

Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt:7
Volume :7

Sayı : 3
Issue: 3

Yıl : 2020
Year : 2020



Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences

ISSN 2148-3647

No	Araştırma Makaleleri
1	Yalın ve Farklı Oranlarda Yonca, Korunga ile Ryegrass Hâsıllarının Silaj ve Yem Kalitesine Etkisinin Araştırılması / Sayfalar 526 - 532 Nizamettin TURAN , Seyithan SEYDOŞOĞLU
2	Yüzey Aktif Madde ile Modifiye Edilmiş Atık Yer Fıstığı Kabuğunun Tekstil Boyası Biyosorpsiyonu Kapasitesinin Belirlenmesi / Sayfalar 533 - 539 Ülküye Dudu GÜL , Yüksel YILDIZ
3	Rize İlinde Yetişen Cennet Hurması Örneklerinde Doğal ve Yapay Radyonüklitlerin Aktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi ve Yıllık Etkin Doz Değerleri / Sayfalar 540 - 554 Nilay AKÇAY
4	Tavuk Nugget Formülasyonlarında Buğday Unu Yerine Bal Kabağı Tozu Kullanımı Üzerine Bir Araştırma / Sayfalar 555 - 565 Burcu ÖZTÜRK KERİMOĞLU , Meltem SERDAROĞLU
5	Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Bazı Mürdümük (<i>Lathyrus sativus</i> L.) Genotiplerinin Tarımsal Özellikleri / Sayfalar 566 - 575 Ayşen UZUN , Serap KIZIL AYDEMİR , Mustafa DENİZ , Elvin ALGAN , Duran Ümit YERLİKAYA
6	İğdir Koşullarında Mera Tesisinde Kullanılabilecek Bazı Buğdaygil-Baklagil Tür ve Karışımların Kalite Performansları / Sayfalar 576 - 585 Seda AKBAY TOHUMCU , Süleyman TEMEL
7	Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde Yetiştirilen Farklı Buğday Çeşitlerinin Bazı Kalite Özellikleri / Sayfalar 586 - 595 Hülya GÜL , Burhan KARA , Sultan ACUN , Ayşe ÖZTÜRK , Sinem TÜRK ASLAN
8	Türkiye'de Kültürü Yapılan <i>Salvia</i> Türlerine (<i>Salvia hispanica</i> L., <i>Salvia tomentosa</i> L. ve <i>Salvia verticillata</i> L.) Ait Tohumların Bazı Fiziksel Özellikleri / Sayfalar 596 - 602 Zeynep DUMANOĞLU , Sam MOKHTARZADEH
9	Farklı Kavuzsuz Arpa (<i>Hordeum vulgare</i> L. var. <i>nudum</i> Hook. f.) Genotiplerinin İlk Gelişme Dönemindeki Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi / Sayfalar 603 - 611 Soner YÜKSEL , Saim ÜNVER İKİNCİKARAKAYA
10	Biberde (<i>Capsicum annuum</i> L.) Humik Asit ve Çinko Uygulamasının Yeşil Aksamda Kuru Madde ve Çinko Miktarına Etkisi / Sayfalar 612 - 617 Mahmut İSTANBULLU , Özlem ETE AYDEMİR , Mehmet AKGÜN , Faruk ÖZKUTLU
11	İn Vivo Ve İn Vitro Koşullarında Bazı Alkana Taksonların Sekonder Metabolit İçerikleri Ve Antioksidan Aktiviteleri / Sayfalar 618 - 626 Cennet YAMAN , Serkan URANBEY , Muhammet ER , Dilek BAŞALMA
12	Sarımsak Üretiminin Ekonomik Durumu ve Taşköprü İlçesi Açısından Değerlendirilmesi / Sayfalar 627 - 636 Selen AKAN , Fatma İlknur ÜNÜVAR
13	Samsun İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri / Sayfalar 637 - 645 Osman KILIÇ , Gamze AYDIN ERYILMAZ
14	Zeytin (<i>Olea europaea</i>) yaprağı ekstraktlarının model organizma <i>Galleria mellonella</i> hemosit ve hemosit aracılı bağıışıklık tepkileri üzerine etkileri / Sayfalar 646 - 653 Serhat KAYA , Neslihan DEMİR
15	Design of an Arduino Based Low-Cost Air Conditioning Automation Device Using Temperature Humidity Index (THI) / Sayfalar 654 - 662 Ünal KIZIL , Sefa AKSU , A. Cumhuri KINACI , Doğa Barış ÖZDEMİR , Levent GENÇ
16	Üzeri Açık Bir Alışveriş Merkezinde Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Kocaeli İli Örneği / Sayfalar 663 - 671 Melike YALILI KILIÇ , Tuba TULUÇ

No	Araştırma Makaleleri
17	Doğu Anadolu Bölgesindeki Büyükbaş Ve Küçükbaş Hayvan Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi / Sayfalar 672 - 681 Gizem Hazan ÇAĞLAYAN
18	Konya İli Çumra İlçesinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma / Sayfalar 682 - 690 Hüseyin Yasin DÜĞMECİ , Yusuf CELİK
19	Tarsus Bağ Alanlarında Neofusicoccum parvum'un Yaygınlığı ve Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Patojene Duyarlılıkları / Sayfalar 691 - 698 Dilara GÜLER , Davut Soner AKGÜL
20	Konya Kapalı Havzası İçin Gelecekteki Olası Hidrolojik Kurak Dönemle / Sayfalar 699 - 709 İsmail TAS , Yusuf Ersoy YILDIRIM , İsmail ARAS
21	Eskişehir İli Sera Koşullarında Yetiştirilen Biberin Sulama Programı / Sayfalar 710 - 719 Mevlüt YILMAZ , İsmail TAS
22	Yetiştirme Sistemlerinin Beyaz Hindilerin Karkas verimlerine ve Hindi Etinin Genel Beğeni Düzeylerine Etkileri / Sayfalar 720 - 726 Hakan İNCİ
23	Sulama Suyu Tuzluluğunun Sakız Fasulyesinin Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi / Sayfalar 727 - 736 Neslihan AKÇAMAN , İsmail TAS
24	Comparison of the Morphometric Characteristics of Four Species of the Genus <i>Microtus</i> Schrank, 1798 (Mammalia: Rodentia) in the Central Anatolia Region of Turkey / Sayfalar 737 - 748 Serdar GÖZÜTOK , İrfan ALBAYRAK
25	Bazı Bakla (<i>Vicia faba</i> L.) Çeşitlerinde Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi / Sayfalar 749 - 756 Fatma BAŞDEMİR , Zübeyir TÜRK , Sibel İPEKEŞEN , Murat TUNÇ , Seval ELİŞ , Behiye BİCER
26	İğdir Ekolojik Şartlarında Bazı Yonca (<i>Medicago sativa</i> L.) Çeşitlerinin Ot verimleri / Sayfalar 757 - 764 Bilal KESKİN , Süleyman TEMEL , Barış EREN
27	Tortum Gölü Zooplakton Faunasının Mevsimsel Değişimi Araştırılması / Sayfalar 765 - 774 Muhammet ARDAHANLI , Özden FAKIOĞLU
28	Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp.'lerinin Nohutta <i>Fusarium</i> Solgunluğuna Karşı in vitro Koşullarda Antagonist Etkilerinin Belirlenmesi / Sayfalar 775 - 792 Merve DİLMAÇ , Havva DİNLER , Barış KAKI
29	Allelopathic Effect of Jimson Weed (<i>Datura stramonium</i> L.) on Seed Germination / Sayfalar 793 - 797 Mustafa YORULMAZ , Reyhan YERGİN ÖZKAN
30	Yemelik Sakız Fasulyesinde Bitki Tane Verimi Yönünden Genotip x Çevre İnteraksiyonunun Farklı Yöntemler ile İncelenmesi / Sayfalar 798 - 805 Mevlüt AKÇURA , Ahmet TURAN
31	Tarım Arazilerindeki Zikzaklı Sınırların Kutupsal Ölçmelerle Düzgünleştirilmesi / Sayfalar 806 - 813 Hüseyin İNCE , Nuri ERDEM , Yener TÜREN , Fazlı Engin TOMBUŞ , İbrahim Murat OZULU

Farklı Oranlarda Karıştırılan Yonca, Korunga ve İtalyan Çimi Hasıllarının Silaj ve Yem Kalitesine Etkisinin Araştırılması

Nizamettin TURAN^{1*}, Seyithan SEYDOŞOĞLU¹

¹Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

*Sorumlu yazar: nturan49@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.06.2020 Kabul tarihi: 08.06.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı, yalın ve farklı oranlarda karıştırılan yonca (*Medicago sativa* L.), korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.) ve İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam) hasıllarının silaj ve yem kalitesine etkisinin araştırılmasıdır. Denemede bitki materyali olarak; Kayseri yonca çeşidi, Lütfibey korunga çeşidi ve Caramba İtalyan çimi çeşidi kullanılmıştır. Araştırma; Siirt Üniversitesi Tarla Bitkileri deneme tarlasında yürütülmüştür. Çalışmada yalın ve farklı oranlarda (75:25, 50:50, 25:75) silajlara ait pH, kuru madde, ham protein, flieg puanı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD) incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre; silajlara ait ortalama pH değeri 4.89, kuru madde oranı %38.35, ham protein oranı %17.05, flieg değeri 86.52 puan, ADF oranı %33.07, NDF oranı %45.46, SKM oranı %63.14, KMT oranı %2.70 ve NYD ise 132.09 olarak tespit edilmiştir. Saf yoncadan elde edilen silaj kalitesinin diğer yalın ve karışımlara göre daha üstün olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Silaj, kalite, yem, karışım

Evaluation The Effect of Pure and Various Proportions of Alfalfa, Sainfoin And Italian Ryegrass On Silage And Feed Quality

Abstract

This study was conducted to determine the effect of various rates of alfalfa (*Medicago sativa* L.), sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) and their leans on silage and feed quality. In this study were used Kayseri alfalfa variety, Lütfibey sainfoin variety and Caramba ryegrass variety as plant material. All species tested were sown separately in field crops trial field of Siirt University. It was used various rates of (75:25, 50:50, 25:75) silages and their leans were prepared. In the study, silage pH, dry matter (DM), crude protein (CP), flieg score, acid detergent insoluble fiber (ADF), neutral detergent insoluble fiber (NDF), digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI) and relative feed values (RFV) properties were measured. The results indicated that; The average silage pH value was 4.89, DM was 38.35%, CP was 17.05%, the flieg value was 86.52 points, the ADF was 33.07%, the NDF was 45.46%, the DDM was 63.14%, the DMI was 2.70% and the RFV was 132.09. The quality of silage produced from lean alfalfa was high for some characteristics of silage quality when compared with the silages of other lean varieties. In mixture silages, it was recommended the mixture silage of Ryegrass (25%) + alfalfa (75%) within mixture silages were the best mixtures.

Key Words: Silage, quality, feed, mixture

Giriş

Baklagillerin kraliçesi olarak bilinen yonca (*Medicago sativa* L.) ve diğer baklagiller tüm dünyada bilinen önemli yem bitkileridir. Bunun nedeni, yüksek adaptasyon yetenekleri ve kaliteli yem üretmeleridir.

Conrad ve Klopfenstein (1988) göre, baklagiller familyası, verimi yüksek hayvanlar için dengeli olarak protein, mineral ve enerji içerikli yem üreten önemli bir familyadır. Aralarında korunga ve yoncanın da bulunduğu yem bitkisi türlerinin yetiştiriciliği üretimin çok büyük bir kısmını meydana getirmektedir (Anonim, 2019). Kış döneminde kuru ot ya da

otlak sistemleri içinde baklagil yetiştiriciliği yapmak çok eskilere dayanan yaygın bir tekniktir. Ancak bu grupta gösterilen bitkilerin silaj olarak saklanıp değerlendirilmesi son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır. Yonca bitkisi, süt inekçiliğinin en çok yapıldığı ABD eyaletlerinde mısır bitkisinden sonra en fazla silajı yapılan bitkilerden bir tansesidir. Dumlu Gül ve ark. (2013) göre ülkemizdeki ilkbahar yağmurlarından dolayı otların kurumadığı dönemlerde yoncadan silaj yapımının yaygınlaştığı görülmektedir. Şimdilerde yüksek verimli kültür yem bitkileri; ucuz, kaliteli ve bol kaba yem olarak kullanılma maksadı ile geliştirilmeye başlanmıştır. İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.)'nin bir varyetesi olan Caramba (*Lolium multiflorum* cv. caramba) buna örnek olarak gösterilebilir. Çok lezzetli bir yem bitkisi, protein, kolay çözünebilir karbonhidratlar, mineral maddeler bakımından zengin ve geniş yapraklı olma; bitki göve arkesinin biçim zamanına kadar hemen kartlaşmayıp taze kalma özelliklerini taşıyan ve gelişmiş ülkelerde hayvancılık alanında kaba yem olarak kullanılan Karamba bitkisi ülkemizde yapılan hayvancılıkta sorun haline gelen kaba yemde alternatif olarak görülmektedir. Caramba İtalyan çimi çeşidinin yetiştiriciliği ülkemizde en çok Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgeleri, toprak ve iklim koşullarına oldukça uyum sağlaması sebebiyle tüm Türkiye'de yapılabilmektedir. Caramba çeşidinin silajı yapılarak ya da kuru ot olarak değerlendirilse de genelde ruminantlara otlatılmakta ya da taze yeşil ot olarak yedirilmektedir. İtalyan çimlerinin yem değerine ilişkin araştırmalar kapsamında; yemin besin maddelerine ait sindirilebilirlik değerlerinin yüksek olduğu (Ohshima ve ark, 1988; Fonseca ve ark, 2005; Catanese ve ark, 2009), süt verimi ile kompozisyonu (Mc Cormick ve ark, 1990; 1998; Lemus, 2009) ve günlük canlı ağırlık artışı (De Villiers ve Ryssen, 2001, De Villiers ve ark., 2002; Zaman ve ark, 2002; Van Niekerk ve ark, 2008) üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir. Buğdaygillere kıyasla baklagil yem bitkileri genellikle daha yüksek ham protein ve daha düşük karbonhidrat konsantrasyonlarına sahiptir. Baklagillerde bulunan yüksek protein konsantrasyonu ve nispeten yüksek organik asit ve katyonlar, fermentasyonu engelleyen tamponlama kapasitesini arttıran öğeler olarak görülmektedir (Playne ve McDonald, 1966; Özen ve ark, 1999). Fermentasyona engel olan bir diğer faktör; baklagil yem bitkilerinin düşük

seviyelerde eriyebilir karbonhidratlar içermesidir (Owens ve ark., 1999). Tan ve ark.(2011), ideal bir silaj için baklagillerin çiçeklenme başlangıcındaki kuru madde oranlarının yetersiz olduğunu bildirmektedir. Doğrudan yapılan silajda sızıntı ile kayıplar ve Clostridial bozulmalar görülür. Baklagillerde silajın korunmasını sağlayan pH'nın düşmemesi bu faktörlerin kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Hazımları kolay olabilen karbonhidrat içerikleri bakımından iyi durumda olan buğdaygiller, protein bakımından yetersizdir. Bu sebepten dolayı, baklagil ve buğdaygil bitkilerinin silolanmasında, bitkilerin fermentasyonu garanti altına alacak oranlarda karıştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yalın ve farklı oranlarda karıştırılan yonca (*Medicago sativa* L.), korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.) ve İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam) hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisinin araştırılmasıdır.

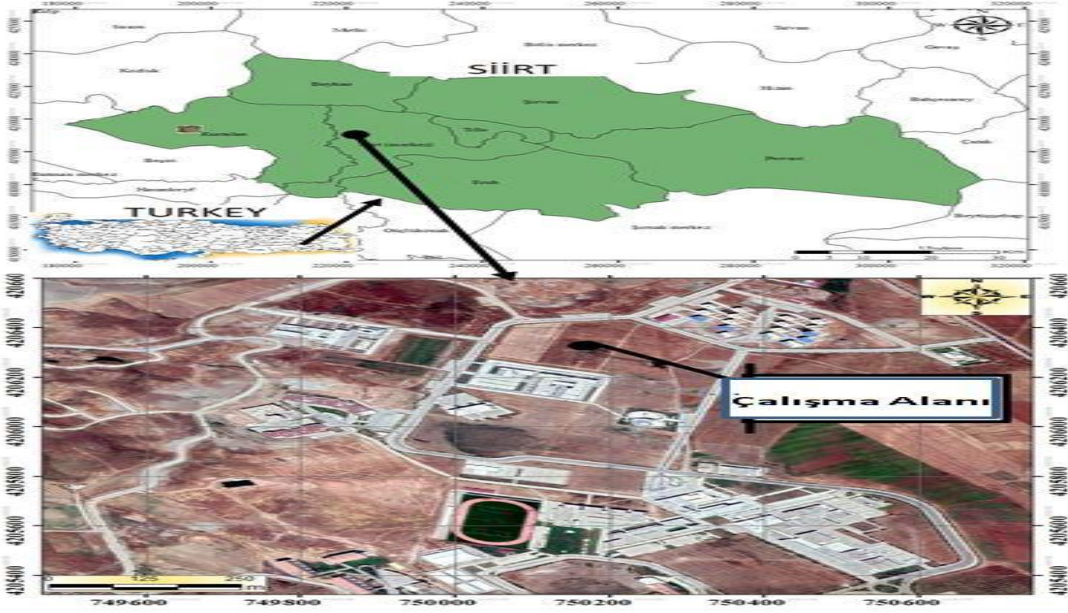
Materyal ve Yöntem

Araştırmada, yonca (*Medicago sativa* L.) Kayseri, korunga (*Onobrychis sativa* L.) Lütfübey ve İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.) Caramba çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır. Çalışma, Siirt Üniversitesi Tarla Bitkileri deneme arazisinde yürütülmüş olup, ilbaharda yonca ve korunga (15.03.2018) sonbaharda ise İtalyan çimi (16.11.2018) bitkileri ayrı ayrı parsellere elle ekilmiştir.

Çok yıllık olan yonca ve korunga ile tek yıllık olan İtalyan çimi saf olarak ayrı ayrı parsellere ekilmiştir (Şekil 1). Yonca ve korunda 20 m² (parsel uzunluğu 10m, 8 sıra, sıra arası mesafe 25 cm), İtalyan çimi ise 10 m² alanda (parsel uzunluğu 5m, 8 sıra, sıra arası mesafe 25 cm) ekimi yapılmıştır. Dekar başına yoncada 2.5 kg, korunda 13 kg İtalyan çimi ise 4 kg gelecek şekilde tohumluk kullanılmıştır. Yoncada ekimle birlikte 3 kg da⁻¹ azot (N), 13 kg da⁻¹ fosfor (P₂O₅), korungada ise 3 kg da⁻¹ azot (N) ve 6 kg da⁻¹ fosfor (P₂O₅), İtalyan çiminde ise ekimle birlikte 5 kg da⁻¹ saf fosfor (P₂O₅) gelecek şekilde triple süperfosfat gelecek şekilde gübreleme yapılmıştır (Anonim, 2001). Çalışmanın yürütüldüğü aylar dikkate alındığında, 2018 ve 2019 yıllarında en sıcak ay Ağustos, en soğuk ay ise Ocak ayı olmuştur. Araştırma sahasının toprak özelliklerine bakıldığında; organik madde kapsamı az, tuzsuz, hafif alkali karakterde, alınabilir fosfor (P) kapsamı az ve alınabilir potasyum (K) içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır.

Yonca ve korunga 2018 yılı ilkbaharda ekildiği için, tesis yılında herhangi bir veri alınmamış olup, ikinci yılının ilk hasat döneminde bitkilerin yaş ot materyali silaj için kullanılmıştır. Yonca %10 çiçeklenme, korunga %50 çiçeklenme, İtayan çimi ise çiçeklenme döneminde aynı anda hasat edilmiştir. Tüm bitkiler el orakları yardımı ile aynı günde hasat edilip, bitki materyalleri demet halinde laboratuvara taşınmıştır. İdeal silaj için gerekli kuru madde içeriği sağlanması için 3-4 saat laboratuvarında gölgede tutulmuştur. Daha sonra tüm yeşil bitkiler dal parçalayıcı makinesiyle 0.5-1 cm'lik boyutlarda kıyılmıştır (Şekil 2). Kıyma işlemi

bittikten sonra belirlenen yalın ve karışım miktarları tartılarak 2 kg özel naylon torbalar içine doldurulmuştur. Yalın olarak yonca (Y), korunga (K) ve İtalyan çimi (İÇ) karışım oranları sırasıyla 75:25, 50:50, 25:75 olacak şekilde düzenlenmiştir. Çalışmada her bir muamele dört tekerrürlü olup toplam 36 adet özel naylon torbalara eşit miktarda uniform bir şekilde doldurulmuş, ve karanlık ortamda 40 gün süreyle mayalanmaya bırakılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma sahasına ait bir görüntü



Şekil 2. Çalışmadan bazı görüntüler

Silajların pH'larının ölçülmesi amacıyla, özel naylon torbaların dibindeki sulu

kısımlardan örnekler alınarak blender ile karıştırıldıktan sonra elde edilen sıvının pH'sı

dijital pH metreyle ölçülmüştür (Anonim, 1993). Daha sonra örneği temsil edecek şekilde alınan 500 g silaj örnekleri kurutma dolabında 70 °C'de 12 saat ön kurutmaya tabi tutularak silaj kuru madde oranı hesaplanmıştır (Bulgurlu ve Ergül, 1978). Silaj örneklerin kuru maddelerinin sabitlenmesi amacıyla kurutma dolabında bekletildikten sonra; öğütülme işlemini yapılmıştır. Ham protein oranı Kjendahl, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları ise Ankom fiber metoduna göre tespiti yapılmıştır. Silaj kuru otlarının; sindirilebilir kuru madde (SKM=88.9-(0.779x%ADF), kuru madde tüketimi (KMT=120/%NDF) ve nispi yem değerleri (NYD) ise ADF ve NDF sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır (Morrison, 2003). Kuru madde ve pH değerleri kullanılarak, aşağıdaki formül yardımıyla yemlerin Flieg puanları saptanmıştır (Anonim, 1987). Elde edilen verilere tesadüf parselleri deneme deseni 'ne göre JUMP istatistik paket programı yardımıyla varyans analizi uygulanmıştır. Gruplandırılmalar LSD testine tabi tutulmuştur (Kalaycı, 2005). Flieg Puanı= 220+ (2 x %Kuru Madde-15)-40 x Ph

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yonca, korunga ve İtalyan çimi karışımlarının silajın pH değerine etkisi

Çizelge 1. Silajların bazı kimyasal özellikleri

Uygulama	pH Değeri	Kuru Madde Oranı (%)	Ham Protein Oranı (%)	Flieg Değeri (Puan)
%100 İÇ	4.40 ^e	38.08 ^d	8.09 ^h	105.26 ^a
%100 Y	5.40 ^a	38.69 ^{b-d}	24.43 ^a	66.38 ^{ef}
% K	5.39 ^a	40.90 ^a	21.48 ^c	71.29 ^e
%75 İÇ + %25 Y	5.36 ^a	35.89 ^e	14.48 ^f	62.47 ^f
%75 İÇ + %25 K	4.53 ^d	39.02 ^{b-d}	10.71 ^g	101.83 ^a
%50 İÇ + %50 Y	4.75 ^c	40.28 ^{ab}	19.58 ^d	95.76 ^{bc}
%50 İÇ + %50 K	4.52 ^d	38.51 ^{cd}	14.08 ^f	101.43 ^{ab}
%25 İÇ + %75 Y	4.89 ^b	35.59 ^e	23.12 ^b	80.59 ^d
%25 İÇ + %75 K	4.79 ^c	40.05 ^{a-c}	17.48 ^e	93.70 ^c
Ortalama	4.89	38.35	17.05	86.52
LSD	0.21 ^{**}	3.40 ^{**}	2.29 ^{**}	12.48 ^{**}
Değişim Katsayısı (%)	1.43	2.93	4.46	4.8

Bitki yapısında bulunan su miktarı alındıktan sonra geriye kalan kısım kuru maddeden oluşmaktadır ve su dışındaki diğer besin maddeleri (proteinler, karbonhidratlar, mineral maddeler ve vitaminler) bitkinin bu kısmında yer alır. Ruminant hayvanların beslenmesi genellikle yemin kuru maddesi göz önünde bulundurularak yapılır. Bu hesaplama hayvana verilecek gerekli besin miktarını

istatistiksel yönden önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). En yüksek pH değeri yalın yonca, korunga ve %75 İÇ + %25 Y silajı karışımından elde edilirken, en düşük pH değeri yalın İtalyan çimi silajından elde edilmiştir. pH değerinin; silaj fermantasyonunu etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğu, asit ortamda üreyen süt asidi bakterilerinin gelişmeleri için en uygun pH aralığının 3.8-4.2 olduğu, bu pH aralığındaki değere sahip silajda bozulma ve çürümeye yol açan bakterilerin yaşayamadığı bildirilmektedir (Ergün ve ark. 2013). Silajların pH değeri ile ilgili elde edilen bulguların, bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar ile farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin, Bengisu (2019) Macar fiğ ile arpa karışımında ortalama pH değerini 3.97, Seydoşoğlu (2019) yem bezelyesi ile arpa karışımında ortalama pH değerini 3.98, Seydoşoğlu ve Gelir (2019) mürdümük ile arpa silaj karışımında ortalama pH değerini 3.99 ve Turan (2019) Macar fiğ ile arpa karışımında ortalama pH değerini 3.93 olarak rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçların literatürdeki bulgulardan farklı olmasının nedenleri, araştırmada kullanılan materyallerin, hasat dönemlerinin ve uygulamanın farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

belirlenmesini sağlar. Bu bakımdan kaba yemlerdeki kuru madde oranı büyük önem arz etmektedir. Açıköz (1995), kaliteli bir silajda kuru madde oranının %23.5 ve üzeri olması gerektiğini bildirmiştir. Silaj kuru madde oranı açısından Çizelge 1 incelendiğinde, kuru madde oranının ortalama %38.35 olduğu görülmektedir.

En yüksek kuru madde oranı istatistiki açıdan aynı grubu paylaşan yalın korunga ile

%50 İÇs + %50 Y, %25 İÇ + %75 K silaj karışımından elde edilirken, en düşük kuru madde oranı ise istatistiki olarak farksız olan %75 İÇ + %25 Y ile %25 İÇ + %75 Y silaj karışımından elde edilmiştir (Çizelge 1). Silaj kuru madde oranı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Demirel ve ark. (2010) ak üçgül ile arpa karışımında %29.46, Aykan ve Saruhan (2018) yem bezelyesi ile arpa karışımında ortalama %23.70, Bengisu (2019) Macar fiğ ile arpa karışımında %27.40-33.48 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçların literatür bulgularından daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, araştırmada kullanılan bitki materyali, hasat olgunluğu ve ekolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde; en yüksek ham protein oranı %24.43 ile yalın yoncadan elde edilirken, en düşük ham protein oranı ise %8.09 ile yalın İtalyan çimi silajından elde edilmiştir. Birçok araştırmacı, karışıma ilave edilen baklagil oranı arttıkça ham protein oranında da artış olduğunu bildirmeleri (Bengisu. 2019; Seydoşoğlu ve Gelir 2019; Seydoşoğlu 2019; Turan. 2019) elde edilen

sonuçları desteklemektedir. En yüksek flieg değeri yalın İtalyan çimi silajından elde edilirken, en düşük flieg değeri ise rakamsal olarak %75 İÇ + %25 Y karışım silajından elde edilmiştir. Elde edilen flieg puanları Aykan ve Saruhan (2018)'nin yem bezelyesi ile arpa karışımından elde ettikleri 105.16 puan ile Bengisu (2019)'nun Macar fiğ + arpa karışımından elde ettiği 116.65 puan sonuçları ile benzerlik göstermektedir. ADF, lifin selüloz ve lignin gibi zor sindirilen veya sindirilemeyen parçalarıdır. ADF düşük olduğunda, sindirilebilirliği yüksek kaliteli yem anlamını taşımaktadır. (Anonim 2015a). En düşük ADF oranı %24.73 ile yonca silajından elde edilirken, en yüksek ADF oranı ise istatistiki açıdan farksız olan %100 İÇ ile %75 İÇ + %25 K karışım silajından elde edilmiştir. Karışıma dâhil olan İtalyan çimi oranı arttıkça, ADF oranında da artış meydana gelmiştir (Çizelge 2). Buğdaygil yem bitkilerinin ADF oranı baklagil yem bitkilerinden daha yüksek olduğunu bildiren araştırmacılar (Aykan ve Saruhan, 2018; Turan, 2019) elde edilen bu sonuçları da desteklemektedir.

Çizelge 2.Silajların bazı kimyasal özellikleri

Uygulama	ADF Oranı(%)	NDF Oranı (%)	SKM Oranı (%)	KMT Oranı (%)	NYD
%100 İÇ	37.80 ^a	56.75 ^a	59.46 ^g	2.11 ^g	97.47 ^g
%100 Y	24.73 ^g	33.10 ^g	69.63 ^a	3.63 ^a	195.85 ^a
% K	27.55 ^f	47.60 ^c	67.44 ^b	2.52 ^e	131.86 ^d
%75 İÇ + %25 Y	35.55 ^b	52.15 ^b	61.21 ^f	2.30 ^f	109.18 ^f
%75 İÇ + %25 K	37.23 ^a	45.50 ^d	59.90 ^g	2.64 ^d	122.48 ^e
%50 İÇ + %50 Y	33.04 ^d	48.26 ^c	63.16 ^c	2.49 ^e	121.78 ^e
%50 İÇ + %50 K	36.18 ^b	43.69 ^e	60.72 ^f	2.75 ^c	129.29 ^d
%25 İÇ + %75 Y	31.12 ^e	41.19 ^f	64.66 ^c	2.91 ^b	146.07 ^b
%25 İÇ + %75 K	34.43 ^c	40.94 ^f	62.08 ^e	2.93 ^b	141.09 ^c
Ortalama	33.07	45.46	63.14	2.70	132.79
LSD	1.46 ^{**}	1.96 ^{**}	1.13 ^{**}	0.14 ^{**}	8.30 ^{**}
Değişim Katsayısı (%)	1.49	1.43	0.6	1.86	2.08

NDF, yem içindeki bütün hücre duvarını yani sindirilebilen ve sindirilemeyen tüm lif miktarını gösterir. Yüksek NDF düşük seviyede, düşük NDF ise yüksek seviyede yem alımı olduğunun göstergesidir. NDF'nin yüksek olması bitki hücre duvarının daha kalın olduğunu gösterir (Anonim 2015b). NDF oranları yönünden Çizelge 2 incelendiğinde; en yüksek %56.75 ile yalın İtalyan çimi silajından elde edilirken, en düşük ise %33.10 ile yalın yonca silajından elde

edilmiştir. Karışıma ilave edilen İtalyan çimi oranı arttıkça, ADF oranında olduğu gibi NDF oranında da artışlar meydana gelmiştir. ADF oranında olduğu gibi, buğdaygil yem bitkilerinin NDF oranları baklagillere nazaran daha yüksek olduğu (Bengisu, 2019; Seydoşoğlu, 2019) rapor edilmiştir. Kaba yemlerin kalite göstergelerinin en önemlilerinden biri olan sindirilebilir kuru madde oranları bakımından en yüksek SKM oranı %69.63 ile yalın yonca silajından elde

edilirken, en düşük SKM oranı ise %59.46 ile yalın İtalyan çimi silajından elde edilmiştir. Ortalama SKM oranı %63.14 olarak tespit edilmiştir. Karışıma ilave edilen baklagil oranı artıça SKM oranında da artış meydana gelmiştir. Bengisu (2019)'nun Macar fiği ile arpa karışımında, Macar fiğinin oranı artıça SKM oranında da artış olduğunu bildirmesi elde edilen bulguları desteklemektedir. Kuru madde tüketimi oranı en yüksek %100 yonca silajından elde edilirken, en düşük KMT oranı ise %100 iç silajından elde edilmiştir. SKM oranında olduğu gibi, KMT oranında da karışıma ilave edilen baklagil oranı artıça KMT oranında da önemli bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 2). Kuru ot ticaretinde, kuru otun fiyatının belirlenmesinde en önemli kriter olan nispi yem değerleri (Redfearn ve ark. 2012) en yüksek %100 yonca silajından elde edilirken, en düşük NYD değeri ise %100 iç silajından elde edilmiştir. SKM ve KMT oranlarında da olduğu gibi, karışıma ilave edilen baklagil oranı artıça, NYD değerinde de artış olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Çalışma, yalın ve farklı oranlarda karıştırılan yonca, korunga ile İtalyan çimi hâsıllarının silaj kalitesine etkisi araştırılmış olup, silajın kimyasal özellikleri ile ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Silajlara ait en düşük pH değeri yalın İtalyan çiminde, en yüksek kuru madde oranı yalın korungadan, en yüksek ham protein oranı yalın yoncadan, en yüksek flieg değeri yalın İtalya çiminden elde edilmiştir. En düşük ADF ve NDF oranı ile en yüksek SKM, KMT ve NYD değerleri de yalın yonca silajından elde edilmiştir. Saf yoncadan elde edilen silajın kalitesi diğer yalın silajlarla karşılaştırıldığında, daha üstün olduğu saptanmıştır.

Kaynaklar

Açıkgöz, E. 1995. Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Bursa.

Anonim, 1987. Bewetung von grünfutter, silage und heu. dl-g-merkblatt, No.224. Dlg-Verlang, Frankfurt/M.

Anonim, 1993. Bestimmung des pH-Wertes. In: Die chemischen Untersuchungen von Futtermitteln. Teil 18 Silage. Abschnitt 18.1 Bestimmung des pH-Wertes. Methodenbuch Bd. III., VE ARKLUFV Verlag, Darmstadt.

Anonim, 2001. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon

Merkezi Müdürlüğü, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Ankara

Anonim, 2015a. <http://www.amasyadsyb.org/besleme/lf.html> (Erişim Tarihi: 01.03.2020)

Anonim, 2015b. <http://www.amasyadsyb.org/besleme/lf.html> (Erişim Tarihi: 01.03.2020)

Anonim, 2019. Bitkisel Üretim Verileri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Aykan, Y. Saruhan, V. 2018. Farklı oranlarda silolan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 11(2):64-70.

Bengisu, G. 2019. A Study on the silage properties of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) grass mixtures in different rates. Legume Reserach 42(5): 680-683.

Bulgurlu, Ş. Ergül, M. 1978. Yemlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analiz metotları. Ege Üniversitesi Basımevi Yayın No: 127, İzmir. 176s.

Conrad, H.R. Klopfenstein, T.J. 1988. Role in livestock feeding- Greenchop, silage, hay and dehy. P.539-551.

Catanese, F. Distel, R.A. Arzadun, M. 2009. Preferences of lambs offered Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) herbage as choices. Grass and Forage Sci. 64: 304-309.

Demirel, R. Saruhan, V. Baran, M.S. Andiç, N. Demirel, DŞ, 2010. Farklı oranlarda ak üçgül (*Trifolium repens*) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silolanma özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (1): 26-31.

De Villiers, J.F. Van Ryssen, J.B. 2001. Performance responses of lambs of various ages to Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) fertilized with various levels of nitrogen. South African J. of Anim. Sci. 31(3): 142-148.

De Villiers, J.F. Dugmore, T.J. Wandrag, J.J. 2002. The value of supplementary feeding to pre-weaned and weaned lambs grazing Italian ryegrass. South African J. of Anim. Sci. 32(1): 30-37.

Dumlu Gül, Z., Fayetörbay, D., Tan, M., 2013. Effects of some additives, harvest stage

- and wilting on alfalfa silage. J. Animal and Veterinary Adv. (Yayında).
- Fonseca, A.J.M. Cabrita, A.R.J. Nogueira, C.S.S. Melo, D.S.P. Lopes, Z.M.C. Abreu, J.M.F. 2005. Lactation responses of dairy cows to whole-crop wheat or ryegrass silages. Animal Feed Sci. and Tech. 118: 153–160.
- Kalaycı, M. 2005. Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma için Varyans Analizi Modelleri, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, yayın no:21
- Lemus, R. 2009. Utilization of annual Ryegrass. Forage News, Mississippi State Uni., Extension Service. January, p. 1-4.
- Mc Cormick, M.E. Morgan, E.B. Brown, T.F. Saxton, A.M. 1990. Relationships between silage digestibility and milk production among Holstein cows. p. 60-64 in Proc. Forage Grassland Conf. Am. Forage Grassland Council, Belleville, VA.
- Mc Cormick, M.E. Cuomo, G.J. Blouin, D.C. 1998. Annual ryegrass stored as balage, haylage or hay for lactating dairy cows. J. of Prod. Agric. 11(3): 293- 300.
- Morrison, J.A. 2003. Hay and pasture management, chapter 8. Extension educator, crop systems rock ford extension center. (http://iah.aces.uiuc.edu/pdf/Agronomy_HB/08chapter.pdf), (Erişim tarihi: 10.01.2020).
- Owens, V.N. Albrecht, K.A. Muck, R.E. Duke, S. H. 1999. Protein degradation and fermentation characteristics of red clover and alfalfa silage harvested with varying levels of total nonstructural carbohydrates. Crop Sci. 39:1873-1880.
- Ohshima, M. Nagatomo, T. Kubota, H. Tano, H. Okajima, T. Kayama, R. 1988. Comparison of nutritive values between hays and silages prepared from Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and its pres cake using goats. J. Japan. Grassl. Sci. 33(4): 396-401.
- Özen, N. Haşimoğlu, S. Çakır, A. Aksoy, A. 1999. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Ders Notları:50. Erzurum
- Playne, M.J. McDonald, P. 1966. The buffering constituents of herbage and silage. J. Sci. Food Agric. 17:264-268.
- Redfearn D, Zhang H, Caddel J, 2012. Forage quality Interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service. PSS-2117, Pp: 4, Available from URL: http://pss.okstate.edu/publications/publications-masterlist/copy_of_publications/forages/PSS-2117web.pdf (Erişim Tarihi: 01.03.2020)
- Seydoşoğlu S, Gelir G, 2019. Farklı oranlarda karıştırılan mürdümük (*Lathrus sativus* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj özellikleri üzerinde bir araştırma. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 397-406.
- Seydoşoğlu S, 2019. Farklı oranlarda karıştırılan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 56 (3):297-302.
- Tan, M. Özdemir, H. Gül, İ. 2011. Silaj Çiftçi El Kitabı. Erzurum Ovasında Silaj Tekniğinin Yaygınlaştırılması Projesi, KUDAKA Yayınları Proje No: DFD-046, Erzurum, 53 s.
- Turan, N. 2019. Macar fiği ile arpa yaş otunun farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen silajın kimyasal kompozisyonu ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 17: 787-793.
- Van Niekerk, W.A. Hassen, A. Coertze, R.J. 2008. Diet quality, intake and growth performance of South African Mutton Merino sheep on Triticum x Secale and Lolium multiflorum pastures at different grazing pressures. Tropical Grasslands 42: 54-59.
- Zaman, M.S. Mir, Z. El-Meadawya, A. McAllister, T.A. Cheng, K.J. Zobell, D. Mathison, G.W. 2002. Performance and carcass characteristics of beef cattle fed diets containing silage from intercropped barley and annual ryegrass. Anim. Feed Sci. and Tech. 99(1-4): 1-11.

