, 2001).

The results of present study suggests that 24 h hydropriming minimize deleterious effects of phenolics and oxidative stress based cell wall burst. Reduced oxidative stress helped in continuous division of cells without hindrance leading to high regeneration percentage (80 - 100%) in this experiment. It was inferred that there is more need to reduce oxidative stress in cells at the start of experiment compared to using antioxidants (Abdelwahd et al, 2008; Metry et al, 2007). This could act as possible remedy to reduce necrosis and improve regeneration.

Except regeneration on few TDZ concentrations, cv. Eresen 87 showed more genetic stability over cv. Filiz 99 in frequency of shoot regeneration percentage.

Direct shoot regeneration was noted on embryonic nodes on MS medium containing all concentrations of TDZ on two cultivars. Maximum number of shoots were noted on cv. Filiz 99. This study has edge over previous studies in terms of time to induce shoots, their rooting and acclimatization that was achieved in 60-65 days. The results are not in agreement with findings from another group (Bahgat et al, 2009). Nofouzi et al. (2019) Obtained the highest mean number of

regenerated shoots for Alfalfa was achieved when explants were subjected to 0.55 and 0.15 mg/L TDZ, respectively. They regenerated somatic embryos on two Egyptian broad bean cultivars Giza 2 & Hyto using 10 mg l⁻¹ BAP+0.5 mg l⁻¹ NAA followed by transfer of the calli to 1/2 B5 medium. Previously a shoot regeneration system has been reported through indirect somatic embryogenesis and organogenesis (Hanafy et al, 2005). Then another group which used shoot tip and epicotyl explants and found possibility of development of embryos over a period of 14 months after number of subcultures (Bahgat et al, 2009). It is assumed that high concentration of BAP used in the study may have caused stress on the explants that led to induction of somatic embryogenesis.

The results of this study reports good shoot length of 1.8 to 4.0 cm on cv. Filiz 99 and 2.7 – 10.0 cm on cv. Eresen 87 that has not been reported in previous studies (Bahgat et al, 2009; Böttinger et al, 2001; Taha & Francis, 1990).

In another study Used primary root with triarch, tetrarch or pentarch vascular bundles of faba bean that play an important role in induction of roots on faba beans (Fahn, 1977). Adventitious roots develop from unusual points of origin as they most commonly arise out of stems, originating via cell divisions of the stem cortex. Adventitious rooting is a unique, complex and essential process in plant propagation (Ford et al. 2001). Rooting is very difficult in faba bean that can be counted as restricting reason to successfully acclimatize regenerated plantlets outside the laboratory

conditions (Metry et al, 2007) To overcome this problem micrografting was done by (Hanafy et al, 2005; Metry et al, 2007). Adventitious root production in higher plants is often affected by the presence of appropriate root growing auxins plants (Fukaki & Tasaka, 2001).

Roba et al. (2011) Was successful in *In vitro* rooting of four Egyptian cultivars, i.e., Giza 461, Giza 40, Giza 834 and Giza 716 on hormone free MS medium supplemented with 5 mg l⁻¹ silver nitrate with maximum rooting on Giza 461 and Giza 40 whereas poor rooting was noted on cv Giza716 and Giza843. The results of this study are not in agreement to any of the study described above. This study reports 100% rooting under *In vitro* conditions. Most probable reason of differential rooting pattern on all these cultivars could be their internal hormone balance that could vary in all faba bean genotypes.

To identify strategies for successful acclimatization of these plants these were grown on different types of soil mix. Broad bean grows well in soils with pH of 7.0 - 7.5. Clay loam soil used in the study had pH that was a bit higher than that was recommended. Poor organic matter combined with other soil properties also promoted factors that hindered growth and development of roots of tissue cultured plants that are very prone to external environmental conditions.

Ph of peat moss used in the study was lower than appropriate for growth and development of broad bean. Peat moss also had high porosity with high absorption capacity. All these factors may have negatively affected growth and development of roots and hence acclimatization.

Perlite has ability to absorb and accumulate large amount of water. Perlite has ability to hold 200 to 600 percent of its weight in water. Broad bean is a plant that lives on moderate amount of water throughout its life cycle. It is assumed that roots of broad bean plants grown in perlite may have died due to root cell oxidation in water saturated soils even though care was taken not to over flood the substrate.

A mixture of perlite and clay loam may have resulted in development of a soil that was hard with large amount of water that lead to death of roots; hence acclimatization.

A mixture of clay loam soil and peat moss helped in induction of a pH suitable for growth and development of plants' roots in conjunction with surrounding temperature and moderate humidity that helped the plants to grow flourish and acclimatize easily.

Conclusion

The results of this study suggest that broad bean could be micropropagated successfully if the seeds are hydroprimed for 24 hours before taking explants. Positive effects of hydropriming are directly reflected on easy and large number of shoots independent of season. Moreover, the results are improvement over previous studies and these results could have large scale applications in breeding, transformation and functional genomic studies.

Acknowledgement

This article is part of the doctoral dissertation of the author in charge. Thus the researchers is thankful to Department of Field Crops, Ankara University, Turkey for providing facilities to conduct the work mentioned in this study.

References

- Abdelwahd, R., Hakam, N., Labhilili, M., Udupa, M. 2008. Use of an adsorbent and antioxidants to reduce the effects of leached phenolics in *In vitro* plantlet regeneration of faba bean. *African Journal of Biotechnology*. 2008; 7: 997-1002.
- Abdelwahd, R., Udupa, M.S., Gaboun, F., Diria, G., Mentag, R., Ibriz, M., Iraqi, D. 2014. Agrobacterium-mediated transformation of cotyledonary node of *Vicia faba* L. *Romanian Agricultural Research, Nardi Fundulea, Romania*. 31: 2067-5720.
- Almaghrabi, O.A. 2014. Effect of growth hormone 2,4-D on some callus traits of different faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars. *Life Sciences*. 11: 98 – 102.
- Anwar, F. 2007. Genetic transformation of chickpea with bacterial *codA* gene enhancing drought tolerance. Ph.D. Thesis, University of Delhi, Delhi, India.
- Anwar, F., Sharmila, P., Pardha, S.P. 2010. No more recalcitrant: Chickpea regeneration and genetic transformation. *African Journal of Biotechnology*. 9: 782-797.
- Bahgat, S., Shabban, A.O., El-Shihy, O., Lightfoot, A.D., El-Shemyi, A.H. 2009. Establishment of the regeneration system for *Vicia faba* L. *Current Issues in Molecular Biology*. 11: (Suppl. 1). 47–54.
- Bond, D.A. 1987. Recent developments in breeding field beans (*Vicia faba* L.). *Plant Breeding*. 99: 1–26.
- Böttinger, P., Steinmetz, A., Schieder, O., Pickardt, T. 2001. Agrobacterium-mediated

- transformation of *Vicia faba*. *Molecular Breeding*. 8: 243-254.
- Christou, P. 1994. The Biotechnology of Crop Legumes. *Euphytica*. 74: 165-185.
- Edyta, A., Liona, C., Izaela, I. 2012. Indirect organogenesis of faba bean (*Vicia faba* L. Minor). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*. 54: 102–108.
- Fahn, A. 1977. *Plant Anatomy*. Pergamon Press. Oxford. 2. 13.
- Ford, Y., Bonham. Y.E.C., Cameron. P.S., Blake, H.L. 2001. Adventitious rooting: examining the role of auxin in an easy and a difficult-to-root plant. *Plant Growth Regul.* 36:1-11.
- Fukaki, H., Tasaka, M. 2009. Hormon interactions during lateral root formation. *Plant Molecular Biology*. 69: 437-49.
- Hanafy, M., Thomas. P., Heiko, K., Jacobsen, H.J. 2005. *Agrobacterium*-mediated Transformation of Faba bean (*Vicia faba* L.) using embriyo axes. *Euphytica*. 142, 227-236.
- Klenotičova, H., Smykalova, I., Švabova, L., Griga, M. 2013. Resolving browning during the establishment of explant cultures in *Vicia faba* L. for Genetic Transformation. *Acta Universitatis Agriculturae Facultas Silviculturae. Mendelianae Brunensis*. 5: 1279–1288.
- Metry, E.A., Ismail, R.M., Hussien, G.M., Nasr El-Din, T.M., El-Itriby, H.A. 2007. Regeneration and microprojectile - mediated transformation in *Vicia faba* L. *Arab journal of biotechnology*.10: 23-36.
- Miean, K.H., Mohamed, S. 2001. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 3106-12.
- Nofouzi, F., Çağrı OĞUZ, M., Delpasand Khabbazi, S., Ergül, A. 2019. Improvement of the in vitro regeneration and *Agrobacterium*-mediated genetic transformation of *Medicago sativa* L. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 43: 96-104.
- Roba, M.I., Heba, E.M.E., Gihan, M.H.H., Emad, A.M. 2011. In vitro root induction of faba bean (*Vicia faba* L.). *GM Crops & Food*. 2: 176-181.
- Selva, E., Stouffs, B., Briquet, M. 1989. *In vitro* propagation of *Vicia faba* L. by micro-cutting and multiple shoot induction. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 18: 167-179.
- Shimaa, B., Omer, A., Osama, E., David, A., Hany, E. 2008. Establishment of the regeneration system for *Vicia faba* L. *Current Issues in Molecular Biology*. 11: 47–54.
- Srinath, R., Patil, R., Kaviraj, C. 2005. Callus induction and organogenesis from various explants in *Vigna radiate* (L.) Wilczek. *Indian Journal of Biotechnology*. 4: 556-560.
- Taha, R.M., Francis, D. 1990. The relationship between polyploidy and organogenetic potential in embryo- and root-derived tissue culture of *Vicia faba* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 22: 229-236.
- Takahoshni, W., Takomizo, T. 2012. Molecular breeding of grasses by transgenic approaches for biofuels production. In *Transgenic Plants-Advances and Limitation*, Y.O., Cafici ed. (Pijeka, Croutia: In Tech), pp. 91-116.

Kuraklık Stresinde Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Ön Uygulamasının Buğday Fidelerinde, Büyüme ve Katalaz Üzerine Etkileri

Oğuz SOYLU, Nuray ERGÜN*, Berna ÇALICI, Pelin ŞENGÜL TORAMAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay

*Sorumlu yazar: ergun.nuray@gmail.com

Geliş Tarihi: 08.07.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.09.2021 Kabul Tarihi: 29.09.2021

Öz

Bu çalışmada, buğday (*Triticum monococcum* L. cv. Siyez, *Triticum aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinde üzerine; kuraklık (K), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve kuraklık + hidrojen peroksit uygulamalarının, fidelerin büyüme ve antioksidant enzimler üzerine etkileri araştırılmıştır. Sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, klorofil-a (kl-a) miktarı, klorofil b (kl-b) miktarı, klorofil a/b miktarı, katalaz enzim aktivitesi (CAT) ve antosiyanin miktarları incelenmiştir. Çalışmamızda K ve K + H₂O₂ uygulaması hem atasal buğday çeşidi olan Siyez hem de Ahmetağa çeşidinde sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığında önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Siyez çeşidi buğday fidelerinde kuraklık ve K + H₂O₂ uygulamalarının buğday fidelerinde klorofil içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde kuraklık uygulamaları K+ H₂O₂ ve sadece H₂O₂ uygulaması klorofil a ve klorofil b oranında bir miktar artışa neden olmuştur. Çalışmamızda Siyez çeşidinde yapılan tüm uygulamalarda CAT enzim aktivitesi üzerinde kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir. Ahmetağa çeşidinde K ve H₂O₂ uygulamalarında bir miktar azalma meydana gelmiştir. Serbest antosiyanin miktarında sadece Siyez çeşidi buğday fidelerine yapılan kuraklık uygulamasında bir miktar artış meydana gelirken Ahmetağa çeşidinde bütün uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. H₂O₂, süperoksit, hidroksil vb. radikallerin yok edilmesinde de görev aldığı bilinen antosiyaninlerin miktarının Siyez çeşidinde arttığı saptanmıştır. Bu durumda Siyez genotipinde antosiyaninin kuraklıkta oluşan oksidatif strese karşı korumada rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Kuraklık, Hidrojen peroksit, Antosiyanin, Katalaz.

The Effects Hydrogen Peroxide Pre-Application on Growth and Catalase In Wheat Seedlings under Drought Stress

Abstract

In this study, wheat (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) on the seedlings; The effects of drought (K), hydrogen peroxide (H₂O₂) and drought + hydrogen peroxide (K+ H₂O₂) applications on the growth and antioxidant enzymes of seedlings were investigated. Shoot length, shoot fresh weight, shoot dry weight, chlorophyll -a amount (chl-a), chlorophyll b amount (chl-b), chlorophyll (chl a/b) amount, catalase enzyme activity (CAT) and free antocyanine content were investigated. In our study, it was determined that K and K + H₂O₂ application caused a significant decrease in shoot length, shoot fresh weight and shoot dry weight in both ancestral wheat variety and Ahmetağa variety. There was a significant decrease in chlorophyll content on drought and drought + hydrogen peroxide conditions in Siyez seedlings. K+ H₂O₂ and only H₂O₂ application caused some increase in Chl-a and chl b ratio in Ahmetağa varieties. It has been determined that CAT enzyme activity decreases in all applications in Siyez variety compared to control. There was some decrease in K and H₂O₂ applications in Ahmetağa variety. The increase in the application of free anthocyanin amount increased only in the drought application made to wheat seedlings of Siyez variety. The amount of anthocyanins known to be involved in the destruction of radicals (H₂O₂, superoxide, hydroxyl etc) has been found to increase in the Siyez variety. In this case, it is thought that anthocyanin may play a role in protecting against drought oxidative stress in Siyez genotype.

Key Words: Wheat, Hydrogen peroxide, Drought, Anthocyanin, Catalase.

Giriş

Buğday tek çenekliler sınıfının Buğdaygiller (Poaceae) familyasına ait değişik iklim ve toprak koşullarında yetişebilen ve ıslahı bütün dünyada yapılabilen, tek yıllık otsu kültür bitkisidir. Buğdaydan üretilen un, bulgur, makarna, nişasta, irmik, erişte, şehriye insan besini olarak kullanılırken; buğdayın sapsı ise kağıt-karton, süs eşyası, hasır yapımında ve hayvan besini olarak kullanılmaktadır.

Kuraklık stresi; %26'lık payıyla stres faktörlerinin başında gelmektedir. Buğday üretimi kuru tarım alanlarında yapıldığı için, kuraklık stresi; büyüme ve verimi önemli ölçüde etkilemektedir. Kuru tarım alanlarındaki yıllık yağışın büyük kısmı kasım, nisan ayları arasında düşmektedir. Yağışların yetersiz ve düzensiz dağılımı nedeniyle, farklı gelişme dönemlerinde kurak periyotlar yaşanmaktadır. Stres koşullarında bitkinin su potansiyeli azalır ve daha ileri safhalarda yaprak verimi ve fotosentez oranında düşüşe neden olabilmektedir (Ergün ve Öncel, 2012). Yağışların yetersiz ve düzensiz dağılımı nedeniyle meydana gelen kuraklık stresinin etkisiyle bitkinin su potansiyeli azalır ve daha ileri safhalarda yaprak verimi ve fotosentez oranında düşüş olabilmektedir.

Zengin biyoçeşitliliğe sahip olan ülkemiz birçok tür içinde gen merkezi halindedir. Bunlardan birisi buğdayın en ilkel formu olan siyez buğdayıdır. Geçmiş 10.000 yıl öncesine dayanmaktadır. Yabani buğdayın kültüre alınmış formudur. Tarihinde ilk kez Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Karacadağ civarında evcilleştirildiği düşünülmektedir (Kimber ve Sears, 1983).

Tuzluluk ve kuraklık stresleri bitkilerde büyüme parametreleri, klorofil pigmenti, fotosentez, solunum ve antioksidant enzim aktivitesi üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Yine benzer şekilde kuraklık dünya üzerinde verimi kısıtlayan önemli faktörlerden biridir. Abiyotik stresler bitkilerde H_2O_2 , OH gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına sebep olmaktadır. H_2O_2 'in bitkilerde hem etilen hem de salisilik asit veya sinyal iletiminde ikincil haberci olarak rol aldığı bilinmektedir. Ayrıca H_2O_2 'in çevresel streslere karşı ürünlerin toleransını artırmada rol oynayabileceği ifade edilmiştir (Wahid ve ark., 2007).

Çeşitli stresler öncesinde tohumlara yapılan ön uygulamaların kolay, düşük risk ve maliyete sahip olduğu bilinmektedir. (Wahid ve Shabbir, 2005; Wahid ve ark., 2007). Tuz stresine maruz bırakılan buğday fidelerinde H_2O_2 ön uygulamalarının fotosentetik kapasiteyi, stomatal iletkenliği, yaprak su ilişkilerini vb. etkilediği ifade edilmiştir.

Kuraklık ülkemiz ve dünya topraklarında her geçen gün artarak tarımsal verimi olumsuz etkilemektedir. Tarımsal verimi artırmak amacı ile H_2O_2 ön uygulamaları gibi kolay ve ucuz yöntemlerle kuraklığın olumsuz etkilerini iyileştirmeye ve ülkemiz için ekonomik önemi büyük olan buğday fidelerinde kuraklığa toleransın artırılmasına yönelik çalışmalar günümüzde daha da önemli olmaktadır.

Hidrojen peroksit en zayıf asitlerin başındadır. H_2O_2 en önemli işlevleri biyolojik zarlara nüfuz etmesi ve hücre içinde sinyal molekülü olarak işlev görmesidir. Hücre içinde istenmeyen serbest radikaller, hidrojen peroksit, katalaz, glutatyon peroksidaz ve diğer oksidazlar ile hücreden uzaklaştırılır.

Buğday yetiştirilen alanlarda kuraklık gibi abiyotik stresler ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Abiyotik streslerin neden olduğu verim kaybını en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak amacıyla bu stresleri tolere edebilecek buğday çeşitlerini tespit edip, gelecekte yaşanması olası besin sıkıntısı riskinin önüne geçebilmek amaçlanmıştır.

Tez çalışmasında kuraklık stresine maruz kalan siyez (*T. monococcum*) ve Ahmetağa (*T. aestivum*) çeşidi buğday fidelerinde sürgün boy, taze ve kuru ağırlığı ile ilgili parametreler, klorofil a, klorofil b, klorofil a/b oranı, antosiyanin birikimi ve CAT enzim aktivitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte atasal siyez buğday fideleri ile hibrit Ahmetağa çeşitlerinin belirtilen parametreler açısından birbiriyle karşılaştırması yapılarak kuraklık ve H_2O_2 ön uygulamalarına karşı toleransları olup olmadığı incelenmeye çalışılmıştır. Biyokimyasal çalışmalar (CAT aktivitesi) ve klorofil miktar tayini için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada numune olarak *Triticum monococcum* siyez buğdayı ve *Triticum aestivum* L. cv Ahmetağa buğdayları kullanılmıştır.

Dünyanın ilk buğdayı olarak bilinen 14 kromozomlu Siyez buğdayı, günümüz buğday türlerinin atası olarak bilinir. Bu tür diğerlerine göre daha iri, başakçıkları tek daneli ve kavuzludur. Verim düşük, besin değeri ve soğuğa karşı toleransları yüksektir (Keçeli, 2019).

Ahmetağa ise soğuğa dayanıklı, kuraklığa karşı hassas bir buğday çeşididir. Bu yüzden mutlaka sulanması gerekmektedir. Yüksek verimliliği olan bu buğday çeşidi; beyaz başaklı ve sert danelere sahiptir. Yaprak çiçek ve kök hastalıklarına karşı orta dayanıklıdır (Aydın ve Soyulu, 2017).

Bitki yetiştirme koşulları

Tohumlar sterilize edilerek, distile su ile yıkanır. Gruplara ayrılan tohumlar yaklaşık 2 saat distile su ve %30 (v/v)'luk hidrojen peroksit ile şişirilmeye bırakılır. 2 saat sonunda tohumlar, içerisinde toprak, kum ve torf (2:2:1) karışımı konulan viyollere ekimi yapılmıştır. Ekimi yapılan viyoller; yaklaşık 25 gün boyunca 12 saat gündüz 24 °C, 12 saat gece 16 °C'de iklimlendirme odasında bekletilmiştir. Kuraklık uygulaması yapılacak gruba son 5 gün süre ile kuraklık uygulaması yapılmıştır. Gruplara ayrılan tohumlar;

1. Siyez – Kontrol grubu
2. Siyez – Hidrojen peroksit
3. Siyez – Kuraklık
4. Siyez – Hidrojen peroksit + Kuraklık
5. Ahmetağa – Kontrol grubu
6. Ahmetağa – Hidrojen peroksit
7. Ahmetağa – Kuraklık
8. Ahmetağa – Hidrojen peroksit + Kuraklık şeklindedir.

Bitki büyüme ve ölçümleri

Yetiştirilen örnekler 25. günün sonunda hasat edildi. Fidelerden boy, taze ve kuru ağırlık ölçümleri için; her bir gruptan, grubun tamamını temsil edecek şekilde gelişigüzel 3'er örnek seçilmiştir. Seçilen örneklerin boyları cetvel ile ölçülmüş ve taze ağırlık ölçümleri hassas terazi ile yapılmıştır.

Kuru madde tayini

Hasat sonrasında taze ağırlıklarını belirlediğimiz örnekler 80°C'lik etüvde 48 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan örnekler

etüvden çıkarılarak kuru ağırlık ölçümü hassas terazi ile yapılmıştır.

Pigment analizi

Klorofil miktarları; Porra vd. (1989)'a göre belirlenmiştir. Antosiyanin miktarları; Mancinelli vd. (1975)'e göre belirlenmiştir.

Katalaz (CAT) aktivitesi

Katalaz enzim aktivitesi (CAT); Çakmak ve Marschner (1992)'ye göre belirlenmiştir.

İstatistik

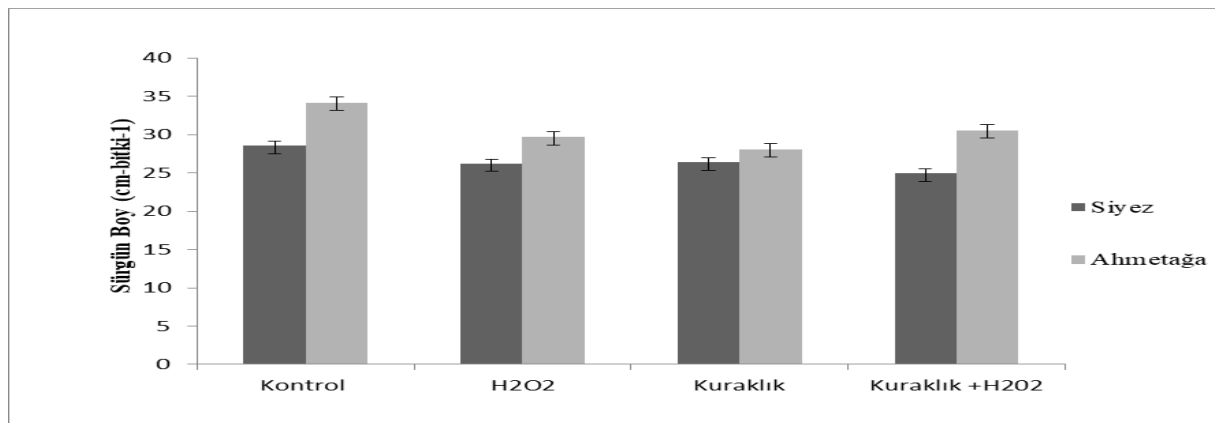
Her deney birbirinden bağımsız üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel analizleri SPSS paket programı ile yapılmıştır. Sonuçlar aritmetik ortalama, standart sapma ve standart hata olarak verilmiştir. Ortalamalar arasındaki anlamlı farklar "Duncan's Multiple Range Testi" kullanılarak verilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Abiyotik streslerin bitki büyümesi üzerine etkileri

Sürgün boyu üzerine etkisi

Çalışmamızda kuraklık, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün boyuna etkisi incelenmiştir (Şekil 1). Kuraklık bitki büyümesi, gelişimi ve verimliliğine etkileyen en önemli abiyotik streslerden birisidir (Yıldız ve ark., 2020). Yapılan her üç uygulamada da kontrole göre azalma tespit edilmiştir. Fakat en düşük azalma Ahmetağa buğday çeşidinde K + HP uygulamasında gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$).