Yüzey Aktif Madde ile Modifiye Edilmiş Atık Yer Fıstığı Kabuğunun Tekstil Boyası Biyosorpsiyonu Kapasitesinin Belirlenmesi

Ülküye Dudu GÜL^{1,2*}, Yüksel YILDIZ³

¹Sağlık Hizmetleri MYO, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik

²Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik

³Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik

*Sorumlu yazar: ulkuyedudu.gul@bilecik.edu.tr; ulkuyedudugul@gmail.com

Geliş Tarihi: 11.02.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.02.2020 Kabul Tarihi: 06.05.2020

Öz

Tekstil endüstrisinin gelişimi ülke ekonomisini olumlu yönde etkilemektedir, öte yandan su kirliliği gibi bazı çevre problemlerine neden olmaktadır. Tekstil boya için en önemli kirleticilerdir. Bu çalışmanın amacı atık yer fıstığı kabuğunun boya ile kirlenmiş suların arıtımında biyosorbent olarak kullanılabilme potansiyelini incelemektir. Biyosorpsiyon kapasitesini arttırmak için yer fıstığı kabuğu Hegzadesiltrimetil amonyum bromür (HTAB) isimli yüzey aktif madde kullanılarak modifiye edilmiştir. Boya biyosorpsiyonuna yer fıstığı kabuğu modifikasyonunda kullanılan yüzey aktif madde derişimi, sıcaklık, pH ve temas süresi etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre modifiye edilmemiş ve 2 mM yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğunun tekstil boyası giderimi sırasıyla %30.60 ve %97.48 olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçları yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğunun modifiye edilmemiş oranla 3 kat daha fazla boya biyosorpsiyonu gerçekleştirdiğini göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre modifiye yer fıstığı kabuğu tekstil boyası ile kirlenmiş suların arıtımında ucuz ve çevre dostu bir biyosorbent olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Biyosorpsiyon, Tekstil boyası, Yer fıstığı kabuğu, Yüzey aktif madde

Determination of Textile Dye Biosorption Capacity of Waste Peanut Shell Modified with Surface Active Agent

Abstract

Development of textile industry effects the economy of the country positively, but also causes some environmental problems such as water pollutions. Textile dyes are the most important pollutants for aquatic environment. The aim of this study is to investigate the potential of using peanut hard shell as a biosorbent in the treatment of contaminated water. To increase the biosorption capacity, peanut shell was modified using surface active agent called Hexadecyltrimethylammonium bromide (HTAB). The effect of surface active agent concentration on peanut shell modification, temperature, pH and contact time was investigated. The results obtained from this study showed that the dye removal of unmodified and modified with 2 mM surface active agent peanut shell was removed as 30.60% and 97.48%, respectively. The results of the study showed that the surface active agent modified peanut shell performed 3 times more dye biosorption than unmodified one. According to the results obtained from this study, modified peanut shell can be used as a cheap and environmentally friendly biosorbent in the treatment of contaminated water with textile dye.

Keywords: Biosorption, Textile Dye, Peanut Shell, Surface Active Agent

Giriş

Tekstil endüstrisi diğer endüstrilere göre çıkış suyu kompozisyonu göz önüne alındığında çevreyi en çok kirleten endüstridir. Boyama esnasında boyanın yaklaşık %10-15'nin atık suya geçtiği bilinmektedir (Gomez ve ark., 2007). Tekstil endüstrisinde ürünlerin her kg'ı başına yaklaşık olarak 40-65 L atık su oluştuğu bildirilmiştir (Manu ve Chaudhari, 2002). Yıllık olarak yaklaşık 280.000 ton boyalı atık su dünya genelinde alıcı ortamlara bırakılmaktadır (Mass ve Chaudhari, 2005). Remazol Black B isimli boya anyonik karakterli reaktif azo boyalar grubunda yer almaktadır. Anyonik boyalar Türkiye'de boyama sanayinde en büyük pazar payına sahiptir (Arslan Alaton ve Teksoy, 2007). Günümüzde reaktif boyalar parlak renk oluşturduğu için tekstilde en yaygın kullanılan boya türleridir. Azo boyaların mutajenik, karsinojenik ve toksik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Seesuriyachan ve ark., 2007).

Tekstil endüstrisinde boyalarla birlikte yüzey aktif maddeler de kullanılmaktadır. Yüzey aktif maddeler boya dağılımını düzenleyici ve çözücü özelliklerinden dolayı boyama işleminde ıslatıcı, dağıtıcı ve düzgün boyama yapıcı olarak kullanılmaktadır (Kartal ve Akbaş, 2005). Düzgün boyama yapıcı ajanlar tekstil ürününe tutunmada boya ile yarışa girerek boyanın kumaşa ilgisini azaltarak boyanın düzgün bir şekilde tekstil ürünü üzerinde yayılmasını sağlamaktadır (Bagha ve ark., 2007). Bir alkil amonyum bromürü olan Hegzadesiltrimetil amonyum bromür (HTAB) katyonik karakterli yüzey aktif maddeler içinde yer alır. Bu yüzey aktif maddelerin katyonik özelliğe sahip olmalarının nedeni ise yapılarında bulunan azot atomlarıdır. Yapılarında hem amin hem de kuaterner amonyuma sahip çok çeşitli yüzey aktif maddeler bulunmaktadır. Boyama işleminde kullanılan boyalar gibi yüzey aktif maddeler de tekstil atık suları ile birlikte yer altı ve yer üstü sularına bırakılmaktadır. Boya ve yüzey aktif madde içeren atık suların ulaştıkları alıcı ortama olumsuz etkilerinin yanı sıra; insan bünyesine ulaşması ile böbrek fonksiyonlarına, üreme sistemine, karaciğer, beyin ve merkezi sinir sistemine sert tahribatlara neden olduğu bildirilmiştir (Özcan ve Özcan, 2005).

Tekstil endüstrisi başta olmak üzere endüstriyel atık suları alıcı ortamlara bırakılmadan önce arıtılmalıdır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik

arıtım yöntemleri olmak üzere 3 çeşit atık su arıtım yöntemi bulunmaktadır. Biyolojik arıtım diğer arıtım yöntemlerine göre daha ekonomik ve çevre dostu olduğu için avantajlıdır. Biyolojik materyal kullanılarak adsorpsiyon mekanizması ile atık su arıtımı biyosorpsiyon olarak ifade edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ucuz ve çevre dostu biyoteknolojik bir yöntem olan biyosorpsiyon yöntemi ile atık su arıtımı üzerine odaklanmıştır (Bilen ve Yıldırım, 2017). Biyosorpsiyonda kullanılan adsorbana ise biyosorbent adı verilmektedir. Biyosorpsiyon yönteminde maliyeti düşürmek amacıyla ucuz biyosorbentlerin kullanımı önem arz etmektedir. Çeşitli tarımsal ürünlere ait atıkların ucuz ve etkin biyosorbent olarak kullanımına yönelik çalışmalara da ilgi artmıştır (Chaleshtori ve ark., 2017).

Yağ içeriği açısından değerli bir bitki olan yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) baklagiller familyasına ait olup, tek yıllık bir bitki özelliğindedir. Dünya'daki bitkisel yağ üretiminde yer fıstığı ilk üç sırada yer almaktadır (Şahin, 2014). Yer fıstığı ülkemizde ise daha çok çerez bitkisi olarak tanınmakta ve kullanılmaktadır (Taşar ve ark., 2015). Bileşiminde %45-55, %20-25, %16-18 ve %5 oranlarında sırasıyla protein, karbonhidrat ve mineral madde içeren yer fıstığı hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılabilir önemli bir besin kaynağıdır (Kadiroğlu, 2014). Dünya genelinde yer fıstığı üretim miktarı yıllık 18.54 milyon ton olarak bildirilmiştir (Taşar ve ark., 2015). Bu üretimin %33'ü Hindistan, %26'sı Çin, %24'ü Afrika ve %10'u ise Kuzey Amerika'da gerçekleşmektedir. Türkiye'de ise yıllık yer fıstığı üretimi ortalama 70 bin ton'dur. Türkiye'de yer fıstığı üretiminin %95'i Akdeniz bölgesinde gerçekleşmektedir. Dünya'da ve Türkiye'de atık yer fıstığı kabuğu potansiyeli ise sırasıyla 24,50 ve 6,49 milyon ton/yıl'dır (Taşar ve ark., 2015). Bu yüksek potansiyel oranlarından dolayı yer fıstığı kabuğu tarımsal ürünlere ait atıklar arasında önemli bir yere sahiptir (Bilir, 2009).

Katyonik yüzey aktif maddelerin çeşitli özelliklerdeki yüzeyler tarafından güçlü bir şekilde Adsorplanabildikleri için yüzey modifikasyonlarında yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Gül, 2019). Ancak, literatürde yüzey aktif maddelerle modifiye edilmiş atıkların

biyosorbent olarak kullanımına yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’de yaygın olarak kullanılan Remazol Black B isimli tekstil boyasının sulu ortamlardan gideriminde Hegzadesiltrimetil amonyum bromür (HTAB) isimli yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş atık yer fıstığı kabuğunun kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yer fıstığı kabuğu katı atık olarak kabul edildiği için elde edilebilirliği kolaydır ve fazla miktarda bulunabilmektedir. Bu çalışmanın ikincil amacı ise bir katı atığın atık su arıtımında ucuz bir biyosorbent olarak kullanılabilirliğini incelemektir.

Materyal ve Metot

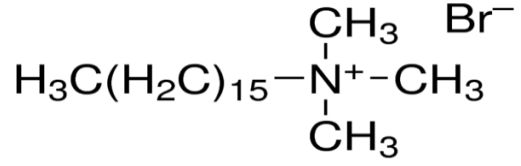
Biyosorbent hazırlanması

Atık yer fıstığı kabuğu toplandıktan sonra su-etanol solüsyonu ile laboratuvarda yıkanarak, etüvde 80 °C’de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulmuş kabuklar değirmende öğütüldükten sonra, elekten geçirilmiş ve deneyde kullanıma hazır biyosorbent haline getirilmiştir. Deneylerde yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş ve edilmemiş biyosorbentler kullanılmıştır. Modifiye edilmiş kabuklar önce NaOH ile muamele edilmiş daha sonra belli derişimlerde (0,1, 0,5, 1 ve 2 mM) yüzey aktif madde (HTAB) içeren solüsyonlarda çalkalamalı ortamda oda sıcaklığında bekletilerek hazırlanmıştır.

Bilecik’de bulunan bir Tekstil Fabrikası’ndan toz halde alınan Remazol Black B boyası stok solüsyonu, boyanın %2 (w/v) konsantrasyonunda distile suda çözülmesiyle hazırlanmıştır. Bu stok solüsyondan istenilen miktarlar distile su içeren ortamlara eklenerek deney düzenekleri hazırlanmıştır.

Yüzey aktif madde solüsyonu hazırlanması

Çalışmada kullanılan Hegzadesiltrimetil amonyum bromür (HTAB) (Şekil 1) isimli yüzey aktif madde katyonik özellikte bir molekül olup, molekül ağırlığı 364,46 g/mol’dür. Yüzey aktif maddenin stok solüsyonları 1 g/L olacak şekilde yüzey aktif maddenin distile suda çözülmesiyle hazırlanarak, istenilen miktarlarda sulu ortamlara eklenmiştir.



Şekil 1. Hegzadesiltrimetil amonyum bromür (HTAB)

Biyosorpsiyon çalışmaları

Kesikli ortamda yapılan deneyler 100 ml erlenlerde 50 ml boyalı (50 mg/L derişiminde boya içeren) su ortamlarına modifiye edilmiş ve edilmemiş biyosorbentler eklenerek yapılmıştır. Hazırlanan biosorbentlerin boya giderimine farklı derişimlerdeki yüzey aktif madde modifikasyonunun (0.1, 0.5, 1 ve 2 mM), sıcaklığın (25 ve 50 °C), pH’ın (1, 3, 5) ve temas süresinin (0-48 saat) etkisi test edilmiştir. Tüm deneylerde biyosorbent miktarı 1 g/L olarak kullanılmıştır.

Boya derişiminin belirlenmesi

Deney süresi boyunca günlük 2 ml örnekler alınıp, 10000 devir/dakika’da 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatantlar 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede analiz edilmiştir. Spektrofotometrik analizler laboratuvarında mevcut bulunan Agile-Spec model spektrofotometre ve santrifüj işlemi de Sigma D-37520 model santrifüj kullanılarak yapılmıştır. Biyosorpsiyonla yüzde boya giderimi ve biyokütlenin gramı başına alınan maksimum boya miktarı (q_m) hesaplamaları için kullanılan formüller Eşitlik 1 (E. 1) ve Eşitlik 2 (E. 2)’de verilmiştir.

$$\% \text{Boya giderim (BG)} = ((A_o - A_f) / A_o) \times 100 \text{ E (1)}$$

Bu eşitlikte; A_o : başlangıç boya konsantrasyonu (mg/L); A_f : son boya konsantrasyonu (mg/L)

$$q_m = (C_o - C_f) / X_m \text{ E (2)}$$

Bu eşitlikte; q_m : kurutulmuş bir gram hücredeki maksimum boya miktarı (mg/g); X_m : maksimum biyokütle miktarı (g/L); C_o : başlangıç boya konsantrasyonu (mg/L) C_f : son boya konsantrasyonu (mg/L)

Biyosorpsiyon izoterm ve kinetik hesaplamaları

Biyosorpsiyon izoterm modelleri biyosorbent ve biyosorbent arasındaki olası etkileşimler ve teorik maksimum biyosorpsiyon kapasitesi hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Bu çalışmada, yaygın kullanıma sahip Freundlich ve

Langmuir izoterm denklemleri kullanılmıştır. Freundlich izotermi (Freundlich, 1926) temel olarak heterojen yüzey enerjilerine sahip biyosorbentler üzerindeki biyosorpsiyonu tanımlar. Çalışmada kullanılan Langmuir ve Freundlich modellerine ait Non-linear ve Lineer izoterm eşitlikleri Eşitlik (E) 3 ve 4'de verilmiştir.

Non-linear Freundlich: $q_e = K_f C_e^{1/n}$ E (3)

Lineer Freundlich: $\ln(q_e) = \ln(K_f) + 1/n \ln(C_e)$ E (4)

Bu eşitlikte; q_e : Birim biyokütle üzerinde tutulan birim madde ağırlığı (mg/g); C_e : Biyosorplama olayı sonunda biyosorplanan maddenin denge halindeki konsantrasyonu (mg/L); K_f : Freundlich biyosorpsiyon katsayısı; n : Karakteristik Freundlich izoterm sabiti Langmuir izotermdeki Langmuir biyosorpsiyon modeli ise tek tabakalı biyosorpsiyonu vurgulamaktadır (Langmuir, 1918). Hesaplamalarda kullanılan Non-linear ve Lineer Langmuir izoterm eşitlikleri Eşitlik (E) 5 ve 6'de verilmiştir.

Non-linear Langmuir: $q_e = q_m K_L C_e / (1 + K_L C_e)$ E (5)

Lineer Langmuir-1: $C_e / q_e = (1/q_m) C_e + 1 / K_L q_m$ E (6)

Bu eşitlikte; q_e : Denge de biosorbent birim kütlesi başına biosorplanan madde miktarı (mg/g); q_m : Biyosorpsiyon kapasitesi (mg/g); C_e : Biyosorpsiyon olayı sonunda biyosorplanan maddenin denge halindeki konsantrasyonu (mg/L); K_L : Enerji ile ilgili Langmuir biyosorpsiyon sabiti

Kinetik modeller ise kesikli biyosorpsiyon proseslerinde optimum koşulların tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada yaygın kullanılan yalancı birinci dereceden ve yalancı ikinci dereceden kinetik modellemeler kullanılmıştır. Non-linear ve Lineer yalancı birinci dereceden model eşitlikleri Eşitlik (E) 7 ve 8'de verilmiştir. Nonlinear Yalancı birinci dereceden model eşitliği: $q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t})$ E (7)

Lineer Yalancı birinci dereceden model eşitliği: $\log(q_e - q_t) = -k_1/2,303t + \log q_e$ E (8)

Non-linear ve Lineer yalancı ikinci dereceden model eşitlikleri Eşitlik (E) 9 ve 10'da verilmiştir.

Non-linear Yalancı ikinci dereceden model eşitliği: $q_t = k_2 q_e^2 t / (1 + k_2 q_e t)$ E (9)

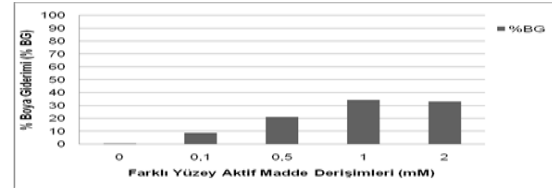
Lineer Yalancı ikinci dereceden model eşitliği: $t/q_t = 1/k_2 q_e^2 + (1/q_e) t$ E (10)

Bu eşitliklerde; q_t : t zamanında adsorbent gramı başına adsorplanan madde miktarı (mg/g); t: t zamanında adsorplanan miktar (dak); k_1 : yalancı birinci dereceden hız sabiti (dak⁻¹); k_2 : yalancı ikinci dereceden hız sabiti (g/mgdak)

Bulgular ve Tartışma

Farklı derişimlerdeki yüzey aktif madde modifikasyonunun etkisi

Çalışmada 0.1, 0.5, 1 ve 2 mM derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğunun boya giderimi incelenmiştir. Bu deney serisinde ortam pH'sı 1'e ve sıcaklık ise 25 °C'ye ayarlanmıştır. Modifiye edilmemiş kabukların boya giderimi de test edilmiştir. Şekil 2'de farklı derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş ve edilmemiş yer fıstığının boya yüzde olarak hesaplanan biyosorpsiyon verileri gösterilmiştir.

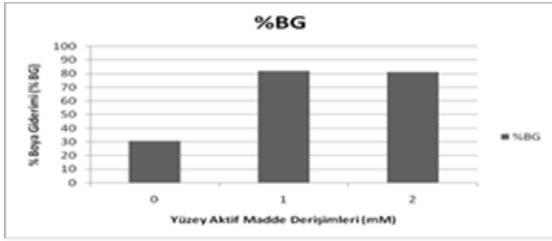


Şekil 2. Farklı derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş ve edilmemiş yer fıstığı kabuğu ile boya giderimi (%BG); pH: 1; Sıcaklık: 25 °C; Temas süresi: 24 saat

Şekil 2'de görüldüğü üzere, yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabukları modifiye edilmemiş olana göre daha iyi giderim gerçekleştirmiştir. Yüzey aktif madde ile modifiye zeolitin modifiye edilmemiş zeolite göre daha verimli boya adsorpsiyonu gerçekleştirdiği önceki yapılan bir çalışmada gösterilmiştir (Özdemir ve ark., 2009). Literatürde yüzey aktif madde ile modifiye farklı adsorbentlerin adsorpsiyon kapasitesi belirlenmiş ancak yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş yer fıstığı ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Renk giderimi oranları karşılaştırıldığında 1 ve 2 mM yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş kabuk tarafından sırasıyla 34.33% ve 33.02% olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Deneylerin devamı için 1 ve 2 mM HTAB ile modifiye biyosorbentlerin boya giderim yüzdeleri çok yakın olduğu için her iki biyosorbent daha ileri deneylerde kullanılmak üzere seçilmiştir.

Sıcaklık etkisi

Ortam sıcaklığının boya giderimine etkisini araştırmak için 1 ve 2 mM derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğunun boya giderimi incelenmiştir. Ortam pH'sı 1 olarak ve sıcaklık 50 °C'ye ayarlanmıştır. Modifiye edilmemiş yer fıstığı kabuğu ile de aynı koşullarda deneme yapılmıştır. Şekil 3 incelendiğinde, 50 °C ortam sıcaklığında 25 °C'de (Şekil 2) olduğu gibi en iyi boya giderimini yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğu gerçekleştirmiştir. Modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğu ile yüzde boya giderimi 1 ve 2 mM için 25 °C'de sırasıyla 34.33% ve 33.02% (Şekil 2) iken, 50 °C'de sırasıyla 81.79% ve 81.02% olarak saptanmıştır (Şekil 3).



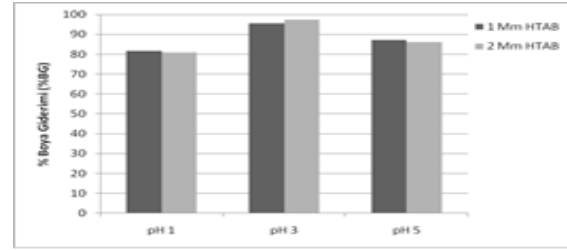
Şekil 3. Farklı derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş ve edilmemiş yer fıstığı kabuğu ile boya giderimi (%BG); pH: 1; Sıcaklık: 50 °C; Temas süresi: 24 saat

Bu bulgular sonucunda boya gideriminin gerçekleştiği en iyi sıcaklık 50 °C olarak belirlenmiş olup, biyosorpsiyon işlevinde sıcaklığın olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Kılıç ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada organik bir atık olan nohut samanının Metilen Blue isimli boyanın biyosorpsiyonla giderimini en iyi 50 °C'de gerçekleştirdiğini göstermiştir. Deng ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada artan sıcaklığın biyosorpsiyon mekanizmasını arttırdığını ve bu tip mekanizmalarda endotermik reaksiyonların gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

pH etkisi

Farklı pH değerlerinin (1, 3 ve 5 gibi) biyosorpsiyona etkisi Şekil 4'de verilmiş olup, en iyi giderimin düşük (1 ve 3 gibi) pH' larda gerçekleştiği görülmüştür. Ortam pH'sı biyosorpsiyon için önemli bir parametre olup, ortamdaki moleküllerin yüzey yüklerini etkilemektedir. Yüzey aktif maddelerin boya

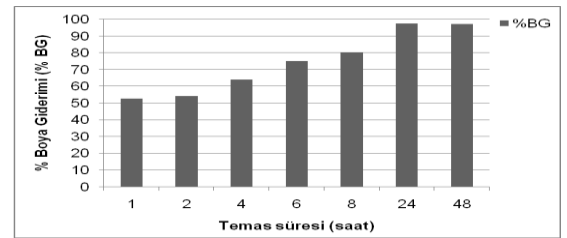
giderimine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada düşük pH'larda katyonik yüzey aktif maddenin mikrobiyal anyonik boya giderimini artırdığı gösterilmiştir (Gül ve Dönmez, 2012). Bu çalışmada ise farklı olarak yüzey aktif madde ile modifiye biosorbent kullanılmış olup, 2 mM katyonik yüzey aktif madde ile modifiye biyosorbentın anyonik boya biyosorpsiyonunu en iyi pH 3'de %97.48 olarak gerçekleştirdiği görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı pH'lardaki 1 ve 2 mM derişimlerdeki HTAB ile modifiye edilmiş yer fıstığı kabuğu ile boya giderimi (%BG); Sıcaklık: 50 °C; Temas süresi: 24 saat

Temas Süresinin Etkisi

Biyosorpsiyona temas süresinin etkisinin belirlenmesi amacıyla belirlenen optimal koşullar altında farklı sürelerdeki boya konsantrasyonları belirlenmiş olup, sonuçlar Şekil 5'de verilmiştir. Temas süresi etkisinin araştırıldığı deneyler sonunda 24. ve 48. saatler sonunda boya giderimi sırasıyla %97.48 ve %97.10 olarak belirlenmiş olup, 24. saatten sonra boya gideriminde belirgin bir değişiklik olmadığı görülmüştür. En iyi giderim için belirlenen temas süresi 24 saat olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Farklı temas sürelerindeki 2 mM HTAB ile modifiye yer fıstığı kabuğu ile boya giderimi (%BG); pH: 3; Sıcaklık: 50 °C

Yapılan biyosorpsiyon deneylerinin sonuçlarına göre en iyi boya giderimi yapan biyosorbent 2 mM HTAB yüzey aktif maddesi ile

modifiye edilmiş yer fıstığı olup, 50 mg/L boya derişimi içeren deney düzeneklerinde en iyi boya gideriminin gerçekleştiği optimal koşullar pH 3'de, 50 °C sıcaklıkta ve 24 saatlik temas süresi şeklinde belirlenmiştir. Bu koşullar altında modifiye yer fıstığı kabuğu atığından oluşmuş biyosorbent maksimum boya biyosorpsiyonu kapasitesi (q_m) ise 28,04 mg/g olarak hesaplanmıştır.

Biyosorpsiyon izoterm ve kinetik hesaplamaları

Çalışma sonuçlarında belirlenen optimal koşullardaki veriler kullanılarak izoterm ve kinetik modelleme hesaplamaları yapılmıştır. Freundlich ve Langmuir izotermilerinin modelleme hesaplarından elde edilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'e göre, RBB boyasının modifiye atık yer fıstığı kabuğundan elde edilen biyosorbent üzerine biyosorpsiyonunda korelasyon değeri Freundlich ve Langmuir izoterm modelleri için sırasıyla 0.890 ve 0.912 olarak hesaplanmıştır. Langmuir izotermine ait korelasyon değeri daha yüksektir olduğu için Langmuir izotermine uyum olduğu kabul edilir. Langmuir izotermine uyum biyosorbent yüzeyinin homojen olduğuna ve yüzeyin tek tabaka ile kaplandığına işaret etmektedir. RBB tekstil boyasının modifiye atık yer fıstığı kabuğundan elde edilen biyosorbent üzerine biyosorpsiyonu için kinetik hesaplamalarda yalancı birinci dereceden (Pseudo first-order) ve yalancı ikinci dereceden (Pseudo second-order) modelleri kullanılmıştır. Kinetik hesaplamalardan elde edilen veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyosorpsiyon izoterm parameterleri (q_m : en iyi boya alım kapasitesi, K_L : Langmuir izoterm sabiti; K_F : Freundlich izoterm sabiti; RBB: Remazol Black B; 2 mM HTAB ile modifiye yer fıstığı kabuğu)

Langmuir			Freundlich		
q_{max}	K_L	R^2	K_F	$1/n$	R^2
(mg/g)	(L/mg)		(L/mg)		
21.74	0.051	0.912	814.85	0.793	0.890

Çizelge 2 incelendiğinde modifiye atık yer fıstığı kabuğundan oluşmuş biyosorbent üzerine RBB boyasının biyosorpsiyonuna ait yalancı birinci dereceden kinetiğine ait korelasyon değeri, $R^2=0.815$ olarak belirlenmiştir. Bu yüksek korelasyon

değerine rağmen denklemden elde edilen teorik q_t değeri ile deneysel olarak bulunan q_t değeri birbirleriyle uyum sağlamamaktadır. Bu nedenle biyosorpsiyon yalancı birinci dereceden kinetiğe uymamaktadır. Yalancı ikinci dereceden kinetiğine ait korelasyon değeri, $R^2=0.970$ olarak belirlenmiş olup, deneysel q_t ile teorik q_t değerleri ise birbirine yakın olarak bulunmuştur. Bu nedenle RBB'nin modifiye atık yer fıstığı kabuğu üzerine biyosorpsiyonu yalancı ikinci dereceden kinetik modele uymaktadır. Biyosorpsiyonun yalancı ikinci dereceden kinetik modele uyması, biyosorbent ile boya arasında kimyasal bir aktivasyon olacağına işaret etmektedir.

Çizelge 2. Biyosorpsiyon kinetik parameterler

Yalancı Birinci Dereceden			
q_t	q_t (deneysel)	k_1	R^2
14.15	84.13	0.0069	0.81
Yalancı İkinci Dereceden			
q_t	q_t (deneysel)	k_2	R^2
66.67	84.13	0.00047	0.97

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada atık olan yer fıstığı kabuklarının boya gideriminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Boya biyosorpsiyonunu teşvik etmek amacıyla atık biyosorbent yüzey aktif madde ile modifiye edilmiştir. Modifiye biyosorbent biyosorpsiyon yüzdesinin modifiye olmayana göre 3 kat arttığı tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçları yüzey aktif madde ile modifiye yer fıstığı kabuklarının tekstil boyası arıtımı için ucuz ve etkin bir biyosorbent olarak kullanılabileceğini desteklemektedir. Bu bağlamda yer fıstığı üretimi ve tüketimi sonucunda oluşan atıkların tekstil endüstrisi atık sularının arıtımında biyosorbent şeklinde kullanımının bu atıkların bertarafı için alternatif bir yol olabileceği önerilmektedir.

Kaynaklar

- Arslan Alaton, İ. ve Teksoy, S. 2007. Acid Dyebath Effluent Pretreatment Using Fenton's Reagent: Process Optimization, Reaction Kinetics and Effects on Acute Toxicity. *Dyes and Pigments*, 73: 31-39.
- Bagha, A.R.T., Bahrami, H., Movassagh, B., Arami, M. ve Menger, F.M. 2007. Interactions of

- gemini cationic surfactants with anionic azo dyes and their inhibited effects on dyeability of cotton fabric. *Dyes and Pigments*, 72: 331-338.
- Bilen, S. ve Yıldırım, E. 2017. Topraktaki Ağır Metallerin Absorpsiyonu Üzerine Bakteri İzolatlarının Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(3): 355–365.
- Bilir, M. 2009. Yer Fıstığı Kabuğundan Üretilen Poliüretan Tipi Köpük ile Safranin ve Remazol Brilliant Blue R'nin Adsorpsiyonunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, Türkiye.
- Chaleshtori, A.A.N., Meghaddam, F.M., Sadeghi, M.M., Rahimi, R.R., Hemati, S. ve Ahmadi, A.A. 2017. Removal of Acid Red 18 (Azo-Dye) from Aqueous Solution by Adsorption onto Activated Charcoal Prepared from Almond Shell. *Journal of Environmental Science and Management*, 20:2
- Deng, L., Su, Y., Su, H., Wang, X. ve Zhu, X. 2007. Sorption and desorption of lead(II) from wastewater by Green Algae *Cladophora fascicularis*. *Journal of Hazardous Materials*, 143: 220-225.
- Freundlich, H. 1926. Colloid and Capillary Chemistry. *Methuen*, London.
- Gomez, V., Larrenchi, M.S. ve Callao, M.P. 2007. Kinetik and Adsorption Study of Acid Dye Removal Using Activated Carbon. *Chemosphere*, 69: 1151-1158.
- Gül, Ü.D. 2019. A Green Approach For The Treatment Of Dye And Surfactant Contaminated Industrial Wastewater. *Braz. J. Biol.* [online]. In press., <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.21806>.
- Gül, Ü.D. ve Dönmez, G. 2012. Comparison the dye removal activity of systems contained surfactants and fungus. *Journal of Chilean Chemical Society*, 57: 170-1173.
- Kadiroğlu A. "Yerfıstığı Yetiştiriciliği". <http://www.batem.gov.tr> (23.05.2014).
- Kartal, Ç. ve Akbaş, H. 2005. Study on the Interaction of Anionic Dye-Nonionic Surfactants in Mixture of Anionic and Nonionic Surfactants by Absorption Spectroscopy. *Dyes Pigments*, 65: 191-195.
- Kılıç, M., Çepelioğullar, Ö., Özsin, G., Uzun, B.B. ve Pütün, A.E. 2014. Nohut samanı tarla atığının sulu çözeltilerden metilen mavisi gideriminde düşük maliyetli biyosorbent olarak değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4): 717-726.
- Langmuir, L. 1918. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *Journal of American Chemical Society*, 40:1361-1403.
- Manu, B. ve Chaudhari, S. 2002. Anaerobic Decolorisation of Simulated Textile Wastewater containing Azo Dyes. *Bioresource Technology*, 82: 225-33.
- Mass, R., Chaudhari, S. 2005. Adsorption and biological decolorization of azo dye Reactive Red-2 in semicontinuous anaerobic reactors. *Process Biochem*, 40: 699–705.
- Özcan, A. ve Özcan, A.S. 2005. Adsorption of Acid Red 57 from aqueous solutions onto surfactant-modified sepiolite. *Journal of Hazardous Materials*, 125: 252- 259.
- Özdemir, Ö., Turan, M., Turan, A., Faki, A. ve Engin, A. 2009. Feasibility analysis of color removal from textile dyeing in a fixed-bed column system by surfactant-modified zeolite (SMZ). *Journal of Hazardous Materials*, 166: 647- 654.
- Seesuriyachan, P., Takenaka, S., Kuntiya, A., Klayraung, S., Murakami, S., Aoki, K. 2007. Metabolism of azo dyes by *Lactobacillus casei* TISTR 1500 and effects of various factors on decolorization. *Water research*, 41: 985-992.
- Şahin, G. 2014. Türkiye'de Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) Yetiştiriciliği ve Bir Coğrafi İşaret Olarak Osmaniye Yerfıstığı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(3):619-644.
- Taşar, Ş., Kaya, F., Özer, A. 2015. Yerfıstığı Kabuğunun Farklı İzotermal Şartlarda Pirolyzisi ve Kinetik Parametrelerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 21(7): 306-313.

Rize İlinde Yetişen Cennet Hurması Örneklerinde Doğal ve Yapay Radyonüklitlerin Aktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi ve Yıllık Etkin Doz Değerleri

Nilay AKÇAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Rize, Türkiye
Sorumlu yazar: nilay.akcay@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.09.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 25.05.2020 Kabul Tarihi: 28.05.2020

Öz

Dünyanın pek çok bölgesinde, meyve örneklerindeki radyonüklitlerin radyasyon aktivitelerinin belirlenmesi ve bu aktivitelerden maruz kalınan yıllık etkin doz değerlerinin hesaplanması ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Ancak, Cennet Hurması (*Diospyros kaki* L.) meyvesindeki radyonüklitlerin radyasyon aktivite düzeyleri hakkında yeterli miktarda veriye rastlanmamaktadır. Bu çalışmada Rize ilinde yetişen Cennet hurması örneklerinde doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesi ve bu meyvenin tüketiminden yöre halkının maruz kalabilecekleri yıllık etkin doz değerlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Örneklerin analizi için yüksek saflıkta germanyum dedektörü (HPGe) ve gama spektrometre sistemi kullanılmış olup, örneklerdeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitleri için ortalama aktivite konsantrasyonları sırasıyla 5.01 ± 0.48 Bq kg^{-1} , 5.87 ± 0.93 Bq kg^{-1} , 21.25 ± 0.74 Bq kg^{-1} ve 1438.69 ± 22.14 Bq kg^{-1} olarak bulunmuştur. Aynı radyonüklitler için ortalama yıllık etkin doz değerleri sırasıyla 0.632 $\mu\text{Sv y}^{-1}$, 3.787 $\mu\text{Sv y}^{-1}$, 0.774 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ ve 24.976 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Toplam yıllık etkin doz değerleri 18.215 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ ile 45.990 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ aralığında hesaplanmıştır. Bu değerler, Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR) tarafından belirtilen, insanların doğal radyoaktif kaynaklardan gıda yoluyla maruz kaldıkları yıllık ortalama radyasyon dozu olan 0.29 mSv değerinden oldukça düşük olup halk sağlığı açısından herhangi bir risk teşkil etmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Cennet hurması, Radyonüklit, Aktivite, Yıllık Etkin Doz, Rize

Determination of Activity Concentrations of Natural and Artificial Radionuclides in *Diospyros kaki* L. Samples Grown in Rize Province and Annual Effective Dose Values

Abstract

In many regions of the world, researches are carried out to determine the radiation activities of radionuclides in fruit samples and to calculate the annual effective dose values exposed from these activities. However, there is not enough data about the radiation activity levels of radionuclides in the *Diospyros kaki* L. fruit. In this study it was aimed to determine the activity concentrations of natural (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) and artificial (^{137}Cs) radionuclides in the *Diospyros kaki* L. samples grown in Rize province and to calculate the annual effective dose values that the local people are exposed from the consumption of this fruit. The high purity germanium detector (HPGe) and gamma spectrometry system were used for the analysis of the samples, and the average activity concentrations for the ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs and ^{40}K radionuclides in the samples were found as 5.01 ± 0.48 Bq kg^{-1} , 5.87 ± 0.93 Bq kg^{-1} , 21.25 ± 0.74 Bq kg^{-1} and 1438.69 ± 22.14 Bq kg^{-1} , respectively. The mean annual effective dose values for the same radionuclides were obtained as 0.632 $\mu\text{Sv y}^{-1}$, 3.787 $\mu\text{Sv y}^{-1}$, 0.774 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ and 24.976 $\mu\text{Sv y}^{-1}$, respectively. The total annual effective dose values were calculated between 18.215 $\mu\text{Sv y}^{-1}$ and 45.990 $\mu\text{Sv y}^{-1}$. These values are considerably lower than the annual average radiation dose of 0.29 mSv, which is specified by the United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), to which people are exposed from natural radioactive sources in foodstuff, and poses no risk to public health.

Key Words: *Diospyros kaki* L., Radionuclide, Activity, Annual Effective Dose, Rize

Giriş

Cennet hurması (*Diospyros kaki* L.), abanozgiller (*Ebenaceae*) familyasına ait, pürüzsüz ve parlak kabuklu, turuncu renkli bir meyvedir (Sargin ve ark., 2013; Vardal, 2009). Yapısında bulunan tanen, meyveye buruk bir tat vermektedir (Jackson, 1986; Öz ve Özelkök, 2003). Yeterince olgunlaşmış ve burukluğu giderilmiş meyveler taze veya kurutulmuş tüketilebildiği gibi, taze tüketime uygun olmayanlar yeterli dondurucu ve muhafaza şartları altında depolanarak gıda sanayisinde jöle, sos, nektar, dondurma, krema, marmelat, sakız ve püre yapımında kullanılmaktadır (Karaaslan, 2014; Onur ve Onur, 1997; Özdemir ve ark., 2014). Cennet hurması, antioksidan özelliklere sahip olması, düşük kalori içermesi ve kolesterolü arttırmayan etki göstermesinden dolayı doğal beslenmeye önem verilen ekonomik düzeyleri yüksek ülkelerde geleceğin meyvesi olarak tanımlanmaktadır (Çalışkan ve Dirim, 2015; Kaplankıran, 2011; Yıldız ve ark., 2012). Ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirdiği, kansızlığa ve sindirim sistemi rahatsızlıklarına iyi

geldiği ve bazı kanser ve sinir sistemi hastalıklarından korunmada etkili olduğu için kişisel sağlıklarına özen gösteren tüketiciler tarafından her geçen gün artan bir talep oluşturmaktadır (Butt ve ark., 2015; Kuzucu, 2003; Parseker ve ark., 2008). Cennet hurmasının dünyadaki yıllık üretimi 5 190 624 tondur (Anonymous, 2017; Özcan, 2018). Başlıca üretici ülkeler; Çin (3 730 800 ton), Kore Cumhuriyeti (428 363 ton), İspanya (245 000 ton), Japonya (240 600 ton), Brezilya (182 290 ton), Azerbaycan (140 405 ton), Özbekistan (66 000 ton) ve İtalya (39 149 ton)'dır (Anonymous, 2017; Özcan, 2018). Türkiye'deki yıllık üretim ise 1990 yılı verilerine göre 10 000 ton iken, 2016 yılı verilerine göre, %247 düzeyinde artış göstererek 34 650 tona ulaşmıştır (Anonim, 2017; Özcan, 2018).

Çizelge 1'de Dünyadaki Cennet hurması üretiminde başlıca üretici ülkelerin yıllara göre üretim miktarları ve Çizelge 2'de Türkiye'deki Cennet hurması üretiminde yıllara göre gelişme verileri gösterilmiştir.

Çizelge 1. Dünyadaki Cennet hurması üretiminde başlıca üretici ülkelerin yıllara göre üretim miktarları (Anonymous, 2017; Özcan, 2018)

Ülkeler	Üretim miktarı (ton)				
	1995	2000	2005	2010	2014
Çin	969 363	1 591 906	2 185 041	2 875 600	3 730 800
Kore Cum.	194 585	287 847	363 822	390 630	428 363
İspanya	10 826	33 000	51 950	125 280	245 000
Japonya	254 100	278 800	285 900	189 400	240 600
Brezilya	51 685	63 300	164 849	167 215	182 290
Azerbaycan	-	70 300	108 965	142 188	140 405
Özbekistan	-	16 000	21 000	38 000	66 000
İtalya	61 300	42 450	51 332	48 165	39 149
Türkiye	9 200	12 000	18 000	26 277	33 470
Diğer ülkeler	22 362	32 043	63 872	67 620	84 547
Toplam	1 573 421	2 427 646	3 314 731	4 070 375	5 190 624

Çizelge 2. Türkiye'deki Cennet hurması üretiminde yıllara göre gelişme verileri (Anonim, 2017; Özcan, 2018)

Yıllar	Ağaç sayısı (1000 adet)			Üretim (ton)	Verim (kg/ağaç)
	Meyve veren yaşta	Meyve vermeyen yaşta	Toplam		
1990	284	86	370	10 000	35
1995	344	114	458	9 200	27
2000	500	165	665	12 000	24
2005	590	195	785	18 000	31
2010	734	194	928	26 277	36
2015	860	197	1 057	33 725	39
2016	865	276	1 141	34 650	40

Cennet hurması Türkiye’de çok eski yıllardan beri yetiştirilmekte olup yöreler arasında isim farklılıkları göstererek Amme, Frenk elması, Japon elması, Trabzon hurması ve Rize hurması olarak adlandırılmaktadır (Onur, 1985; Yıldız ve ark., 2012). Genellikle Akdeniz, Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgelerindeki illerde tek ağaç ya da küçük parseller içinde yetiştirilen Cennet hurması için son yıllarda artan talepler doğrultusunda yeni bahçeler

oluşturulmakta ve alternatif meyve olarak tarım sahalarında yaygınlaştırma çalışmaları devam etmektedir (Onur, 1990; Toplu ve ark., 2016; Tuzcu ve Yıldırım, 2000).

Çizelge 3’te Türkiye’deki Cennet hurması üretiminin bölgelere göre dağılımı ile ilgili veriler gösterilmiştir. Çizelge 4 ve Çizelge 5’de sırası ile, Türkiye’deki Cennet hurması üretiminde önemli bazı illerin yıllara göre üretim alanları ve üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye’deki Cennet hurması üretiminin bölgelere göre dağılımı (Anonim, 2017; Özcan, 2018)

Bölge	Üretim (ton)	Üretimdeki payı (%)	Ağaç verimi (kg/ağaç)
Akdeniz	17 040	49.18	46
Ege	5 815	16.78	35
Doğu Marmara	4 146	11.97	46
Güneydoğu Anadolu	2 558	7.38	26
Doğu Karadeniz	2 131	6.15	33
Batı Karadeniz	1 290	3.72	50
Batı Marmara	1 157	3.34	51
Ortadoğu Anadolu	310	0.90	20
Kuzeydoğu Anadolu	77	0.22	23
Batı Anadolu	73	0.21	72
İstanbul	53	0.15	19
Toplam	34 650	100	~ 40

Çizelge 4. Türkiye’deki Cennet hurması üretiminde önemli bazı illerin yıllara göre üretim alanları (Anonim, 2016a)

İller	Üretim alanı (dekar)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Adana	3713	4034	4092	4066	4035	3235	4107
İzmir	75	100	102	100	250	250	315
Mersin	3210	3176	3266	3285	3415	3525	3505
Hatay	4466	4496	4562	4554	1674	1675	2074
Yalova	265	310	389	717	912	912	926
Denizli	2374	2664	2733	2812	3439	3914	3814
Adıyaman	1131	1157	1108	1634	1630	1633	1695
Kahramanmaraş	1150	1076	1144	1144	940	945	1211
Sakarya	312	493	494	495	471	569	631
Gaziantep	1245	1255	868	802	751	751	751
Artvin	3	43	44	43	43	43	45
Rize	140	140	144	144	147	147	147
Trabzon	289	291	292	292	299	228	218
Türkiye	19741	20900	21317	22642	20619	20789	23024

Çizelge 5. Türkiye’deki Cennet hurması üretiminde önemli bazı illerin yıllara göre üretim miktarları (Anonim, 2016a)

İller	Üretim miktarı (ton)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Adana	4784	7177	7760	8694	8586	9215	8374
İzmir	336	318	340	328	3989	4043	4123
Mersin	4219	3915	4256	3731	3532	3642	3507
Hatay	5881	6292	6281	5585	3306	3245	3249
Yalova	281	293	654	1081	1434	1379	1742
Denizli	2460	1524	2310	2436	2278	693	1457
Adıyaman	1011	1099	1272	1302	1348	1438	1435
Kahramanmaraş	1633	1642	1843	1873	1514	1363	1262
Sakarya	680	675	697	716	994	1046	1134
Gaziantep	619	641	1254	1267	866	1118	1091
Artvin	944	1015	1026	1002	921	866	863
Rize	148	174	193	245	233	231	211
Trabzon	96	108	151	162	91	131	144
Türkiye	26277	28295	32392	33232	33470	33725	34650

Rize ili Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan ve Cennet hurmasının yetiştirildiği bir ildir. İlin özellikle denize kıyı ilçelerindeki bahçelerde doğal olarak yetişen Cennet hurması ağaçları bol ve kaliteli ürünler vermektedir. Yöre halkı tarafından toplanan meyveler, pazara sunulurken, kurutulurken, taze (yaş) olarak ya da pekmez veya marmelatları yapılarak tüketilmektedir. Çizelge 4 ve Çizelge 5’deki Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2016 yılında Rize ilinde 147 dekar alanda 211 ton Cennet hurması üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2016a).

Rize ili Çernobil Nükleer Santral Kazası’ndan etkilenmiş bir ildir. 26 Nisan 1986 tarihinde meydana gelen Çernobil Nükleer Santral Kazası’ndan sonra oluşan radyoaktif bulutların bir kısmı Avrupa’nın kuzey, doğu ve batısına doğru ilerlerken bir kısmı da güneye doğru inerek Türkiye’nin Batı Trakya Bölgesi ve Rize’nin de içinde bulunduğu Doğu Karadeniz Bölgesi’nde etkili olmuştur.

Çernobil Nükleer Santral Kazası’ndan sonra çevreye yarı ömürleri gün ve haftalarla ifade edilebilecek İyot-131 (¹³¹I) ve Tellüryum-132 (¹³²Te) gibi nispeten kısa yarı ömürlü radyonüklitlerle beraber Sezyum-137 (¹³⁷Cs) gibi yarı ömrü 30 yıl mertebesinde olan uzun yarı ömürlü radyonüklitler de yayınlanmıştır (Anonymous, 2003). Kısa yarı ömürlü radyonüklitler kazayı izleyen ilk birkaç ay içerisinde çevreden kaybolmasına rağmen ¹³⁷Cs, 30 yıl yarı ömre sahip olmasından dolayı halen

bazı bitkilerde tespit edilmeye devam etmektedir.

¹³⁷Cs, nükleer santrallerin normal işletimleri sırasında, yakıt çubuklarındaki Uranyum atomlarının fisyonuyla üretilmektedir (Anonymous, 2004a). Nükleer kaza ve patlamalar sonucu atmosfere yayılabilen ¹³⁷Cs, yağmur sularıyla toprağa süzülmemekte, bitkilerin bünyelerine alınabilmekte, bu bitkileri tüketen insanların vücuduna taşınabilmekte ve bazı doku ve organlarda haftalarca veya aylarca kalabilmektedir.

¹³⁷Cs yapay radyoaktif bir element olup kararlı hale gelebilmek için ~661 keV enerjisinde gama radyasyonu yayınlamaktadır. ¹³⁷Cs tarafından yayılan gama radyasyonu, insanların yapay radyasyon kaynaklarından dahili olarak aldıkları radyasyon doz değerine katkıda bulunmaktadır.

Dünya genelinde insanların doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kaldıkları ortalama radyasyon dozu 2.8 mSv y⁻¹’dir. Bunun %14’ü (0.4 mSv y⁻¹) yapay radyasyon kaynaklarına ve %86’sı (2.4 mSv y⁻¹) doğal radyasyon kaynaklarına aittir (Anonymous, 2004b).

Uranyum-238 (²³⁸U), Toryum-232 (²³²Th) ve Potasyum-40 (⁴⁰K) başlıca doğal radyasyon kaynakları olup dünyanın var oluşundan bu yana bitkilerin yapılarında doğal olarak yerlerini almışlardır. Sindirim yolu ile ²³⁸U, ²³²Th ve ⁴⁰K radyonüklitleri tarafından maruz kalınan radyasyon dozu, bölgeden bölgeye, beslenme alışkanlıklarına, tüketim miktarına ve

radyonüklitlerin konsantrasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Yapılarında ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K bulunduran gıdaların tüketilmesiyle insanların dahili olarak maruz kaldıkları yıllık ortalama doğal radyasyon dozu 0.29 mSv (290 μSv)'dir. Bunun %58.6'sı (0.17 mSv) ^{40}K radionüklitine ve %41.3'ü (0.12 mSv) ^{238}U ve ^{232}Th serisi radionüklitlere aittir (Anonymous, 2000) ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radionüklitleri tarafından yayınlanan gama radyasyonları uzun vadede insan sağlığı açısından olumsuz etkiler oluşturabileceği için, gıda örneklerindeki doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radionüklitlerin aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesi, bu gıda maddelerini tüketen kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozunun değerlendirilmesi açısından önemlidir. Pek çok çalışmada Cennet hurmasının A, C ve E vitaminleri bakımından zengin olduğu, bol miktarda karbonhidrat, beta karoten, suda eriyebilen lifler ve antioksidan maddeler içerdiği belirtilmesine rağmen (Kuzucu, 2003; Aktepe ve ark., 2010; Tuzcu ve Yıldırım, 2000), Cennet hurmasının gerek Türkiye'de gerekse diğer ülkelerde radionüklit içerikleri ve radyasyon aktivite düzeyleri hakkında fazla sayıda veriye rastlanmamaktadır.

Bu çalışmada Rize ilinde yetişen Cennet hurması örneklerinde doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radionüklitlerin aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesi ve bu meyvenin tüketiminden yöre halkının maruz kalabilecekleri yıllık etkin doz değerlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar uluslararası kuruluşlar tarafından ifade edilen ortalama ve limit değerlerle karşılaştırılmıştır. Şu ana kadar Rize ilindeki Cennet hurması örnekleri kullanılarak yapılmış bu tarz bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu anlamda bu çalışma ulusal ve uluslararası literatür için temel bir veri olmada katkı sağlayacak ve ileriki yıllarda çeşitli bölgelerde

yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırma fırsatı oluşturacaktır.

Materyal ve Yöntem

Rize ili, Doğu Karadeniz Bölgesinin doğusunda, $40^{\circ}22'$ ve $41^{\circ}28'$ doğu meridyenleri ile $40^{\circ}20'$ ve $41^{\circ}20'$ kuzey paralelleri arasında yer alan 331 048 nüfuslu bir ildir. Batıdan Trabzon'un Of ilçesi ile, güneyden Erzurum'un İspir ilçesi ile, doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ile ve kuzeyden Karadeniz ile çevrilidir. Rize ilinin göller hariç yüzölçümü 3920 km² dir ve denize kıyı şeridinin uzunluğu 80 km'dir. Çok dar olan bu kıyı şeridinin genişliği akarsu vadileri dışında ortalama 20-150 m arasında değişiklik göstermektedir. Genellikle dağlık ve engebeli olan Rize ili arazisi, kıyı düzlüğünün hemen gerisinde yükselmekte ve yükseltisi birdenbire 150-200 m'yi bulmaktadır. Kıyıda yaklaşık 750 m yüksekliğe kadar olan geniş saha kıyı ormanları ile kaplıdır. Bu sahada yerleşim yerlerinin yanı sıra yer yer kayın, kestane, ıhlamur, gürgen, defne, çınar, meşe ve şimşir ağaçları yetişmektedir. Cennet hurması ise bu alanlarda yetişen ağaç türlerden biridir (Anonim, 2019).

Rize ili, Türkiye'deki Cennet hurması üretiminde, önemli kapasiteye sahip illerden biridir. Bu çalışmada Rize ilinde yetişen Cennet hurması örneklerindeki doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radionüklitlerin aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesi ve bu meyvenin tüketiminden yöre halkının maruz kalabilecekleri yıllık etkin doz değerlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla 80 km'lik Rize ili kıyı şeridi boyunca İyidere, Derpezarı, Rize Merkez İlçe, Çayeli, Pazar, Ardeşen ve Fındıklı ilçelerinden 3'er istasyondan Cennet hurması örnekleri toplanmıştır. Toplanan örneklere ait istasyonlar Şekil 1'de gösterilmiştir ve istasyonların koordinat bilgileri Çizelge 6'da belirtilmiştir.



Şekil 1. Cennet hurması örneklerinin toplandığı istasyonlar

Çizelge 6. Cennet hurması örneklerinin toplandığı istasyonların koordinat bilgileri

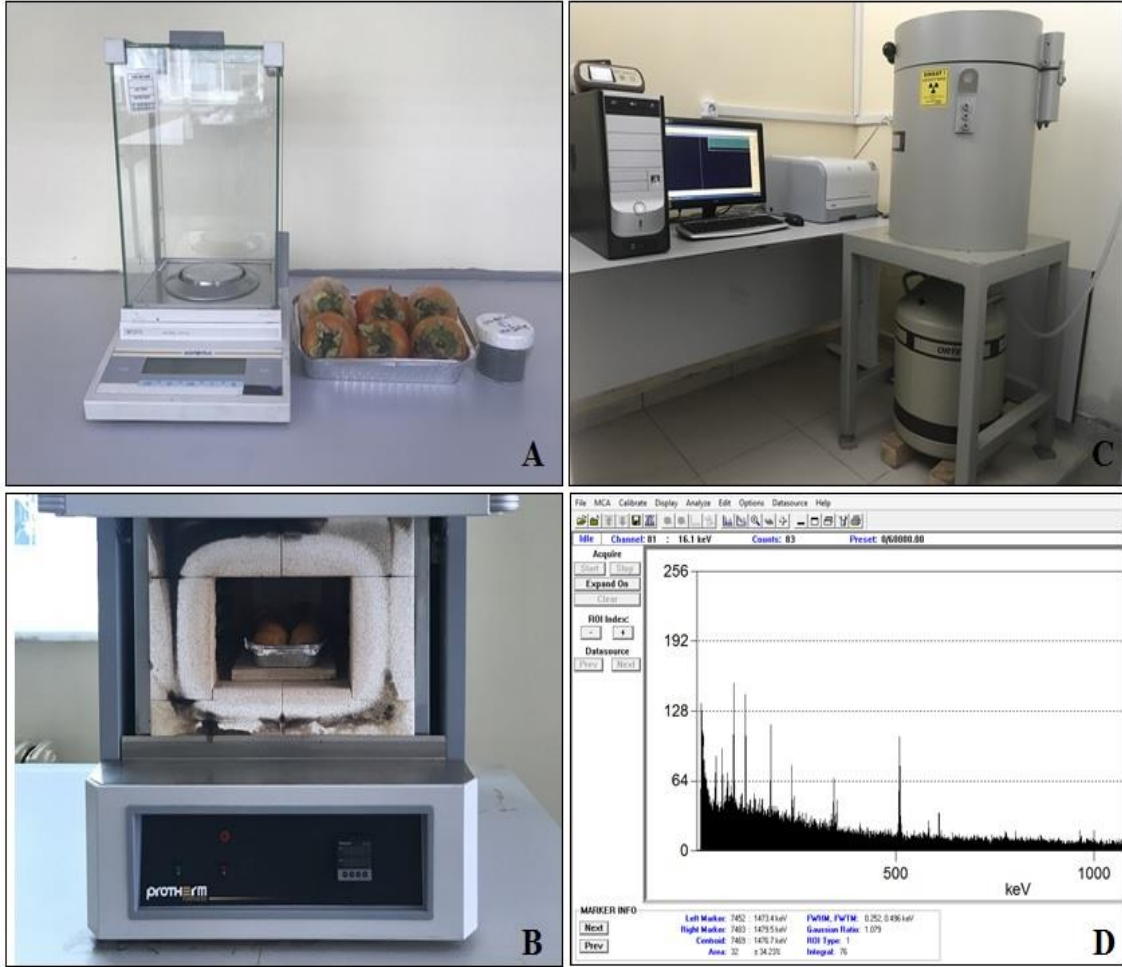
No	İlçe	İstasyon	Koordinatlar
S1		Denizgören	40°58'15.4" K ; 40°22'7.6" D
S2	İyidere	Fıçıtaşı	41°00'14.0" K ; 40°21'35.0" D
S3		Sarayköy	41°01'28.7" K ; 40°23'03.4" D
S4		Fıçıcılar	41°00'40.3" K ; 40°25'01.5" D
S5	Derepazarı	Sayıyer	41°01'14.8" K ; 40°26'02.4" D
S6		Bürücek	41°01'42.8" K ; 40°26'22.8" D
S7		Kendirli	40°58'20.6" K ; 40°25'49.8" D
S8	Merkez İlçe	Fener	41°01'58.9" K ; 40°29'30.7" D
S9		Veliköy	41°01'39.0" K ; 40°37'16.6" D
S10		Limanköy	41°04'29.5" K ; 40°41'10.7" D
S11	Çayeli	Büyükköy	41°00'58.9" K ; 40°40'07.7" D
S12		Kesmetaş	41°06'58.7" K ; 40°45'33.7" D
S13		Hisarlı	41°10'52.5" K ; 40°52'31.6" D
S14	Pazar	Kirazlık	41°10'04.0" K ; 40°54'29.3" D
S15		Hamidiye	41°10'33.4" K ; 40°56'47.3" D
S16		Gazi Caddesi	41°10'46.4" K ; 40°58'31.4" D
S17	Ardeşen	Pirinçlik	41°10'16.8" K ; 40°59'37.4" D
S18		Işıklı	41°12'16.1" K ; 41°01'20.9" D
S19		Yeniköy	41°01'14.8" K ; 40°26'02.4" D
S20	Fındıklı	Sahil	41°15'21.7" K ; 41°07'32.0" D
S21		Dereüstü	41°15'50.3" K ; 41°08'56.1" D

İstasyonlardan toplanan Cennet hurması örnekleri 1 kg'lık plastik poşetlere konularak laboratuvara nakledilmiştir ve 12 saat boyunca 400 °C'ye ayarlanmış fırında kül haline getirilmiştir. Kül haline getirilmiş numuneler 1 mm'lik elekten geçirilerek hassas terazi ile tartılmış ve vida kapaklı 100 ml'lik plastik şeffaf numune kutularına konularak muhafaza edilmişlerdir. Numune kutularının üzerlerine örneklerin istasyon numaraları, kütleleri ve yakılma tarihleri yazılmıştır. Her bir numune iyice kapatılarak, ^{226}Ra ve ^{222}Rn arasındaki radyoaktif dengenin oluşması için 1 ay boyunca bekletilmiştir.

Radyoaktivite analizlerinin yapılabilmesi için hazır hale getirilen örneklerin gama radyoaktivite analizleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik Laboratuvarı'ndaki yüksek saflıkta

Germanyum (High Purity Germanium) detektör sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinin aktivite konsantrasyonlarını belirlemek için Şekil 2'de gösterilen yüksek saflıkta germanyum (HPGe Ortec Gem55P4-95) dedektör sistemi, çok kanallı analizör ve Ortec Maestro 32 yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca örneklerin analizi için Genie 2000 programından yararlanılmıştır.

HPGe dedektörünün tavsiye edilen çalışma voltajı 4800 V olup, yarıçapı 7.76 cm, yüksekliği 3.97 cm ve bağlı verimi %55'dir (Anonymous, 2008). Dedektör sisteminin soğutulması için 30 lt hacminde azot tankı kullanılmıştır ve ortamdaki fon (background) radyasyonunun en aza indirilmesi için dedektör, 10 cm kalınlığında kurşun zırh ile zırhlanmıştır.



Şekil 2. A: Çalışmada kullanılan terazi B: Örneklerin kül hale getirilmesi için kullanılan fırın C: Radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesi için kullanılan HPGe dedektör sistemi D: Cennet hurması örneklerine ait bir spektrum

HPGe dedektörünün fotopik verimi, Evropyum-152 (^{152}Eu) kaynağının 121.8, 244.5, 344.2, 411.0, 444.1, 779.3, 867.6 ve 1408.4 keV enerjilerindeki pikleri dikkate alınarak Denklem 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Parmaksız, 2004). Denklem 1’de, $\epsilon(E)$: dedektörün ilgilenilen gama enerjisindeki fotopik verimini, N: E enerjili fotopikin altındaki net alanı (sayım), $P_\gamma(\%)$: ilgilenilen bir E enerjisindeki gama ışınının yayınlanma olasılığını, A_0 : ^{152}Eu kaynağının referans tarihindeki aktivitesini (bozunma/saniye), t: sayım süresini (saniye), λ : bozunma sabitini, t_d : ^{152}Eu kaynağının referans tarihinden ölçme işlemi tarihine kadar geçen süreyi ifade etmektedir.

$$\epsilon(E) = \frac{N}{t \cdot P_\gamma \cdot A_0 \cdot e^{-\lambda t_d}} \quad (1)$$

Her bir örnek 60.000 saniye sayım alınması için dedektöre yerleştirilmiş ve background (fon) ölçümleri aynı koşullar altında

gerçekleştirilerek örneklerdeki gama konsantrasyonlarının net sayımlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Örneklerdeki ^{238}U aktivite konsantrasyonunun belirlenmesi için ^{214}Pb radyoizotopunun 295.2 keV ve 351.9 keV ile ^{214}Bi radyoizotopunun 609.3 keV gama ışını enerjili piklerindeki aktivitelerin ortalaması ve ^{232}Th aktivite konsantrasyonunun belirlenmesi için ^{228}Ac radyoizotopunun 911.2 keV ve 968.9 keV gama enerjili piklerindeki aktivitelerin ortalaması dikkate alınmıştır. ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinin aktivitesini belirlemek için sırasıyla, 661.6 keV ve 1460.8 keV gama enerjisindeki piklerin alanlarından yararlanılmıştır. Radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonlarını hesaplamak için Denklem 2 kullanılmıştır (Aswood ve ark., 2017).

Denklem 2’de C_n : ilgilenilen E enerjili gama fotopikinin altındaki net alanı (sayım), t: sayım süresini (saniye), $\epsilon(E)$: dedektörün

ilgilenilen fotopikteki verimini, P_γ (%): E enerjisindeki gama ışınının yayınlanma olasılığını ve m: numune kütlesini (kilogram) belirtmektedir.

$$C = \frac{C_n}{t, \epsilon(E), P_\gamma, m} \quad (2)$$

Her bir radyonüklit için dedektör sisteminin minimum dedekte edilebilir aktivite değerleri (mda) Denklem 3 kullanılarak hesaplanmıştır (Anonymous, 1989; Keser, 2009). Denklem 3'de, mda: ilgilenilen radyonüklit için minimum dedekte edilebilir

aktiviteyi, B: doğal fon spektrumunda ilgilenilen radyonüklit piki için sayımı (alanı), t: sayım süresini, P_γ (%): E enerjisindeki gama ışınının yayınlanma olasılığını, m: numune kütlesini ve $\epsilon(E)$: dedektörün ilgilenilen fotopikteki verimini ifade etmektedir.

$$mda = \frac{4.66\sqrt{B}}{t, P_\gamma, m, \epsilon(E)} \quad (3)$$

Çizelge 7'de aktivitesi ölçülen radyonüklitlerin bazı özellikleri belirtilmiştir. Çizelge 9 ve 10'da minimum dedekte edilebilir aktivite değerlerinden daha düşük olan veriler tespit edilemedi (te) olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 7. Aktivitesi ölçülen radyonüklitlerin bazı özellikleri (Al-Masri ve ark., 2007; Cacioli ve ark., 2019; Khandaker ve ark., 2016; Salih, 2019; Ying ve ark., 2015)

Radyonüklit	Bozunma ürünü	Gama ışını enerjisi E (keV)	Yayınlanma Olasılığı P_γ (%)	Verim $\epsilon(E)$	Minimum dedeksiyon aktivitesi (Bq kg ⁻¹)
²³⁸ U	²¹⁴ Pb	295.2	18.2	0.0575	1.71
	²¹⁴ Pb	351.9	37.6	0.0510	1.10
	²¹⁴ Bi	609.3	46.3	0.0349	1.15
²³² Th	²²⁸ Ac	911.2	25.8	0.0265	1.61
	²²⁸ Ac	968.9	15.8	0.0254	0.10
¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	661.6	85.1	0.0330	0.00
⁴⁰ K	⁴⁰ K	1460.8	10.6	0.0191	9.66

İnsanların tükettikleri gıda maddelerindeki radyonüklitlerden maruz kaldıkları radyasyon doz değerlerinin tespiti ve bu doz değerlerinin, uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen ortalama değerlere göre risk teşkil edip etmediğini belirlemek için yıllık etkin doz kavramı kullanılmaktadır. Yıllık etkin doz, bir yıllık süre içerisinde tüketilen gıda maddelerinden yayınlanan gama ışınlarına dahili olarak maruz kalmak suretiyle oluşabilecek radyasyon doz değeridir. Bu çalışmada Cennet hurması örneklerindeki ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs ve ⁴⁰K radyonüklitlerinden kaynaklanabilecek yıllık etkin doz değerleri Denklem 4 yardımıyla hesaplanmıştır (Harb, 2015; Nasreddine ve ark., 2008).

Denklem 4'te H_T : iç ışınlamadan kaynaklanabilecek yıllık etkin doz değerini ($\mu\text{Sv y}^{-1}$), U_T : bir yıllık tüketim miktarını (kg), C^r : ilgilenilen radyonüklitin aktivite konsantrasyonunu, g_T : ilgilenilen radyonüklit

için doz dönüşüm faktörünü ifade etmektedir. ²³⁸U için doz dönüşüm faktörü $4.5 \times 10^{-8} \text{ Sv Bq}^{-1}$, ²³²Th için $2.3 \times 10^{-7} \text{ Sv Bq}^{-1}$, ¹³⁷Cs için $1.3 \times 10^{-8} \text{ Sv Bq}^{-1}$ ve ⁴⁰K için $6.2 \times 10^{-9} \text{ Sv Bq}^{-1}$ 'dir (Anonymous, 2012).

Çizelge 10 ve Çizelge 11'de H_{U-238} , H_{Th-232} , H_{Cs-137} ve H_{K-40} , sırası ile Cennet hurması örneklerindeki ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs ve ⁴⁰K radyonüklitlerinden kaynaklanabilecek yıllık etkin doz değerlerini belirtmektedir, H_{Toplam} ise tüm bu radyonüklitlerden kaynaklanan toplam yıllık etkin doz değerlerini ifade etmektedir.

$$H_T = (U_T, C^r), g_T \quad (4)$$

Cennet hurması meyvesinin, günlük beslenme alışkanlığı içerisinde tüketimi, 25 gr gün⁻¹ olarak önerilen günlük lif ihtiyacının karşılanması açısından önemlidir (Yücecan, 2008). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre (Anonim, 2016b), Türkiye'de kişi başına tüketilen meyve miktarlarının yıllara göre

değişimi Çizelge 8’de belirtilmiştir. Çizelge 8’e göre 2016 yılında 20 farklı meyvenin kişi başına yıllık tüketim miktarları 0.5 kg ile 43.2 kg arasında değişiklik göstermiştir. Kişi başına yıllık tüketim miktarı en yüksek karpuz için ve en düşük incir için belirlenmiştir. 2016 yılında diğer meyvelerin yıllık kişi başına meyve tüketimindeki değeri ise 2.8 kg olarak tespit

edilmiştir (Anonim, 2016b). Bu çalışmada yetişkin bir insan için bir yılda 2.8 kg Cennet hurması tüketmesi durumunda, temin edilen örneklerdeki radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonları yardımıyla, yöre halkının ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden maruz kalabilecekleri yıllık etkin doz değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 8. Türkiye’de kişi başına tüketilen meyve miktarlarının yıllara göre değişimi (Anonim, 2016b)

Meyveler	Kişi başı tüketim miktarı (kg)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Karpuz	43.4	45.2	46.6	44.4	43.4	43.3	43.2
Üzüm	34.4	34.8	31.6	32.7	29.8	26.3	28.7
Elma	24.8	25.3	30	27.3	21.3	23	23.5
Kavun	19.1	19.3	19.5	19.3	19.2	19	20.3
Portakal	17.2	16.7	17.5	16.9	17.2	15.8	14.2
Mandalina	5.1	4.9	5.7	5	5.2	6.9	7.3
Şeftali	6.1	6.1	6.6	7	6.5	6.6	7
Muz	5.4	5.2	5.4	5	5.5	5.6	5.9
Kiraz	4.1	4.4	4.7	4.9	4.3	4.9	5.5
Armut	4.3	4.4	4.9	5	4.9	4.8	4.9
Çilek	3.2	3.2	3.8	4	4	3.9	4.3
Limon	3.3	3.8	3.8	3.1	3.2	3.5	3.9
Nar	1.7	1.8	2.6	2.7	2.9	3.1	3.3
Kayısı	0.3	1.5	2.2	2.5	0.6	1.6	2.7
Erik	2.5	2.6	2.8	2.8	2.4	2.3	2.4
Vişne	2.3	2.1	2.2	2.1	2.1	2	2.1
Greyfurt	0.7	0.4	1.1	0.6	0.9	0.6	1.4
Ayva	1.3	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.2
Dut	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
İncir	0.2	0.3	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5
Diğer meyveler	2.6	2.7	2.9	3	2.5	2.6	2.8

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında Rize ilindeki yedi ilçeden (İyidere, Derepaşarı, Rize Merkez İlçe, Çayeli, Pazar, Ardeşen, Fındıklı) toplanan Cennet hurması örneklerindeki doğal (^{238}U ,

^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonları Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Cennet hurması örneklerindeki doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radyonüklitlerin aktivite konsantrasyonları (Bq kg^{-1})

No	İlçe	İstasyon	^{238}U	^{232}Th	^{137}Cs	^{40}K
S1		Denizgören	4.59±0.49	3.16±0.51	2.10±0.39	1382.82±21.57
S2	İyidere	Fıçıtışı	3.15±0.29	te	7.78±0.38	1346.54±14.95
S3		Sarayköy	5.87±0.55	2.71±0.57	te	1137.35±17.63
S4		Fıçıcılar	te	te	te	1234.29±21.72
S5	Derepazarı	Sayıyer	5.48±0.56	5.75±0.87	te	1684.01±26.61
S6		Bürücek	7.66±0.75	10.29±1.45	4.99±0.53	1903.27±29.52
S7		Kendirli	3.18±0.39	10.91±1.78	29.24±1.15	2160.07±33.70
S8	Merkez	Fener	te	te	6.09±0.54	1086.04±19.70
S9	İlçe	Veliköy	3.16±0.37	te	14.63±0.70	1441.92±22.93
S10		Limanköy	2.82±0.29	3.06±0.56	2.35±0.35	954.11±16.51
S11	Çayeli	Büyükköy	2.43±0.33	8.65±1.22	10.04±0.70	1658.79±26.87
S12		Kesmetaş	te	6.60±1.30	2.08±0.28	1118.00±14.43
S13		Hisarlı	4.36±0.46	3.63±0.35	2.87±0.39	1393.55±20.90
S14	Pazar	Kirazlık M.	4.89±0.44	9.22±1.22	3.02±0.49	1607.34±22.82
S15		Hamidiye	5.34±0.59	4.93±0.84	14.28±0.72	1503.26±22.55
S16		Gazi Cd.	te	2.36±0.42	46.78±0.83	863.62±12.52
S17	Ardeşen	Pirinçlik	3.63±0.45	te	30.97±1.20	2278.29±33.49
S18		Işıklı	te	2.29±0.48	85.03±1.07	901.51±12.71
S19		Yeniköy	5.21±0.59	9.02±1.55	45.09±1.42	1722.18±29.45
S20	Fındıklı	Sahil	te	2.36±0.42	29.04±0.72	935.57±13.94
S21		Dereüstü	13.47±0.62	9.14±1.41	46.14±1.45	1899.91±30.40
Minimum			2.43±0.33	2.29±0.48	2.08±0.28	863.62±12.52
Maksimum			13.47±0.62	10.91±1.78	85.03±1.07	2278.29±33.49
Ortalama			5.01±0.48	5.87±0.93	21.25±0.74	1438.69±22.14

*te: tespit edilemedi

Çizelge 9 incelendiğinde, Cennet hurması örneklerinde tespit edilen en düşük radyasyon aktivite konsantrasyonları ^{238}U için $2.43\pm 0.33 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Çayeli Büyükköy (S11) istasyonunda, ^{232}Th için $2.29\pm 0.48 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Ardeşen Işıklı (S18) istasyonunda ve ^{137}Cs için $2.08\pm 0.28 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Çayeli Kesmetaş (S12) istasyonunda ölçülmüştür. İyidere Sarayköy (S3), Derepazarı Fıçıcılar (S4) ve Derepazarı Sayıyer (S5) istasyonlarında ^{137}Cs aktivitesine rastlanmazken, Derepazarı Fıçıcılar (S4) ve Rize Merkez İlçe Fener (S8) istasyonlarında hem ^{238}U hem de ^{232}Th aktivite konsantrasyonları dedeksiyon limitlerinin altında olduğu için tespit edilememiştir. Bununla birlikte Çayeli Kesmetaş (S12), Ardeşen Gazi Cd. (S16), Ardeşen Işıklı (S18) ve Fındıklı Sahil (S20) istasyonlarındaki örneklerde ^{238}U aktivite konsantrasyonunun, İyidere Fıçıtışı (S2), Rize Merkez İlçe Veliköy (S9) ve Ardeşen Pirinçlik (S17) istasyonlarındaki örneklerde ^{232}Th aktivite konsantrasyonunun dedeksiyon limitlerinin altında olduğu ve tespit edilemedikleri görülmektedir.

Çizelge 9'daki verilere göre en yüksek radyasyon aktivite konsantrasyonları ^{238}U için $13.47\pm 0.62 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Fındıklı Dereüstü (S21) istasyonunda, ^{232}Th için $10.91\pm 1.78 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Rize Merkez İlçe Kendirli (S7) istasyonunda ve ^{137}Cs için $85.03\pm 1.07 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak Ardeşen Işıklı (S18) istasyonunda tespit edilmiştir. İstasyonlardaki ^{40}K aktivite konsantrasyonu en düşük değeri Ardeşen Gazi Cd. istasyonunda (S16) $863.62\pm 12.52 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak ve en yüksek değeri Ardeşen Pirinçlik (S17) istasyonunda $2278.29\pm 33.49 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak almıştır.

Çizelge 9'da örneklerde hesaplanan ortalama ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları sırasıyla $5.01\pm 0.48 \text{ Bq kg}^{-1}$, $5.87\pm 0.93 \text{ Bq kg}^{-1}$, $21.25\pm 0.74 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $1438.69\pm 22.14 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi (ICRP)'ne göre tüketilen gıda maddeleri için izin verilen ^{137}Cs aktivite konsantrasyonunun limit değeri 1000 Bq kg^{-1} olup (Anonymous, 2004c), bu çalışmadaki istasyonlardan temin edilen Cennet hurması örneklerinde tespit edilen ^{137}Cs aktivite konsantrasyonlarının 1000 Bq kg^{-1} limit

değerinden oldukça düşük olduğu ve halk sağlığını tehdit edecek düzeyde olmadığı gözlenmiştir.

Bu çalışmada, istasyonlardan toplanan Cennet hurması örneklerinin insan sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğini değerlendirebilmek için yıllık etkin doz değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 10’da Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan yıllık etkin doz değerleri verilmiştir.