Şekil 1. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Boyundaki Değişimler (cm bitki-1) (n=3).

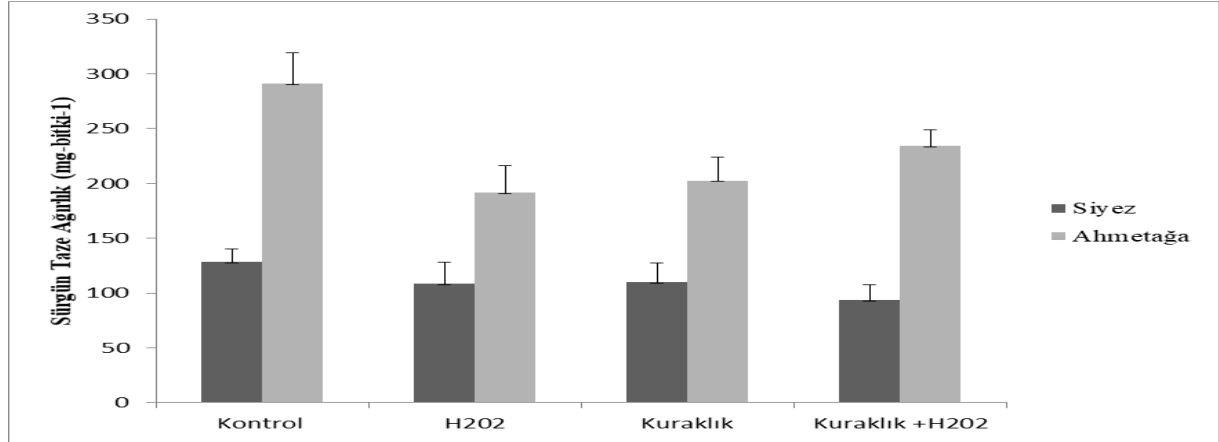
Sürgün taze ağırlığı üzerine etkisi

Çalışmamızda kuraklık, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T.*

monococcum Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün taze ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda

iki buğday çeşidinde de kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$). Fakat Ahmetağa çeşidinde K, K+HP uygulaması, HP uygulamasına

göre sürgün taze ağırlığında artış meydana gelmiştir ($p \leq 0.01$) (Şekil 2).

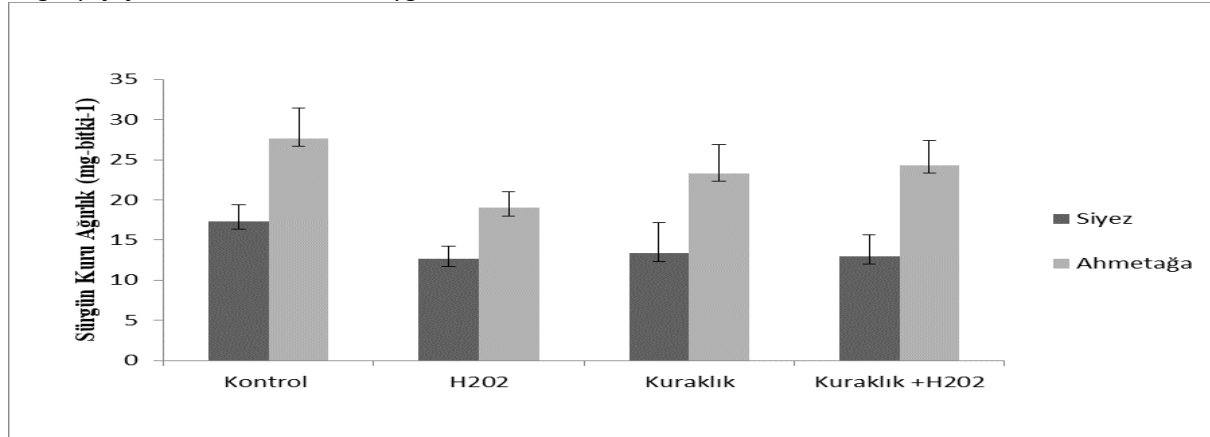


Şekil 2. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Taze Ağırlığındaki Değişimler (mg bitki⁻¹) (n=3).

Sürgün kuru ağırlık üzerine etkileri

Çalışmamızda, K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün taze ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir (Şekil 3). Yapılan her üç uygulama sonucunda iki buğday çeşidinde de kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$). Fakat her iki buğday çeşidinde de K ve K+HP uygulamaları, HP

uygulamasına göre hafif bir artış etkisi yaratmıştır ($p \leq 0.01$). Kuraklık bitkilerde gelişimi olumsuz etkilemekte, metabolizmayı bozarak verimi sınırlamaktadır. Su eksikliği bitkilerde fizyolojik morfolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Kuraklığın, bitki boyu, kök ve yaprak gelişimi taze ve kuru ağırlığı azalttığı ifade edilmiştir (Yavaş ve ark., 2016).



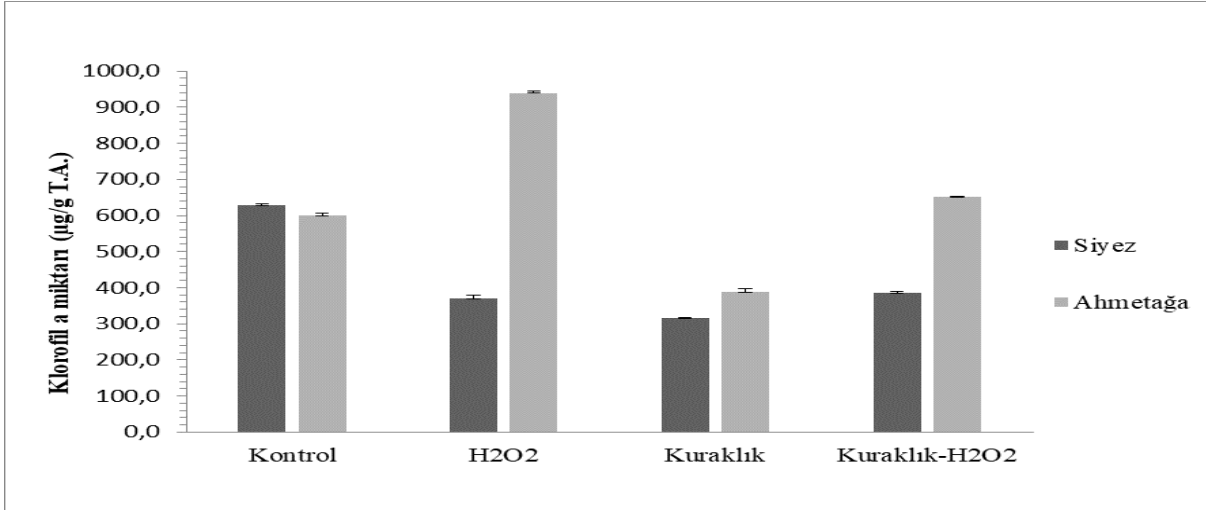
Şekil 1. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Kuru Ağırlığındaki Değişimler (cm bitki⁻¹) (n=3).

Pigment miktarı üzerine etkileri

Klorofil a miktarı üzerine etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları sonucunda Siyez çeşidinde kontrole göre klorofil a miktarında azalmalar tespit edilmiş olup, en fazla azalma kuraklık uygulamasında gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). Yine Siyez buğday

fidelerinde K+ H₂O₂ uygulaması; kuraklık ve H₂O₂ uygulamasına göre artış göstermiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa çeşidi fidelerinde ise klorofil a miktarı kontrole göre H₂O₂ ve K+ H₂O₂ uygulamasında artış gözlemlenmiş olup, kuraklık uygulamasında klorofil a miktarında azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$) (Şekil 4).

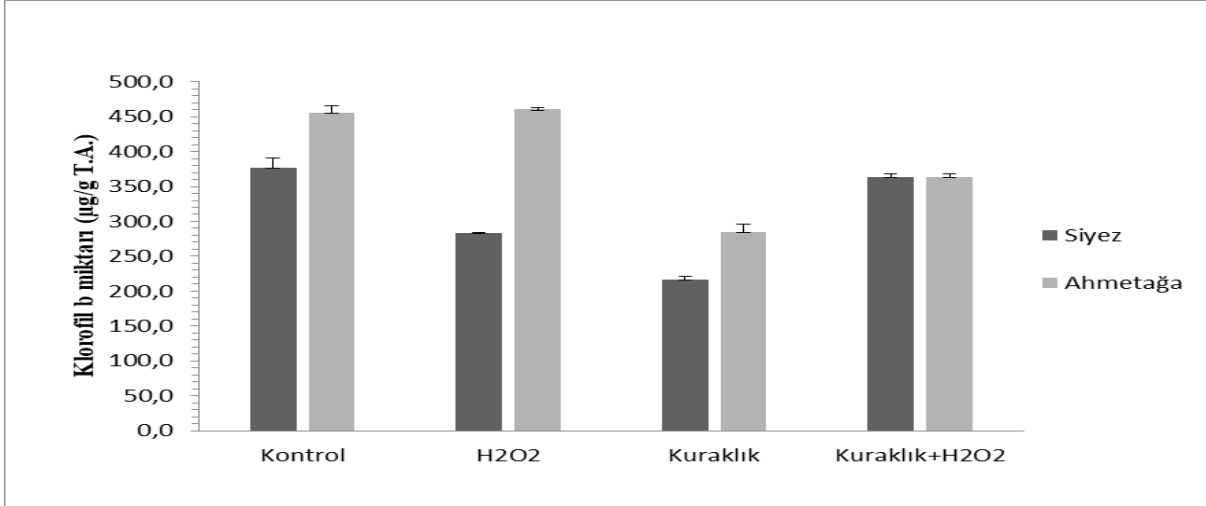


Şekil 2. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Klorofil a Miktarındaki Değişmeler (n=3).

Klorofil b miktarı üzerine etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin klorofil b miktarı üzerine etkisi incelenmiştir (Şekil 5). Yapılan her üç uygulama sonucunda; Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Fakat K + H₂O₂ uygulamasında klorofil b miktarı diğer iki uygulama olan H₂O₂ ve K ya göre

artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa buğday fidelerinde ise K ve K+HP uygulaması kontrole göre azalma, fakat H₂O₂ uygulamasında ise kontrole göre bir miktar artış bulunmuştur ($p \leq 0.01$). K+H₂O₂ uygulamasında ise tek başına kuraklık uygulamasına göre klorofil b miktarında artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$).



Şekil 3. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Klorofil b Miktarındaki Değişimler (n=3).