Çizelge 10’da ^{238}U , ^{232}Th ve ^{137}Cs ’dan kaynaklanan en yüksek yıllık etkin doz değerlerinin sırasıyla ^{238}U için Fındıklı Dereüstü (S21) istasyonunda $1.697 \mu\text{Sv y}^{-1}$, ^{232}Th için Rize Merkez İlçe Kendirli (S7) istasyonunda $7.026 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve ^{137}Cs için Ardeşen Işıklı (S18) istasyonunda $3.095 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olduğu görülmektedir. ^{238}U , ^{232}Th ve ^{137}Cs için ortalama yıllık etkin doz değerleri sırasıyla ^{238}U için 0.632

$\mu\text{Sv y}^{-1}$, ^{232}Th için $3.787 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve ^{137}Cs için $0.774 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 10’da ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan toplam yıllık etkin doz değeri en düşük Ardeşen Gazi Cd. (S16) istasyonunda $18.215 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve en yüksek Merkez İlçe Kendirli (S7) istasyonunda $45.990 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İstasyonlardaki toplam yıllık etkin doz değerlerinin ortalaması ise $28.975 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 10’dan açıkça görüldüğü üzere toplam yıllık etkin doz değerine en yüksek katkı ^{40}K radyonüklitinden gelmektedir. ^{40}K radyonüklitinden kaynaklanan yıllık etkin doz değeri en düşük Ardeşen Gazi Cd. (S16) istasyonunda $14.992 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve en yüksek Ardeşen Pirinçlik (S17) istasyonunda $39.551 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. ^{40}K ’dan kaynaklanan yıllık etkin doz değerinin ortalaması ise $24.976 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 10. Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan yıllık etkin doz değerleri ($\mu\text{Sv y}^{-1}$)

No	İlçe	İstasyon	H _{U-238}	H _{Th-232}	H _{Cs-137}	H _{K-40}	H _{Toplam}
S1		Denizgören	0.578	2.035	0.076	24.006	26.696
S2	İyidere	Fıçıtışı	0.397	te	0.283	23.376	24.056
S3		Sarayköy	0.740	1.745	te	19.744	22.229
S4		Fıçıcılar	te	te	te	21.427	21.427
S5	Derepazarı	Sayıyer	0.690	3.703	te	29.234	33.628
S6		Bürücek	0.965	6.627	0.182	33.041	40.814
S7	Merkez	Kendirli	0.401	7.026	1.064	37.499	45.990
S8	İlçe	Fener	te	te	0.222	18.854	19.075
S9		Veliköy	0.398	te	0.533	25.032	25.962
S10	Çayeli	Limanköy	0.355	1.971	0.086	16.563	18.975
S11		Büyükköy	0.306	5.571	0.365	28.797	35.039
S12		Kesmetaş	te	4.250	0.076	19.408	23.735
S13		Hisarlı	0.549	2.338	0.104	24.192	27.184
S14	Pazar	Kirazlık M.	0.616	5.938	0.110	27.903	34.567
S15		Hamidiye	0.673	3.175	0.520	26.097	30.464
S16		Gazi Cd.	te	1.520	1.703	14.992	18.215
S17	Ardeşen	Pirinçlik	0.457	te	1.127	39.551	41.136
S18		Işıklı	te	1.475	3.095	15.650	20.220
S19		Yeniköy	0.656	5.809	1.641	29.897	38.004
S20	Fındıklı	Sahil	te	1.520	1.057	16.241	18.818
S21		Dereüstü	1.697	5.886	1.679	32.982	42.245
Minimum			0.306	1.475	0.076	14.992	18.215
Maksimum			1.697	7.026	3.095	39.551	45.990
Ortalama			0.632	3.787	0.774	24.976	28.975

*te: tespit edilemedi

Çizelge 11’de Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan yıllık etkin doz değerlerinin ilçelere göre ortalaması, Şekil 3’de ise bu verilerin grafiği verilmiştir. Çizelge 11 ve

Şekil 3 incelendiğinde örneklerdeki en düşük ortalama yıllık etkin doz değeri ^{238}U için $0.330 \mu\text{Sv y}^{-1}$, ^{137}Cs için $0.175 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve ^{40}K için $21.589 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak Çayeli ilçesinde, ^{232}Th için $1.497 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olarak Ardeşen ilçesinde olduğu, en

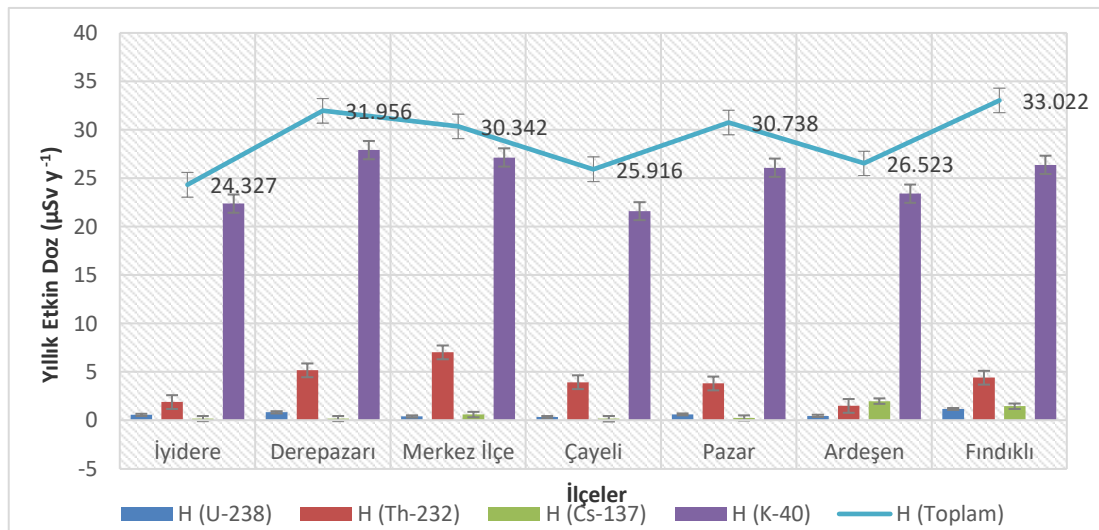
yüksek ortalama yıllık etkin doz değerinin ^{238}U için Fındıklı ilçesinde $1.176 \mu\text{Sv y}^{-1}$, ^{232}Th için Rize Merkez İlçede $7.026 \mu\text{Sv y}^{-1}$, ^{137}Cs için Ardeşen ilçesinde $1.975 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve ^{40}K için Derepaşarı ilçesinde $27.902 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan toplam yıllık etkin doz değerlerinin ilçelere göre ortalaması dikkate alındığında en düşük toplam yıllık etkin doz değerinin İyidere ilçesinde $24.327 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ve en yüksek toplam yıllık etkin doz değerinin Fındıklı ilçesinde $33.022 \mu\text{Sv y}^{-1}$ olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U ve ^{232}Th radyonüklitlerinden olan katkının, Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR) tarafından belirtilen dünya genelinde gıda numunelerindeki ^{238}U ve ^{232}Th

serisi radyonüklitlerin oluşturduğu ortalama yıllık etkin doz değeri olan 0.12 mSv ($120 \mu\text{Sv}$)’den düşük olduğu, aynı şekilde ^{40}K ’dan olan katkının Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR) tarafından belirtilen dünya genelinde gıda numunelerindeki ^{40}K ’dan oluşan ortalama yıllık etkin doz değeri olan 0.17 mSv ($170 \mu\text{Sv}$)’den düşük olduğu görülmektedir (Anonymous, 2000). Ayrıca örneklerdeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitleri tarafından kaynaklanan toplam yıllık etkin doz değerleri Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR) tarafından belirtilen gıda yoluyla insanların doğal radyasyon kaynaklarına dahili olarak maruz kaldıkları yıllık ortalama radyasyon dozu olan 0.29 mSv ($290 \mu\text{Sv}$) değerinin oldukça altındadır (Anonymous, 2000).

Çizelge 11. Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan yıllık etkin doz değerlerinin ilçelere göre ortalaması ($\mu\text{Sv y}^{-1}$)

İlçe	$H_{\text{U-238}}$	$H_{\text{Th-232}}$	$H_{\text{Cs-137}}$	$H_{\text{K-40}}$	H_{Toplam}
İyidere	0.571	1.890	0.179	22.374	24.327
Derepaşarı	0.827	5.165	0.182	27.902	31.956
Merkez İlçe	0.399	7.026	0.606	27.129	30.342
Çayeli	0.330	3.930	0.175	21.589	25.916
Pazar	0.612	3.817	0.244	26.064	30.738
Ardeşen	0.457	1.497	1.975	23.397	26.523
Fındıklı	1.176	4.405	1.459	26.373	33.022
Minimum	0.330	1.497	0.175	21.589	24.327
Maksimum	1.176	7.026	1.975	27.902	33.022
Ortalama	0.624	3.961	0.688	24.976	28.975



Şekil 3. Cennet hurması örneklerindeki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K radyonüklitlerinden kaynaklanan yıllık etkin doz değerlerinin ilçelere göre ortalamalarının grafiği

Sonuç

Bu çalışmada Cennet hurması üretiminde önemli bir kapasiteye sahip olan Rize ilinden temin edilen Cennet hurması örneklerinde doğal ve yapay radyoüklitlerin aktivite konsantrasyonları ve bu radyoüklitlerin oluşturduğu yıllık etkin doz değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler neticesinde istasyonlardaki ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K aktivite konsantrasyonlarının ortalaması sırasıyla $5.01 \pm 0.48 \text{ Bq kg}^{-1}$, $5.87 \pm 0.93 \text{ Bq kg}^{-1}$, $21.25 \pm 0.74 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $1438.69 \pm 22.14 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur ve aynı radyoüklitlerden kaynaklanan toplam yıllık etkin doz değerleri $18.215 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ile $45.990 \mu\text{Sv y}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir. Örneklerdeki ^{137}Cs aktivitelerinin, Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi (ICRP) tarafından gıda numunelerindeki ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu için belirlenen 1000 Bq kg^{-1} limit değerinden düşük olduğu ve toplam yıllık etkin doz değerlerinin Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR) tarafından belirtilen insanların gıda yoluyla tüm doğal radyoaktif kaynaklardan dahili olarak maruz kaldıkları yıllık ortalama radyasyon dozu olan 0.29 mSv ($290 \mu\text{Sv}$) değerinin oldukça altında olduğu sonucuna varılmıştır (Anonymous, 2000; Anonymous, 2004c). Bu çalışma neticesinde bu örnekleri tüketen insanların ve Cennet hurması örneklerinin toplandığı istasyonlardaki halkın sağlık açısından herhangi bir radyasyon riski altında kalmadığı söylenebilmektedir. Bu çalışma, Cennet hurması örneklerinde doğal (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radyoüklitlerden kaynaklanan radyasyon aktivite konsantrasyonlarının ve yıllık etkin doz değerlerinin belirlendiği öncü çalışmalardan biri olup daha sonraki zamanlarda ülkemizde ve diğer ülkelerde yapılabilecek çalışmalara katkı sağlayacak temel bir veri niteliğindedir.

Kaynaklar

- Anonim. 2016a. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 14. 05. 2020)
- Anonim. 2016b. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Ürün Denge Tabloları. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 14. 05. 2020)
- Anonim. 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 10.07.2017).

- Anonim. 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Rize İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (<https://rize.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 12.08.2019).
- Anonymous. 1989. International Atomic Energy Agency, 1989. Measurement of Radionuclides in Food and Environment, Technical Reports Series No: 295.
- Anonymous. 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes Volume I: Sources, Annex B: Exposures From Natural Radiation Sources, United Nations, New York.
- Anonymous. 2003. Chernobyl: assessment of radiological and health impacts. 2002 Update of Chernobyl: ten years on. Paris: Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Cooperation and Development, 2003.
- Anonymous. 2004a. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Cesium, Atlanta, Georgia.
- Anonymous. 2004b. International Atomic Energy Agency, 2004. Division of Public Information, Report No: INISXA703, Radiation, people and the environment, Ford, J. (Ed.), Austria, Vienna.
- Anonymous. 2004c. International Commission on Radiological Protection, 2004. Protecting people against radiation exposure in the aftermath of a radiological attack. Final TG draft.
- Anonymous. 2008. Poptop Transplantable Photon Detector User Manual, Ortec Advanced Measurement Technology Inc., USA.
- Anonymous. 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).
- Anonymous. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 28. 06. 2017).
- Aktepe Tangu, N., Erenoğlu, B. ve Yalçınkaya, E. 2010. Bazı Trabzon hurması çeşitlerinin Yalova ekolojisindeki performansları. *Bahçe*, 39(2), 1-8.

- Al-Masri, S.M. and Abdul-aziz, A. 2007. First proficiency test for the determination of NORM in contaminated soil from the oil field. *Accreditation and Quality Assurance*, 12, 249–256.
- Aswood, M.S., Jaafar, M.S., and Salih, N. 2017. Estimation of annual effective dose due to natural radioactivity in ingestion of vegetables from Cameron Highlands, Malaysia. *Environmental Technology & Innovation*, 8, 96-102.
- Butt, M.S., Sultan, M.T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N. and Imran, M. 2015. Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI Journal*, 4 (14): 542-561.
- Caciolli, A. Depalo, R. and Rigato, V. 2019. A new study of the $^{10}\text{B}(\text{p},\alpha)\text{Be}$ reaction from 0.35 to 1.8 MeV. *The European Physical Journal A*, 55, 1-6.
- Çalışkan, G. ve Dirim, S.N. 2015. Freeze drying kinetics of Persimmon puree. *Gıda*, 40 (1): 9-14.
- Harb, S. 2015. Natural radioactivity concentration and annual effective dose in selected vegetables and fruits. *Journal of Nuclear and Particle Physics*, 5(3): 70-73.
- Jackson, D. 1986. The persimmon. "Alınmıştır: Temperate and subtropical fruit production. (ed) Monselise, S.P.. Butterworth, Wellington, New Zealand.
- Kaplankıran, M. 2011. Subtropik Meyveler II (Ders Notları). Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay (Yayımlanmamış).
- Karaaslan, S. 2014. Trabzon Hurmasının mikrodalga ile kurutulmasında uygun kuruma modelinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 8-15.
- Keser, R. 2009. Rize İli Sahil Kumlarında ve Bazı Kayaçlarda Doğal Gama Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon, 162 s.
- Khandaker, M.U., Mohd Nasir N.L., Asaduzzaman, K., Olatunji, M.A., Mohd Amin, Y., Abu Kassim, H., Bradley, D.A., Jojo, P.J. and Alrefae, T. 2016. Evaluation of radionuclides transfer from soil-to-edible flora and estimation of radiological dose to the Malaysian populace. *Chemosphere*, 154, 528-536.
- Kuzucu, F.C., 2003. Çanakkale-Lapseki Koşullarında Yetiştirilen Trabzon Hurmalarında Meyve Gelişimi, Olgunlaşma ve Depolama Karakteristikleri Üzerinde Araştırmalar. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ, 171 s.
- Nasreddine, L., El Samad, O., Hwalla, N., Baydoun, R., Hamze M. and Parent-Massin, D. 2008. Activity concentrations and mean annual effective dose from gamma emitting radionuclides in the Lebanese diet. *Radiation Protection Dosimetry*, 131(4), 545–550.
- Onur, S. 1990. Trabzon hurması. *Derim*, 7 (1): 4-47.
- Onur, S. 1985. Trabzon hurması. *Derim*, 2 (2): 38-42.
- Onur, C. ve Onur, S. 1997. Karadeniz Bölgesi Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) Seleksiyonu. *Derim*, 14 (4): 146-156.
- Öz, A.T. ve Özelkök, İ.S. 2003. "Moralı" Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) meyvesinin burukluğunun giderilmesinde kuru buz uygulamasının etkisi. *Bahçe*, 32 (1-2): 7-13.
- Özcan, M. 2018. Türkiye'de Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) yetiştiriciliğinin sorunları ve geleceği. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1 (2): 38-43.
- Özdemir, A. E., Toplu, C., Yıldız, E., Duman, C., Ünlü, M. 2014. Vainiglia Trabzon hurması çeşidinde soğukta muhafazanın burukluğu önlemeye etkisi. 6. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 22-25 Eylül, Bursa, s. 221-227.
- Parmaksız, A, 2004. Gama Spektrometrik Yöntem ile Fosfojipsteki ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K Aktivitelerinin Ölçülmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 43 s.
- Parseker Yönel, S, Uylaşer, V. ve Yonak, S. 2008. Trabzon hurmasının bileşimi ve besleyici değeri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, s. 339-342.
- Salih, N. F. 2019. Determination of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in teeth by use of gamma spectroscopy. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 55 (1) :80-91.

- Sargın, S.A., Akçiçek, E. ve Selvi, S. 2013. An ethnobotanical study of medicinal plants used by the local people of Alasehir (Manisa) in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 150 (3): 860-874.
- Toplu, C., Özdemir, A.E., Yıldız, E., Coşkun, G., Güzel, U., Duman, C. ve Ünlü, M. 2016. Amankaki ve Vainiglia Trabzon Hurması Çeşitlerinde Etanol Uygulamalarının Burukluğu Önlemeye Etkisi. *Bahçe Özel Sayı: 7. Uulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, Cilt 1: Meyvecilik*, 390-395.
- Tuzcu, Ö. ve Yıldırım, B. 2000. Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L) ve yetiştiriciliği. TÜBİTAK TARP Yayınları, Adana.
- Vardal, E. 2009. Rize İli Pazar ve Ardeşen İlçelerinde Yetişen Trabzon Hurmalarının (*Diospyros kaki* L.) Seleksiyon Yolu ve Islahı. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59 s.
- Yıldız, E., Kaplankıran, M. ve Toplu, C. 2012. Genetik kaynaklarımızda yer alan bir meyve türü: Yeşil hurma (*Diospyros oleifera* Cheng). *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 41-46.
- Ying, L., Brenna, R., Yuen, R. and Hoskins, C. 2015. Spectrum quantification of radium isotopes in hydraulic fracturing wastes. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3 (2-1): 7-10.
- Yücecın, S. 2008. Optimal Beslenme. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, Yayın No: 726, Ankara, Türkiye

Tavuk Nugget Formülasyonlarında Buğday Unu Yerine Bal Kabağı Tozu Kullanımı Üzerine Bir Araştırma

Burcu ÖZTÜRK-KERİMOĞLU*, Meltem SERDAROĞLU

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova, İzmir

*Sorumlu yazar: burcu.ozturk@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.11.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 10.05.2020 Kabul Tarihi: 21.05.2020

Öz

Et ürünlerinin diyet lifi kaynağı bileşenler ile yeniden formüle edilmesi, günümüzde giderek artan sağlıklı et ürünlerinin geliştirilmesi talebini karşılayacak önemli bir yaklaşımdır. Mevcut çalışmada, tavuk nugget üretiminde sıvı kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine farklı oranlarda bal kabağı tozu (BKT) kullanımının kimyasal, teknolojik ve duysal kalite kriterlerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, %100 buğday unu (K), %50 buğday unu + %50 BKT (BK) ve %100 BKT (B) içeren sıvı kaplamalar kullanılarak tavuk nugget üretimi gerçekleştirilmiştir. Sıvı kaplamada BKT kullanımı örneklerin nem, yağ ve karbonhidrat miktarları ile enerji değerlerini değiştirmekten protein miktarını önemli düzeyde arttırmıştır. Sıvı kaplamaların konsistens değerlerinin birbirine yakın olduğu kaydedilmiştir. Kaplama formülasyonlarına BKT ilavesi, kaplama tutunma oranını yükselterek ürünlerin teknolojik kalitesinin gelişimini sağlamıştır. BK ve B örneklerinde pişirme verimi ve yağ emilim miktarı ise buğday unu ile hazırlanan K örneklerine eşdeğer bulunmuştur. Sıvı kaplamalarda BKT kullanımı ve artan BKT konsantrasyonu, nugget örneklerinde aydınlık ve sarılık değerlerini önemli derecede düşürmüştür. Duysal değerlendirmede, sıvı kaplamada BKT kullanımının ürünlerde görünüm ve renk beğenisini olumsuz yönde etkilediği, ancak doku ve lezzet gibi diğer duysal kalite parametrelerinin ve genel kabulün standart ürünlere eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kaplamalı et ürünlerinin sıvı kaplama formülasyonlarında kurutulmuş bal kabağı ve türevlerinin buğday unu ikamesi olarak kullanımı neticesinde teknolojik kalite ve besleyici değerini yükseltilecek duysal açıdan standart ürünlere benzer genel kabul edilebilirliğe sahip ürünlerin elde edilebileceği bulgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal kabağı, buğday, kaplamalı et ürünü, sıvı kaplama, tavuk nugget

A Study on the Use of Pumpkin Powder Instead of Wheat Flour in Chicken Nugget Formulations

Abstract

The reformulation of meat products with dietary fiber sources is an important approach to meet today's growing demand for healthier meat products. In the present study, it was aimed to investigate the incorporation of different amounts of pumpkin powder (PP) instead of wheat flour on chemical, technological and sensory quality in batter formulations of chicken nuggets. Nugget production was carried out by using batters containing 100% wheat flour (K), 50% wheat flour+50% PP (BK) and 100% PP (B). The use of PP in batter did not change the moisture, fat, and carbohydrate contents as well as energy values, but it increased the protein content significantly. It was recorded that the consistency of the batters was similar to each other. Addition of PP increased the batter pick up and improved the technological quality. BK and B samples had similar cooking yield and oil absorption ratio to K samples prepared with wheat flour. The use of PP and its increasing levels led to significant decrease in luminosity and yellowness of the nuggets. Incorporation of PP negatively affected the sensory appearance and color scores, however rest of the sensory parameters such as texture and flavor as well as general acceptability were similar to that of standard products. Consequently, it was concluded that the use of dried pumpkin and its derivatives as wheat flour substitutes in batter formulations of coated meat products could improve technological quality and nutritive value and it could be possible to obtain products that have equivalent overall impression to standard ones in terms of sensory quality.

Key Words: Pumpkin, wheat, coated meat product, batter, chicken nugget

Giriş

Kanatlı eti üretimi ve tüketimi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Küresel çapta ve Türkiye genelinde yapılan çalışmalarda bu ivmenin gelecekte de yükseleceği öngörülmektedir (BESD-BİR, 2017; TAGEM, 2018; WATT, 2018). Günlük hayatın hızlanması, teknolojideki ilerlemeler, sosyo-ekonomik statünün gelişmesi ve ailede aktif çalışma hayatının içinde olan birey sayısının artışı gibi faktörlerin etkisi ile birlikte, tüketime hazır kanatlı eti ürünlerine olan talep her geçen gün artmaktadır. İşlenmiş tavuk eti ürünlerinin içerisinde önemli bir payı kaplamalı et ürünleri oluşturmaktadır. “Kaplama” terimi; gıdanın içine daldırıldığı su, un, yumurta, nişasta ve baharat gibi bileşenlerden oluşan sıvı karışımları ile bu sıvı karışımları takiben uygulanan, un, nişasta ve galeta unu gibi bileşenleri içeren kuru karışımları ifade etmektedir (Kaymak-Ertekin, 2005). Genellikle “nugget” olarak adlandırılan kaplamalı tavuk eti ürünlerinin üretiminde; 1. Tavuk eti, tuz ve su ile karıştırılarak (yağ veya tavuk derisi de ilave edilebilir) elde edilen harç kalıplar aracılığıyla porsiyonlanır. 2. Her porsiyonun yüzeyi kuru ve unlu bir bileşen ile muamele edilir (ön unlama). 3. Farklı unlar, nişastalar, sıvı yağ, yumurta, baharatlar, vb. bileşenlerden oluşan yarı-sıvı hamur içerisinde yüzey kaplanır (sıvı kaplama). 4. Un, yağ/un karışımı ve/veya galeta unu vb. kuru bileşenler ile porsiyonlar kaplanarak dış yüzey oluşturulur (dış kaplama). 5. Kaplama işlemleri tamamlanan ürünler son olarak derin yağda kızartılır (Akgün, 2006; Adedeji ve Ngadi, 2011; de Carvalho ve ark., 2018).

Son yıllarda et ürünlerinin sağlık risklerini tetiklemesi gerekçesiyle tüketicileri üzerinde olumsuz izlenime neden olması, et ürünleri formülasyonlarının doğal ve fonksiyonel bileşenler kullanılarak oluşturulması stratejisini ön plana çıkarmıştır (Öztürk ve Serdaroğlu, 2017a, 2017b; Öztürk, 2018). Yüksek oranda rağbet gören kaplamalı tavuk eti ürünlerinde de seçeneklerin çoğaltılması ve sağlıklı beslenme arayışında olan tüketiciler için bu tip ürünlerin yeniden formüle edilmesi oldukça önemli bir yaklaşımdır. Et ürünleri, her ne kadar başta protein olmak üzere besleyici değeri yüksek olan bileşenlerin iyi bir kaynağı olsa da diyet lifi içeriği açısından oldukça yetersizdir (Pathera ve ark., 2017). Bu çerçevede, et ürünleri formülasyonlarında diyet liflerinin kullanımı, ürünlerin besleyici değeri ve toplam kalitesinin yükseltilmesinde önemli bir

seçenektir. Diyet lifi, “nişasta olmayan polisakkarit türevi bileşen” olarak tanımlanmaktadır (Harris ve Ferguson, 1999). Amerikan Tahıl Kimyagerleri Birliği (AACC) Diyet Lifi Tanımlama Derneği tarafından yapılan tanıma göre diyet lifi: “Sindirime ve ince bağırsakta emilime dirençli, kalın bağırsakta tamamen veya kısmi olarak fermente edilen, bitki ve analoglarına ait karbohidratların yenilebilir kısımları” olarak ifade edilmektedir (Bodner ve Sieg, 2009). Et ürünlerinde kullanılan diyet lifleri, ürünlerin sağlık profili ve besin değerini yükseltmenin yanı sıra toplam yağ miktarının azaltılması, su bağlama kapasitesi gibi fonksiyonel parametrelerin iyileştirilmesi, pişirme kaybını ve maliyeti düşürerek ürün veriminin arttırılması, dokusal özelliklerin ve depolama stabilitesinin yükseltilmesi gibi birçok avantajı ile toplam kalitenin geliştirilmesi üzerinde etki göstermektedir (Kim ve Paik, 2012; Olmedilla-Alonso ve ark., 2013; Öztürk, 2018). Literatürde et ürünlerinin diyet lifleri ile zenginleştirilmesine yönelik birçok araştırma bulunmasına rağmen kaplamalı tavuk eti ürünlerinde kaplama bileşenleri içerisinde diyet lifi kullanımının ürün kalitesine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

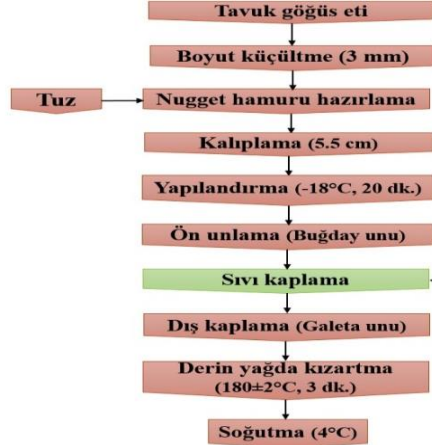
Bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne), Türkiye'nin de mikro gen merkezi olarak aralarında yer aldığı birçok dünya ülkesinde yaygın olarak yetiştirilen, yüksek verimli, kolay gelişen ve ekonomik bir kültür bitkisidir (Azevedo-Meleiro ve Rodriguez-Amaya, 2007; Babaoğlu ve Türkmen, 2017; Dar ve ark., 2017). Bal kabağı; polisakkaritler ve diyet lifi, protein ve peptitler, terpenoit ve steroller, fenolik bileşikler, karotenoidler (özellikle α - ve β -karoten), doymamış yağ asitleri, vitamin ve minerallerin önemli bir kaynağı olan sağlıklı bir gıdadır (Azevedo-Meleiro ve Rodriguez-Amaya, 2007; Dar ve ark., 2017; Serdaroğlu ve ark., 2018; Ali ve ark., 2019). Antidiyabetik, antihipertansif, antitümör, immünomodülatör, antibakteriyel, antihiperkolesterolemik ve antiinflamatuvar etkileri ile bal kabağı, tıp alanında gerçekleştirilen çalışmalarda da ilgi odağı olmuştur (Dar ve ark., 2017). Lif kaynağı bir bitki olan bal kabağının diyet lifi kompozisyonu ve liflerin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde, gıda bileşeni olarak kullanımının kaliteyi geliştirici etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Fedha, 2008).

Yukarıda değinilen bilgilerin ışığında tasarlanan bu çalışmada, daha sağlıklı ve diyet lifince zenginleştirilmiş kaplamalı tavuk eti ürün formülasyonlarının geliştirilmesi hedefiyle; sıvı kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine farklı oranlarda bal kabağı tozu (BKT) kullanılarak üretilen tavuk nuggetların fiziksel, kimyasal, teknolojik ve duyu kalitesinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Mevcut çalışma, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Pilot Tesisi ve Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Tavuk nugget üretiminde kullanılan tavuk göğüs eti (*Pectoralis major*) (%75.1 nem, %21.1 protein, %2.7 yağ ve %1.1 kül) Tesco-Kipa A.Ş.'den (İzmir) satın alınarak soğuk zincir ile taşınmıştır. Kaplama formülasyonlarında kullanılan buğday unu, ayçiçek yağı, tuz, toz şeker, sodyum karbonat ve baharatlar İzmir ili yerel piyasasından sağlanmıştır. BKT, kuru ve ince öğütülmüş (0.5 mm) formda ve ambalajlı olarak Kurucum Gıda



Şekil 1. Tavuk nugget üretim akış şeması

Denemede kullanılan sıvı kaplama hamuru formülasyonları Çizelge 1'de sunulmaktadır. Buna göre, %90 un fazı ve %10 diğer bileşenlerden oluşan kaplama formülasyonlarında un fazları; yalnızca buğday unu (K grubu), 1:1 buğday unu: BKT karışımı (BK grubu) veya yalnızca BKT (B grubu) içerecek şekilde hazırlanmıştır. Sıvı kaplamaların hazırlanması için tüm bileşenler tartılıp karıştırıldıktan sonra üzerlerine ön denemeler ile su kaldırma oranlarına göre belirlenen su miktarları eklenmiş, ardından tüm bileşenlerin su içerisinde homojen şekilde dağılması için blender (Arçelik, Türkiye) kullanılarak 5 dk.

A.Ş.'den (Isparta) tedarik edilmiş ve üretimde kullanılmadan önce kuru ve serin ortamda muhafaza edilmiştir. BKT'nin kimyasal kompozisyonunun %69.09 karbonhidrat, %9.55 protein, %8.92 nem, %6.76 yağ ve %5.68 külden oluştuğu tespit edilmiştir. Deneme örneklerinin analizinde kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıkta satın alınmıştır.

Tavuk Nugget Üretimi

Çalışma kapsamında üretilen tavuk nugget örneklerinin üretim akış şeması Şekil 1'de sunulmaktadır. Nugget hamurunun hazırlanması amacıyla tavuk göğüs eti, kıyım makinasının (Arnica, Türkiye) 3 mm'lik aynasından çekilerek kıyım haline getirilmiş ve tuz (%1) eklenip karıştırılmıştır. Nugget hamuru, 5.5 cm çapındaki dairesel kalıplar kullanılarak porsiyonlanmış ve ön unlama işlemi öncesinde -18°C'de 20 dk. boyunca dokunun sıkılaşması amacıyla bekletilmiştir. Süre sonunda porsiyonlar buğday unu ile yüzeyleri kaplanarak ön unlama işlemine tabi tutulmuştur.



boyunca karıştırma işlemi uygulanmıştır. Ön unlama işlemi tamamlanan örnekler, sıvı kaplama hamurlarının içerisine daldırılarak yüzeyin tamamen kaplanması sağlanmıştır. Ardından örnekler fazla sıvı kaplamanın süzülmesi için 10 sn. boyunca ızgarada bekletilmiştir. Son olarak, dış kuru kaplama olarak kullanılan galeta unu ile muamele edilen örnekler, 180±2°C'ye ısıtılmış fritözde (Felix, Türkiye) 3 dk. boyunca ayçiçek yağı ile derin yağda kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Kızartma işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 4°C'ye soğutulmuştur.

Çizelge 1. Tavuk nugget üretimlerinde kullanılan sıvı kaplama hamuru formülasyonları

		Deneme grupları*		
Bileşen (%)		K	BK	B
Un fazı	Buğday unu	90.0	45.0	0.0
	Bal kabağı tozu (BKT)	0.0	45.0	90.0
Diğer bileşenler	Tuz (NaCl)	1.0	1.0	1.0
	Sodyum karbonat (Na ₂ CO ₃)	2.0	2.0	2.0
	Ayçiçek yağı	2.0	2.0	2.0
	Şeker	2.0	2.0	2.0
	Tatlı kırmızı toz biber	1.0	1.0	1.0
	Toz karabiber	1.0	1.0	1.0
	Toz kimyon	1.0	1.0	1.0
Kuru bileşenler: su oranı		1:1	1:2.5	1:3

* **K:** Un fazının tamamı buğday unu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **BK:** Un fazında buğday unu ve bal kabağı tozu karışımı (1:1) içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **B:** Un fazının tamamı bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu

Metot

Kimyasal Kompozisyon ve Enerji

Deneme örneklerinin nem miktarı, numunelerin 105°C'lik etüvde sabit tartım ağırlığına gelinceye kadar suyunun uzaklaştırılması sonucu meydana gelen ağırlık kaybından yüzdesel olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2012). Protein miktarı tayini, LECO FP 528 protein/nitrojen analizörü (Leco Ins., UK) kullanılarak Dumas yakma metodu ile gerçekleştirilmiştir. Yağ miktarı, metanol-kloroform ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Flynn ve Bramblett, 1975). Kül miktarı, örneklerin 550°C'ye ayarlanmış kül fırınında esmer lekeler kalmayınca kadar yakılmasıyla meydana gelen ağırlık kaybından yüzdesel olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2012). Örneklerin karbonhidrat miktarı kimyasal kompozisyon üzerinden oransal olarak tespit edilmiştir. Enerji değeri (kcal/100 g); 100 g örnekte yağ (9 kcal/g), protein (4.02 kcal/g) ve karbonhidratın (3.87 kcal/g) verdiği enerji toplamı üzerinden hesaplanmıştır (Mansour ve Khalil, 1997).

Teknolojik Karakterler

Konsistens

Sıvı kaplama hamurlarının akışkanlık derecesi ölçümü, Bostwick Konsistometresi (PCE Instruments, İngiltere) kullanılarak oda

sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Su terazisi ayarlanan konsistometre haznesine 50 ml örnek doldurulmuş, yaylı tahliye kapağı açılarak örneğin 30 sn. sonra ulaştığı mesafe cm cinsinden kaydedilmiştir.

Kaplama tutunma oranı

Tavuk nugget örneği sıvı kaplama öncesi tartılmış, sıvı kaplama hamuruna daldırılmış, çıkarılıp süzülmesi için 10 sn. bekletilmiş ve tekrar tartılmıştır. Kaplama tutunma oranı (KTO) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Chen ve ark., 2009):

$$KTO (\%) = \frac{[(\text{Kaplanmış örnek ağırlığı} - \text{Kaplama öncesi örnek ağırlığı}) / \text{Kaplanmış örnek ağırlığı}] \times 100}{1}$$

Pişirme verimi

Deneme örneklerinin pişirme verimi, Murphy ve ark. (1975) tarafından belirtilen metoda göre pişirme öncesi ve sonrası ağırlıklar kaydedilerek aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır:

$$\text{Pişirme verimi (\%)} = \frac{(\text{Pişmiş örnek ağırlığı} / \text{Çiğ örnek ağırlığı}) \times 100}{1}$$

Yağ emilim miktarı

Tavuk nugget örneklerinde derin yağda kızartma boyunca emilen yağın miktarı, kızartma öncesi dış kaplama ile kaplanmış çiğ örnekte ve kızartma sonrası son üründe tayin

edilen yağ miktarları değişimi üzerinden yüzdesel olarak belirlenmiştir (Öztürk, 2018).

Renk

Nugget örneklerinin dış yüzeyinde portatif renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, CR-200, Japonya) kullanılarak altı farklı noktadan renk ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonuçları CIA L* (aydınlık), a* (kırmızılık) ve b*(sarılık) olarak ifade edilmiştir.

Duyusal Değerlendirme

Deneme örneklerine uygulanan duyu analizler, 9 puanlı hedonik skala (9: Aşırı beğendim, 1: Aşırı beğenmedim) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Stone ve Sidel, 2004). Duyusal değerlendirmede Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği personel ve öğrencilerinden oluşan 20 kişilik gönüllü panelist grubu kullanılmıştır. Panelistlere örnekler standart porsiyonlar halinde, yağsız tavada her iki yüzü eşit sürede ısıtılarak ve tesadüfi kodlar verilerek sunulmuştur. Duyusal değerlendirmede panelistlerin tavuk nugget örneklerini dış görünüş, renk, çıtırlık, yağlılık, sululuk ve genel kabul edilebilirlik özellikleri bakımından puanlamaları istenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS programı (v 25.0, IBM, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme kapsamında uygulanan analizler en az üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş, verilerin ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Tavuk nugget sıvı kaplama formülasyonlarında BKT kullanımının kalite parametrelerine etkilerinin incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-way ANOVA) uygulanmıştır. Farklı deneme gruplarına ait ortalamalar arasında %95 güven aralığında anlamlı farklılıkların tespiti için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kimyasal Kompozisyon ve Enerji

Tavuk nugget örneklerinin kimyasal kompozisyonu Çizelge 2’de sunulmaktadır. Örneklerin nem miktarının %59.80-63.38, protein miktarının %22.19-24.14, yağ miktarının

%5.84-6.88, karbonhidrat miktarının %5.33-8.22 ve kül miktarının %1.60-1.84 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin nem miktarları birbirine benzer olup, formülasyona ilave edilen BKT’nin kuru madde miktarını değiştirmediği, böylece buğday unu veya BKT kullanımının örneklerin derin yağda kızartılması boyunca nem miktarlarını benzer seviyelerde tuttuğu görülmektedir. Benzer olarak Gökçe ve ark. (2016), buğday, mısır, soya ve çavdar unları ile hazırlanan sıvı kaplamalar ile muamele edilen tavuk nuggetlarda nem miktarının kullanılan undan etkilenmediğini bulmuştur. Öztürk (2018) ise yulaf lifi ve yer elması tozu gibi lifli bileşenlerin tavuk nugget sıvı kaplama formülasyonlarında kullanımının kuru madde miktarını yükselterek nem miktarını düşürdüğünü bildirmiştir. Sıvı kaplama hamurlarına artan oranlarda BKT ilavesinin örneklerin protein miktarını önemli düzeyde yükselttiği tespit edilmiştir (p<0.05). Bu durumda tavuk nuggetlarda BKT kullanımının ürünün besleyici değeri üzerinde olumlu etki sağlama potansiyeli olduğu söylenebilir. Nem miktarlarına benzer olarak, örneklerin yağ miktarları arasında da önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Tavuk nuggetlarda kızartma süresince kullanılan unların karakteristiklerine bağlı olarak farklı miktarda yağın absorbe edilmesi söz konusudur (Öztürk, 2018). Bu durumda mevcut çalışmada kullanılan BKT’nin buğday ununa benzer oranda yağ emilim düzeyine sahip olduğu ve böylece kızartma sonrası örneklerde tespit edilen yağ miktarlarının farklılık göstermediği düşünülmektedir. Bu durumun aksine, çeşitli çalışmalarda farklı diyet lifi içerikli bileşenler ile formüle edilen kaplamalı tavuk eti ürünlerinde yağ miktarının azaldığı bildirilmiştir (Kilinceker, 2013; Öztürk, 2018). BKT ile formüle edilen örneklerin inorganik madde kompozisyonunun değişimine bağlı olarak kül miktarının önemli düzeyde değiştiği tespit edilmiştir (p<0.05). Deneme örneklerinin enerji değeri 168.11-188.25 kcal/100 g aralığında değişmiş ve enerji değerleri arasında anlamlı farklılık kaydedilmemiştir. Yağ ve karbonhidrat miktarlarının benzer olması nedeniyle örneklerin enerji değerleri arasında farklılık saptanmadığı görülmektedir.

Çizelge 2. Tavuk nugget örneklerinin kimyasal kompozisyonu ve enerji değeri

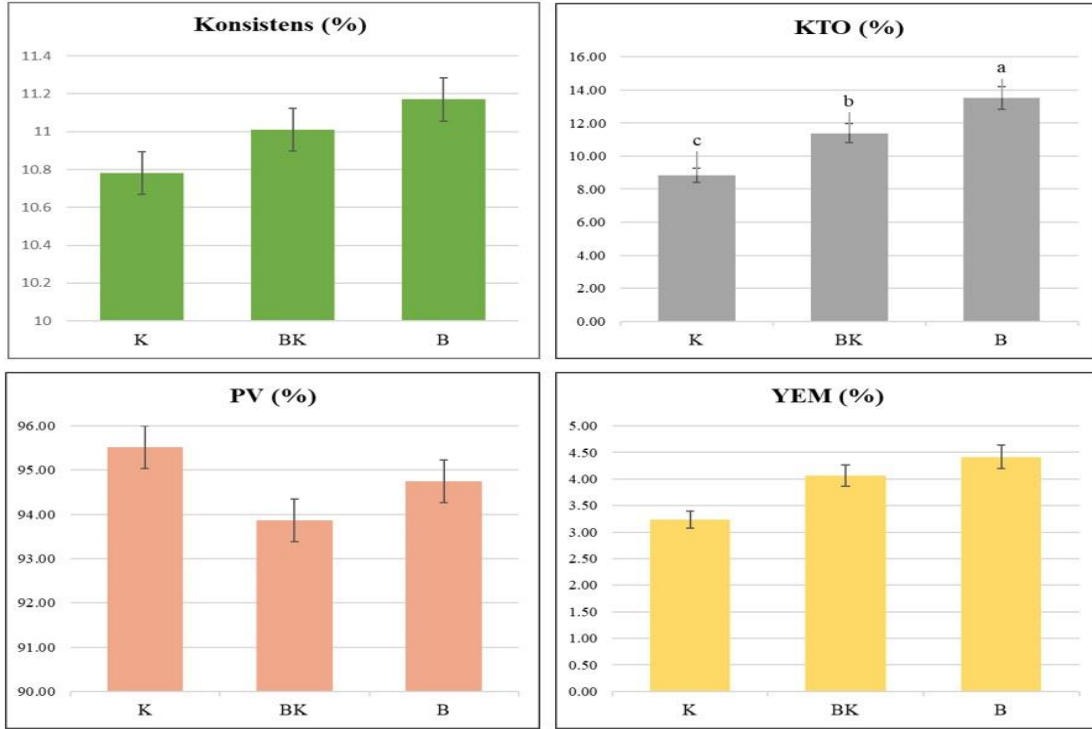
	Deneme grupları*		
	K	BK	B
Nem (%)	63.38±2.30	61.37±2.70	59.80±2.46
Protein (%)	22.96 ^{ab} ±0.73	22.19 ^b ±0.19	24.14 ^a ±0.17
Yağ (%)	5.84±0.84	6.43±1.04	6.88±0.46
Karbonhidrat (%)	5.33±1.86	8.22±1.79	7.61±1.65
Kül (%)	1.84 ^a ±0.07	1.79 ^b ±0.09	1.60 ^b ±0.02
Enerji (kcal/100 g)	168.11±10.12	178.84±16.00	188.25±4.19

* **K:** Un fazının tamamı buğday unu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **BK:** Un fazında buğday unu ve bal kabağı tozu karışımı (1:1) içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **B:** Un fazının tamamı bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu. Verilerin ortalama değerleri ±standart sapma ile birlikte sunulmuştur. a, b, c, ...: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Teknolojik Karakterler

Tavuk nugget kaplama formülasyonlarında kullanılan sıvı kaplamaların konsistens değerleri, nugget örneklerinin kaplama tutunma oranı (KTO), pişirme verimi (PV) ve yağ emilim miktarı (YEM) Şekil 2’de sunulmaktadır. Kaplamalı tavuk eti ürünleri üretiminde tüm kaplama basamaklarında en yaygın olarak kullanılan bileşenlerin başında buğday unu ve türevleri gelmektedir. Sıvı kaplama hazırlamada buğday unu içeren kaplamalar, su ile kolay karışabilmekte ve çözelti içerisinde uzun süre askıda kalabilmektedir (Kaymak-Ertekin, 2005). Bu durumda sıvı kaplamaların akış özelliği, farklı bileşenlerin kullanımına bağlı olarak değişebilmekte ve böylece ürün verimi etkilenebilmektedir. Sıvı kaplamalarda akışkanlığın bir ölçüsü olarak ifade edilen konsistens değerleri 10.78-11.17 cm aralığında değişmiştir. Kaplamaların konsistens değerleri arasında istatistiksel farklılık saptanmamıştır. Bu durumda, formülasyonunda BKT kullanılan sıvı kaplama hamurlarında akışkanlığa karşı gösterilen direncin standart örneklerle benzer

olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan kaplama hamurları, buğday unu ve BKT’nin su kaldırma kuvvetlerinin farklı olduğu öngörülerek farklı miktarlarda su kullanılarak hazırlanmıştır. Deneme formülasyonlarında da görülebileceği üzere (Çizelge 1), lifli yapısından dolayı daha yüksek su kaldırma kuvvetine sahip olan BKT gruplarında ilave edilen su miktarı da daha fazla olmuştur. Böylece hazırlanan sıvı kaplamaların akışkanlığının birbirine eşdeğer olması sağlanmıştır. Bu nedenle hazırlanan sıvı kaplama formülasyonlarının akış karakterlerinin birbirine yakın olması beklenen bir sonuçtur. Kaplama hamurlarının eşdeğer akış karakterlerine sahip olması sonucunda bu değer sabit tutularak kaplama işlemi ve pişirme boyunca üründeki davranışlar incelenmiş ve böylece kaplama formülasyonlarının içerikleri kaynaklı farklılıklar tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, sıvı kaplama formülasyonlarında kullanılan bileşenlerin değiştirildiği, ancak ilave edilen su miktarının sabit tutulduğu durumlarda akış karakteristilerinin de etkilendiği raporlanmıştır (Dogan ve ark., 2005; Adedeji ve Ngadi, 2011).



Şekil 2. Sıvı kaplama hamurlarının konsistens değerleri, tavuk nugget örneklerinin kaplama tutunma oranı (KTO), pişirme verimi (PV) ve yağ emilim miktarı (YEM). **K:** Un fazının tamamı buğday unu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **BK:** Un fazında buğday unu ve bal kabağı tozu karışımı (1:1) içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **B:** Un fazının tamamı bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu. a, b, c, ...: Farklı sütunlardaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).

Kaplamalı et ürünlerinde sıvı kaplamanın yüzeye tutunabilme derecesi, dış kaplama materyalinin tekdüze dağılımı etkileyen ve bu nedenle ürünün görünüm ve verimini belirleyen önemli bir ölçüttür (Öztürk, 2018). Deneme gruplarında KTO %8.84-13.53 aralığında değişmiştir. Sıvı kaplama formülasyonlarının değişimi, örneklerde KTO değerini önemli düzeyde etkilemiş olup, gruplar arasında en düşük KTO, buğday unu ile formüle edilen K grubunda kaydedilmiştir ($p < 0.05$). Kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine BKT kullanımının ve artan BKT oranının, KTO'yu önemli düzeyde yükselttiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Formülasyona BKT eklenmesi ile karakteristik lifli yapının su içerisinde dağılması sonucunda arzu edilen gözenekli yapı ve jelleşmenin oluştuğu ve böylece ön unlama işlemi gerçekleştirilen nugget porsiyonunun yüzeyinde sıvı kaplamanın yüksek düzeyde tutunabildiği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, sıvı kaplamalarda lifli bileşenlerin kullanımının daha kararlı bir yapının oluşması ve kaplamanın ürün yüzeyinde daha kolay tutunmasını sağladığı bildirilmiştir (Öztürk,

2018). Bir diğer araştırmada, sıvı kaplama formülasyonlarında buğday, mısır, soya veya çavdar unu kullanılarak hazırlanan tavuk nuggetlarda en yüksek KTO çavdar unu içeren gruplarda kaydedilmiştir (Gökçe ve ark., 2016).

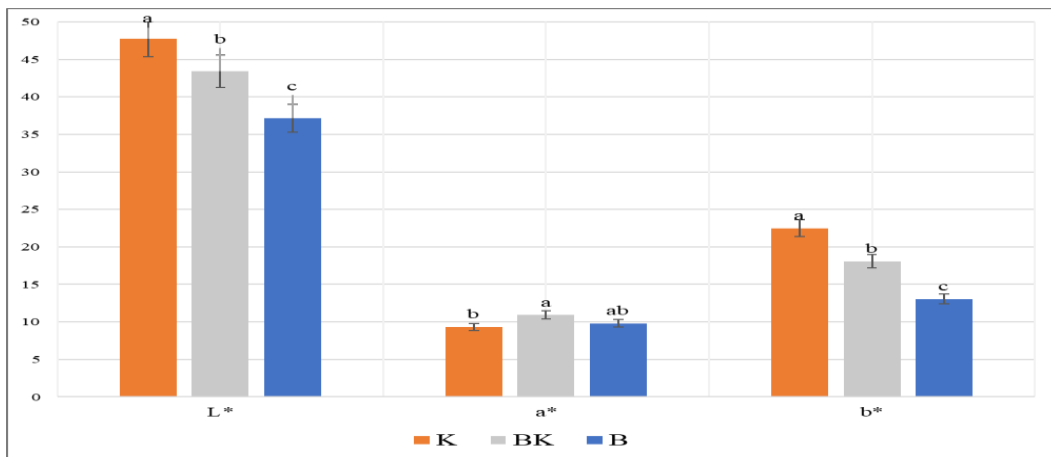
Kaplamalı et ürünleri üretiminde kullanılan kaplama materyallerinin tipi ve kimyasal kompozisyonları, ürünlerin derin yağda kızartılması esnasında su kaybı ve yağ emilim düzeyini etkilemektedir (Kilincceker, 2013). Deneme örneklerinde PV %93.87-95.52 aralığında olup, değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Bu durumda sıvı kaplama içerisinde buğday unu yerine BKT kullanımı ve/veya BKT kullanım oranı, tavuk nuggetlarda pişirme boyunca yapıdan ayrılan sıvı miktarını değiştirmemiştir. BKT'nin içerisinde bulunan diyet liflerinin yüksek su tutma kapasitesi dolayısıyla ısı işlem boyunca yapıda suyun arzu edilen oranda tutulabildiği ve buğday unu ile hazırlanan standart formülasyonlara eşdeğer verimin elde edildiği görülmektedir. Benzer olarak Öztürk (2018), sıvı kaplama formülasyonlarında yer elması tozu veya yulaf lifi kullanılan tavuk nuggetların

pişirme karakteristikleri açısından buğday unu kullanılan tüm kontrol formülasyonlarını karşıladığını raporlamıştır. PV sonuçlarına benzer olarak, örneklerin YEM sonuçlarının da (%3.23-4.41) birbirine benzer olduğu bulgulanmıştır. Buna göre, farklı sıvı kaplama formülasyonlarının kullanımı, nuggetlarda derin yağda kızartma işlemi boyunca yapı tarafından tutulan yağ miktarını etkilememiştir. Nitekim deneme örneklerinin toplam yağ miktarları da (Çizelge 2) birbirine yakın bulunmuştur.

Renk

Et ve et ürünlerde renk, tüketici beğenisini etkileyen en önemli görsel kalite unsurudur. Kaplamalı et ürünlerinde dış kaplama materyalinin oluşturduğu kabuk, ürünün kendine özgü yüzey rengini oluşturmaktadır. Nugget örneklerinin renk parametreleri Şekil 3'te verilmiştir. Örneklerin L* (aydınlık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerinin sırasıyla 37.19-47.75, 9.34-10.92 ve 13.05-22.50 aralığında değiştiği kaydedilmiştir. Sıvı kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine BKT kullanımı ve artan BKT konsantrasyonu, nugget örneklerinde aydınlık ve sarılık değerlerini önemli derecede düşürmüştür ($p<0.05$). K ve B gruplarının a* değerlerinin ise birbirine yakın olduğu bulunmuştur. Tüm örneklerde dış kuru kaplamada standart olarak galeta unu kullanılmasına rağmen ürün renginin değiştiği görülmektedir. Bu durumda sıvı kaplama formülasyonlarında kullanılan bileşenlerin son ürün rengini yüksek oranda etkilediği

görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, tavuk nuggetlarda sıvı kaplama hamurunda buğday unu yerine pirinç unu ve hidrokolloid kullanımı kırmızılık ve sarılık değerlerinin yükselmesine neden olmuştur (Adedeji ve Ngadi, 2011). Dogan ve ark. (2005), soya unu içeren sıvı kaplamalar ile üretilen tavuk nugget örneklerinde, pirinç unu ve mısır-buğday unları ile hazırlanan örneklere kıyasla aydınlığın azaldığını ve kırmızılığın arttığını, örneklerin sarılık değerlerinin ise değişmediğini tespit etmiştir. Bir diğer çalışmada, farklı unlar kullanılarak hazırlanan sıvı kaplamalar ile muamele edilen tavuk nuggetlarda en koyu renkli örneğin soya unu, en açık renkli örneğin ise buğday unu içeren denemelere ait olduğu, örneklerin kırmızılık değerleri arasında farklılık olmadığı, en yüksek sarılık değerinin ise mısır unu içeren örneklerde kaydedildiği bildirilmiştir (Gökçe ve ark., 2016). Öztürk (2018), yer elması tozu ile hazırlanan sıvı kaplamalar ile muamele edilen tavuk nuggetlarda aydınlık ve sarılık değerlerinin düşerek rengin koyulaştığını raporlamıştır. Çalışma bulgularına göre, kaplama formülasyonlarında kullanılan farklı bileşenlerin karakteristik renk özellikleri ve derin yağda kızartma işlemi sırasında katıldıkları reaksiyonlar sonucunda son ürün renginin etkilendiği düşünülmektedir. Enstrümantal olarak farklılık gösteren renk parametrelerinin duyu kaliteye yansımalarının da incelenmesi ve ürün görselliğinin tüketici beğeni açısından değerlendirilmesi de oldukça önemlidir.

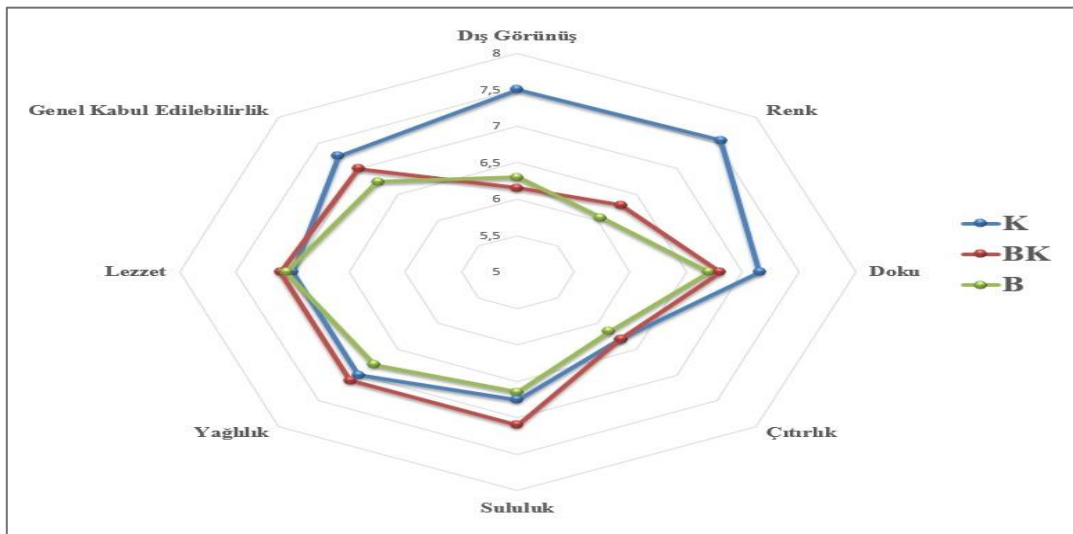


Şekil 3. Tavuk nugget örneklerinin renk (L*, a*, b*) değerleri K: Un fazının tamamı buğday unu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, BK: Un fazında buğday unu ve bal kabağı tozu karışımı (1:1) içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, B: Un fazının tamamı bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu. a, b, c, ...: Aynı parametrede bulunan farklı sütunlardaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Duyusal Değerlendirme

Kaplamalı ürün formülasyonlarında kullanılan buğday ununun ana proteini olan gluten, kaplamada poroz yapının oluşması, üründe arzu edilen gevreklik ve kızarmış ürün renginin sağlanması üzerinde etkilidir (Akgün, 2006). Buğday unu alternatifi olarak kaplama bileşiminde kullanılacak girdilerin, ürünün sağlık profili ve teknolojik özelliklerini değiştirmelerinin yanı sıra duyuşal karakterlerin değişimi üzerine olan etkilerinin de incelenmesi oldukça önemlidir. Taze veya kurutulmuş bal kabağının farklı et ürünleri formülasyonlarında kullanımını konu alan çalışmalarda, bal kabağının nötral aroması ve yoğun olmayan lezzetinden dolayı duyuşal kalite üzerinde olumsuz etkilere yol açmadığı tespit edilmiştir (Ammar ve ark., 2014; Zargar ve ark., 2014; Serdaroğlu ve ark., 2018). Farklı oranlarda BKT kullanılarak üretilen tavuk nuggetların duyuşal değerlendirme sonuçları Şekil 4'te sunulmaktadır. Örneklerin dış görünüş, renk, doku, çıtırılık, sululuk, yağlılık, lezzet ve genel kabul edilebilirlik puanlarının sırasıyla 6.2-7.5, 6.1-7.6, 6.7-7.2, 6.2-6.3, 6.7-7.1, 6.8-7.1, 7.0-7.1 ve 6.8-7.3 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Değerlendirilen tüm kriterlere ait puanların kabul edilebilir sınırlarda olduğu görülmektedir. Buğday unu ile formüle edilen K örneklerinin dış görünüş ve renk puanlarının BK ve B örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu durumda, enstrümantal renk parametrelerine benzer olarak, sıvı kaplamada farklı oranlarda BKT kullanımının,

örneklerin dış kaplama materyali standart olmasına rağmen ürünün karakteristik renginin değişimine neden olduğu söylenebilir. Ancak BKT kullanımı, ürünün görsel kalite kriterlerinde farklılık yaratmasına rağmen diğer kalite kriterlerini olumsuz yönde etkilememiş ve örneklerin doku, çıtırılık ve lezzet gibi diğer skorları istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. BKT ile formüle edilen örneklerin genel kabul edilebilirlik puanları da kullanılan BKT miktarından bağımsız olarak kontrol örneklerine yakındır. Bu nedenle sıvı kaplama formülasyonlarında BKT kullanılarak üretilen tavuk nuggetların genel duyuşal kabulünün buğday unu kullanılarak üretilen örneklere eşdeğer olduğu görülmektedir. Zeng ve ark. (2016), farklı oranlarda bambu lifi ile hazırlanan sıvı kaplama formülasyonlarının balık nuggetlarda duyuşal kaliteyi geliştirdiğini bildirmiştir. Benzer bir çalışmada, yer elması tozu ve yulaf unu gibi lifli bileşenlerin sıvı kaplama girdisi olarak kullanıldığı tavuk nuggetların duyuşal parametre puanlarının kontrol gruplarına benzer olduğu bulgulanmıştır (Öztürk, 2018). Kwaw ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, eşit oranlarda soya ve sorgum unları ile kaplanarak kızartılan tavuk göğüs dilimlerinin duyuşal kabul edilebilirliğinin buğday unu ile kaplanana eşdeğer olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, diyet lifi bakımından zengin bileşenlerin kaplamalı et ürünleri formülasyonlarında kullanımının ürünlerin genel duyuşal kalitesini koruyucu bir etki sağladığı görülmektedir.



Şekil 4. Tavuk nugget örneklerinin duyuşal değerlendirme puanları **K:** Un fazının tamamı buğday unu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **BK:** Un fazında buğday unu ve bal kabağı tozu karışımı (1:1) içeren sıvı kaplamalı deneme grubu, **B:** Un fazının tamamı bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalı deneme grubu.

Sonuç ve Öneriler

Mevcut çalışma bulguları, kaplamalı et ürünlerinde sıvı kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine BKT kullanımının ürünün besleyici değerini yükselttiğini ve teknolojik kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir. Diyet lifi açısından önemli bir kaynak olan BKT, sağlıklı et ürünleri formülasyonlarının geliştirilmesini sağlarken aynı zamanda su tutma özelliklerinin kuvvetli olmasından dolayı hazırlanan kaplamaların ürün yüzeyinde adsorbe olma yeteneğini yükseltmiştir. Ancak artan BKT oranlarının ürünlerde enstrümantal renk parametrelerini önemli düzeyde değiştirdiği görülmüştür. Duyusal kalite açısından irdelendiğinde ise, sıvı kaplamada BKT kullanımının ürünlerde görünüm ve renk beğenisini olumsuz yönde etkilediği, ancak diğer lezzet, doku ve genel kabul edilebilirliğin standart ürünlere eşdeğer olduğu belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda, özellikle farklı dış kaplama materyallerinin kullanımı ile diyet liflerinin son üründe görsel kalite üzerinde neden olabileceği olası dezavantajların önlenmesi konusunun araştırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Denemelerin yürütülmesi sırasında verdikleri destekten dolayı Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencileri Hülya Serpil Kavuşan ve Gamze İpek ile lisans öğrencileri Melih Sarıcalı ve Dilara Kişi'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adedeji, A.A., Ngadi, M.O. 2011. Microstructural properties of deep-fat fried chicken nuggets coated with different batter formulation. *International Journal of Food Properties*, 14(1): 68-83.
- Akgün, A.A. 2006. *Farklı Kaplama Formülasyonları ile Kaplanmış Tavuk Köftelerinin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 75 s.
- Ali, H.A., Mansour, E.H., E-Ibedawey, A.E.F.A., Osheba, A.S. 2019. Evaluation of tilapia fish burgers as affected by different replacement levels of mashed pumpkin or mashed potato. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(2):

127-132.

- Ammar, A.S.M., El-Hady, E.S.A.A., El-Razik, M.M.A. 2014. Quality characteristics of low-fat meat balls as affected by date seed powder, wheat germ and pumpkin flour addition. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 24: 175-185.
- AOAC. 2012. *Official Methods of Analysis*. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Azevedo-Meleiro, C.H., Rodriguez-Amaya, D.B. 2007. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(10): 4027–4033.
- Babaoğlu, D., Türkmen, Ö. 2017. Batı Anadolu kaynaklı bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) genotiplerinin bazı meyve özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 11-16.
- BESD-BİR. 2017. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Derneği "İstatistikler", <http://www.besd-bir.org/istatistikler> (Erişim tarihi: 1 Ekim 2019).
- Chen, S.D., Chen, H.H., Chao, Y.C., Lin, R.S. 2009. Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. *Journal of Food Engineering*, 95(2): 359-364.
- Dar, A.H., Sofi, S., Rafiq, S. 2017. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient : A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2(6): 165-170.
- de Carvalho, L.R.S., da Silva, C.H., Giada, M.L.R. 2018. Physical, chemical and sensorial properties of low-fat and gluten-free chicken nuggets. *Journal of Culinary Science and Technology*, 16(1): 18-29.
- Dogan, S.F., Sahin, S., Sumnu, G. 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*, 71: 127-132.
- Fedha, M.S. 2008. *Physicochemical Characterization and Food Application Potential of Pumpkin (Cucurbita Sp.) Fruit and Seed Kernel Flours*. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Master's Thesis, Juja, 103 p.
- Flynn, A.W., Bramblett, V.D. 1975. Effects of frozen storage, cooking method and muscle quality on attributes of pork loins.

- Journal of Food Science*, 40(3): 631-633.
- Gökçe, R., Akgün, A.A., Ergezer, H., Akcan, T. 2016. Farklı kaplama bileşenleriyle kaplamanın derin yağda kızartılan piliç nuggetların bazı kalite karakteristikleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(3): 331-338.
- Kaymak-Ertekin, F. 2005. Gıda maddelerinin kaplanması: Kaplama yöntem ve ekipmanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1): 85-94.
- Kilincceker, O. 2013. Utilization of oat flour as edible coating material on fried chicken meat balls. *Focusing on Modern Food Industry*, 2(1): 36–42.
- Kim, H.J., Paik, H.D. 2012. Functionality and application of dietary fiber in meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 32(6): 695-705.
- Kwaw, E., Sackey, A.S., Apaliya, M.T., Tchabo, W. 2017. Utilization of composite flours as breading agents for deep frying of chicken breast. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3): 1523-1530.
- Mansour, E.H., Khalil, A.H. 1997. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. *Food Research International*, 30: 199-205.
- Murphy, E.W., Criner, P.E., Gray, B.C. 1975. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23: 1153-1157.
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., Sanchez-Muniz, F.J. 2013. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(4): 919-930.
- Öztürk, B. 2018. *Kanatlı Eti Ürünleri Üretiminde Yenilikçi Formülasyon Yaklaşımları: Farklı Teknolojilerle Üretilen Tavuk Eti Ürünlerinde Fosfat ve Gluten Alternatifi Bileşenlerin Kullanımının Araştırılması*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 283 s.
- Öztürk, B., Serdaroğlu, M. 2017a. A rising star prebiotic dietary fiber: Inulin and recent applications in meat products. *Journal of Food and Health Science*, 3(1): 12-20.
- Öztürk, B., Serdaroğlu, M. 2017b. Et ve et ürünlerinde fosfatlar: İşlevleri ve ikame olanaklarının güncel çerçevede değerlendirilmesi. *Gıda*, 42(5): 535-545.
- Pathera, A.K., Riar, C.S., Yadav, S., Sharma, D.P., Yadav, Y.S., Kumar, M. 2017. Optimization of dietary fiber enriched chicken nuggets for different cooking methods. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3): 1386-1397.
- Serdaroğlu, M., Kavuşan, H.S., İpek, G., Öztürk, B. 2018. Evaluation of the quality of beef patties formulated with dried pumpkin pulp and seed. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(1): 3-13.
- Stone, H., & Sidel, J.L. 2004. *Sensory evaluation practices* (3rd ed.). Elsevier Academic Press, UK.
- TAGEM, 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Kanatli%20Hayvan%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> (Erişim Tarihi: 01.09.2019).
- WATT. (2018). WATT Executive Guide to World Poultry Trends 2018. <http://www.poultrytrends.com/201811/> (Erişim Tarihi: 10.09.2019).
- Zargar, F.A., Kumar, S., Bhat, Z.F., Kumar, P. 2014. Effect of pumpkin on the quality characteristics and storage quality of aerobically packaged chicken sausages. *SpringerPlus*, 3:39.
- Zeng, H., Chen, J., Zhai, J., Wang, H., Xia, W., Xiong, Y.L. 2016. Reduction of the fat content of battered and breaded fish balls during deep-fat frying using fermented bamboo shoot dietary fiber. *LWT - Food Science and Technology*, 73: 425-431.

Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Tarımsal Özellikleri

Mustafa DENİZ¹, Serap KIZIL AYDEMİR², Elvin ALGAN¹, Duran Ümit YERLİKAYA¹, Ayşen UZUN^{1*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

*Sorumlu yazar: uzunay@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 26.11.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.05.2020 Kabul Tarihi: 08.05.2020

Özet

Bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin tarımsal özelliklerini belirlemek için yapılan bu çalışma, Bilecik ve Bursa ekolojik koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tarla denemeleri, 2017-2018 gelişme döneminde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde kışlık olarak yürütülmüştür. Araştırmada 5 adet mürdümük çeşidi (Eren, Gap Mavis, Gürbüz 2001, İptaş ve Karadağ) ile 1 adet köy popülasyonu kullanılmıştır. Araştırma denemeleri Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada incelenen özelliklerde genotip x lokasyon interaksiyon ortalamalarında; yeşil ot veriminde 1711.51-4420.00 kg da⁻¹, kuru madde veriminde 390.93-790.01 kg da⁻¹, ottaki ham protein oranında % 11.90-20.23, ottaki ham protein veriminde 46.53-157.99 kg da⁻¹, ADF oranında % 27.00-39.83, NDF oranında % 34.07-44.96, bitkideki tohum sayısında 23.33-112.67 adet, bitkideki bakla sayısında 8.87-54.67 adet, 1000 tane ağırlığında 137.61-189.40 g, tohum veriminde 52.28-186.33 kg da⁻¹, tohumdaki ham protein oranında % 22.47-28.05 ve tohumdaki ham protein veriminde 12.18-44.17 kg da⁻¹ arasında değişim gözlenmiştir. Araştırma sonucuna göre; mürdümük genotiplerinde ot verimi, tohum verimi ve diğer verim parametreleri bakımından Bilecik lokasyonunda elde edilen değerler, Bursa lokasyonunda elde edilen değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki lokasyonda da ot ve tohum verimi bakımından Eren ve İptaş çeşitlerinin diğer genotiplere göre daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mürdümük, *Lathyrus sativus* L., kuru madde verimi, tohum verimi, 1000 tane ağırlığı

Agricultural Characteristics of Some Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes Growing at Different Locations

Abstract

This study was carried out in order to determine the agricultural characteristics of some grasspea (*Lathyrus sativus* L.) genotypes in Bilecik and Bursa ecological conditions. Field experiments were conducted in 2017-2018 growth period at Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, and Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences Agricultural Research and Application Centers as a winter. Five grasspea cultivars (Eren, Gap Mavis, Gürbüz 2001, İptaş ve Karadağ) and one population were used in this research. The experiments were established according to the randomized complete block design with three replications. In genotype x location interactions of characteristics examined in this research, forage yield, dry matter yield, forage crude protein rate, forage crude protein yield, ADF and NDF rates, seed numbers in plant, seed number in pod, 1000 seed weight, seed yield, seed crude protein rate and seed crude protein yield were determined between 1711.51-4420.00 kg da⁻¹, 390.93-790.01 kg da⁻¹, % 11.90-20.23, 46.53-157.99 kg da⁻¹, % 27.00-39.83, % 34.07-44.96, 23.33-112.67 number, 8.87-54.67 number, 137.61-189.40 g, 52.28-186.33 kg da⁻¹, % 22.47-28.05 and 12.18-44.17 kg da⁻¹, respectively. All of characteristics examined have higher values in Bilecik location than Bursa location

in research. Eren and İptaş varieties were found to be superior in term of forage and seed yield in both locations.

Key words: Grasspea, *Lathyrus sativus* L., dry matter yield, seed yield, 1000 seed weight

Giriş

Yem bitkileri hayvanların yem ihtiyacını karşılamanın yanı sıra toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmekte, kendisinden sonra gelen kültür bitkilerinin verim ve kalitesini olumlu yönde etkilemekte, özellikle baklagil yem bitkileri yeşil gübreleme amacıyla kullanılmakta ve fikse ettiği azot ile ana bitkinin ihtiyacı olan azot gereksiniminin önemli bir kısmını sağlamakta, erozyona açık alanları çok iyi bir şekilde değerlendirmektedir. Hayvanların yem ihtiyacı karşılanırken yıllardan beri yaygın olarak yonca, fiğ, korunga gibi sınırlı sayıda baklagil yem bitkisi kullanılmaktadır. Oysa hem yem bitkisi üretimini arttırmak hem de farklı alanları değerlendirebilmek için alternatif yem bitkilerine de tarla tarımı içerisinde yer verilmesi gerekmektedir. Bu yüzden, Ülkemiz’de birçok alanda yetiştirilebilecek yem bitkilerinden biri de mürdümük (*Lathyrus sativus* L.)’tür. Mürdümük baklagil familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Hayvan beslenmesinin yanında insan beslenmesinde de kullanılır (Başaran ve ark., 2011; Mihailovic ve ark., 2013). Hem otundaki (%17-22) hem de tohumundaki (%25-36) protein içeriği oldukça yüksektir; hastalıklara dayanımı iyidir, yetiştiriciliği oldukça kolaydır (Rosa ve ark., 2000; Urga ve ark., 2005). Yıllık yağışı 250-300 mm olan yerlerde otu, samanı veya tanesi için yetiştirilen, kuraklığa en fazla dayanan bitkilerden birisidir (Öten ve ark., 2017). Gelişmekte olan ülkelerdeki kurak alanlarda, tarımın sürdürülebilirliği için önemli bir bitkidir ve bu alanlarda mürdümükten ekonomik bir verim almak mümkündür (Vaz Patto ve ark., 2006; Arslan, 2016). Mürdümük kuraklığa dayanıklı olmasının yanı sıra aşırı yağıştan etkilenmez ve fazla sulu alanlarda da yetişebilir (Urga ve ark., 2005). 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 Ülkemiz’de 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. Mürdümük, genellikle kışlık olarak ekilmektedir. Farklı yerlerde yapılan bu ekimlerde, çevreye bağlı olarak büyük verim farklılıkları elde edilmektedir. Bir genotipin verimini tam olarak belirleyebilmek için farklı çevrelerde denenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada; 5 adet mürdümük çeşidi (Gap Mavisi, Gürbüz 2001, Karadağ, İptaş ve Eren) ile 1 adet mürdümük köy popülasyonu (Tekirdağ) 2 lokasyonda (Bursa ve Bilecik) denemeye alınmıştır. Farklı lokasyonlarda yapılan denemeler ile genotiplerin bazı agro-morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2017-2018 yetiştirme sezonunda, Bursa’da Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ile Bilecik’te Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezleri’nde kışlık olarak yürütülmüştür. Denemelerde materyal olarak Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi’den sağlanan Eren, Gap Mavisi, Gürbüz-2001, İptaş, Karadağ çeşitleri ile Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü’nden temin edilen bir köy popülasyonu kullanılmıştır. Bu çeşitlerden Gürbüz-2001 Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Eren, İptaş ve Karadağ Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Gap Mavisi de GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü tarafından tescil edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yılda, bitki gelişim döneminde (Kasım-Haziran) Bilecik lokasyonunda düşen toplam yağış miktarı 367.8 mm iken Bursa lokasyonunda 569.2 mm olmuştur. Aynı dönemde Bilecik’teki ortalama sıcaklık 11.6 °C iken Bursa’da bu sıcaklık 13.7 °C olarak belirlenmiştir. Oransal nem değerleri ise Bilecik ve Bursa lokasyonlarında sırası ile % 72.4 ve % 75.2 olmuştur. Bilecik ve Bursa lokasyonlarında uzun yıllar ortalamasına ait değerlerde toplam yağışın sırasıyla 361.3-558.3 mm; ortalama sıcaklığın 9.3-11.5 °C ve ortalama oransal nemin de % 69.6-71.0 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1) (Anonim 2018).