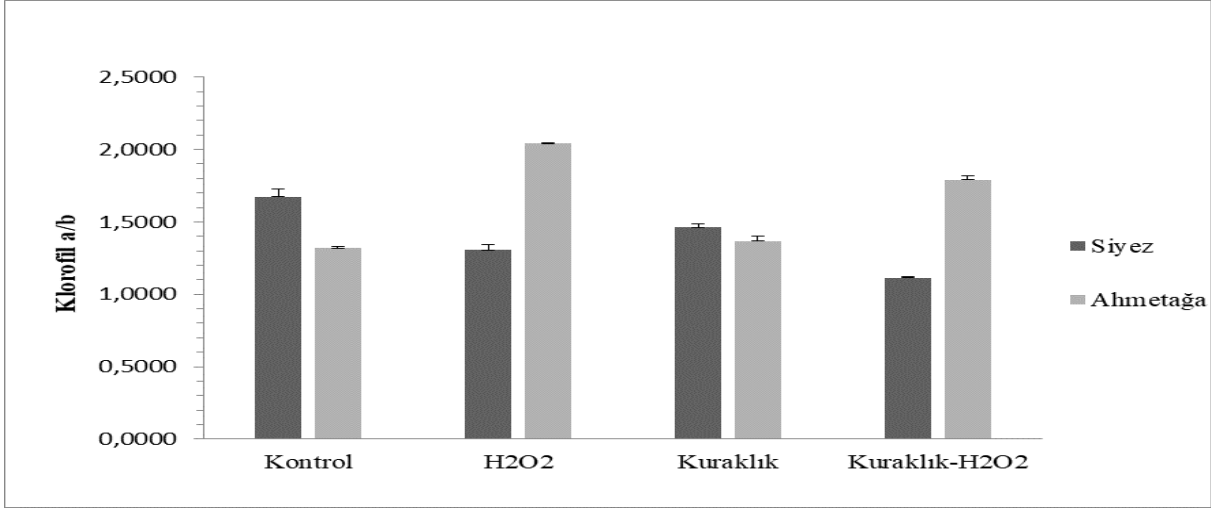
Klorofil a/b miktarı üzerine etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları sonucunda Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre klorofil a/b oranında azalmalar tespit edilirken Ahmetağa çeşidinde ise kontrole göre artış tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa buğday fidelerinde, kuraklık uygulaması sonucu H₂O₂ ve K+ H₂O₂ uygulamalarına göre klorofil a/b oranı artmıştır ($p \leq 0.01$). Fakat Siyez

fidelerinde ise; kuraklık uygulaması diğer iki uygulama olan H₂O₂ ve H₂O₂+ H₂O₂ uygulamalarına göre klorofil a/b oranında azalma bulunmuştur ($p \leq 0.01$) (Şekil 6). Abiyotik stresler, fotosentez, solunum ve fotorespirasyon gibi süreçlere zarar vererek reaktif oksijen türlerinin üretimini artırmaktadır (Mittler, 2002). Aghanejad ve ark. (2015) tarafından buğdayda, Chutia ve Borah (2012) taraflarından çeltikte yapılan çalışmalarda

su stresinin etkisiyle klorofil miktarının azaldığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte buğdayda Alaei, (2011) tarafından yapılan çalışma sonucunda kuraklık stresi koşullarında klorofil miktarında önemli artışlar tespit etmişlerdir. Kurak koşullarda klorofil miktarı fazlalığı, stresin şiddetine ve azalan

yaprak alanına bağlı transpirasyon azalması ile bağlantılı olabilmektedir. Klorofil içeriği kuraklıktan etkilenerek ve normal koşullara göre önemli bir şekilde azalmaktadır. Kuraklık stresi sonucu gelişme döneminden sonra klorofil parçalanması artmaktadır (Aghanejad ve ark., 2015).

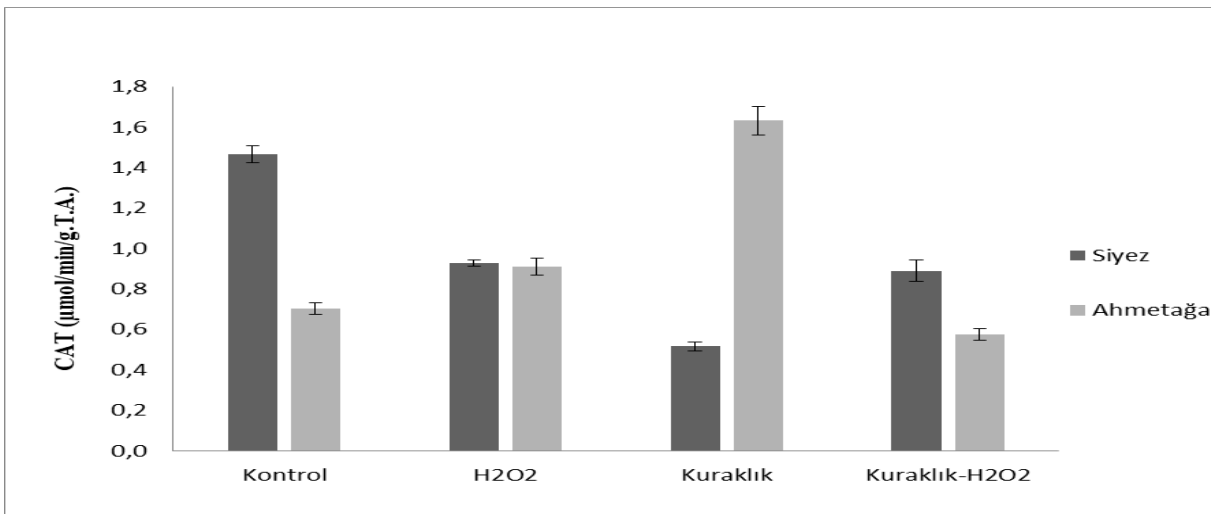


Şekil 6. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Klorofil a/b Oranındaki Değişimler (n=3).

Katalaz aktivitesi üzerine etkileri

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin CAT enzim aktivitesi üzerine etkisi incelenmiştir (Şekil 7). Yapılan her üç uygulama sonucunda istatistiksel olarak Siyez çeşidinde azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa buğday fidelerinde ise kuraklık uygulamalarında kontrolün 2 katı artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). Bununla birlikte K+HP uygulanan Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde CAT

aktivitesi kuraklık ve HP uygulamasına göre azalmıştır ($p \leq 0.01$). Askorbat ve glutatyon kültür ve yabancı nohutta kuraklık koşullarında artış göstermekte iken, katalaz aktivitesi ise azalmaktadır (Çelik ve Ünyayar, 2015). Oksidatif stres ROS birikimine sebep olmaktadır ancak bitki türü, stresinin süresi ve antioksidanların cinsine bağlı antioksidanların miktar ve aktivitesi artmakta, azalmakta ya da sabit kalabilmektedir (Yavaş ve ark.,2016).

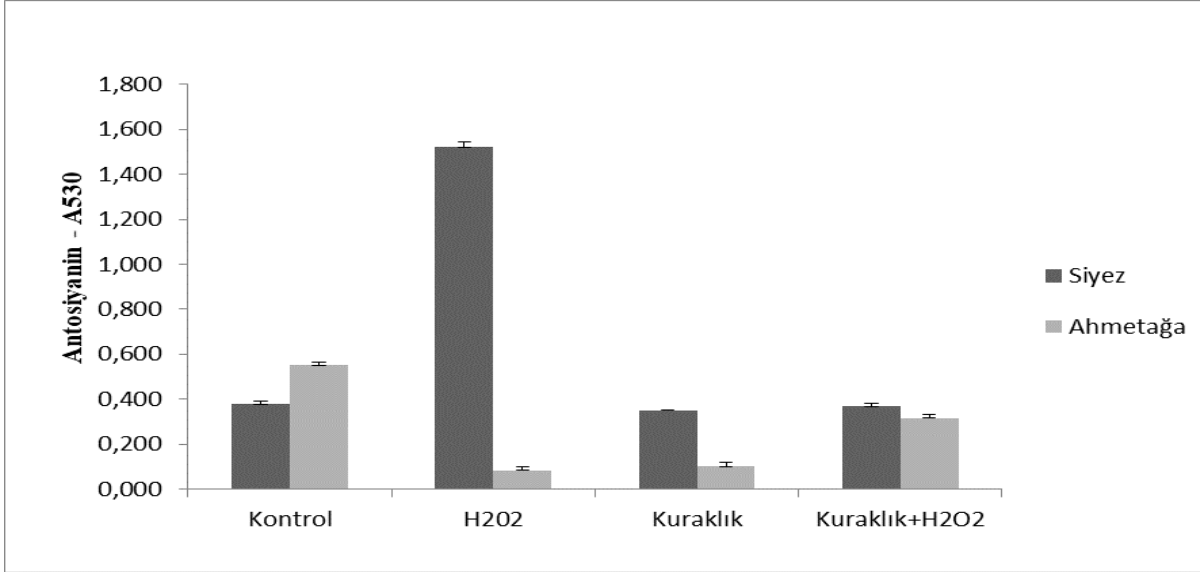


Şekil 7. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Katalaz Aktivitesindeki Değişimler (n=3).

Serbest antosiyanin miktarı üzerine etkileri

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin antosiyanin miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde antosiyanin miktarında kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$). Antosiyanin miktarındaki en büyük azalma H₂O₂ uygulamasında olup en az etkilenen K+ H₂O₂ uygulaması olmuştur ($p \leq 0.01$) (Şekil 8). Siyez buğday fidelerinde ise; Kuraklık ve K+ H₂O₂ uygulamasında kontrole göre

antosiyanin miktarı azalmış fakat H₂O₂ uygulamasında kontrole göre antosiyanin miktarında yaklaşık 5 kat artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). Antosiyaninler yaprak dokularında ışığın fazlasını yansıtarak klorofili maskeleyerek fotoinhibisyon ile klorofil beyazlamasını azaltırlar (Jhonstone vd.2007). 400-600 nm arasındaki ışığı absorbe eden antosiyaninler diğer pigmentler için uygun dalga boyları sağlayarak koruyucu görev üstlenirler (Close ve Beadle, 2005).



Şekil 8. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Antosiyanin Miktarındaki Değişmeler (n=3).

Sonuç ve Öneriler

Kuraklığın bitkilerin büyüme ve verimliliği üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda K ve K+ H₂O₂ uygulaması hem atasal buğday çeşidi olan Siyez ve hem de Ahmetağa çeşidinde de sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığında önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Kuraklığın bitkilerin büyüme ve verimliliği üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir.

Çalışmamızda Siyez çeşidi buğday fidelerinde kuraklık ve kuraklık+ hidrojen peroksit uygulamalarının buğday fidelerinde klorofil-a, klorofil-b miktarında önemli derecede azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde Kuraklık uygulamaları klorofil a miktarında önemli derecede azalmaya, K+ H₂O₂ ve sadece H₂O₂ uygulaması klorofil a ve klorofil a/b oranında bir miktar artışa neden olmuştur.

Çalışmamızda Siyez çeşidinde yapılan tüm uygulamalarda CAT enzim aktivitesi üzerinde

kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir. Bu durumda kuraklık stresinde meydana gelen antioksidan türlerinin ortadan kaldırılmasında görev yapan diğer antioksidan ve enzimlerin aktivitesinde de değişimler meydana gelmiş olabilir. Bununla birlikte Ahmetağa çeşidinde K ve H₂O₂ uygulamalarında bir miktar artış meydana gelmiştir. Bu artış özellikle kuraklık koşullarında meydana gelen radikal bileşiklerin ortadan kaldırılmasında CAT enziminin bir aktiviteye sahip olmasına rağmen K+ H₂O₂ uygulamasında etkili olmadığı belirlenmiştir.

Serbest antosiyanin miktarında uygulamasıyla artış sadece Siyez çeşidi buğday fidelerine yapılan kuraklık uygulamasında bir miktar artışı meydana gelirken Ahmetağa çeşidinde bütün uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Antosiyaninlerin yaprak dokularında ışığın fazlasını yansıtarak klorofil pigmentini koruyucu rol oynadığı bilinmektedir. Ayrıca antosiyaninlerin, H₂O₂ bileşiği ile süperoksit ve hidroksil vb. radikallerin yok edilmesinde de görev aldığı bilinmektedir. Bu durumda yabancı olan Siyez genotipinde antosiyaninin kuraklıkta oluşan

oksidatif strese karşı korumada rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda; atasal buğday çeşidimiz olan Siyez buğday çeşidinde kuraklıkta CAT miktarının Ahmetağa çeşidine göre daha düşük olması, kuraklık koşullarında diğer antioksidan aktivitelerinde artış olabileceği veya başka mekanizmalarla stresle mücadele etmeye çalıştığı fikrini vermektedir. Ahmetağa çeşidinde K⁺ H₂O₂ uygulamalarında CAT aktivitesinde azalma bulunmuştur. Ahmetağa çeşidinde kuraklık koşullarında artan CAT aktivitesinin yapılan K⁺ H₂O₂ uygulaması ile bir miktar iyileşmiş olabileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak buğdayda kuraklığın olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla kuraklık, H₂O₂, kuraklık + H₂O₂ etkileşimlerinin moleküler mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli kuraklık ve H₂O₂ konsantrasyonlarının çeşitlendirilmesinde, enzim ve gen aktivitelerinin belirlenmesine yönelik yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu düşünmekteyiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Aghanejad, M., Mahfoozi, S. and Sharghi, Y., 2015. Effects of Late-Season Drought Stress on some Physiological Traits. Yield and Yield Components of Wheat Genotypes Biological Forum-An International Journal, 7(1):1426-1431.