Çizelge 1. Bilecik ve Bursa illeri'nde Denemenin Yürütüldüğü Yıla ve Uzun Yıllara Ait Toplam Yağış (mm), Ortalama Sıcaklık (°C) ve Oransal Nem (%) Değerleri

İklim Faktörleri	Yıllar	Aylar								Top./Ort.
		11*	12	1	2	3	4	5	6	
Yağış (mm)	Bilecik	21.1	63.2	40.9	37.6	66.1	18.6	80.8	39.5	367.8
	Uzun Yıllar	37.2	55.9	50.1	42.0	47.3	41.8	47.7	39.3	361.3
	Bursa	37.4	109.0	67.6	97.2	92.2	15.4	91.0	59.4	569.2
	Uzun Yıllar	74.4	101.8	92.5	78.4	70.3	59.2	50.4	31.3	558.3
Sıcaklık (°C)	Bilecik	8.9	6.7	4.0	7.3	10.8	16.0	18.2	21.2	11.6
	Uzun Yıllar	8.6	4.5	2.6	3.6	6.7	11.6	16.2	20.8	9.3
	Bursa	11.0	9.5	6.7	9.6	13.2	15.8	19.9	23.5	13.7
	Uzun Yıllar	12.2	7.6	5.3	6.3	8.3	12.8	17.5	22.2	11.5
Oransal Nem (%)	Bilecik	74.0	77.4	80.9	79.7	70.2	57.0	72.5	67.3	72.4
	Uzun Yıllar	71.1	76.0	76.5	73.2	69.3	64.2	64.5	62.0	69.6
	Bursa	78.5	76.2	78.3	79.0	72.2	70.8	76.5	70.1	75.2
	Uzun Yıllar	74.3	73.6	75.0	73.1	72.2	69.5	68.8	61.3	71.0

*: 11=Kasım; 12= Aralık; 1= Ocak; 2= Şubat; 3= Mart; 4= Nisan; 5= Mayıs; 6= Haziran

Toprak analiz sonuçlarına göre deneme alanının Bilecik ili'nde kumlu tınlı bünyeli, orta alkali ve orta tuzlu, kireççe orta düzeyde, organik madde içeriği orta, alınabilir fosfor ve potasyum bakımından az olduğu; Bursa ili'nde de; killi-tınlı bünyeli, tuzsuz, hafif alkali, kireççe orta seviyede, organik madde içeriği orta, alınabilir fosfor ve potasyum bakımından çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Bilecik ve Bursa lokasyonlarında yürütülmüş olan bu araştırma üç tekrarlamalı olarak Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre gerçekleştirilmiştir. Araştırmada deneme ekimleri açılan çizilere el ile yapılmıştır. Deneme ekim tarihleri Bilecik lokasyonunda 02.11.2017 ve Bursa lokasyonunda da 07.11.2017 tarihinde gerçekleşmiştir. Denemelerde, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'nün Baklagil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatnamesi'ne göre m²'ye 100 adet tohum gelecek şekilde ekim normu

ayarlanmıştır. Her iki lokasyonda da parsel uzunluğu 5 m, bir parseldeki sıra sayısı 6 adet ve sıra arası mesafesi 20 cm olmuştur. Denemelere ekim ile birlikte dekara 3 kg da⁻¹ saf azot hesabı ile gübre atılmıştır. Deneme alanlarında 2 kez el ile yabancı otlar temizlenmiş, tohum böceği zararına karşı çiçeklenme döneminde 10 gün arayla 2 kez ilaçlama yapılmıştır. Yeşil ot için hasat, bitkilerin alt baklalarındaki taneler iz şeklinde görüldüğü dönemde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde parsellerin yarısı ota yarısı da tohuma biçilmiştir. Tohum için hasat Bilecik lokasyonunda 30.06.2018, Bursa lokasyonundada 05.07.2018 tarihlerinde olmuş ve tohumlar Bruchus zararlısına karşı fostoksin ile fümige edilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler JUMP paket programından yararlanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiştir (Turan, 1995). Ortalamalar arasındaki farklılıklar ve istatistiki farklı gruplar asgari

önemli farklılık (LSD) testiyle 0.01 ve 0.05 olasılık düzeyinde belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bilecik ve Bursa lokasyonlarında denenen mürdümük genotiplerinin ot ve tohum verimi ile bazı kalite özellikleri incelenmiştir.

Ot ile İlgili Özellikler: Yapılan bu çalışmada; yeşil ot ve kuru madde verimi, ham protein oranı ve verimi ile ADF ve NDF değerleri üzerine genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksyonu istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yeşil ot verimi (kg da⁻¹): Denemede kullanılan genotipler arasında, lokasyonlar ortalamasına göre yeşil ot verimi en fazla 4255.02 kg da⁻¹ ile İptaş çeşidinden elde edilmiş, en düşük yeşil ot verimi de 2589.09 kg da⁻¹ ile Gürbüz-2001 çeşidinde belirlenmiştir. Bilecik lokasyonunda elde edilen yeşil ot verimi 3892.22 kg da⁻¹ ile Bursa lokasyonundan fazla olmuştur (Çizelge 2). Deneme yılında, bitki gelişim döneminde ve çiçeklenme dönemi olan Nisan-Mayıs aylarında Bursa'daki toplam yağış (106.4 mm) Bilecik (99.4 mm)'ten fazla olurken ortalama sıcaklık Bursa (17.9 °C)'da Bilecik (17.1 °C)'ten daha yüksek belirlenmiştir. Özellikle Bursa'da Mayıs ayında görülen 91.0 mm'lik yağış ile meydana gelen göllenmeler yeşil ot veriminin düşmesine neden olmuştur. Ayrıca; yine çiçeklenme ve tozlanma zamanındaki 19.9 °C'lik sıcaklık da bitki gelişimini, Bursa lokasyonunda olumsuz etkilemiştir (Çizelge 1). Bazı araştırmacılar yüksek sıcaklıkların bitkilerde solunumu arttırdığını, yapraklardaki çözülebilir karbonhidrat yoğunluğunu azalttığını ve bunun sonucunda da bitkilerde verim düşüklüğünün ortaya çıktığını belirtmişlerdir (Arevalo ve ark., 2008; Loka ve Oosterhuis, 2010). Yapılan bu çalışmada da özellikle Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında Bilecik lokasyonunda maksimum sıcaklıklar sırasıyla 18.3, 23.7, 30.3 ve 30.8 °C olarak belirlenmiş ve bu değerler Bursa lokasyonuna ait 21.0, 26.0, 29.3 ve 33.9 °C değerlerinden düşük olmuştur. Tüm bu nedenlerden dolayı yeşil ot verimleri Bursa lokasyonunda daha az olarak tespit edilmiştir. Genotip x lokasyon interaksyonuna bakıldığında en yüksek yeşil ot veriminin sırasıyla Bilecik lokasyonunda İptaş ve Eren çeşitlerinde, Bursa lokasyonunda ise yine İptaş çeşidinde olduğu görülmüştür. Gürbüz-2001'in Bursa lokasyonunda yeşil ot verimi ise en düşük olmuştur. Hem Bilecik hem de

Bursa'da, en yüksek yeşil ot verimi İptaş'tan, en düşük yeşil ot verimi de Gürbüz-2001'den elde edilmiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan araştırmalarda Karadağ ve ark. (2012) (2175.2 - 2582.5 kg da⁻¹), Mihailovic ve ark., (2013) (2340.0-5070.0 kg da⁻¹) ile Sayar ve ark. (2013)'nın (2140.0-3711.0 kg da⁻¹) mürdümük genotiplerinde saptamış oldukları yeşil ot verimine ilişkin değerler, bulgularımızla tam uyumlu bulunmuştur. Bunun yanı sıra Sabancı ve ark. (2016) (330.5-423.5 kg da⁻¹) ile Öten ve ark. (2017) (1622.5 kg da⁻¹) yaptıkları çalışmalarda yeşil ot verimini daha düşük bulmuşlardır. Denemelerin yapıldığı ekolojilerin ve kullanılan çeşitlerin farklı olması, hasat zamanlarındaki değişiklik, denemelerin yazlık veya kışık olarak yapılması yeşil ot verimlerinin de farklı olmasına neden olmuştur.

Kuru madde verimi (kg da⁻¹): Her iki lokasyon ortalama değerlerine göre İptaş (660.37 kg da⁻¹) ve Eren (639.36 kg da⁻¹) çeşitlerinin kuru madde verimleri diğer genotiplerden daha yüksek olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Bilecik lokasyonundan daha fazla kuru madde verimi elde edilmiştir. Çiçeklenme döneminde Bursa lokasyonunda yağışların ve sıcaklığın fazlalığı verimin düşmesine neden olmuştur. Bilecik lokasyonunda Eren çeşidinde 790.01 kg da⁻¹ ile en yüksek kuru madde verimi belirlenirken 736.98 kg da⁻¹ ile İptaş çeşidi de aynı gruba girmiştir. En düşük kuru madde verimleri Bursa lokasyonundaki genotiplerden elde edilmiştir. Mürdümük ile yapılan çalışmalarda kuru madde verimini; Karadağ ve ark. (2012) 600.7-743.3 kg da⁻¹, Sayar ve ark. (2013) 600.7-743.3 kg da⁻¹ ile Seydoşoğlu ve ark. (2015) 336.1-767.4 kg da⁻¹ olarak belirtmişlerdir.

Ham protein oranı (%): Genotiplerin ortalama ham protein oranları % 15.12-17.72 arasında değişirken en yüksek ham protein oranı Populasyon'da belirlenmiştir. % 19.49 ile Bilecik lokasyonundaki ham protein oranı, Bursa lokasyonundan yüksek olmuştur. Genotip x lokasyon interaksyonunda ham protein oranları %11.90-20.23 arasında değişmiş ve Bilecik lokasyonunda Gürbüz çeşidi ile Populasyon hariç diğer tüm çeşitler en yüksek değerleri vermişlerdir (Çizelge 2). Bitkilerin vejetasyon dönemlerinde; özellikle Ocak, Şubat, Mart ve Mayıs aylarında Bursa lokasyonunda (sırasıyla 67.6, 97.2, 92.2 ve 91.0 mm) Bilecik lokasyonuna (sırasıyla 40.9, 37.6, 66.1 ve 80.8 mm) oranla yağış miktarının yüksek olması Bursa

lokasyonunda protein oranlarının düşmesine neden olmuştur (Çizelge 1). Nitekim Sabancı ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; fazla yağışın mürdümük ham protein oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Aynı şekilde Acar ve ark. (1997) vejetasyon döneminde düşen fazla yağışın ham protein oranını düşürdüğünü açıklamışlardır. Çalışmamızda elde edilen verilere benzer olarak, mürdümükte Larbi ve ark. (2010) % 19.30-21.20, Kosev ve Vasileva (2018) % 10.12-10.96 arasında değişen ham protein oranları belirlemişlerdir.

Ham protein verimi (kg da⁻¹): Eren (112.79 kg da⁻¹) ve İptaş (111.49 kg da⁻¹) genotiplerinden elde edilen ortalama ham protein verimleri en yüksek olmuştur. Bilecik lokasyonundan 134.12 kg da⁻¹ ve Bursa lokasyonundan da 62.88 kg da⁻¹ ham protein verimi elde edilmiştir. Bilecik lokasyonunda Eren çeşidinde en yüksek ham protein verimi belirlenmiştir. Tüm genotipler Bursa lokasyonunda Bilecik'e göre daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 2). Ham protein oranının yanısıra kuru madde veriminin de düşük olması Bursa lokasyonunda ham protein veriminin de düşmesine neden olmuştur. Kökten ve Tansı (2004) yaptıkları çalışmada mürdümük otunda ham protein verimini 123.39 kg da⁻¹ olarak bulurken Sabancı ve ark. (2016) bu değer 18.8-32.2 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmaların yapıldığı ekolojik koşulların ve kullanılan genotiplerin farklılığı sonuçlar arasındaki farklılığın ortaya çıkmasına neden olmuştur.

ADF (Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif) (%): Çizelge 2'de genotiplerin ortalama ADF oranlarının % 29.90-34.78 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük ADF değeri Eren çeşidinden elde edilirken en yüksek ADF değeri de Gürbüz-2001 çeşidinden elde edilmiştir. Bursa lokasyonunda belirlenen ADF oranı Bilecik lokasyonundan daha yüksek olmuştur. Genotip x lokasyon interaksiyonunda görüldüğü gibi Bilecik lokasyonunda Karadağ çeşidi en düşük ADF oranına sahip olurken Bursa lokasyonundaki genotiplerin ADF değerleri yüksek olmuştur. Vejetasyon döneminde lokasyonlar arasında görülen yağış rejimindeki farklılıkların bu sonuçlara sebep olduğu düşünülmektedir. Hücre duvarı bileşenleri olan ve sindirimi azaltan ADF ve NDF seviyelerinin artması, hayvanların tokluk hissetmesine neden olmakta ve hayvanların yem tüketimini azaltmaktadır (Van Soest 1994, Yavuz

2005). Bu nedenle kaliteli yem için ADF ve NDF oranlarının düşük olması istenmektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz ADF oranlarına benzer şekilde, Karadağ ve ark. (2011)'ı da bu değer % 33.9-39.0 arasında değiştiğini açıklamışlardır. Ancak Sabancı ve ark. (2016) ise yaptıkları bir çalışmada ADF oranını % 22.9-25.7 olarak belirlemişlerdir.

NDF (Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif) (%): En düşük ortalama NDF oranı % 37.31 ile İptaş çeşidinde belirlenmiştir. Bilecik lokasyonundan elde edilen NDF değeri Bursa lokasyonundan daha az olmuştur. Genotip x lokasyon interaksiyonunda ise NDF değerleri % 34.07-44.96 arasında değişmiş ve Bilecik lokasyonunda Karadağ, İptaş ve Gap Mavisini aynı gruba girerek en düşük değerleri vermişlerdir (Çizelge 2). NDF değerlerinin yüksek olması yemin az sindirildiğini gösterir. NDF değeri yüksek olan yemlerle beslenen hayvanlar tokluk hisseder ve daha az yem ile beslenirler (Van Soest, 1994; Yavuz, 2005). Elde edilen sonuçlara benzer olarak yaptıkları çalışmada Karadağ ve ark. (2011) mürdümükte NDF oranının % 42.6-51.2 arasında değiştiğini bildirirken Sabancı ve ark. (2016) bu oranı daha düşük olarak açıklamışlardır (% 28.8-31.4).

Tohum ile İlgili Veriler: Bitkideki tohum sayısı üzerine genotipler, bitkideki bakla sayısı üzerine de genotip x lokasyon interaksiyonu % 5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuş, bitkideki tohum sayısı üzerine interaksiyonun etkisi önemsiz olmuştur. Diğer tüm özellikler üzerine ise genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonu istatistiksel anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli olarak tespit edilmiştir.

Tohum/Bitki (adet): Genotiplerde ortalama bitkideki tohum sayısı 59.00-82.90 adet arasında değişmiş ve tohum sayısı en fazla Eren çeşidinde belirlenirken onu aynı gruba giren Karadağ ve İptaş çeşitleri takip etmiştir. Bilecik lokasyonunda elde edilen tohum sayısı Bursa lokasyonundan daha fazla olmuştur (Çizelge 3). Mikic ve ark. (2010) mürdümük ile yaptıkları bir çalışmada bitkideki tohum sayısını ortalama olarak 36.90 adet olarak bulurken Kökten ve Bakoğlu (2011) 31.70 adet olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Farklı lokasyonlardaki mürdümük genotiplerine ait yeşil ot verimi, kuru madde verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF değerleri.

Genotip/ Lokasyon	Bilecik			Bursa			Genotip Ort.		
	Yeşil Ot Verimi (kg da ⁻¹)			Kuru Madde Verimi (kg da ⁻¹)					
Eren	4400.00 a*	3540.20 bc	3970.10 B	790.01 a	488.71 f	639.36 A			
Gap mavisi	3716.67 b	2894.17 e	3305.42 C	682.51 cd	398.50 g	540.51 B			
Gürbüz-2001	3466.67 bc	1711.51 f	2589.09 D	563.00 e	390.93 g	476.97 C			
İptaş	4420.00 a	4090.03 a	4255.02 A	736.98 ab	583.75 e	660.37 A			
Karadağ	3616.67 b	3276.27 cd	3446.47 C	645.34 d	431.11 g	538.23 B			
Populasyon	3733.33 b	3107.51 de	3420.42 C	701.35 bc	426.63 g	563.99 B			
Lokasyon Ort.	3892.22 A	3103.28 B		686.53 A	453.27 B				
LSD (0.05)	L:171.39	G:235.80	LxG:333.47	L:43.71	G:38.39	LxG:54.30			
	Ham Protein Oranı (%)			Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹)					
Eren	20.00 a	13.82 ef	16.91 B	157.99 a	67.59 ef	112.79 A			
Gap mavisi	19.63 ab	14.38 e	17.01 B	133.95 c	57.33 fg	95.64 B			
Gürbüz-2001	18.33 c	11.90 g	15.12 C	103.19 d	46.53 g	74.86 C			
İptaş	19.83 a	13.13 f	16.48 B	146.23 b	76.75 e	111.49 A			
Karadağ	20.23 a	13.59 ef	16.91 B	130.63 c	58.69 f	94.65 B			
Populasyon	18.93 bc	16.50 d	17.72 A	132.71 c	70.37 e	101.54 B			
Lokasyon Ort.	19.49 A	13.89 B		134.12 A	62.88 B				
LSD (0.05)	L:0.41	G:0.58	LxG:0.82	L:7.34	G:8.23	LxG:11.64			
	ADF (%)			NDF (%)					
Eren	29.77 e	30.04 e	29.90 E	36.27 e	40.68 b	38.47 C			
Gap mavisi	27.93 fg	39.55 a	33.74 B	35.03 f	44.57 a	39.80 B			
Gürbüz-2001	29.73 e	39.83 a	34.78 A	37.7 d	44.56 a	41.13 A			
İptaş	28.23 f	34.99 b	31.61 D	34.83 f	39.79 bc	37.31 D			
Karadağ	27.00 g	38.76 a	32.88 C	34.07 f	44.96 a	39.52 B			
Populasyon	31.73 d	33.16 c	32.45 CD	37.17 de	39.42 c	38.29 C			
Lokasyon Ort.	29.07 B	36.06 A		35.84 B	42.33 A				
LSD (0.05)	L:0.80	G:0.85	LxG:1.21	L:0.42	G:0.73	LxG:1.04			

*: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05) (LSD)

Bakla/Bitki (adet): Eren çeşidinde ortalama bitkideki bakla sayısı 36.17 adet ile en fazla olarak belirlenmiştir. Bitkideki bakla sayısı Bilecik lokasyonunda Bursa lokasyonundan fazla olmuştur. Eren çeşidi Bilecik'te 54.67 adet bakla vermişken Bursa lokasyonundaki tüm çeşitlerin bakla sayıları az olmuştur (Çizelge 3). Daha önce

yapılan çalışmalarda, mürdümükte bitkideki bakla sayıları ortalama olarak Milczak ve ark. (2001) tarafından 19.8 adet, Mikic ve ark. (2010) tarafından 15.5 adet ve Kökten ve Bakoğlu (2011) tarafından da 18.1 adet olarak belirtilmiştir.

1000 tane ağırlığı (g): Çizelge 3’de görüldüğü gibi genotiplerin 1000 tane ağırlıkları 140.74-173.68 g arasında değişmiş göstermiştir. İptaş ve Eren çeşitlerinin 1000 tane ağırlıkları en yüksek olup en düşük 1000 tane ağırlığına Gürbüz-2001 çeşidi sahip olmuştur. Bilecik lokasyonunda, bitkilerin 1000 tane ağırlıkları 164.57 g, Bursa lokasyonunda ise 156.41 g olmuştur. 189.40 g ile Populasyon Bursa lokasyonunda, 187.47 g ile İptaş Bilecik lokasyonunda en yüksek değerlere ulaşmışlardır. Genellikle tüm çeşitlerin 1000 tane ağırlıkları Bursa’da daha az olmuştur. Tohum veriminde belirtildiği gibi Bursa’daki ekolojik olaylar 1000 tane ağırlığının düşük olmasına neden olmuştur. Türkiye’de değişik lokasyonlarda, farklı mürdümük genotipleri ile yapılan çalışmalarda tohumların 1000 tane ağırlıkları 72.2-204.5 g arasında değişmiştir (Kökten ve Bakoğlu., 2011; Sayar ve Han 2015; Seydoşoğlu ve ark., 2015; Öten ve ark., 2017).

Tohum verimi (kg da⁻¹): Genotiplerde ortalama tohum verimi 107.97-153.69 kg da⁻¹ arasında olmuş ve en yüksek tohum verimi Eren çeşidinden elde edilmiştir. Lokasyonlardaki tohum verimi incelendiğinde Bilecik’te elde edilen tohum veriminin daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Lokasyonlar arasındaki tohum verimi farkının, özellikle çiçeklenme ve döllenme olduğu Nisan ve Mayıs aylarında, Bilecik lokasyonundaki oransal nemin (sırasıyla %57.0 ve %72.5), Bursa lokasyonundaki oransal nemden (sırasıyla %70.8 ve % 76.5) düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 1). Sağsöz (1990); tohum üretiminde bitkilerin çiçeklenme ve tozlanma döneminde düşük oransal nem istediğini ve bitkilerin bu koşullarda daha kolay tozlanma gerçekleştirdiklerini açıklamıştır. Ayrıca Karadağ ve Yavuz (2010)’a göre; mürdümükte tohum verimindeki düşüklüğün başlıca nedeni; özellikle çiçeklenme dönemindeki kuraklıktır. Bu kuraklık, döllemeden sonra çiçeklerde ve baklalarda dökülmeye sebep olmaktadır. Bilhassa baklagil yem bitkilerinde, çiçeklenme döneminden tohum oluşumuna kadar geçen süredeki su ihtiyacı çok önemlidir (Barnes ve ark., 2003). Nitekim yaptığımız çalışmada; Bursa lokasyonunda bitkilerin çiçeklenme döneminde

(Nisan ayı) yağışın az olması (15.4 mm) nedeniyle tohum verimi daha düşük olmuştur. Ayrıca çiçeklenmenin devam ettiği Mayıs ayındaki fazla yağış (91.0 mm) ve yüksek sıcaklık (19.9 °C) da bu düşüşü devam ettirmiştir (Çizelge 1). Genotip x lokasyon genotipi incelendiğinde en yüksek tohum verimi Eren çeşidinde Bilecik lokasyonunda belirlenmiştir. En düşük tohum verimi de Gürbüz-2001 çeşidinde Bursa lokasyonunda elde edilmiştir (Çizelge 3). Yaptıkları çalışmada Bayram ve ark. (2004) mürdümükte tohum verimini 67.3-202.9 kg da⁻¹ olarak bulurken Seydoşoğlu ve ark. (2015) bu değer 181.0-269.8 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Öten ve ark. (2017)’nin açıkladığına göre mürdümükte ortalama tohum verimi 355.0 kg da⁻¹ olmuştur.

Ham protein oranı (%):Populasyon’un ortalama ham protein oranı % 5.26 ile en yüksek olmuş, bunu aynı gruba giren İptaş (% 24.80) ve Gürbüz-2001 (% 24.27) çeşitleri takip etmiştir. Eren ve Gap Mavisinin ise ham protein oranları en düşük olmuştur. Bilecik lokasyonunda ham protein oranı % 24.94, Bursa lokasyonunda % 23.06 olarak belirlenmiştir. Bilecik lokasyonunda Populasyon’dan elde edilen ham protein oranı en yüksek değere ulaşmış ve Bursa lokasyonunda tüm genotiplerden elde edilen ham protein oranı da en az olmuştur (Çizelge 3). Yaptıkları çalışmalarda; mürdümükteki ham protein oranını Urga ve ark. (2005) % 29.64, Kosev ve Vasileva (2018) % 25.27 olarak belirlemişlerdir.

Ham protein verimi (kg da⁻¹): Eren çeşidinin ortalama ham protein veriminin en yüksek olduğu ve bunu aynı gruba giren Karadağ çeşidinin takip ettiği Çizelge 3’de görülmektedir. Bilecik’te elde edilen ham protein verimi 38.71 kg da⁻¹ iken Bursa’da 23.39 kg da⁻¹ olmuştur. Genotip x lokasyon interaksyonuna bakıldığında Bilecik’te İptaş ve Eren çeşitleri ham protein verimi açısından en yüksek değerlere ulaşmış, bu çeşitleri yine Bilecik’te aynı gruba giren Gürbüz-2001 çeşidi takip etmiştir. Ham protein verim değerleri Bursa’da tüm genotiplerde düşük olmuştur.

Çizelge 3. Farklı lokasyonlardaki mürdümük genotiplerine ait tohum/bitki, bakla/bitki, tohum verimi, 1000 tane ağırlığı, ham protein oranı ve ham protein verimi değerleri.

Genotip/ Lokasyon	Bilecik			Bursa			Genotip Ort.		
	Tohum/Bitki (adet)			Bakla/Bitki (adet)					
Eren	112.67	53.13	82.90 A	54.67 a*	17.67 de	36.17 A			
Gap mavisı	77.00	48.80	62.90 BC	28.66 cd	14.60 e	21.63 BC			
Gürbüz-2001	94.67	23.33	59.00 C	19.23 de	8.87 e	14.05 C			
İptaş	110.00	40.40	75.20 AB	35.33 bc	12.47 e	23.90 B			
Karadağ	107.67	45.80	76.73 AB	42.53 b	14.00 e	28.27 AB			
Populasyon	87.33	38.27	62.80 BC	31.20 bc	12.73 e	21.97 BC			
Lokasyon Ort.	98.22 A	41.62 B		35.27 A	13.39 B				
LSD (0.05)	L:22.39	G:15.60	LxG:-	L:7.61	G:8.13	LxG:11.50			

	1000 Tane Ağırlığı (g)			Tohum Verimi (kg da ⁻¹)		
	Eren	177.40 b	169.96 c	173.68 A	186.33 a	121.05 cd
Gap Mavisı	159.40 d	144.64 f	152.01 D	126.00 c	115.16 d	120.58 D
Gürbüz-2001	141.40 e-g	140.08 fg	140.74 E	163.67 b	52.28 f	107.97 E
İptaş	187.47 a	156.79 d	172.13 A	165.33 b	95.61 e	130.47 C
Karadağ	175.40 b	137.61 g	156.51 C	166.67 b	111.86 d	139.26 B
Populasyon	146.33 e	189.40 a	167.87 B	126.03 c	112.98 d	119.51 D
Lokasyon Ort.	164.57 A	156.41 B		155.67 A	101.49 B	
LSD (0.05)	L:2.44	G:3.77	LxG:5.33	L:4.49	G:6.79	LxG:9.61

	Ham Protein Oranı (%)			Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹)		
	Eren	23.23 d	22.76 d	22.99 C	43.30 a	27.53 d
Gap Mavisı	22.68 d	23.09 d	22.89 C	28.62 d	26.61 d	27.62 D
Gürbüz-2001	25.26 bc	23.28 d	24.27 AB	41.35 ab	12.18 f	26.76 D
İptaş	26.73 ab	22.87 d	24.80 AB	44.17 a	21.86 e	33.01 B
Karadağ	23.69 d	23.91 cd	23.80 BC	39.48 b	26.75 d	33.12 AB
Populasyon	28.05 a	22.47 d	25.26 A	35.36 c	25.41 d	30.39 C
Lokasyon Ort.	24.94 A	23.06 B		38.71 A	23.39 B	
LSD (0.05)	L:0.60	G:1.09	LxG:1.55	L:1.53	G:2.38	LxG:3.64

*: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05) (LSD)

Sonuç ve Öneriler

Farklı iki lokasyonda yapılan bu çalışmada; ot verimi ve kalitesi açısından değerlendirme yapılacak olursa her iki lokasyonda da Eren ve İptaş çeşitlerinin öne çıktığı, ayrıca Bursa lokasyonunda köy populasyonunun da ümitvar olduğu görülmüştür. Tohum verimi ve kalitesi değerlerine bakıldığında da yine her iki lokasyonda Eren çeşidinin en iyi sonuçları verdiği ve Bilecik lokasyonunda İptaş ile Gürbüz-2001, Bursa lokasyonunda da Gap Mavisı ve Karadağ çeşitleri ile köy populasyonunun kaliteli bir ürün elde edilmek istenildiğinde düşünülmesi

gereken genotipler olduğu görülmüştür. Ayrıca ileride yapılacak ıslah çalışmalarında; özellikle yüksek verimli tohum elde etmek için köy populasyonunun mutlak suretle faydalanılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

Acar, Z., Ayan, I. ve Genç, N. 1997. Samsun koşullarında yüzlek eğimli arazilerde yetiştirilen Mürdümük hat ve populasyonlarının ot verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, Samsun, s. 441-445.

- Anonim 2018. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Bilecik ve Bursa İl Md. Kayıtları.
- Arevalo, L.S., Oosterhuis, D.M., Coker, D. ve Brown, R.S. 2008. Physiological response of cotton to high night temperature. *Physiological Response of Cotton to High Temperatures* 2:63-68.
- Arslan, M. 2016. Türkiye’de yem bitkileri üretiminde yaygın mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) önemi ve mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(1): 17–23.
- Barnes R.F., Nelson, J.C., Collins, M. ve Moore, K.J. 2003. Forages, an introduction to grassland agriculture (6. Ed.), Iowa State Press, Blackwell Publishing Company Ames, Iowa, USA.
- Başaran, U., Mut.,H., Aşci, Önal, Ö., Acar, Z. ve Ayan, İ. 2011. Variability in forage quality of Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. *Turkish Journal of Field Crops*, 16 (1): 9-14.
- Bayram, G., Türk, M., Budaklı, E. ve Çelik, N. 2004. Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının verim ve adaptasyonu üzerinde bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 73-84.
- Karadağ, Y. ve Yavuz, M. 2010. Seed yields and biochemical compounds of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) lines grown in semi-arid regions of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9(49): 8343-8348.
- Karadağ, Y., Yavuz, M., Karaalp, M., Akbay, S. ve Kır, H. 2011. Bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının Tokat-Kazova ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 1X. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, s. 1625-1630.
- Karadağ, Y., Özkurt, M., Akbay, S. ve Kır, H. 2012. Tokat-Kazova ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 11-13.
- Kosev, V. ve Vasileva, V. 2018. Biochemical assessment of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) varieties. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 6(1):23-27.
- Kökten, K. ve Tansı, V. 2004 Çukurova koşullarında mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ile değişik tahıl türleri karışım oranlarının verim ve kaliteye etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (4): 69-76.
- Kökten, K., ve Bakoğlu, A. 2011. Elazığ koşullarında mürdümük (*Lathyrus sativus* L.)’te farklı sıra arasının tohum verimi ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 37-42.
- Larbi, A., El-Moneim, A., Nakkoul, H., Jammal, B. ve Hassan, S. 2010. Intra-species variations in yield and quality in lathyrus species: 1. grasspea (*L. sativus* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 161: 9-18.
- Loka, D., ve Oosterhuis, D.M. 2010. Effects of high night temperature on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. *Environmental and Experimental Botany*, 68:258-263.
- Mihailovic, V. Mikic, A. Cupina, B. Krstic, D. Antanasovic, S. ve Radojevic, V. 2013. Forage yields and forage yield compositions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Legume Research*, 36(1): 67-69.
- Mikic, A., Mihailovic, V., C’upina, B. Krstic, D., Vasiljević, S. ve Milić, D. 2010. Forage and seed yield components in four french landraces of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding*. (ed.) Huyghe C., 127-130.
- Milczak, M., Pedinski, M., Mnicfiowska, H., Szwed-Urbas, K. ve Rybinski, W. 2001. Creative breeding of Graaspea (*Lathyrus sativus* L.) in Poland. *Lathyrus lathyrism Newsletter*, 2, 85-88.
- Öten, M., Kiremitci, S. ve Erdurmuş, C. 2017. Mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.) tane ve kuru ot verimi ile ilişkili özelliklerin korelasyon ve path analizi ile saptanması. *Derim*, 34 (1):72-78.
- Rosa, M.J.S., Ferreira, F.B. ve Teixeira, A.R. 2000. Storage proteins from *Lathyrus sativus* seeds. *Journal of Field Crops*, 48: 4432-5439.
- Sabancı, C.O., Kır, H., Yavuz, T., Karayel, A. İ. ve Başköy, S. 2016. Farklı sıra arası uygulamalarının mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ot verimi ve kalitesine

- etkisi. *Anadolu, Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 26(2): 1–13.
- Sağsöz, S. 1990. *Tohumluk Bilimi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:677. Ziraat Fakültesi Yayınları No:302. Ders Kitapları Serisi No: 54, Erzurum.
- Sayar, M.S., Han, Y., Seydoşoğlu, M. ve Başbağ, M. 2013. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının ot verimi, ot verimini etkileyen özellikler ile özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13 Eylül , III. Cilt, s. 56-64.
- Sayar, M.S. ve 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.
- Seydoşoğlu, S., Saruhan, V., Kökten, K. ve Karadağ, Y. 2015. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3):98-109.
- TÜİK 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim Verileri. (<https://biruni.tuik.gov.tr>)
- Turan, Z.M. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa, 302 s.
- Urga, K., Fufa, H., Biratu, E. ve Husain, A. 2005. Evaluation *Lathyrus sativus* cultivated in Ethiopia for proximate composition, minerals , â-odap and anti-nutritional components. *African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development*, 5(1):1-15.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2. ed.). Cornell University Press, Ithaca, N.Y., 528 p.
- VazPatto, M.C., Skiba, B., Pang, E.C.K., Ochatt, S.J., Lambein, F. ve Rubiales, D. 2006. *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. *Euphytica, International Journal of Plant Breeding*, 147: 133–147.
- Yavuz, M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1): 97-101.

İğdir Koşullarında Mera Tesisinde Kullanılabilecek Bazı Buğdaygil-Baklagil Tür ve Karışımların Kalite Performansları[&]

Seda AKBAY TOHUMCU* Süleyman TEMEL
İğdir Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir
*: Sorumlu yazar: seda.akbay@igdir.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.12.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.06.2020 Kabul Tarihi: 09.06.2020

Öz

Bu çalışma hayvancılığın büyük öneme sahip olduğu ve daha önceden mera karışımı ile ilgili herhangi bir çalışmanın yapılmadığı İğdir ili taban alanlarda kurulabilecek yapay mera tesisi için uygun yem bitkisi tür ve karışımlarının ot kalitesi açısından performanslarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2014 yılında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve 3 yıl süre ile yürütülmüştür. Araştırmada yonca (Y), gazal boynuzu (GB), kamışsı yumak (KY) ve kılçıksız brom (KB)'un yalın ekim, ikili ve üçlü karışımları incelemeye alınmıştır. Çalışmada incelenen ham protein (HP), ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif), NDF (nötral deterjanda çözünmeyen lif), sindirilebilir kuru madde (SKM), nispi yem değeri (NYD) ve ham protein verimi (HPV) yıllar ve karışım konuları arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonucunda yalın ekilen baklagiller buğdaygillerden, ikili karışımlar üçlü karışımlardan genellikle daha yüksek HP, SKM ve NYD'ne ve daha düşük ADF, NDF ve HPV'ne sahip olmuştur. Yine yoncanın buğdaygillerle oluşturduğu ikili karışımlar GB ile oluşturulan ikili karışımlara göre genellikle daha yüksek HP, HPV ve ADF içeriğine ve daha düşük NDF ve SKM'ye sahip olmuştur. Oysa NYD açısından ikili karışımlar (KB+GB hariç) aynı istatistiki grupta yer almıştır. Sonuç olarak; incelenen parametreler açısından bölge için en uygun ikili karışımların yonca bitkisinin yer aldığı karışımlar olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Besin içerikleri, ikili ve üçlü karışımlar, Suni mera tesisi

Determination of Some Quality Performances Forage Grass-Legume Species and Mixtures for Pasture Establishment Under Conditions of Iğdir

Abstract

This study was carried out to determine the quality performances of the suitable forage species and mixtures for the pasture establishment under lowland conditions of Iğdir, where there are no studies related to the pasture system, where is of great importance for the animal husbandry, during three periods. Research was established as randomized block design with three replications in 2014. In study, pure sowing and binary and ternary mixtures of alfalfa (A), birdsfoot trefoil (BT), tall fescue (TF) and smooth brome (SB) were investigated. The study showed significant differences between years and mixtures of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), digestible dry matter (DDM) and relative feed value (RFV). In the research result, the pure-sown forage legumes and binary mixtures had higher CP, DDM and RFV than forage grasses and ternary mixtures, but lower ADF, NDF and CPY. Also, the binary mixtures of alfalfa with forage grasses generally had higher CP, CPY and ADF content and lower NDF and DDM than binary mixtures made with BT. With regards to RFV, however, the binary mixtures (except SB + BT) were included the same statistical group. Consequently; the most suitable binary mixtures for the region were found to be mixtures containing alfalfa plant in terms of examined parameters.

Keywords: Nutrient content, Binary and ternary mixtures, Artificial pasture establishment

Giriş

Ülkemizde hayvancılığının en büyük sorunlarından birisi kaliteli kaba yem açığıdır. Bu sebepten hayvanlarımız yeterli beslenememekte ve elde edilen hayvansal ürünlerin miktarı ve kalitesi düşük olmaktadır. Bilim insanları ve üreticilerimiz gereksinim duyulan mevcut yem açığının kapatılabilmesi amacıyla farklı arayışlar içerisine girmişler ve ihtiyaç duyulan kaliteli kaba yemin arttırılması için öncelikli olarak meraların ıslah edilmesi ve bölgeye uygun yem bitkisi türlerin yetiştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (Yolcu ve Tan, 2008; Yavuz ve Karadağ, 2016). İğdir ili çayır-mera alanlarının fazla oluşu hayvancılık için büyük bir potansiyel olarak gözükmektedir. Fakat ekstrem iklim koşulları ile toprak yapısındaki bozukluk gibi sebepler ve çayır-meraların bilinçsiz kullanımı sonucunda bu alanlar verimliliklerini büyük ölçüde kaybetmiştir. Bu nedenle ilde yem bitkileri tarımının arttırılması gerekmektedir (Temel ve Şahin, 2010).

Doğal mera alanlarının ıslahının ekonomik olmaması ve uzun bir süreyi kapsaması nedeniyle uygulanabilirliği düşüktür. Bu sebepten eksik kaliteli kaba yem gereksiniminin karşılanmasında bölgenin iklim şartlarına uygun yem bitkisi tür ve çeşitleri ile yapay çayır ve mera tesislerinin oluşturulması daha mantıklı bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca suni mera tesisi amacı ile kullanılan çok yıllık baklagil-buğdaygil yem bitkisi karışımları verim ve kalite açısından yalın ekimlerden daha üstün bir yem materyali üretebilmektedir (Koç ve ark., 2004; Seydoşoğlu ve Bengisu, 2019). Çünkü suni meraların botanik kompozisyonlarını oluşturan baklagil-buğdaygil yem bitkileri birbirlerini tamamlayıcı özellik göstermektedir. Buğdaygiller karbonhidrat yönünden, baklagiller ise protein bakımından zengin olup, daha dengeli bir beslenme materyali meydana getirmektedirler (Çınar ve ark., 2012).

Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan İğdir ilinde halkın büyük bir kısmı geçimini bitkisel ve özellikle de hayvansal üretim yaparak sağlamaktadır. Ancak Türkiye'deki diğer bölgelerimizde olduğu gibi İğdir ilinde de mevcut hayvanlar yeteri kadar beslenememekte ve sonuçta arzulan hayvansal üretim artışları sağlanamamaktadır. Bu artışı sağlayabilmenin tek yolu kaliteli kaba yem üretimini arttırmaktır. Bu da tarla ziraati

içerisinde yem bitkileri yetiştiriciliğini arttırmak ya da yapay çayır-mera tesisleri ile mümkün olacaktır. Ancak oluşturulacak olan suni çayır-mera tesislerinden yüksek kaliteli ot elde edebilmek için öncelikli olarak bölgeye uygun tür ve karışımların saptanması gerekir. Bu amaç ile ülkemizde farklı araştırmacılar buldukları bölgeye uygun karışımların belirlenmesi amacıyla pek çok çalışma yürütmüş ve önemli sonuçlar almışlardır (Albayrak, 2003; Özasan Parlak ve Ekiz, 2006; Şahinoğlu ve Uzun, 2016; Yavuz ve Karadağ, 2016; Temel ve Akbay Tohumcu, 2019). Kurak iklim özelliğine sahip İğdir coğrafyasında karışımların besin kompozisyonunu ortaya koyan yürütülmüş herhangi bir bilimsel çalışma bulunmamaktadır (Anonim, 2020).

Bu çalışma ile farklı serin mevsim buğdaygiller ile baklagil türlerinin yer aldığı saf, ikili ve üçlü karışım kombinasyonları oluşturularak kalite açısından performansları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2014-2016 yıllarında, İğdir ili Melekli Beldesi sınırları içerisinde yer alan İğdir Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (İÜTUAM)'ne ait deneme sahasında (390 48'06.69" K, 440 34'58.30" D) yürütülmüştür. Araştırma alanı olarak seçilen bölge taban arazi özelliğinde ve 876 m rakıma sahiptir. İğdir ilinin yıllık yağış miktarının düşük ve buharlaşmanın fazla olması sebebiyle İğdir ili ülkemizin en kurak iklim bölgesi içerisinde yer almaktadır (Temel ve Şimşek, 2011).

Araştırma sahasının uzun yıllar (UY) ve çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait sıcaklık, yağış miktarı ve nispi nem değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur (Anonim, 2016). Buna göre 2014, 2015 ve 2016 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri (sırasıyla 13.9 °C, 14.8 °C, 12.8 °C), UY ortalama sıcaklık değerinin (12.6 °C) üzerindedir. Düşen toplam yağış miktarı 2015 yılında (302.4 mm) uzun yıllar ortalamasından (UYO) (264.8 mm) daha fazla iken, 2014 (237.6 mm) ve 2016 (207.5 mm) yıllarında, UYO'nun (264.8 mm) altında kalmıştır. Nispi nem değerinin ise; araştırmanın yürütüldüğü yıllarda (2014; % 54.6, 2015; %53.2 ve 2016; %57.3) UYO'nun (%51.6) üzerinde olduğu görülmüştür. Bu verilere göre araştırmanın yürütüldüğü yıllar, UYO göre daha kurak geçmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü İğdir ilinin 2014, 2015, 2016 ve uzun yıllar ortalaması (UYO)'na (1990-2013) ait iklim değerleri**

Aylar	Sıcaklık (°C)				Yağış Miktarı (mm)				Nispi Nem (%)			
	Temperature (°C)				Rainfall (mm)				Relative Humidity (%)			
	2014	2015	2016	UYO*	2014	2015	2016	UYO	2014	2015	2016	UYO
Ocak	-4.5	1.2	-1.3	-3.1	15.3	2.2	24.7	13.5	78.0	63.3	68.2	64.0
Şubat	2.1	4.3	4.6	0.3	3.6	4.4	6.2	15.4	55.2	59.5	63.7	57.1
Mart	10.1	8.5	9.2	7.2	17.2	52	10	20.6	46.8	50.8	48.7	46.1
Nisan	15.7	13.8	14.5	13.5	30.5	44.1	20.1	44.8	46.6	47.7	48.4	47.1
Mayıs	19.6	18.3	18.5	17.9	49.9	41.5	23.5	50.7	52.3	52.9	55.3	48.4
Haziran	23.5	25.1	22.6	22.9	34.6	27.8	25.7	31.7	42.3	40	51.1	42.3
Temmuz	27.7	28.7	26	26.4	7.7	0.3	22	15.4	38.2	33.6	47.9	40.0
Ağustos	28.1	27.2	27.2	26.4	5.0	14.3	4.1	9.6	36	40.7	45.3	40.7
Eylül	22.4	22.6	20.4	20.6	15.2	1.4	5.9	12.7	42.6	43.6	49.9	46.7
Ekim	13.6	16.6	12.5	13.7	27.1	96.2	12.9	21.8	66.1	71.3	69	58.9
Kasım	5.4	9.2	3.7	5.7	20.5	4.5	17.3	16.6	72.8	66	70.5	61.5
Aralık	3.3	1.5	-3.8	-0.7	11.0	13.7	35.1	11.9	77.8	68.8	69.8	66.5
Ort./Top.	13.9	14.8	12.8	12.6	237.6	302.4	207.5	264.8	54.6	53.2	57.3	51.6

**Anonim, 2016; *Uzun yıllar ortalaması

Araştırmanın yürütüldüğü İğdir ili topraklarının bir kısmında bilinçsiz tarım uygulamaları ve ilin topoğrafik yapısı ve iklim özelliğinden dolayı tuzluluk problemi yaşanmaktadır. Dolayısı ile bu alanlar zaman içerisinde verimliliğini kaybetmiştir (Temel ve Şimşek, 2011). İÜTUAM topraklarında da verimliliğini kaybetmiş alanlar mevcuttur. Fakat deneme alanının belirlenmesinde aşırı tuzlu toprakların seçilmemesine özen gösterilmiştir. Ekimden önce deneme alanını temsil edecek şekilde 30 cm derinliğindeki farklı alanlardan toprak örnekleri alınmış ve analizler bu örneklerle gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deneme alanı topraklarının; tekstür sınıfının killi-tın, hafif tuzlu (3 mmhos cm⁻¹) hafif alkalin özellikte (pH:8.0), düşük organik madde içeriğine sahip (%1.6), orta kireçli (%6.53), elverişli fosfor içeriği yeterli (8.0 kg P₂O₅) ve potasyum içeriğinin zengin olduğu (343 kg K₂O) görülmüştür (Kacar, 1986).

Deneme 2014 yılında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve üç yıl süre ile yürütülmüştür. İlk yıl tesis yılı olarak değerlendirilmiş olup, herhangi bir veri alınmamıştır. Denemedeki her bir parsel 5 m uzunluğunda 6 sıradan oluşmuş olup, sıra aralıkları 25 cm olarak belirlenmiştir.

Araştırmada yonca (*Medicago sativa* L.), gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.), kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* Leyss.) bitki materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan türler yalın, 2'li ve 3'lü karışım

halinde ekilmiş, tür ve karışımların ekim oranları Çizelge 2'de sunulmuştur. Buna göre çalışma kapsamında 4'ü yalın, 4'ü ikili (%30 baklagil, %70 buğdaygil) ve 2'si üçlü (%30 baklagil ve %35'er buğdaygiller) karışım olmak üzere toplam 10 konu incelenmiştir.

Ekimler Nisan ayının ilk haftasında toprağın tavadı olduğu dönemde yapılmıştır. Yalın ekim ve karışımların tohumluk miktarları; çimlendirme testi yapılarak ve tohumluk safiyetleri göz önünde bulundurularak yoncanın 2.0 kg/da, gazal boynuzunun 1 kg/da, kamışsı yumakın 2.0 kg/da (Açıkgöz, 2001) saf tohum miktarı esas alınarak hesaplanmıştır. Karışımlar % 70 buğdaygil + % 30 baklagil tohum oranları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Dekara atılacak olan tohumluk miktarı, türlerin yalın ekimdeki tohum miktarlarının karışımında yer alan oranlarla çarpılması sonucunda belirlenmiştir. Üçlü karışımlarda ise iki buğdaygilin karışımdaki oranı eşit olacak şekilde (%35+%35) ayarlanmıştır. Daha sonra dekara belirlenen tohumluk miktarlarından yola çıkılarak, deneme parsellerine (7.5 m²) düşecek olan tohumluklar hesaplanmıştır. Sonra da her sıra için (toplam 6 sıra) ayrı ayrı tartılan tohumların ekimi markörle açılan çizilere yapılmıştır. Araştırmada gübre olarak amonyum sülfat (%21 N), fosfor kaynağı olarak da triple süperfosfat (%39-42 P₂O₅) kullanılmıştır. Yapılan toprak analizlerine göre; ilk yıl saf baklagillere 4 kg da⁻¹ N ve 8 kg da⁻¹ P₂O₅, yalın ekilen buğdaygillere ise 15 kg da⁻¹ N ve 5 kg da⁻¹ P₂O₅ sağlayacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Bakım

yıllarında saf ekilen baklagillere azotlu gübre verilmemiş, sonbahar döneminde 8 kg fosfor verilmiştir. Araştırmancın 2. ve 3. yıllarında yalın olarak yetiştirilen buğdaygillere 10 kg da⁻¹ N uygulaması yapılmıştır (Tan, 2018). Baklagil buğdaygil karışımlarına ise her yıl 8 kg da⁻¹ P₂O₅ (sonbahar döneminde), 5 kg da⁻¹ N (yarısı ilkbaharda kalan kısmı ise ilk biçimden sonra)

verilmiştir (Açıkgöz, 2001). Deneme alanında yer alan bitkiler ihtiyaç duyulan dönemde yağmurlama sulama sistemi kullanılarak sulanmıştır. Deneme alanında yabancı ot kontrolü sıra üzerinde elle çapalama, parsel ve blok aralarında ise çapa makinesi ile yapılmıştır. Ayrıca denemenin ilk yılında yabancı ot baskısından dolayı parseller sık sık biçilmiştir.

Çizelge 2. Yalın ekim ve karışımların ekim oranları

Yalın ekim ve karışımlar	Ekim oranları
Yonca	%100
Gazal Boynuzu	%100
Kamışsı Yumak	%100
Kılçksız Brom	%100
Kamışsı Yumak + Yonca	%70+%30
Kamışsı Yumak + Gazal Boynuzu	%70+%30
Kılçksız Brom + Yonca	%70+%30
Kılçksız Brom + Gazal Boynuzu	%70+%30
Kamışsı Yumak + Kılçksız Brom +Yonca	%35+%35+%30
Kamışsı Yumak + Kılçksız Brom + Gazal Boynuzu	%35+%35+%30

Hasat işlemleri; yalın ekimlerde çiçeklenme başlangıcında, karışımlarda ise baklagillerin biçim zamanı olan % 10 çiçeklenme dönemi esas alınarak yapılmıştır. Araştırmancın ilk yılında yabancı ot yoğunluğundan dolayı örnek alımları yapılamamış, ikinci ve üçüncü yıllarda ise 3 kez biçim yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler, oda şartlarında kurutulmuş sonrasında 60 °C'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnekler ot değirmeninde öğütülerek (1 mm çapında olacak şekilde), kimyasal analizler için hazır hale getirilmiştir. Buradaki amaç, yıllara göre yemlerin besin içeriklerini belirlemek olduğundan yıl içerisinde yapılan biçimlerden elde edilen verimler, ağırlık ortalamasına göre oranlanarak analiz için örnek miktarları belirlenmiştir.

Araştırmadaki yalın ekilen tür ve karışımların azot (N) içeriği Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Bulunan N değerleri 6.25 katsayısıyla çarpılmak suretiyle ham protein oranları (HPO) saptanmıştır (Kacar, 1972). Araştırmada incelenen tür ve karışımların HPO hesaplandıktan sonra kuru ot verimleriyle çarpılmış, ham protein verimi (HPV) belirlenmiştir. Nötr çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) oranları Van Soest ve ark. (1991) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. ADF oranı ile sindirilebilir kuru madde oranı (SKM) hesaplanmıştır. Kuru madde sindirilebilirlik değerleri sindirilebilir enerji

miktarını tahmin etmek için belirlenmektedir. Bu amaçla; Oddy ve ark. (1983) tarafından formülize edilen eşitlikle bitkilerin %SKM oranları bulunmuştur (Sindirilebilir Kuru Madde (SKM) =88.9-(0.779 x %ADF)). Nispi yem değerleri ise, ADF ve NDF sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır (Sheaffer ve ark.,1995).

Veriler, iki yıl tekrarlanan tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ham Protein Oranı

İğdır ekolojik koşullarında yapay mera tesisinde yer alabilecek çok yıllık serin iklim buğdaygil-baklagil karışımlarının denendiği bu çalışmada, saf ve karışım ekimlerde elde edilen ham protein sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucu HPO bakımından yıllar arasında önemli bir farklılık bulunmazken, konular ve yıl x konu interaksyonu arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Konular içerisinde en yüksek HPO gazal boynuzu (%15.84) ve yonca türünde (%15.22) belirlenmiş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük HPO ise yalın ekilen kamışsı yumak bitkisinde ölçülmüştür. Protein açısından buğdaygil ve baklagil türleri arasında farklılıkların oluşması beklenen bir sonuçtur. Çünkü baklagiller buğdaygillerden daha fazla

protein içeriğine sahiptirler (Linn ve Martin, 1999). Karışımların ham protein oranlarına bakıldığında ise ikili karışımlar içerisinde yoncanın bulunduğu karışımların ham protein oranlarının gazal boynuzunun bulunduğu ikili karışımlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Üçlü karışımlarda ise yine yoncanın yer aldığı karışımlar, gazal boynuzunun yer aldığı üçlü karışımlardan daha yüksek HPO'ya sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Bunun sebebinin yoncanın birim alanda elde edilen verime katkısının (payının) gazal boynuzundan daha

yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Temel ve Akbay Tohumcu, 2019). İki yıllık ortalama sonuçlara göre mevcut çalışmada türlerin yalın ekim ve karışımlarının ham protein oranları, Türkiye'nin farklı ekolojilerinde yapılan çalışmalardan daha düşük bulunmuştur (Kaplan ve ark., 2009; Kır, 2010; Kökten ve ark., 2011). Bu farklılığın nedeninin ekolojik koşulların yanı sıra kültürel uygulamaların ve araştırmada kullanılan çeşitlerin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

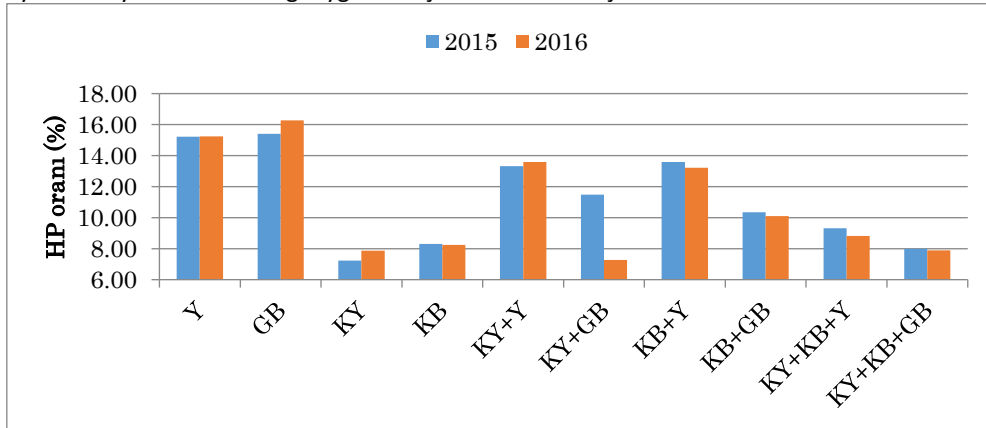
Çizelge 3. Yalın ekim ve karışımların ham protein oranları ve ham protein verimleri

Konular	Ham Protein Oranı (%)			Konular	Ham Protein Verimi (kg/da)		
	2015	2016	Ortalama		2015	2016	Ortalama
Y	15.21	15.24	15.22 a**	Y	213.38	115.25	164.31 a
GB	15.40	16.28	15.84 a	GB	113.90	88.80	101.35 c
KY	7.23	7.88	7.56 e	KY	41.35	32.87	37.11 f
KB	8.31	8.24	8.27 de	KB	35.76	29.97	32.86 f
KY+Y	13.32	13.59	13.45 b	KY+Y	141.46	90.35	115.91 b
KY+GB	11.48	7.28	9.60 c	KY+GB	74.54	32.20	53.37 e
KB+Y	13.58	13.22	13.40 b	KB+Y	69.75	42.84	56.3 e
KB+GB	10.35	10.10	10.23 c	KB+GB	32.69	24.14	28.42 f
KY+KB+Y	9.31	8.82	9.06 cd	KY+KB+Y	86.08	62.90	74.49 d
KY+KB+GB	8.00	7.89	7.95 de	KY+KB+GB	68.42	45.87	57.14 e
Ortalama	11.22	10.90	11.04	Ortalama	87.73 A	56.52 B	72.13
F değerleri ve önemlilik	Y:1.446 ^{ö.d.} , K: 55.146**, Y x K: 2.313*			F değerleri ve önemlilik	Y: 168.230**, K: 128.778**, Y x K: 13.179**		

** Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark vardır. * Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 düzeyinde fark vardır. Y: Yıl, K: Konular

Yıl x konu interaksyonu açısından incelendiğinde, en yüksek ham protein oranları 2015 ve 2016 yılında hasat edilen yonca ve gazal boynuzu bitkisinde, en düşük değerler ise her iki yılda da yalın ekilen buğdaygıl ve üçlü

karışımlar ile 2016 yılında hasat edilen KY+GB karışımlarında belirlenmiştir (Şekil 1). Türlerin karışım ve yıllara göre farklı tepki vermesi konu x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.



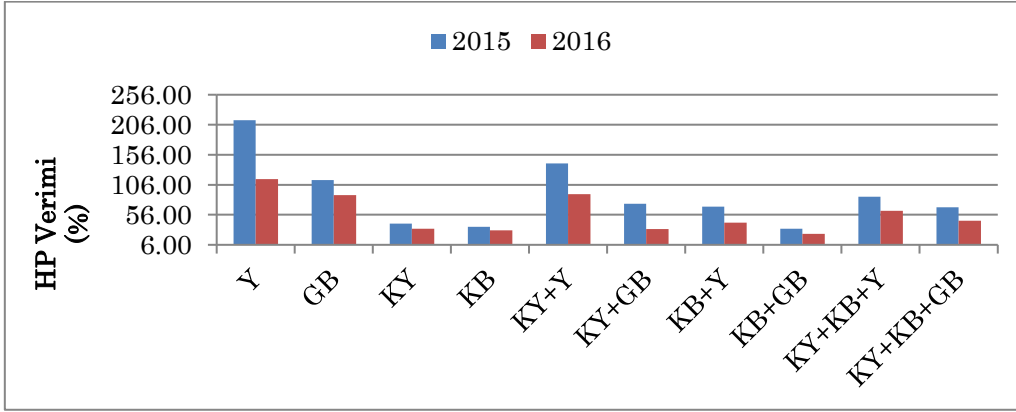
Şekil 1. Ham protein oranı üzerine yıl x konu interaksyonunun etkisi

Ham protein verimi

Yalın ekim ve karışımların ortalama ham protein verimleri Çizelge 3'te verilmiştir. İstatistik analiz sonucu ham protein verimi bakımından konular arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.01$). Konular içerisinde en yüksek ham protein verimi yalın ekilen yoncadan, en düşük ham protein verimleri ise 28.42, 32.86 ve 37.11 kg/da değerleri ile sırası ile KB+GB ikili karışımı, kılçıksız brom ve kamışsı yumağın yalın ekimlerinden elde edilmiştir. Bilindiği üzere ham protein verimi, ham protein oranı ile kuru ot verimin çarpılması sonucunda elde edilen bir değerdir. Mevcut çalışmamızda da KY, KB ve KB+GB karışımların ham protein içeriklerinin yoncadan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Temel ve Akbay Tohumcu (2019)

yürüttükleri bir çalışmada karışıma giren bitkiler içerisinde en yüksek kuru ot veriminin yalın ekilen yoncadan, en düşük değerlerin de KY, KB ve KB+GB karışımından elde edildiğini ortaya koymuşlardır. Bu bulgular bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Ham protein verimi bakımından yıllar arasında da önemli farklılıklar gözlenmiştir. 2015 yılında yalın ekim ve karışımların ham protein verimleri ortalaması 87.73 kg/da iken 2016 yılında 56.52 kg/da'a düştüğü belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılığın sebebinin iki yıl arasındaki iklim koşullarının farklılığından kaynaklandığı söylenebilir (Çizelge 1). Yalın ekim ve karışımların ham protein verimleri konu x yıl etkileşimi açısından %1 seviyesinde farklılık göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ham protein verimi üzerine yıl x konu interaksiyonun etkisi

NDF Oranları

Saf ekim ve karışımların NDF oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda NDF oranları bakımından konular arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.01$). Konular içerisinde en düşük NDF oranı % 38.85 ile gazal boynuzunun yalın ekiminden elde edilmiştir. En yüksek NDF oranları istatistiksel olarak aynı grupta yer alan KY, KY+KB+Y ve KY+KB+GB'den elde edilmiş olup, NDF oranları sırası ile; % 63.38, % 63.1 ve % 61.95 olarak belirlenmiştir. Yemin sindirilebilirliğini ifade eden ADF ve NDF oranlarının bitkiye, türe hatta çeşide göre farklılık göstermektedir (Tan ve Menteşe, 2003; Yavuz, 2005). Buğdaygillerin NDF oranlarının baklagillerden daha yüksek olduğu bilinmektedir, böylece baklagillerin sindirilebilirlik oranları daha yüksektir (Linn ve

Martin, 1999). Araştırma sonucuna göre mevcut çalışmada yalın ekim ve karışımların NDF oranları, Türkiye'nin farklı ekolojilerinde yapılan çalışmalardan daha düşük bulunmuştur (İptaş ve ark. 2007; Yavuz ve Karadağ, 2016). Bunun sebebinin çeşit farklılığı, ekolojik koşullar, yapılan kültürel uygulamalar ve bitkilerin biçim dönemlerindeki farklılıklar olduğu söylenebilir.

ADF Oranları

Yalın ekim ve karışımlara ait ADF oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda ADF oranları bakımından konular arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.01$). Konular içerisinde en düşük ADF oranı % 27.04 ile gazal boynuzunun yalın ekiminden elde edilmiştir. Karışımlardan KY+GB ve KB+Y ikili karışımları yalın ekilen yonca ile istatistiksel

olarak farklılıkları bulunmamaktadır ve yalın ekilen yonca, KY+GB ve KB+Y ikili karışımlarının ADF oranlarının sırası ile; % 30.75, % 32.27 ve % 33.49 olduğu belirlenmiştir. En yüksek ADF oranları ise kamışı yumağın yalın ekimi ve KY+KB+Y üçlü karışımından elde edilmiş olup ADF oranları sırası ile; % 39.92 ve % 41.51'dir. Yalın ekim ve karışımların ADF oranları bakımından yıllar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. İki yıllık ortalama sonuçlara göre ADF oranları % 27.04 ile % 41.51 arasında değişiklik göstermiştir. Mevcut araştırma

sonucunda yalın ekim ve karışımların ADF oranlarının, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmaların bazılarında düşük (Avcı, 2000; Yavuz ve Karadağ, 2016), bazılarında ise daha yüksek (Baron ve ark., 2000; İptaş ve ark., 2007) olduğu belirlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların sebebinin ekolojik koşulların farklı olmasının yanı sıra çeşit farklılığı, biçim zamanlarının farklılığı ve yapılan kültürel uygulamaların farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Yalın ekim ve karışımların NDF ve ADF oranları

Konular	NDF (%)			Konular	ADF (%)		
	2015	2016	Ortalama		2015	2016	Ortalama
Y	44.72	44.98	44.85 d	Y	31.05	30.44	30.75 d
GB	38.32	39.38	38.85 e	GB	27.21	26.88	27.04 e
KY	63.57	63.19	63.38 a	KY	39.84	39.99	39.92 ab
KB	55.59	55.38	55.49 b	KB	34.91	34.90	34.91 c
KY+Y	50.43	52.49	51.46 bc	KY+Y	33.82	34.72	34.27 c
KY+GB	49.43	49.46	49.45 c	KY+GB	31.99	32.54	32.27 cd
KB+Y	50.43	52.49	51.46 bc	KB+Y	33.25	33.73	33.49 cd
KB+GB	51.65	52.64	52.15 bc	KB+GB	34.58	34.51	34.55 c
KY+KB+Y	63.07	63.14	63.1 a	KY+KB+Y	41.58	41.44	41.51 a
KY+KB+GB	62.04	61.86	61.95 a	KY+KB+GB	38.43	38.50	38.46 b
Ortalama	52.93	53.50	53.21	Ortalama	34.67	34.77	34.72

F değerleri ve önemlilik
Y: 0.080^{o.d.}, K: 26.758**, Y x K: 0.077^{o.d.}

F değerleri ve önemlilik
Y: 0.028^{o.d.}, K: 21.469**, Y x K: 0.056^{o.d.}

** Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark vardır. Y: Yıl, K: Konular

Sindirilebilir Kuru Madde

İki yıllık araştırma sonuçlarına göre yalın ekim ve karışımların SKM değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda SKM değerleri bakımından konular arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (P<0.01). Yalın ekim ve karışımlar arasında en yüksek SKM oranı % 67.83 ile gazal boynuzunun yalın ekiminden elde edilmiştir. Yalın ekilen yoncanın SKM oranı ile ikili karışımlardan KY+GB ve KB+Y istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlar ve yalın ekilen gazal boynuzundan sonra en yüksek SKM oranı değerlerine sahiptirler. En düşük SKM oranları sırası ile %56.56 ve %57.81 ile KY+KB+Y ve yalın ekilen kılçıksız bromdan elde edilmiştir. Yalın ekilen baklagillerin ve ikili karışımların SKM oranlarının yalın ekilen buğdaygiller ve üçlü karışımlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yalın ekim ve karışımların SKM oranları bakımından yıllar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. İki yıllık ortalama sonuçlara göre yalın ekim ve karışımların SKM oranları %56.56 ile %67.83 arasında değişmiştir. Mevcut araştırmadan elde edilen yalın ekim ve

karışımlara ait SKM değerleri Yavuz (2011)'un yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Nispi Yem Değeri

Yalın ekim ve karışımların NYD Çizelge 5'te verilmiştir. NYD bakımından yalın ekim ve karışımlar arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (P<0.01). NYD; yem bitkisinin kimyasal değerlerini kullanarak yem kalitesinin ölçülmesidir. Fakat NYD yemin protein oranı hakkında bilgi vermez (Yavuz, 2005). Konular arasında en yüksek NYD 162.74 ile yalın ekilen gazal boynuzundan elde edilmiştir. Yalın ekilen buğdaygillerden sonra en yüksek NYD ikili karışımlardan elde edilmiştir. En düşük NYD; KY+KB+Y üçlü karışımından, kamışı yumağın yalın ekiminden ve KY+KB+GB üçlü karışımından 83.73, 84.95 ve 88.91 değerleri ile elde edilmiştir. Yalın ekim ve karışımların NYD bakımından yıllar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmadan elde edilen iki yıllık ortalama sonuçlara göre yalın ekim ve karışımların NYD 83.73 ile 162.74 arasında değişmiştir. NYD 100'ün altına düşükçe yem

kalitesi azalmakta, tam tersi durumda ise artmaktadır. Yoncada 100 NYD normal yonca değeri olarak kabul edilmektedir (Yavuz, 2005). Mevcut araştırmada yalın ekilen yoncanın 135.11 NYD'ne sahip olduğu ve bu değer araştırmada kullanılan yonca çeşidinin yüksek yem kalitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bazı ruminant yemlerine ait NYD'nin belirlendiği

araştırmada, Yavuz (2005) yoncanın 118.8 ve kamışsı yumağın 67.7 NYD'ne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerler mevcut çalışmadaki değerlerden düşüktür. Çalışmalar arasındaki farklılığa, ekolojik koşulların farklı olmasının, çeşit farklılığının ve yapılan kültürel işlemlerin farklılığının sebebiyet verdiği söylenebilir.

Çizelge 5. Yalın ekim ve karışımların SKM oranları ve NYD

Konular	SKM (%)			Konular	NYD		
	Digestible Dry Matter (%)				Relative Feed Value		
	2015	2016	Ortalama		2015	2016	Ortalama
Y	64.71	65.18	64.95 b	Y	135.24	134.97	135.11 b
GB	67.70	67.96	67.83 a	GB	164.60	160.87	162.74 a
KY	57.86	57.75	57.81 de	KY	84.75	85.16	84.95 e
KB	61.71	61.71	61.71 c	KB	103.31	103.77	103.54 d
KY+Y	62.55	61.86	62.2 c	KY+Y	111.97	111.42	111.69 cd
KY+GB	63.98	63.55	63.76 bc	KY+GB	121.36	120.55	120.96 c
KB+Y	63.00	62.62	62.81 bc	KB+Y	116.20	112.67	114.43 cd
KB+GB	61.96	62.01	61.99 c	KB+GB	112.14	110.61	111.37 cd
KY+KB+Y	56.51	56.62	56.56 e	KY+KB+Y	83.70	83.76	83.73 e
KY+KB+GB	58.97	58.91	58.94 d	KY+KB+GB	88.84	88.99	88.91 e
Ortalama	61.90	61.82	61.86	Ortalama	112.21	111.28	111.74
F değerleri ve önemlilik				F değerleri ve önemlilik			
Y: 0.028 ^{ö.d.} , K: 21.469**, Y x K: 0.056 ^{ö.d.}				Y: 0.139 ^{ö.d.} , K: 37.669**, Y x K: 0.038 ^{ö.d.}			

** Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark vardır. Y: Yıl, K: Konular

Sonuç

İğdir iline benzer ekolojik koşullara ve toprak özelliklerine sahip alanlarda ham protein ve sindirilebilirlik gibi kaliteyi etkileyen özellikler dikkate alınarak bir suni mera tesisi planlandığında bölge açısından en uygun karışımların yonca bitkisinin bulunduğu ikili karışımlar olduğu yapılan çalışma sonucunda görülmektedir yani bölge için bu karışımlar önerilebilir.

Teşekkür

Bu araştırma İğdir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Mevcut çalışmanın (2014-FBE-B12) tüm finansman desteğini sağlayan İğdir Üniversitesi BAP birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

®: Bu çalışma, 25-27 Nisan 2018 tarihinde Şanlıurfa'da düzenlenen 1. Uluslararası GAP Tarım ve Hayvancılık Kongresi (UGAP2018)'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üni. Zir. Fak. Tarla Bit. Böl. Uludağ Üni. Basımevi, 3.baskı. Bursa. 584 s.
- Albayrak, S., 2003. Ankara Ekolojik Koşullarında Yapay Mera Kurulması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, s. 166.
- Anonim, 2016. İğdir İl Meteoroloji Müdürlüğü. Anonim, 2020. <https://igdir.tarimorman.gov.tr/Menu/20/Ilimiz> Erişim tarihi: 08.06.2020.
- Avcı, M., 2000. Çukurova'da Geçici Yapay Mera Kurma Amacıyla Yetiştirilebilecek Kışlık Çok Yıllık Buğdaygil+Baklagil Yem Bitkileri Karışımlarının Saptanması. Doktora Tezi Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Baron, VS, Alistair, CD, King, JR, 2000. Leaf and stem mass characteristics of cool-season grasses grown in the canadian parkland. Agronomy Journal, 92:54-63.

- Çınar, S., Avcı, M., Hatipoğlu, R., Aktaş, A., and Kökaşık, F. D. 2012. "Çukurova Taban Koşullarında Bazı Çokyıllık Sıcak Mevsim Buğdaygiller ile Baklagil Karışımlarının Performanslarının Saptanması," Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi TABAD, vol. 5, no. 2, pp. 14–18, Sep.
- İptaş, S., Karadağ, Y. ve Acar, A. 2007. Tokat-Kazova Ekolojik Koşullarına Uygun Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum 297-301.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki analizleri. Ank. Üniv. Basımevi, Ankara s. 646
- Kacar, B., 1986. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 20, 474, Ankara.
- Kaplan, M., Atalay, A.İ., Medjekal, S. 2009. Potential nutritive value of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) plants grown in different sites. Livestock Research for Rural Development, 21 (7), 99-102.
- Kır, H. 2010. Tokat-Kazova Şartlarında Bazı Yonca Çeşitlerinin Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Koç, A., Gökkuş, A., Tan, M., Çomaklı, B., Serin, Y., 2004. Performance of tall fescue and lucerne-tall fescue mixtures in highlands of Turkey. New Zealand Journal of Agricultural Research, 47: 61-65.
- Kökten, K., S., Çınar, R., Hatipoğlu, 2011. Çukurova Bölgesinin Sulu Koşullarında Bazı Çokyıllık Baklagil ve Buğdaygil Yem bitkilerinin Ot Verimleri ve Ot Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar. IX. Tarla Bitkileri Kongresi Sunulu Bildiri, 3. Cilt.s. 1668-1673. 12-15 Eylül Bursa.
- Linn, J.G., Martin, N.P. 1999. Forage quality tests and interpretations. Minnesota Extension Service, University of Minnesota Publ. FO-02637, St. Paul
- 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: Robards, G.E., Packham, R.G. (Eds.), Feed Information and Animal Production. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, pp. 395-398.
- Özaslan-Parlak, A., Ekiz, H. 2006. Bazı yapay mera karışımlarında ekim yöntemleri ve azot dozlarının fide gelişmesine etkileri. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (2): 203-209
- Seydoşoğlu, S., Bengisu, G., 2019. Effects of different mixture ratios and harvest periods on grass quality of triticale (*xTriticosecale* wittmack)–forage pea (*Pisum sativum* L.) intercrop. Applied Ecology and Environmental Research 17(6):13263-13271.
- Sheaffer, C. C., Peterson M. A., Mccalın M., Volene J.J., Cherney,J.H., Johnson K.D.,Woodward W.T. ve Viands D.R., 1995. Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber Concentration And Relative Feed Value, North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Şahinoğlu, O., Uzun, F., 2016. Taban mera ıslahında farklı metotların etkinliği: I. Agronomik özellikler. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(3): 423-432.
- Tan, M. ve Menteşe Ö. 2003. Effects of anatomic structure and chemical composition on forage quality. Atatürk University Journal of the Faculty of Agriculture 34: 97-103.
- Tan, M., 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 256.
- Temel, S., Akbay Tohumcu, S., 2019. Iğdır Taban Koşullarında Kaba Yem Üretimi İçin Bazı Buğdaygil ve Baklagil Karışımlarının Verim Performansları. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 5(1): 140-148.
- Temel, S., Şahin K. 2010. Iğdır ilinde yem bitkilerinin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 21, 64-72.
- Temel, S., Şimşek U. 2011. Iğdır Ovası toprakların çoraklaşma süreci ve çözüm önerileri. Alinteri 21, 53-59.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., ve Lewis, B.A., 1991. Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583- 3597.

- Yavuz, M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (1): 97-101.
- Yavuz, T. 2011. Karadeniz Bölgesi Geçit İklim Kuşağı Kıraç Alanlarında Yapay Mera Karışımlarının Belirlenmesi. Doktora tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yavuz, T. ve Karadağ, Y. 2016. Kıraç koşullarda yapay mera karışımlarının verim ve kalite performansları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 155-163.
- Yolcu, H. ve Tan M. 2008. Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. Tarım bilimleri Dergisi 14 (3): 303-312.

Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinin Bazı Kalite Özellikleri

Hülya GÜL¹ Burhan KARA^{2*} Sultan ACUN³ Sinem TÜRK ASLAN⁴ Ayşe ÖZTÜRK¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

³Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, Amasya

⁴Pamukkale Üniversitesi Tavas Meslek Yüksekokulu, Denizli

*Sorumlu yazar: burhankara@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.12.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.05.2020 Kabul Tarihi: 21.05.2020

Öz

Bu çalışmada, Göller Bölgesi'nde yetiştirilen bazı yerel ve ticari buğday genotiplerinin öğütülmesi ile elde edilen unların bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Göller Bölgesi'nde yer alan Isparta ve Burdur ili, ilçe ve köylerinden 7 adet yerel, 12 adet tescilli ticari çeşitler olmak üzere toplam 19 adet (9 tanesi ekmeçlik, 10 tanesi makarnalık buğday çeşidi) buğday genotipi toplanmıştır. Buğday unu örneklerinde, kül, yaş öz, kuru öz, gluten indeks, sedimentasyon, gecikmeli sedimentasyon analizleri ile bu unlardan hazırlanan hamurlarda farinograf analizi, SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik analizi ve Dobraszczyk/Roberts hamur şişirme analizi yapılmıştır. Genotipler arasında, incelenen tüm özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli farklar ($p<0.01$) saptanmıştır. En yüksek yaş gluten (%36.17), kuru gluten (%14.13), sedimentasyon (40 ml) ve gecikmeli sedimentasyon (49.3 ml) değerleri Bezostaja çeşidinde belirlenmiştir. Bezostaja buğday unu ile elde edilen hamurların reolojik özelliklerinin de diğer genotiplerden daha üstün olduğu saptanmıştır. Mirzabey, Sert Buğday (Bağıllı), Lavanta, Çeşit 1252 ve Kunduru-1149 çeşitlerinin süne zararına uğradığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Buğday unu, fizikokimyasal özellikler, reolojik özellikler

Some Quality Characteristics of Wheat Varieties Grown in Lake District of Turkey

Abstract

This study was carried out to examine the some quality characteristics of flours obtained by milling of some local and commercial wheat genotypes cultivated in Lakes District. For this purpose, totaly 19 different wheat genotypes (7 of them landraces and 12 of them commercial wheat cultivars) were collected from the province of Isparta and Burdur which are located in the Lake District of Turkey. Ash, wet gluten, dry gluten, gluten index, sedimentation, delayed sedimentation, farinograph, SMS/Kieffer dough and gluten extensibility and Dobraszczyk/Roberts dough inflation analysis were performed on wheat flour and dough samples prepared from these wheat varieties. Significant differences ($p<0.01$) were found between genotypes in terms of all features examined. The highest wet gluten (36.17%), dry gluten (14.13%), sedimentation (40 ml) and delayed sedimentation (49.3 ml) values were determined in Bezostaja genotype. Also the rheological properties of this genotype were higher than that of the other genotypes. Mirzabey, Sert Buğday (Bağıllı), Lavanta, Çeşit 1252 and Kunduru-1149 were damaged by the sunn pest.