Alaei, Y., 2011. The Effect of Amino Acids on Leaf Chlorophyll Content in Bread Wheat Genotypes under Drought Stress Conditions. Middle-East Journal of Scientific Research, 10 (1): 99-101.

Aydoğan, S. ve Soylu, S., 2017. Araştırma Makalesi (Research Article) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (1):24-30

Bashimov, G., 2016 Küresel Buğday Piyasasında Rusya'nın Karşılaştırmalı Üstünlüğü. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi. Cilt 4, Sayı 3, 2016, ss.91-97

Chutia, J. and Borah, SP., 2012. Water Stress Effects on Leaf Growth and Chlorophyll Content but Not the Grain Yield in Traditional Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes of Assam, India II. Protein and Proline Status in Seedlings under PEG

Induced Water Stress. American Journal of Plant Sciences, 3: 971-980.

Cakmak, I. and Marschner, H., 1992. Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. Plant Physiology, 98, 1222-1227.

Close, D. C., Beadle, C. L., 2005. Xanthophyll-Cycle Dynamics and Rapid Induction of Anthocyanin Synthesis in *Eucalyptus nitens* Seedlings Transferred to Photoinhibitory Conditions, Journal of Plant Physiology, 162, 1, 37-46.

Çelik, S. and Ünyayar, S., 2015. The Effects of Exogenous Application of Ascorbate and Glutathione on Antioxidant System in Cultivated *Cicer arietinum* and Wild Type *C. reticulatum* under Drought Stress. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1): 91-97.

Ergün, N. and Öncel, I., 2012. Effects of some heavy metals and heavy metal hormone interactions on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Gun 91) seedlings. African Journal of Agricultural Research, 7/10:1518-1523.

Johnston, J. W., Harding, K. and Benson, E. E., 2007. Antioxidant Status and Genotypic Tolerance of Ribes in Vitro Cultures to Cryopreservation, Plant Science, 172, 3, 524-534.

Keçeli, A., 2019. A Review on the Bioactive, Antioxidant Properties of Einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Populations and Using in Organic Agriculture. Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology, 7(12): 2111-2120.

Kimber, G., Sears, E. R., (1983). Assignment of genomesymbolsin the Triticea. In proceedings of the 6 th International Wheat Genetic Symposium, Plant Germplasm Intitute, Kyoto University, 1195-1196.

Mancinelli, A. L., Huang Yang, C. P., Lindquist, Anderson, O. R., Rabino, I., 1975. The Action Of Streptomycin On the Synthesis of Chlorophyll and Anthocyanin. Plant Physiology, 55, 251-257.

Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, PII: S1360-1385(02)02312-9.

Porra, R. J., Thompson, R.A. and Kriedemann, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficient and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvent verification of the concentration of

- chlorophyll standarts by atomic absorption spectroscopy. *Biochem. and Biophysica Acta*, 975, 384- 394.
- Wahid, A., Perveen, M., Gelani, S. and Basra, S.M.A., 2007. Pretreatment of seed with H₂O₂ improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. *Jornal of Plant Physiology*, 164 (2007)283-284.
- Yavaş, İ., Akgül, H.N. ve Ünay, A., 2016. Bitkilerin Kuraklığa Dayanıklılığını Artırmaya Yönelik Uygulamalar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1): 48-57.
- Yıldız, M., Kaya, F. ve Terzi, H., 2020. Kuraklık Stresi ve Bitki Proteomiği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1): 286-297 DOI: 10.17714/gumusfenbil.568384.

Effects of planting dates on yield, plant nutrient content and quality of some melon (*Cucumis melo L.*) genotypes in Southeastern Anatolia of Turkey

Yelderem AKHOUNDNEJAD^{1*}, Hayriye Yıldız DASGAN², Nevzat SEVGİN¹

¹Sirnak University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Idil/Sirnak, Turkey

²Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Adana, Turkey

*e-mail: yakhoundnejad@sirnak.edu.tr

Received: 20.04.2021 Received in revised: 06.04.2022 Accepted: 06.04.2022

Öz

Bu çalışma, Şırnak- İdil iklim koşullarında değişik ekim zamanlarının, denemeye alınan kavun genotipleri verim ve bitki/ meyve besin element üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2019 yılında yürütülmüştür. Denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiş, Mayıs- Ağustos aylarında yürütülmüştür yürütülmüştür. Araştırmada, kavun bitki yeşil akamsında besin elementlerin (N,P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn), BRİX, Green effect on color density (SPAD) ve Toplam hasatını incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Ekim zamanının verim üzerinde etkisi önemli görülmüş olup en yüksek toplam verimi Destari kavun genotipinde (3788 kg da⁻¹) 20 Mayıs ekim uygulamasından elde edilmiştir. potasyum, kalsiyum, Mikro element (Zn, Cu, Fe, Mn) ve BRİX bakımında ekim zamanları yönünden önemli farklılıklar görülmemiştir. Sonuç olarak 20 Mayıs ekimde tüm analizlerde kavun genotiplerinin ekilmesi durumunda olumlu sonuçlar elde edilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kavun, ekim zamanı, verim, Mikro ve Makro Element, SPAD

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazı kavun (*Cucumis melo L.*) genotiplerinde ekim tarihlerinin verim, bitki besin maddesi içeriği ve kalitesi üzerine etkileri

Abstract

This study was conducted to determine the effects of different planting dates on yield and nutrient contents of three melon genotypes under semi-arid climate conditions in 2019. Layout of the experiment was randomized block with 3 replications. Nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn), brix value, chlorophyll (SPAD) content and total yield of three melon genotypes were determined. The results indicated that the effect of planting time on melon yield was significant. The highest total yield (3788 kg da⁻¹) was obtained in May 20 planting treatment with Destari melon genotype. Potassium, Ca, Zn, Cu, Fe, Mn contents and BRİX according to the planting times. The results revealed that nutrient content and yield of melon genotypes planted on May 20 were better compared to the other planting dates investigated.

Keywords: Melon, planting time, yield, micro and macro nutrient, SPAD

Introduction

Melon (*Cucumis melo L.*) is an important horticultural crop and grown in tropical, subtropical and temperate regions of the world. Iran is known as one of the main origin of melon (Kerje and Grum, 2000), though half of the melon production (51%) in the world takes place in China, followed by Turkey and Iran with 5 and 6 percent of melon

production (FAOSTAT, 2017). Extensive melon production in Turkey has been attributed to the presence of many cultures and wild varieties of melon in the Anatolia that is considered as one of the homelands of melon. Melon is commonly cultivated in Aegean, Marmara, Mediterranean, and Central, Eastern and Southeastern Anatolia regions. The melon is mostly cultivated in open fields, where summer varieties are preferred. The

most cultivated melon varieties, in Turkey are round Kırkağaç (60%), oval Kırkağaç (30-35%) and nest and Hasan bey (5-10%), respectively (Çoşkun, 2008). Melon production of Turkey in 2012 was 1688687 tons in 796417 da field. Çankırı province is one of the most melon producing cities of the country. In Çankırı, melon production was 56856 tons in 35431 da field, of which 22995 da (64.9%) was in Kızılırmak district with 41 391 tons (72.7%) of melon production.

Similar to the other vegetables and fruits, melon has several benefits for human health. The protein, carbohydrate, fat and energy values of 100 g edible melon portion are 0.7g, 7.5g, 0.2g and 30 calories, respectively. In addition, 100 g edible portion of melon contains 33 mg of vitamin C, 16 mg of potassium, 14 mg of calcium, and plenty of vitamin A and B (Vural et al., 2000).

Global circulation models developed to investigate the impacts of temperature increase indicated that adverse effects of global warming which occurred due to the anthropogenic increase of greenhouse gas concentrations in the atmosphere will primarily be experienced in high latitudes (Maxwell 1992, Houghton et al. 1996).

In general, planting time and field conditions affect plant growth and crop yield. Similarly, planting time of melon has a significant influence on yield and quality (Saglam and Yazgan 1999; Khan et al., 2001; Refai et al., 2008; Dufault et al., 2006). Early sowing of melon varieties significantly affected the flowering and fruit setting due to the effect on the days of germination (Khan et al., 2001). In contrast to the effects of early sowing reported in previous studies, Dufault et al., (2006) indicated no advantage of early planting. Therefore, this study aimed to determine the effects of different planting times on yield, quality and nutrient contents different melon genotypes grown in Şirnak, Turkey ecological conditions.

Materyal ve Metot

The experiment was conducted at the research fields of Agricultural Faculty in Şirnak University between May and August, 2019. Local melon varieties (Sagsana, Ceriki and Destarki) were used as the plant materials of the experiment (Figure 1). Four different planting dates (May 5, 20 and 31 and June 15) were tested in the study. The experiment was carried out under rainfed conditions. also, the climate characteristics are given in figure 2.



Figure 1. Melon genotypes used in the experiment.

Total yield, fruit size, fruit diameter, number of fruits per plant, Brix value and chlorophyll (SPAD) content of melon fruits were determined on 15 plant samples in each plot to examine the characteristics of melon genotypes. Brix value was measured with a digital refractometer to estimate the total soluble solids. In addition, nutrients (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, and Zn) of plant parts were determined in the green parts. Plant nutrient contents were determined using the method explained by Jones (2001) by a Varian Spectra FS220 brand atomic absorption spectrometer. The data were subjected to variance analysis using the JMP 13 statistical program according to the randomized blocks experimental design. Significant differences in the mean values for different sowing times were determined by Fisher's Least Significant Difference (LSD) test at a significance level of 0.05.

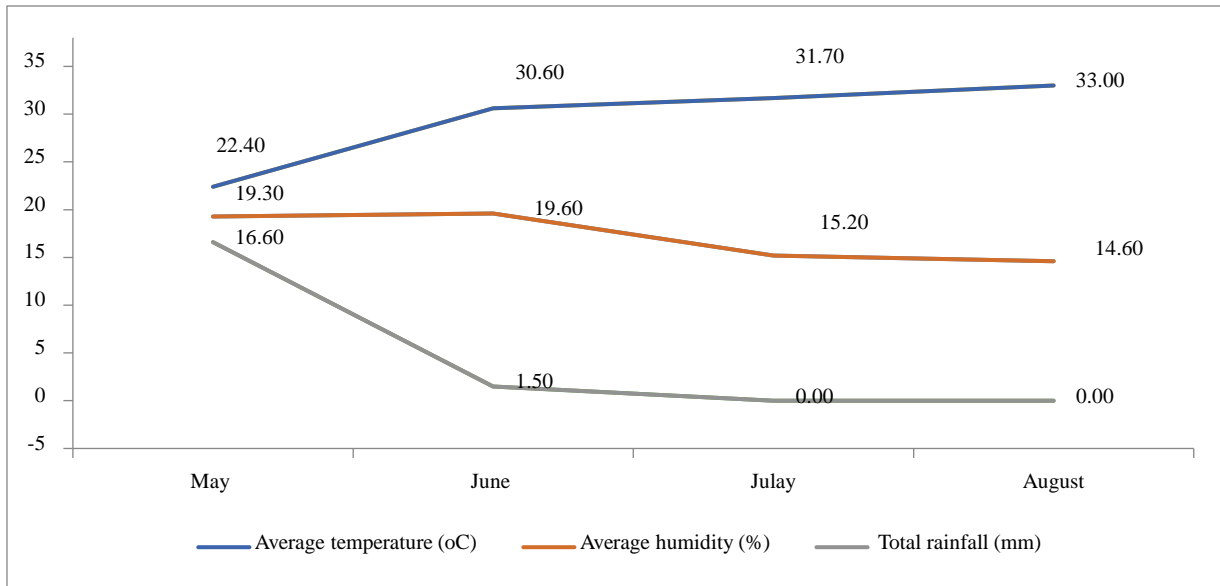


Figure 2. Average temperature (°C), humidity (%) and total rainfall (mm) during the experiment

Results and Discussion

Potassium (K) content (%) of melon plants:

Potassium is very important nutrient for melon and human health, and is considered one of the quality parameters determining the marketing value of fruits and consumer preferences (Lester et al., 2010). The K also significantly affects the concentration of vitamin C, lycopene, beta-carotene and pigments of melon fruits (Ramírez et al. 2012). The highest K content was obtained in May 20 planting treatment with Destari (9.26%) followed by Sagsana (8.47%), Ceriki (6.5%)

genotypes, respectively. The lowest K content was obtained in June 15 planting treatment from Sagsana (4.13%) and followed by Destari (4.41%) and Ceriki (3.57%) genotypes, respectively. The results indicated that the highest K value was recorded in late planting, while the lowest K value was obtained in the early planting application (Figure 3). The difference in K content between planting times could be attributed to the genetic differences of the genotypes used, environmental factors and the climate change.

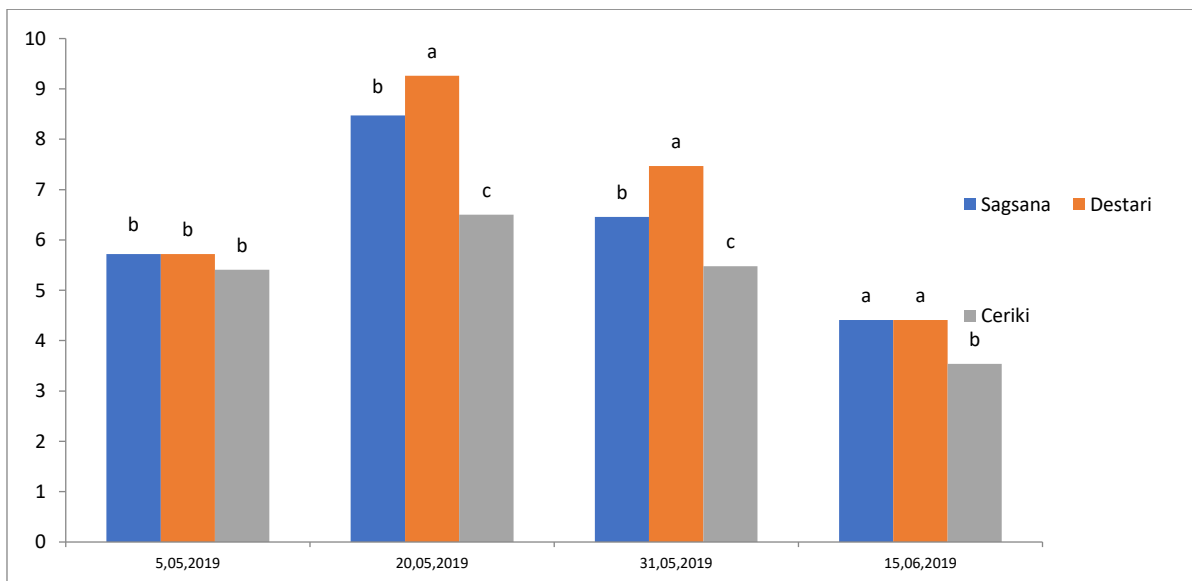


Figure 3. Potassium content of melon leaves (%), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May 5 (1.26), 20 May (0.59), 31 May (0.42) and June 15 (0.48))

Phosphorus (P) content (%) of melon plants:

Planting dates of May 5 and 20 had statistically significant effect on P content of melon genotypes, while the effects of planting on May 31 and 15 June were not statistically significant. The highest P content was obtained in May 20 planting treatment from Sagsana and Destari (0.46%) genotypes. The lowest P content was recorded in May 5 planting treatment from Ceriki (0.38%)

genotype. The P content of Sagsana genotype planted in May 5 planting date was only 0.38% (Figure 4). Delaying the planting time was proposed an effective method to increase the P content of plants in arid and semi-arid regions (Bar-Yosef, 1999). Roots grow with soil moisture and the nutrients can be concentrated where they are best absorbed by the roots, (Clark et al., 1991).

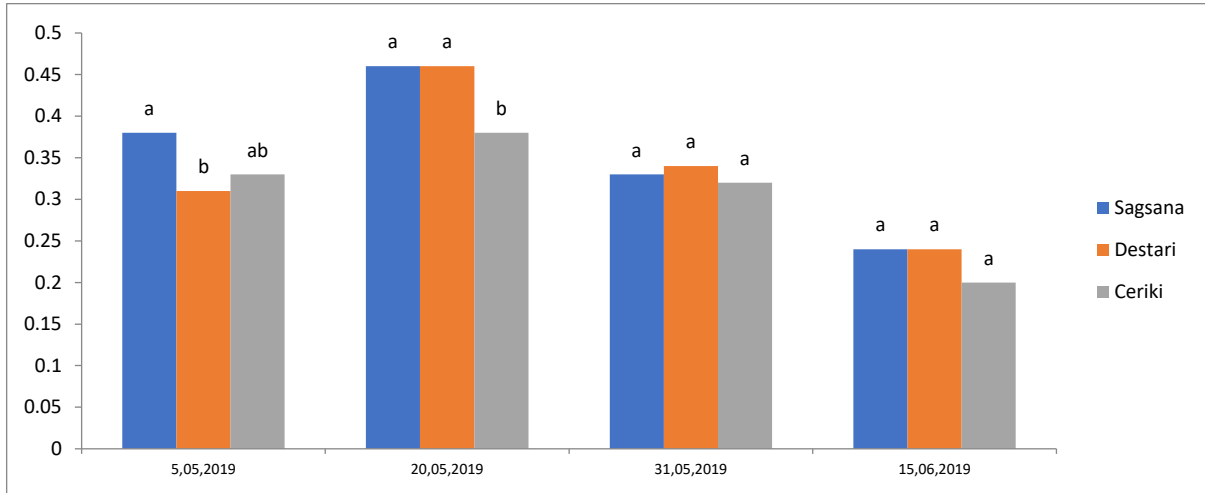


Figure 4. Phosphorus content of melon leaves (%), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May 5 (0.06), 20 May (0.04), 31 May (0.01) and June 15 (0.07))

Calcium (Ca) content (%) of melon plants:

Exposure of plant cells to sub-optimum temperatures causes membrane damage. Calcium enhances the heat tolerance of membranes (Starck et al., 1995). The homogenous optimal Ca content in individual plant organs prevents the frequency and severity of physiological disorders caused by adverse external conditions (Poovaiab, 1993; Starck et al., 1995). The Ca content of melon plants in all genotypes decreased with delaying of

planting time. Mean Ca content in May 5, 20, 31 and June 15 planting times was 2.62, 4.89, 3.72 and 2.11%, respectively. The highest Ca content was obtained in Sagsana genotype, and the Mg content was 3.09, 5.43, 4.47 and 2.38% for May 5, 20, 31 and June 15 planting times, respectively. The lowest Ca content was recorded in Ceriki genotype with 2.09, 4.62, 3.34 and 1.57% for in May 5, 20, 31 and June 15 planting times, respectively (Figure 5).

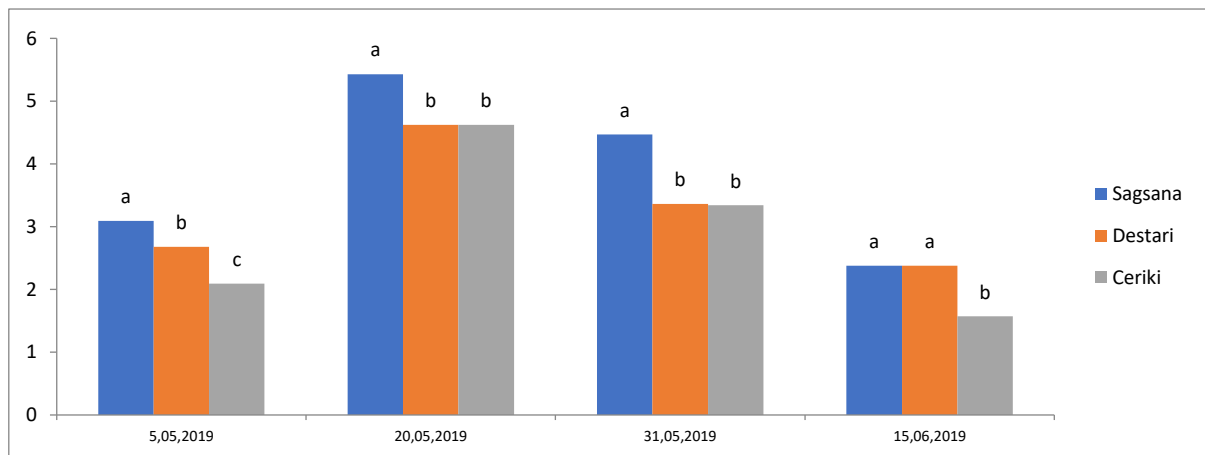


Figure 5. Calcium content of melon leaves (%), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May 5 (0.17), 20 May (0.40), 31 May (0.48) and June 15 (0.69))

Magnesium (Mg) content (%) of melon plants:

May 20 was statistically effective on different genotypes and different planting times of the melon plant. Accordingly, 20 May, 31 May and 15 June were not statistically effective. The highest Mg concentration was obtained as Destari (0.46%) from 20 May planting application. The lowest was Ceriki (0.38%). When we look at the Mg concentration in the green part of the melon plant,

the averages on different planting dates were determined as May 5 (1.33%), 20 May (0.44%), 31 May (0.41%) and 15 June (0.24%) (Figure 6). Magnesium nutrition is particularly important to ensure that even well-formed tomato fruit ripens. Fruits ripen evenly, but ripening is often delayed.

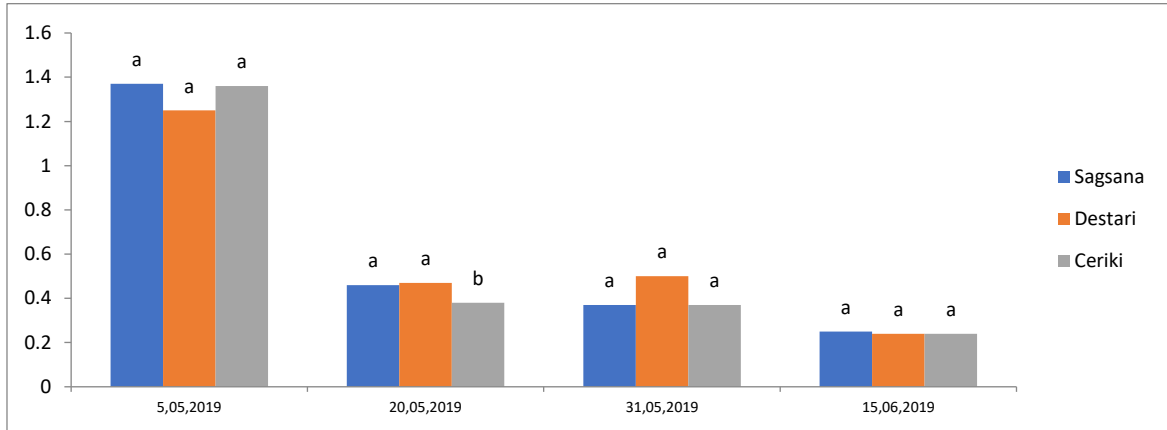


Figure 6. Magnesium content of melon leaves (%), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May5 (0.27), 20 May (0.04), 31 May (0.14) and June 15 (0.05))

Nitrogen (N) content (%) of melon plants:

Nitrogen content melon plants significantly differed on May 5 and May 31 planting times, while the difference in N content for May 20 and June 15 planting times was not statistically significant (Figure 7). Wahocho et al. (2017) was carried out a study to evaluate the effect of various N applications on economic performance of muskmelon and reported that the highest N fertilizer dose (150 kg ha⁻¹) had a significant

positive effect on vegetative traits and produced tallest plants with more branches. The results of our study showed the importance of N fertilizer application on the first planting. In another study, Olaniyi (2008) investigated the effects of individual and combined N and P fertilizer applications on optimum growth and seed yield of *egusi* melon. The growth and seed yield of *egusi* melon have been significantly affected by the various levels of individual and combined N and P fertilizers.

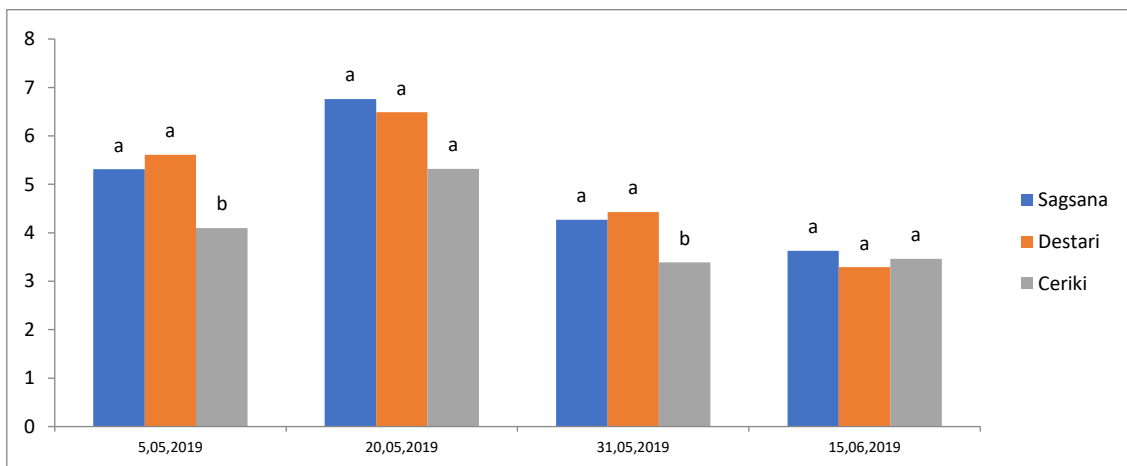


Figure 7. Nitrogen content of melon leaves (%), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May5 (0.38), 20 May (1.51), 31 May (0.42) and June 15 (2.21))

Micro nutrient (Zn, Cu, Fe, Mn) contents (ppm) of melon plants:

The effects of different sowing times on micronutrient contents of melon genotypes were varied depending on melon genotype and sowing time. Micronutrient contents of three different melon genotypes in 4 different sowing times were presented in Figures 8, 9, 10 and 11. Micronutrient contents decreases with the delaying of planting time regardless of melon genotype. The result can be attributed to the increase in temperature with delaying the planting time. Bjelić et al., (2005) reported different Cu contents in tomato plants grown under a wide range of temperatures, humidity and harvest times as well as in

greenhouse and open field conditions. The authors concluded that the Cu content of tomatoes are highly stable. Iron is the most abundant micro element in the plant. Iron, which has an important effect on the quality of tomatoes, plays an important role in photosynthesis and respiration as it is involved in metabolic processes. The Fe has also significant role in many enzymatic systems such as chlorophyll synthesis (Houimli et al., 2017). Inactivity or slow transfer throughout the plant (phloem) is characteristic for Fe; thus, the Fe mostly remains in the root and young leaves. This fact was attributed to the low and unstable content of Fe in tomato plants (Bjelić et al., 2005).

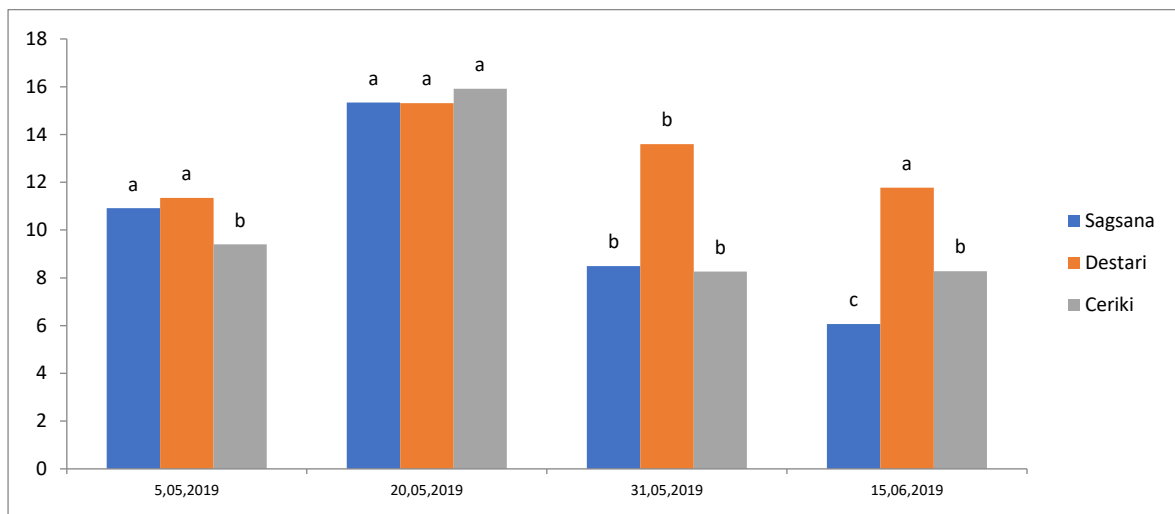


Figure 8. Copper content of melon leaves (ppm), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May5 (1.34), 20 May (4.52), 31 May (1.02) and June 15(1.01)

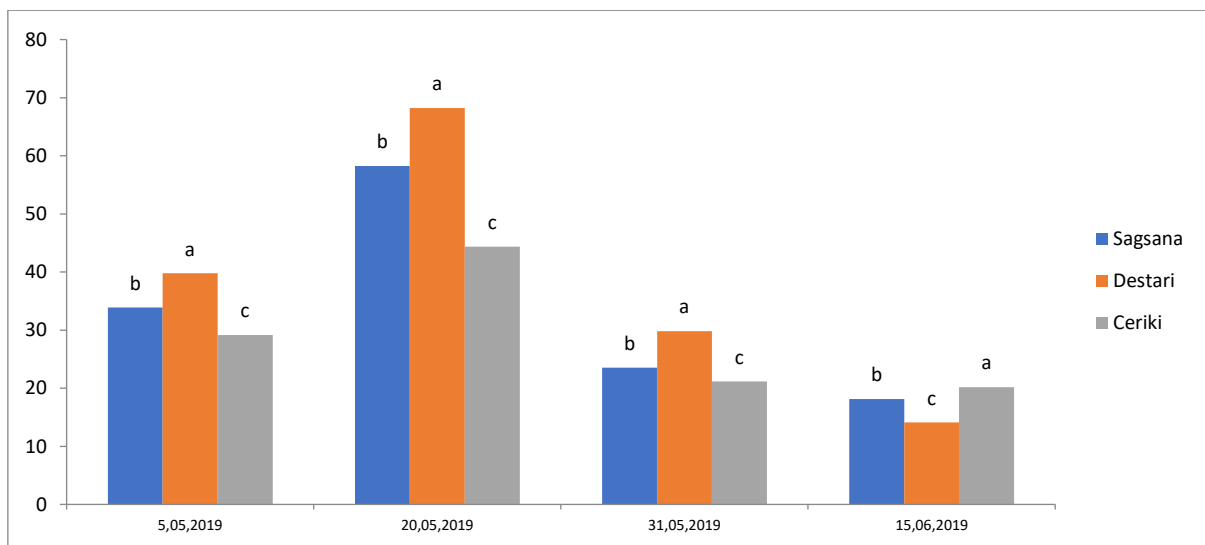


Figure 9. Zinc content of melon leaves (ppm), LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively (May5 (1.21), 20 May (2.09), 31 May (0.90) and June 15(0.05)

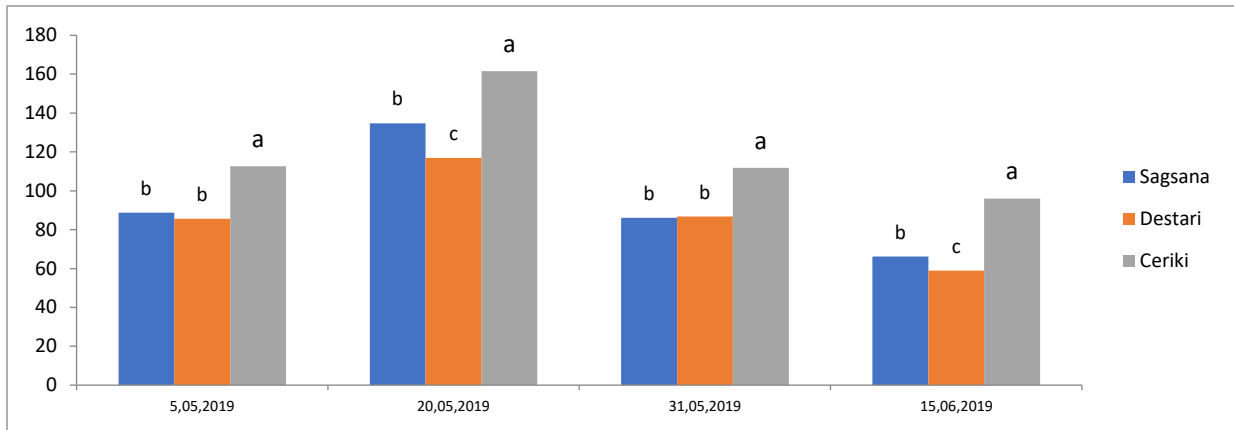


Figure 10. Iron content of melon leaves (ppm), LSD test(probability level of 0.05) and LSD values respectively(May5 (12.09), 20 May (8.14), 31 May (2.50) and June 15 (2.78)

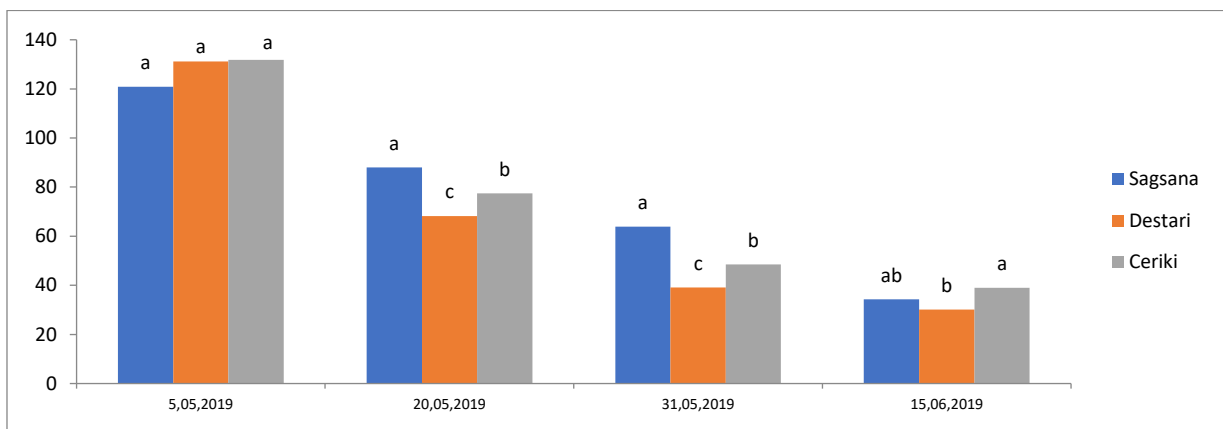


Figure 11. Manganese content of melon leaves(ppm), LSD test(probability level of 0.05) and LSD values respectively(May5 (23.7), 20 May (3.20), 31 May (1.66) and June 15(4.83)

Chlorophyll content (SPAD) of melon plants:

Planting time had significant effect on SPAD measurements of melon genotypes. The SPAD value of melon genotypes significantly differed in May 5 and June 15 planting treatments. The highest SPAD value (83.43) was measured in

May 20 planting treatment on Destari genotype. The lowest SPAD value was recorded from Ceriki (56.66). Mean SPAD value of melon genotypes in different planting times was 71.66, 78.74, 72.11 and 66.23 for May 5, 20, 31 and June 15 (Figure 12).

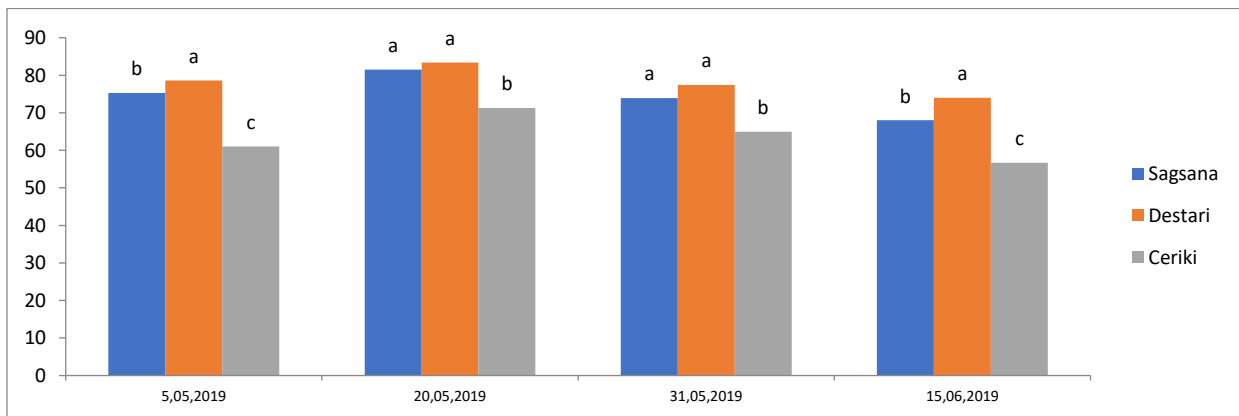


Figure 12. Color density (SPAD) measured for melon genotypes, LSD test (probability level of 0.05) and LSD values respectively(May5 (0.49), 20 May (2.55), 31 May (8.93) and June 15(2.23)

Brix value of melon fruits:

The brix value of melon genotypes measured in 4 different planting dates (May 5, May 20, May 31, June 15) were significantly different from each other. The highest brix value (10.98) was recorded on June 15 planting treatment in Sagsana melon genotype. The lowest brix value (7.49) was

determined on May 5 planting treatment in Sagsana melon genotype (Figure 13). The results showed that delaying the planting time of melon caused an increase in the brix values of genotypes. The increase in temperature or stress increased the water soluble solids of melon fruit.

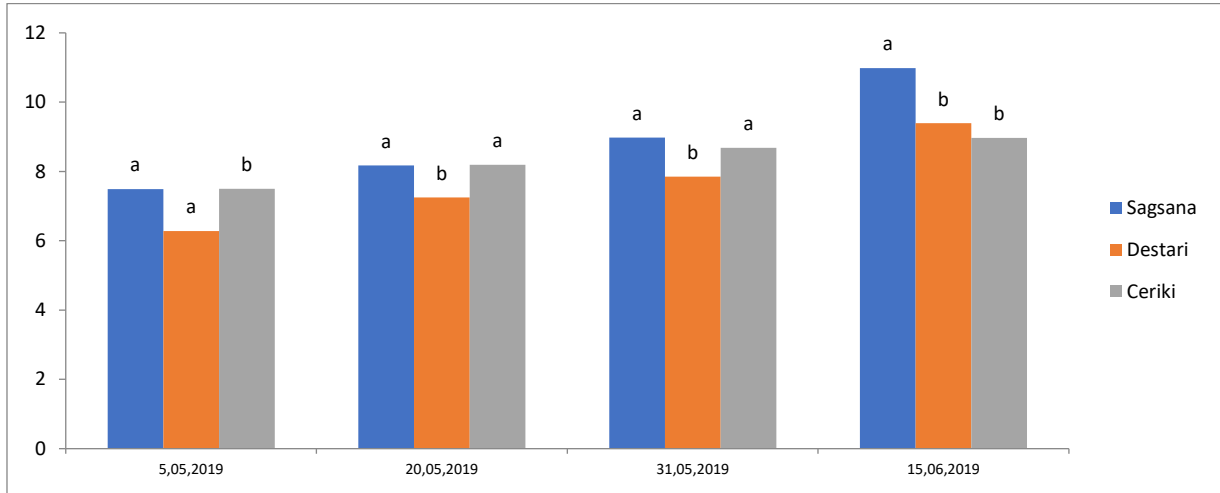


Fig.13. Fruit brix values of melon genotypes, LSD test(probability level of 0.05) and LSD values respectively(May5 (0.44), 20 May (0.29), 31 May (0.66) and June 15(1.44)

Total melon yield (kg da⁻¹):

The highest total yield was recorded in May 20 planting treatment from Destari (3788 kg da⁻¹) and followed by Sagsana (3141 kg da⁻¹) and Ceriki (2429 kg da⁻¹) genotypes, respectively. The lowest total yield was obtained in June 15 planting treatment from Sagsana (2363 kg da⁻¹), Destari (3010 kg da⁻¹) and Ceriki (1647 kg da⁻¹), respectively. The highest mean yield was obtained

from late planting application with 3788 kg da⁻¹, while the lowest harvest value was obtained from early planting with 2449 kg da⁻¹ (Figure 14). In a similar study, Ozturk (2019) investigated the effects of four planting times on yield characteristics of two safflower varieties. The results indicated that planting time had significant effect on yield characteristics of safflower plants.

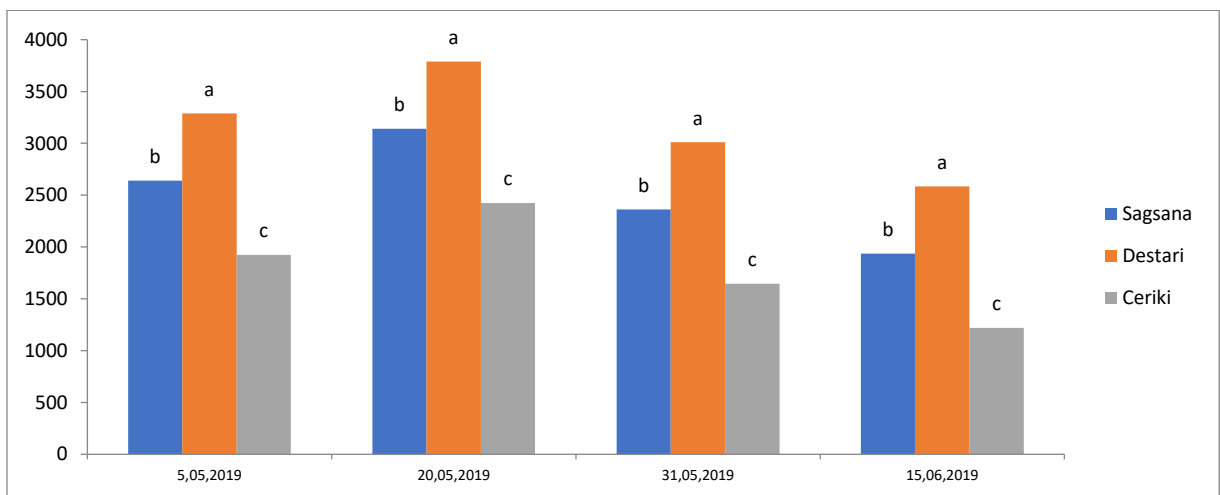


Figure 14. Total melon yield of genotypes (kgda⁻¹), LSD test(probability level of 0.05) and LSD values respectively(May5 (196), 20 May (201), 31 May (184) and June 15(176)

Conclusion

The results of the study revealed that planting in May 20 under ecological conditions of Şırnak province in Turkey should be preferred to obtain high melon yield with rich in nutrient content. The highest melon yield (3788 kg da⁻¹) was obtained from Destari genotype, which had the highest potassium and calcium content. The results concluded that Destari and Sagsana melon genotypes can be successfully grown in semi-arid Şırnak ecological conditions when planted on May 20.

Conflict of Interest Declaration: The authors have no conflict of interest concerned to this work.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Bar-Yosef, B. 1991. Fertilization Under Drip Irrigation. In: Fluid Fertilizer Science and Technology (Eds. Palgrave, Derek A., Marcel Dekker) Inc. New, p. 285-329.
- Bjelić V., Moravčević, Dj., Beatović, D. 2005. Effect of greenhouse conditions on Zn, Fe and Cu Content in Tomato Fruits. *Journal of Agricultural Sciences*, 2005, 50(2): 101-105.
- Clark, G.A., Stanley, C.D., Maynard, D.N., Hochmuth, G.J., Hanlon, E.A. 1991. Water and Fertilizer Management of Microirrigated Fresh Market Tomatoes. *Am. Soc Agric Eng*, 34: 429-435.
- Çoşkun, R., Ünlü, M., Eren, A., Köksal, Y. Ünlü, A. 2008. Morphological Characterization of Some Melon Pure Lines, Detection of Reactions to *Fusarium oxysporum* f. sp. melonis and studies on Its Use for Hybrid Variety Breeding. p:35-39, VII. Vegetable Agriculture Symposium, 26-29 August, Yalova. (in Turkish).
- Houimli, SIM., Jdidi, H., Boujelben, F., Mounir, Denden, M. 2016. Fruit yield and quality of iron-sprayed tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown on high pH calcareous soil. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 20(2): 268-271.
- Houghton, J.T., Merio, Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenburg, A., Maskell, K. 1995. Climate Change .The Science of Climate Change. Working Group I, Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York.
- Dufault, R.J, Korkmaz, A., Ward, B.K., Hassel, R. 2006. Planting date and cultivar affect melon quality and productivity. *Hort Science*, 41(7):1559-1564.
- FAOSTAT, FAO statistical databases; 2017
- Jones, J.B Jr., Laboratory guide for conductivity soil tests and plant analysis. CRC Press, Taylor and Francis Group, 2001, NW.
- Khan, AQ., Iqbal, M., Jilani MS, Ghaffoor A, Waseem K..2001.Effect of different sowing dates on the yield of tinda gourd (*Citrullus vulgaris*) Var. *Fistulosus* under the Agroclimatic Conditions of Khan DI. *Journal of Biological Sciences*, 1(4): 235-237.
- Kerje T, GrumM.,,In: VII Eucarpia meeting on cucurbit genetics and breeding 510. Paris: Acta Horticulture.2000
- Lester, G.E., Jifon, J.L., Makus, D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L) case study. *Plant Soil*, 335:117–131.
- Maxwell, B.1992. Arctic climate: potential for change under global warming. In: Arctic Ecosystems in a Changing Climate: An Ecophysiological Perspective (eds Chapin FS III, Jefferies R, Reynolds J, Shaver GR, Svoboda J), pp. 11–34. Academic Press, San Diego.
- Nayar NM, Singh R.1998. Taxonomy, distribution and ethno botanical uses in cucurbits., Nayar NM, More TA. (eds). Science Publishers, Inc., U.S.A, ;1- 18.
- Olaniyi. J.O. 2008. Growth and seed yield response of egusi melon to nitrogen and phosphorus fertilizer application. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 2(3):255-260.
- Ozturk,F. 2019. Response of sowing time on the seed yield traits yield and quality of safflower genotypes in Southeastern Anatolia of Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 28, no. 3, pp. 2141–2152, mar.
- Poovaliah, B.W. 1992. Biochemical and molecular aspects of calcium action. *Acta Hort*, 326, 139–147.
- Ramiérez, S.L.F, Dí'az, S.F.R. 2012. Muro,E.J.,Relation between soilless tomato quality and potassium concentration in nutritive solution. *Acta Hort*, 947:215–222.
- Refai, E.F.S., Hosseney, M.H., Badawy, AS. 2008. Effect of planting dates on yield and quality of two cantaloupe hybrids under

- Assiut conditions. Assiut University Bulletin of Environmental Researches, 11(2): 13-25.
- Starck Z, Siwec, A., Chotuj, D. 1995. Distribution of calcium in tomato plants in response to heat stress and plant growth regulators. F. Baluska et al. (eds.), Structure and Function of Roots, 305-310. Kluwer Academic Publishers
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-4402-0>. Springer, Dordrecht. ISBN 978-90-481-4402-0.
- Sağlam, N., Yazgan, A. 1992. The effects of sowing date and harvesting intervals on the yield of snake cucumber (*Cucumis melon* var. *flexuosus* Naud.) as second crop. Acta Horticulturae, 492:245- 252.
- Vural, H., Eşiyok, D., and Duman, İ., Culture Vegetables. 2000, p: 440, Ege University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Bornova-İzmir. (in Turkish).
- Wahocho, N.A, Maitlo, A.A., Baloch, Q.B., Kaleri, A.A., Rajput, L.B., Talpur, N.A., Sheikh, Z.A., Mengal, F.H., Wahocho, S.A. 2017. Effect of varying levels of nitrogen on the growth and yield of muskmelon (*Cucumis melo* L.). Journal of Basic and Applied Sciences, 13:448-453.