Key words: Wheat flour, physicochemical properties, rheological properties

Giriş

Isparta ve Burdur illerinde içinde bulunduğu Akdeniz bölgesi, buğday çeşitliliği bakımından önemli gen merkezlerinden biridir

(Eser ve ark., 1987). TÜİK (2019) verilerine göre 2018 yılında Isparta'da 247 776 dekar alanda 52 727 ton durum buğdayı, 214 461 dekar alanda 37 422 ton diğer buğday çeşitleri

(durum buğdayı hariç) üretimi yapılmaktadır. Burdur ilinde ise durum buğdayı 290559 dekar ekim alanı ve 81496 ton üretim, diğer buğday çeşitleri 205804 dekar ile 52631 ton üretim miktarına sahiptir. Göller Bölgesi'nde yer alan Isparta ve Burdur illerinde yetiştirilen buğday genotiplerinin un kalitesinin incelenmesi; hem mevcut durumun tespit edilmesi hem de mevcut çeşitlerden üstün özelliklere sahip olanların genetik materyal olarak muhafazası bakımından önemlidir (Dizlek ve ark., 2013 ve 2014).

Göller Bölgesinde uzun süredir yetiştirildiği düşünülen çeşitler ile ticari çeşitlerin bazı kalite kriterleri açısından karşılaştırılması ile bölgede yetiştirilen buğdayların özellikleri hakkında ön bilgi edinilebilir. Son yıllarda özellikle tüketicilerinde bilinçlenmesi, un ve unlu mamuller teknolojisi ve endüstrisinin gün geçtikçe gelişmesi, belirli kalite ve nitelikte olan buğdaylara gereksinimi artırmıştır. Buğday ve unların fiziksel ve kimyasal özellikleri, öz miktarı ve kalitesi, bileşimi ve reolojik özellikleri çevreden önemli ölçüde etkilenmektedir. Çevre, yumuşak ve sert buğdayların kimyasal ve reolojik özelliklerinde büyük değişim kaynağıdır (Hazen ve Ward, 1997). Farklı bölgelerde ve Göller yöresinde yerel buğday genotiplerinin yetiştiriciliği üzerine çalışmalar olsada, bu buğdayların un ve ekmeklik kalitesi üzerine bölgemizde yapılan bir çalışmaya ratlanmamıştır. Kara ve Akman (2008), Isparta yöresinde toplanan 15 yerel genotip ve 3 ıslah çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada bitkisel özellikler ve tane verimi bakımından genotipler arasında önemli farklılıkların çıktığını, ticari çeşitlerin yerel genotiplere göre daha yüksek verimli olduğunu, yerel genotiplerin ise verim potansiyellerinin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Topdemir (2004) Türkiye'de yetiştirilen bazı ekmeklik

buğday çeşitlerinin un ve ekmeklik kalitesini belirlemek amacıyla, 17 adet ekmeklik buğday çeşidi arasında kimyasal ve teknolojik nitelikler bakımından farklılıklar görüldüğünü bildirmiştir.

Bu çalışmada, Göller Bölgesi'nde buğday tarımının yoğun olarak yapıldığı Isparta ve Burdur illerine bağlı ilçe ve köylerden (özellikle geleneksel modelde üretim yapan ve kendi ürününü tohumluk olarak değerlendiren başta yayla köyleri) toplanan 19 yerel ve ticari buğday çeşidinin bazı kimyasal ve teknolojik özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Göller Bölgesinin büyük bir bölümünü Burdur ve Isparta illeri oluşturduğu için çalışmada buğday örneklerinin toplanması işlemi bu illerden yapılmıştır. Tarım il ve ilçe müdürlüklerinin kayıtlarından ve bölge hakkında uzman kişilerin yönlendirmesiyle buğday tarımının yoğun olarak yapıldığı özellikle geleneksel modelde üretim yapan ve kendi ürününü tohumluk olarak değerlendiren başta yayla köyleri olmak üzere değişik bölgelerden buğday örnekleri toplanmıştır. Buğday örneklerini temin etmek amacıyla; Isparta il merkezi, merkez köyleri ve buğday tarımının yapıldığı ilçelerden; Yalvaç, Gelendost, Yenişarbademli, Şarkikaraağaç, Eğirdir, Senirkent, Atabey, Uluborlu, Keçiborlu ve Gönen ile bu ilçelerden seçilen 5 farklı köye gidilmiştir. Aynı şekilde Burdur ili il merkezi, merkez köyleri ve ilçelerden; Bucak, Ağlasun, Altınyayla, Gölhisar, Yeşilova, Karamanlı, Kemer, Tefenni, Çavdır, Çeltikçi ve bu ilçelere bağlı farklı köylere gidilerek yerel ve ticari buğday örnekleri toplanmıştır. Toplanan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin numaralandırılmaları ve isimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Göller Bölgesi'nden toplanan buğday çeşitleri

Örnek No	Ekmeklik Buğday Genotipleri	Örnek No	Makarnalık Buğday Genotipleri
1	Gerek 79	9	Ankara 98
2	Bezostaja	10	Sert Buğday (Bağılı)
3	Cumhuriyet 75	11	Kırmızı Kazmalı Buğday
4	Sönmez 2001	12	Levante
5	Hatay 86	13	Kırmızı Buğday
6	Osmaniye	14	Burgaz
7	İzmir 85	15	Kızıltan
8	Yunak	16	Kunduru-1149
		17	Çeşit 1252
		18	Gediz 75
		19	Mirzabey

Buğday örnekleri yerel üreticilerden hasat edilen ve genellikle tohumluk olarak ayırdıkları kitleden, tüm buğday kitlesini temsil edecek şekilde, örnek alma yöntemine uygun olarak alınmıştır. Buğdaylar 10'ar kg'lık kısımlar halinde torbalar içerisine konularak Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiş ve analiz edilene kadar oda koşullarında muhafaza edilmişlerdir.

Buğday örneklerinin tavllanması ve öğütülmesi

AACCI Metot No. 44-01.01 göre nem içeriği belirlenen buğday örneklerine AACCI Metot No. 26-95.01'de belirtilen miktarlara göre su ilavesi yapılarak soğuk tavlama işlemi (püskürtme ve karıştırma yöntemi ile) uygulanmıştır (AACCI, 2010). Örnekler tavlandıktan sonra 2 saat aralıklar ile karıştırılmış ve 24 saat sonra laboratuvar tipi dört valsli tavlı buğday öğütme değirmeninde (Ekin Gıda, Ankara) ortalama %60-65 randımanda öğütülmüştür. Öğütme sonrası unlar 3 hafta süreyle oda koşullarında olgunlaştırma amacıyla bekletilmiş ve daha sonra aşağıda belirtilen un analizleri yapılmıştır.

Un analizleri

Buğday örneklerinden elde edilen unlarda; kül (AACCI, 2010: Metot No. 08-01.01), yaş ve kuru gluten, gluten indeksi (AACCI Metot No. 38-12.02), zeleni sedimantasyon (AACCI, 2010: Metot No: 56-60.01) ve gecikmeli zeleni sedimantasyon (Greenaway ve ark., 1965) analizleri yapılmıştır.

Farinograf analizi

Buğday örneklerinin öğütülmesi ile elde edilen unlardan hazırlanan hamurların farinogram değerleri Brabender marka farinograf cihazı kullanılarak, AACCI Metot No. 54-21.02 (AACCI, 2010)'ye göre belirlenmiştir.

SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik analizi

Farklı buğday çeşitlerine ait unlar ile hazırlanan hamurların Tekstür Analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik probu (SMS/Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig) kullanılarak hamurun uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve kurve altındaki alan (ARmax/Ext) değerleri ölçülmüştür (Kieffer ve ark., 1998). Bu yöntemle ait parametrelerden

ön test hızı 1.0 mm/s, test hızı 3.3 mm/s, son test hızı 10.0 mm/s, mesafe 75 mm, trigger kuvvet tipi 5 g ve veri elde etme oranı ise 200 pps şeklindedir.

Dobraszczyk/Roberts hamur şişirme analizi

Hazırlanan hamurların; basınç (P:mm), uzama (L:mm) ve enerji (W: Joules * 10000) değerleri tekstür analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) Dobraszczyk - Roberts hamur şişirme sistemi (Ön test hızı:8.63 cm³/s, test hızı:26.70 cm³/s, hacim: 2.000.000 mm³, trigger hacmi:30.000 mm³, kırma hassasiyeti: suyun 0.8 inch'i) kullanılarak belirlenmiştir (Chin ve Campbell, 2005).

İstatistiksel analizler

Elde edilen bulgular SPSS (Versiyon 16.0) istatistik programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda ortalamalar arasındaki farklılıklar %99 güven aralığına ($p < 0.01$) göre incelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Buğday unlarının kül, yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeksi değerleri

Göller Bölgesi'nden toplanan 19 buğday genotipinin kül miktarları %0.457 (Cumhuriyet-75) ile %0.837 (Kunduru-1149), yaş öz değerleri %12.33 (Gediz-75) ile %36.17 (Bezostaja) arasında değişmiştir. En yüksek yaş öz değerleri sırasıyla 2 (Bezostaja), 7 (Osmaniye) ve 15 (Burgaz) no'lu örneklerde; en düşük yaş öz değerleri ise 17 (Kunduru-1149) ve 19 (Gediz 75) no'lu örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı lokasyon ve çeşitler üzerine yürütülen çalışmalarda buğdayın yaş gluten değerlerinin %22.26-37.93 (Yağdı, 2004), %15.12-27.42 (Sözen ve Yağdı, 2005) ve %25.35 ile %29.38 (Çoşkuner ve ark., 2011) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Araştırmada kuru gluten değerleri ise; %4.08 (Kunduru-1149)-%14.13 (Cumhuriyet 75) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Kara ve ark. (2009) Isparta koşullarında buğdayın kuru gluten oranının %9.0-11.5, Kahrıman ve Egesel (2011) %25.3-43.6 arasında değiştiğini ve Menderis ve ark. (2008) ortalama %10.59 olduğunu bildirmişlerdir.

Un örneklerinde gluten indeksi değerleri karşılaştırıldığında, en düşük gluten indeksi değeri (%0.20) yaş öz değeri de düşük olan

Kunduru-1149 ve Mirzabey (%3.44) çeşitlerinde belirlenmiştir. En yüksek gluten indeks değeri ise Ankara 98 (%94.90), Cumhuriyet 75 (%93.18), Bezostaja (%91.80) ve İzmir 85 (%91.56) çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Ankara 98, Cumhuriyet 75 ve İzmir 85 çeşitlerinin yaş öz değerleri düşük olmasına rağmen gluten indeks değerleri yüksek

bulunmuştur. Bu durum söz konusu buğday örneklerinin gluten kalitesinin iyi olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Kara ve ark. (2009) Isparta koşullarında buğdayın gluten indeks değerinin %90.3-98.6, Menderis ve ark. (2008) %48.08-99.7, Egesel ve ark. (2009) %14.0-77.8 ve Kahrıman ve Egesel (2011) %43.7-94.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Buğday unlarının kül, yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerleri ⁽¹⁾

Buğday Genotipleri	Kül (%)	Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten (%)	Gluten İndeks (%)
Ekmeklik Buğday Genotipleri				
Gerek 79	0.503 ^{hij}	27.57 ^{cd (1)}	9.35 ^{bc}	66.40 ^b
Bezostaja	0.493 ^{hij}	36.17 ^a	14.13 ^a	91.80 ^a
Cumhuriyet 75	0.457 ⁱ	22.23 ^{ef}	8.40 ^{cde}	93.18 ^a
Sönmez 2001	0.547 ^{gh}	25.48 ^{cde}	8.48 ^{cde}	71.19 ^b
Hatay 86	0.747 ^{bc}	19.56 ^f	6.53 ^f	48.77 ^{cd}
Osmaniye	0.540 ^{ghi}	34.57 ^a	10.83 ^b	86.95 ^a
İzmir 85	0.483 ^{ij}	22.87 ^{ef}	8.37 ^{cde}	91.56 ^a
Yunak	0.580 ^{fg}	25.56 ^{cde}	8.32 ^{cdef}	73.71 ^b
Makarnalık Buğday Genotipleri				
Ankara 98	0.793 ^{ab}	20.70 ^f	7.17 ^{ef}	94.90 ^a
Mirzabey	0.663 ^{de}	29.11 ^{bc}	7.02 ^{ef}	3.44 ^g
Sert Buğday (Bağıllı)	0.670 ^{de}	25.83 ^{cde}	7.74 ^{cdef}	20.06 ^f
Kırmızı Kazmalı Buğday	0.710 ^{cd}	28.79 ^{bcd}	9.26 ^{bcd}	50.60 ^{cd}
Levante	0.817 ^a	26.28 ^{cde}	7.99 ^{cdef}	26.53 ^{ef}
Kırmızı Buğday	0.700 ^{cd}	24.79 ^{de}	7.47 ^{def}	55.05 ^c
Burgaz	0.827 ^a	32.50 ^{ab}	10.20 ^b	67.36 ^b
Kızıltan	0.627 ^{ef}	28.47 ^{bcd}	6.80 ^{ef}	45.84 ^{cd}
Kunduru-1149	0.837 ^a	14.54 ^g	4.08 ^g	0.20 ^g
Çeşit 1252	0.533 ^{ghi}	20.57 ^f	6.96 ^{ef}	44.34 ^d
Gediz 75	0.780 ^{ab}	12.33 ^g	4.68 ^{ef}	32.85 ^e

⁽¹⁾: Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur

Buğday unlarının sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri

Sedimantasyon değerleri açısından un örnekleri karşılaştırıldığında; en yüksek sedimantasyon değerine 40 ml değeri ile Bezostaja çeşidinin sahip olduğu, bunu 30.3 ml ile Osmaniye çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir. Bezostaja ve Osmaniye dışındaki çeşitlerin sedimantasyon değerlerinin 9.3 ml (Burgaz) ile 21.7 ml (Yunak) arasında değiştiği dolayısıyla tamamının sedimantasyon değerinin düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bir buğday ununun ekmeklik olarak değerlendirilebilmesi için sedimantasyon değerinin en az 20 ml

olması gerekir (Diepenbrock ve ark., 2005). Bu durumda Bezostaja, Osmaniye, Cumhuriyet 75 ve Levante çeşitleri haricindeki çeşitlerin sedimantasyon değeri dikkate alındığında ekmeklik kalitelerinin zayıf olduğu ifade edilebilir. Aydın ve ark. (2005) Samsun ve Amasya'da yaptıkları çalışmada farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin sedimantasyon değerlerinin 26.3 ml ile 54.5 ml arasında değiştiğini, Reçber (2011) İzmir'de yürüttüğü çalışmada 20 buğday genotipinin sedimantasyon değerinin 11.7 ile 23.7 ml, Kahrıman ve Egesel (2011) ise 26.3 ile 62.7 ml arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 3. Buğday unlarının sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri ⁽¹⁾

Buğday Genotipleri	Sedimantasyon (ml)	Gecikmeli Sedimantasyon (ml)
<u>Ekmeklik Buğday Genotipleri</u>		
Gerek 79	16.3 ^{e (1)}	15.3 ^h
Bezostaja	40.0 ^a	49.3 ^a
Cumhuriyet 75	21.3 ^c	27.7 ^c
Sönmez 2001	18.3 ^d	18.0 ^g
Hatay 86	11.0 ^{hi}	10.0 ^j
Osmaniye	30.3 ^b	43.3 ^b
İzmir 85	21.3 ^c	25.3 ^d
Yunak	21.7 ^c	19.7 ^f
<u>Makarnalık Buğday Genotipleri</u>		
Ankara 98	11.7 ^{gh}	12.3 ⁱ
Mirzabey	11.0 ^{hi}	5.0 ^l
Sert Buğday (Bağıllı)	17.0 ^{de}	5.3 ^l
Kırmızı Kazmalı Buğday	16.7 ^{de}	13.7 ⁱ
Levante	21.0 ^c	8.3 ^k
Kırmızı Buğday	12.7 ^{figh}	10.7 ^j
Burgaz	9.3 ⁱ	21.3 ^e
Kızıltan	12.0 ^{gh}	6.7 ^l
Kunduru-1149	13.3 ^{fg}	5.0 ^l
Çeşit 1252	14.0 ^f	5.0 ^l
Gediz 75	12.3 ^{figh}	18.0 ^g

⁽¹⁾ : Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur

Sağlam buğdaylardan üretilen unlarda sedimantasyon değerleri ile gecikmeli sedimantasyon değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Gecikmeli sedimantasyon değeri sedimantasyon değerinden yüksek olmalıdır, eğer bu fark 5 ml'den daha düşük ise ilgili buğday numunesinde süne-kıymıl zararı vardır denmektedir (Dizlek ve ark., 2013). Analizi yapılan 19 buğday çeşidine ait unların sedimantasyon değerleri incelendiğinde (Çizelge 3) Mirzabey, Kunduru-1149 ve Çeşit 1252 çeşitlerinin süne zararına uğradığı belirlenmiştir.

Buğday unlarının farinogram değerleri

Un örneklerinin farinogram değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Un örneklerinin su absorpsiyon değerleri %67.67 (Burgaz ve Gediz 75) ile %53.33 (Gerek 79) arasında değişkenlik

göstermiştir. Gelişme süresi Bezostaja çeşidinde 6.7 dakika (d), Osmaniye çeşidinde ise 5.5 d gibi yüksek bir değer gösterirken diğer örneklerde 1.0-2.4 d arasında değişmiştir. Un örneklerinin stabilite süreleri arasında da önemli farklar bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek stabilite değerine (17 d) Bezostaja çeşidinin sahip olduğu, bunu 7.7 d ile Osmaniye çeşidinin izlediği belirlenmiştir. Diğer un örneklerinin ise düşük stabilite süresine sahip oldukları gözlenmiştir. Kırmızı buğdayın stabilite süresi en düşük değer (0.9 d) olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Aydoğan ve ark. (2012) buğday çeşitlerinin su absorpsiyonunun %56.4-64.2, stabilite değerlerinin 1.40-4.65 d ve gelişme süresinin 2.15-4.25 d arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Aydoğan ve ark. (2013) buğdayın farinogramdaki su absorpsiyon değerini %61.2, farinogram gelişme süresini 9.48 d olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Buğday unlarının farinogram özellikleri ⁽¹⁾

Buğday Genotipleri	Su absorsiyonu (%)	Gelişme Süresi (d)	Stabilite (d)	Yumuşama derecesi (12 d sonra)	Farinograf kalite numarası
Ekmeklik Buğday Genotipleri					
Gerek 79	53.33 ^{e(1)}	1.2 ^{hi}	2.7 ^g	107.3 ^{fg}	30.0 ^{fg}
Bezostaja	64.47 ^b	6.7 ^a	17.0 ^a	11.0 ^l	201.3 ^a
Cumhuriyet 75	53.67 ^e	1.8 ^e	7.1 ^c	53.3 ^k	73.3 ^c
Sönmez 2001	58.57 ^d	1.7 ^{ef}	1.7 ^{jk}	110.0 ^f	27.0 ^{fgh}
Hatay 86	59.87 ^{cd}	1.8 ^e	1.87 ^{ij}	130.3 ^e	26.0 ^{gh}
Osmaniye	60.40 ^{cd}	5.5 ^b	7.7 ^b	102.0 ^g	106.0 ^b
İzmir 85	60.13 ^{cd}	1.7 ^{ef}	4.7 ^e	70.0 ^j	55.0 ^d
Yunak	58.70 ^d	1.5 ^{fg}	3.1 ^f	77.3 ⁱ	31.7 ^f
Makarnalık Buğday Genotipleri					
Ankara 98	59.40 ^{cd}	1.3 ^{gh}	5.1 ^d	79.3 ^{hi}	54.0 ^d
Mirzabey	58.40 ^d	1.2 ^h	1.3 ^l	177.3 ^b	23.0 ^{hi}
Sert Buğday (Bağıllı)	58.10 ^d	1.5 ^{fg}	2.5 ^h	142.7 ^d	37.0 ^e
Kırmızı Kazmalı Buğday	62.30 ^{bc}	1.9 ^{de}	1.87 ^{ij}	75.7 ^{ij}	29.3 ^{fg}
Levante	57.40 ^d	1.5 ^{fg}	1.6 ^k	1.2 ^m	26.0 ^{gh}
Kırmızı Buğday	58.33 ^d	1.3 ^h	0.9 ^m	84.7 ^h	19.0 ⁱ
Burgaz	67.67 ^a	2.1 ^d	2.01 ⁱ	80.7 ^{hi}	29.7 ^{fg}
Kızıltan	53.80 ^e	1.2 ^{hi}	2.01 ⁱ	106.0 ^{fg}	26.0 ^{gh}
Kunduru-1149	58.73 ^d	1.5 ^f	1.6 ^k	205.0 ^a	25.0 ^{gh}
Çeşit 1252	53.37 ^e	1.0 ⁱ	1.7 ^{jk}	154.7 ^c	20.0 ⁱ
Gediz 75	67.67 ^a	2.4 ^c	1.5 ^k	132.0 ^e	38.0 ^e

(1) : Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur

Stabilite süresi en fazla bulunan Bezostaja çeşidinin yumuşama derecesinin en düşük (11 B.U.), Kunduru-1149 çeşidinin ise yumuşama derecesinin 205 B.U değeri ile en yüksek değeri aldığı tesbit edilmiştir (Çizelge 4). Çukurova Bölgesi ekmeklik buğday unlarının stabilite sürelerinin 4.6-11.5 d arasında değiştiği, Amanos 97 makarnalık buğday çeşidinde ise bu sürenin 1.8 dakikaya düştüğü tespit edilmiştir (Çoşkuner ve ark., 2011).

Farinograf kalite numarası unun ekmeklik kalitesini ölçmek için kullanılan bir indekstir. Farinogram üzerinde yatay olarak dakika cinsinden hesaplanır. Brabender farinograf cihazı tarafından otomatik olarak bu değer hesaplanıp grafik değeri olarak verilmektedir. Farinograf kalite numarası 65 üzerindeyse unun kalitesi çok yüksek, 50-65 arasında ise yüksek, 40-50 arasında ise yeterli, 40'ın altında ise düşük kaliteli olarak sınıflandırılabilir (Constantin ve ark., 2011; Munteanu ve ark., 2016). Ekmeklik buğday çeşitleri farinograf kalite numarası bakımından

ele alındığında Bezostaja, Cumhuriyet 75 ve Osmaniye çeşitlerinin çok yüksek, İzmir 85 çeşidinin yüksek, Gerek 79, Sönmez 2001, Mirzabey, Hatay 86 ve Yunak çeşitlerinin ise düşük kaliteli buğday çeşitleri olduğu belirlenmiştir. Makarnalık buğday çeşitlerinin ise beklenildiği üzere farinograf kalite numaraları Ankara 98 çeşidi haricinde düşük bulunmuştur.

Buğday unlarının SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik değerleri

Buğday unlarının Kieffer değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Uzamaya karşı gösterilen maksimum direnç değerleri ele alındığında 22 g ile Levante 20.9 g ile de Cumhuriyet 75 çeşitlerinin en yüksek değere sahip olduğu, bunları 19.4 g ile Kırmızı Kazmalı Buğday çeşidinin izlediği, diğer taraftan 6.7 g ile Kunduru-1149 çeşidinin en düşük direnç değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Buğday unlarının SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik değerleri ⁽¹⁾

Buğday Genotipleri	Uzamaya karşı maksimum direnç (g)	Uzayabilirlik (mm)	Kurve altındaki alan (g.s)
<u>Ekmeçlik Buğday Genotipleri</u>			
Gerek 79	13.2 ^{f (1)}	18.9 ^c	178.9 ^b
Bezostaja	11.3 ^g	61.1 ^a	245.1 ^a
Cumhuriyet 75	20.9 ^a	19.8 ^c	171.9 ^b
Sönmez 2001	14.3 ^{ef}	16.8 ^c	160.4 ^{bc}
Hatay 86	9.3 ^h	13.3 ^c	64.7 ^f
Osmaniye	15.8 ^d	39.1 ^b	172.5 ^b
İzmir 85	13.5 ^{ef}	20.1 ^c	236.3 ^a
Yunak	14.0 ^{ef}	16.2 ^c	157.4 ^{bc}
<u>Makarnalık Buğday Genotipleri</u>			
Sert Buğday (Bağıllı)	13.3 ^f	8.4 ^c	64.4 ^f
Mirzabey	7.4 ⁱ	5.3 ^c	48.3 ^f
Ankara 98	13.2 ^f	11.5 ^c	110.1 ^e
Kırmızı Kazmalı Buğday	19.4 ^b	10.6 ^c	113.6 ^{de}
Levante	22.0 ^a	12.7 ^c	127.7 ^{cde}
Kırmızı Buğday	14.7 ^{de}	12.5 ^c	132.9 ^{cde}
Burgaz	17.1 ^c	14.4 ^c	142.4 ^{bcde}
Kızıltan	9.3 ^h	5.5 ^c	49.7 ^f
Kunduru-1149	6.7 ⁱ	1.6 ^c	31.4 ^f
Çeşit 1252	9.1 ^h	5.5 ^c	40.2 ^f
Gediz 75	10.1 ^h	49.9 ^{ab}	149.0 ^{bcd}

⁽¹⁾ : Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur

Farklı buğday çeşitleri uzama kabiliyetleri açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak önemli farklar çıkmıştır ($P < 0.01$). Bezostaja, elastikiyeti yani uzama derecesi (61.1 mm) en fazla olan buğday çeşidi olarak belirlenirken, bunu 49.9 mm değeri ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmayan Gediz 75 buğday çeşidi izlemiştir. Özellikle Kunduru-1149 çeşidinin elastikiyetinin yani uzama kabiliyetinin çok düşük oluşu dikkat çekici ölçüdedir. Hamurun uzama kabiliyeti üzerinde unun içerdiği gluten miktarı ve kalitesi etkilidir. Kunduru-1149 çeşidinin yaş öz, gluten indeks ve sedimentasyon değerlerine bakıldığı zaman bu değerlerin çok düşük olduğu, gecikmeli sedimentasyon değeri incelendiğinde ise süne zararına uğradığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla uzamaya karşı gösterilen maksimum direnç, elastikiyet ve kurve altında kalan alan değerlerinin de düşük olması beklenen bir sonuçtur. Literatürdeki bazı araştırmacılar buğdayın uzayabilirlik değerinin 146-208 mm (Alava ve ark., 2007) ve 118-180.6 mm (Meral ve ark., 2010) arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

En yüksek alan değerine elastikiyeti de en yüksek olan Bezostaja (245.1 g.s) çeşidi ile

İzmir 85 (236.3 g.s) çeşitlerinin sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük alan değerine ise diğer ölçülen tüm özellikleri en düşük seviyede çıkan Kunduru-1149 (31.4 g.s) çeşidinde rastlanmıştır. Bununla birlikte Kunduru-1149 çeşidinin alan değeri ile Çeşit 1252 (40.2 g.s), Mirzabey (48.3 g.s), Kızıltan (49.7 g.s), Sert Buğday (64.4 g.s) ve Hatay 86 (64.7 g.s) çeşitlerinin alan değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.01$).

Dobraszczyk/Roberts hamur şişirme testi sonuçları

Farklı buğday çeşitlerine ait unlar ile hazırlanan hamurların Dobraszczyk/Roberts hamur şişirme testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Uzamaya karşı gösterilen direnç (P) değeri açısından farklı buğday çeşitlerine ait olan hamurlar karşılaştırıldığında Burgaz çeşidinin en yüksek basınç değerine (278.3 mm) sahip olduğu, onu Kırmızı Kazmalı Buğday (208.4 mm) ve Cumhuriyet 75 (195.3 mm) çeşitlerinin izlediği, diğer taraftan Mirzabey (22.2 mm) ve Kunduru-1149 (35.2 mm) çeşitlerinin en düşük direnç değerine sahip oldukları saptanmıştır.

Çizelge 6. Buğday unlarının hamur şişirme değerleri ⁽¹⁾

Buğday Genotipleri	P (mm)	L (mm)	W (Joules * 10000)
Ekmeklik Buğday Genotipleri			
Gerek 79	53.1 ^{gh(1)}	25.7 ^{bcd}	38.8 ^{defg}
Bezostaja	54.6 ^{gh}	45.3 ^a	96.5 ^{bc}
Cumhuriyet 75	195.3 ^b	21.0 ^{cdef}	142.8 ^a
Sönmez 2001	133.5 ^d	15.0 ^{cdefg}	87.1 ^{bc}
Hatay 86	88.0 ^{ef}	4.6 ^{fg}	26.3 ^{efg}
Osmaniye	67.0 ^{fg}	28.6 ^{abc}	65.5 ^{cde}
İzmir 85	142.9 ^{cd}	24.5 ^{bcde}	115.7 ^{ab}
Yunak	92.1 ^e	18.1 ^{cdefg}	59.8 ^{cdef}
Makarnalık Buğday Genotipleri			
Ankara 98	154.7 ^{cd}	5.2 ^{fg}	40.0 ^{defg}
Mirzabey	22.2 ⁱ	0.7 ^g	10.0 ^g
Sert Buğday (Bağıllı)	64.8 ^{fg}	0.5 ^g	0.0 ^g
Kırmızı Kazmalı Buğday	161.6 ^c	11.0 ^{cdefg}	70.5 ^{cd}
Levante	166.5 ^c	8.7 ^{defg}	72.8 ^{cd}
Kırmızı Buğday	208.4 ^b	8.7 ^{defg}	77.0 ^{bcd}
Burgaz	278.3 ^a	6.1 ^{efg}	93.6 ^{bc}
Kızıltan	47.8 ^{gh}	2.0 ^g	11.2 ^g
Kunduru-1149	35.2 ^h	0.8 ^g	15.6 ^g
Çeşit 1252	66.7 ^{fg}	39.2 ^{ab}	23.9 ^{fg}
Gediz 75	72.8 ^{efg}	6.2 ^{efg}	26.7 ^{efg}

⁽¹⁾ : Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur

En yüksek uzama değerinin Bezostaja (45.3 mm) ve Çeşit 1252 (39.2 mm), en düşük uzama değerinin ise Sert Buğday (Bağıllı) (0.5 mm), Mirzabey (0.7 mm), Kunduru-1149 (0.8 mm), Kızıltan (2.8 mm), Hatay 86 (4.6 mm) ve Ankara 98 (5.2 mm) çeşitlerine ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Buğday genotiplerinin ekmeklik kalitesini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan reolojik testlerden hamur şişirme testinin sonuçları ele alındığında; Cumhuriyet 75 (142.8 Joules*10000) ve İzmir 85 (115.7 Joules*10000) çeşitlerinin en fazla ekmeklik enerji değerlerine sahip olduğu buna karşın Sert Buğday (Bağıllı) çeşidinin hamur yapısının çok kötü olması sebebiyle enerji değerinin ölçülemediği, Mirzabey (10.0 Joules*10000), Kızıltan (11.2 Joules *10000) ve Kunduru-1149 (15.6 Joules *10000) çeşitlerinin de çok düşük enerji değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 6).

Sonuç olarak, Göller Bölgesinden toplanan 19 buğday genotipinin yaş öz değerlerinin %8.47 (Kızıltan) ile % 36.17 (Bezostaja), gluten indeks değerlerinin %0.2 (Kunduru-1149) ile %94.9 (Ankara 98), sedimantasyon değerlerinin 9.3 ml (Burgaz) ile 40 ml (Bezostaja) arasında değiştiği

bulunmuştur. Bu sonuçlardan da görülebileceği gibi Bezostaja hem yaş öz hem de sedimantasyon değerinin yüksek olması sebebiyle kaliteli bir ekmeklik buğday çeşidi olarak öne çıkmaktadır.

Buğday geotiplerinin gecikmeli sedimantasyon değerleri incelendiğinde Mirzabey, Sert Buğday (Bağıllı), Levante, Kunduru-1149 ve Çeşit 1252 çeşitlerinin süne zararına uğradığı belirlenmiştir.

Genel olarak makarnalık buğday çeşitlerinin reolojik özellikleri zayıf olmakla birlikte özellikle yaş öz, gluten indeks ve sedimantasyon değerleri bakımından da zayıf olan Kunduru-1149 çeşidinin reolojik olarak da çok düşük kaliteye sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yörede yetiştirilen buğday genotiplerinin un kalite özelliklerinin düşük olduğu ve yaygın olarak makarnalık buğday çeşitlerinin ekmeklik un üretiminde kullanılmasının yanlış bir uygulama olduğu kanısına varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi (SDÜ-BAP), tarafından 2863-M-11 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden

dolayı SDÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AACCI Methods. 2010. *AACC International Approved Methods*. 11th Edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.
- Alava, J.M., Sahi, S.S., Garcia-Alvarez, J., Turob, A., Chavez, J.A., Garcia, M.J. ve Salazar, J. 2007. Use of ultrasound for the determination of flour quality. *Ultrasonics*, 46: 270–276.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Mut, Z. ve Özcan, H. 2005. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (3): 257-262.
- Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Şahin, M., Kaya, Y., Koç, H. ve Ekici, M. 2012. Ekmeklik buğday unlarında alveograf, farinograf ve miksografta ölçülen reolojik özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 74-82.
- Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Şahin, M., Önmez, H., Demir, B. ve Yakışır, E. 2013. Ekmeklik buğday çeşitlerinde fizikokimyasal ve reolojik özelliklerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (2): 74-85.
- Chin, N.L. ve Campbell, G.M. 2005. Dough aeration and rheology: Part 2. Effects of flour type, mixing speed and total work input on aeration and rheology of bread dough. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2194-2202.
- Constantin G., Voicu G., Rusnescu C.O. ve Tefan E.M. 2011. Researches on Rheological Characteristics of Dough of Wheat Flour and their Changes During Storage. *Bulletin UASVM Agriculture*, 68(2)/2011.
- Çoşkun, Y., Karababa, E. ve Ercan, R. 2011. Çukurova bölgesinde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin iki katli yassı ekmek üretimine uygunluğunun belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies* 6 (1):1-12.
- Diepenbrock, W., Ellmer, F., & Leon, J. 2005. *Ackerbau, Pflanzenbau und Planzenzüchtung*, UTB2629, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dizlek, H., Gül, H., Özer, M.S., Aksoy, M. ve Özkan, H. 2013. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından yetiştirilen 30 farklı ekmeklik buğday çeşidinin değerlendirilmesi I. Fiziksel ve teknolojik özellikler. *Dünya Gıda Dergisi*, 18 (1): 76-88.
- Dizlek, H., Gül, H., Özer, M.S., Aksoy, M. ve Özkan, H. 2014. Genetik olarak iyileştirilerek yetiştirilen 30 farklı ekmeklik buğday çeşidinin değerlendirilmesi II. reolojik ve ekmek özellikleri. *Dünya Gıda Dergisi*, 19 (7): 81-93.
- Egesel, C.Ö., Kahrıman F., Tayyar, Ş. ve Baytekin, H. 2009. Ekmeklik buğdayda un kalite özellikleri ile dane veriminin karşılıklı etkileşimleri ve uygun çeşit seçimi. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 24 (2): 76-83.
- Eser, D., Geçit, H.H., ve Emekliler, H.Y. 1987. Türkiye'nin tahıl gen kaynakları bakımından önemi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, Bursa (1987). Ss:347-352.
- Greenaway, W., Neustadt, M. H. ve Zeleny, L. 1965. Communication to the Editor: A test for stink bug damage in wheat. *Cereal Chemistry*, 42 (6): 577-579.
- Hazen, S.P.ve Ward, R.W. 1997. Variation in Soft Winter Wheat Characteristics Measured by the Single Kernel Characterization System. *Crop Science*, 37: 1079-1086.
- Kahrıman, F. ve Egesel, C.Ö. 2011. Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Agronomik ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bil. Tek. Derg.*, 1(1): 22-35.
- Kara, B. ve Akman, Z. 2008. Comparison of Yield and some Quality Components of Wheat Cultivars and Landraces. *Turkish Journal of Field Crops*, 13: 12-23.
- Kara, B., Dizlek, H., Uysal, N. ve Gül, H. 2009. Buğdayda geç dönemde azot uygulamasının tane protein ve unda bazı fizikokimyasal özelliklere etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (1): 25-32.
- Kieffer, R., Wieser, H., Henderson, M.H. ve Graveland, A. 1998. Correlations of the bread making performance of wheat flour with rheological measurements on a micro-scale. *Journal of Cereal Science*, 27: 53–60.

- Menderis, M., Atli, A., Kökten, M. ve Kılıç, H. 2008. Gluten indeks değeri ve yaş gluten/protein oranı ile ekmeklik buğday kalite değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (3): 57-64.
- Meral, R., Yıldız, Ö. ve Doğan, İ.S. 2010. Unların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının kullanımı ve sonuçların ekstensograf değerleri ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3): 17-24.
- Munteanu M.G., Voicu G., Ungureanu N., Zăbavă B., Ionescu M., Constantin G.A. ve Istrate I. 2016. Methods for Determining the Characteristics of Flour and Dough. Conference: 5th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD.
- Reçber, A. 2011. İleri Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 90s, İzmir.
- Sözen, E. ve Yağdı, K. 2005. Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Hatlarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 69-81.
- Topdemir, P.Ç. 2004. Türkiye’de yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin un ve ekmek kalitelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TÜİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu (Erişim tarihi: 31.07.2019).
- Yağdı, K. 2004. Bursa Koşullarında Geliştirilen Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 11-23.

Türkiye’de Kültürü Yapılan *Salvia* Türlerine (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia verticillata* L.) Ait Tohumların Bazı Fiziksel Özellikleri

Zeynep DUMANOĞLU^{1*}, Sam MOKHTARZADEH²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü, 12000, Bingöl

*Sorumlu yazar: zeyno0191@gmail.com

Geliş Tarihi: 23.12.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.05.2020 Kabul Tarihi: 14.05.2020

Öz

Gıda, kozmetik, tıp ve baharat sektörlerinin hammaddesi haline gelen tıbbi ve aromatik bitkiler gün geçtikçe endüstriyel sektörlerin aranılan materyalleri arasına girmiştir. Bu çalışmada, ticari anlamda öneme sahip olan üç farklı *salvia* türüne (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia verticillata* L.) ait tohumlar incelenmiş; bazı fiziksel özellikleri (şekil-boyut, yüzey alan, ortalama aritmetik çap-geometrik çap, küresellik, bin dane ağırlığı) belirlenmeye çalışılmıştır. Tohumlardan elde edilen bu verilerin bir tarımsal işletmelerde kullanılacak ya da tasarlanacak olan makine, alet ve ekipmanlara alt yapı oluşturması hedeflenmiştir. Üçer tekrarlı, rastgele örneklenen tohumlardan gelen veriler ayrıca istatistiki olarak da incelenmiştir. Elde edilen değerlere göre; *S. tomentosa* ve *S. verticillata* bitkilerine ait olan tohumların kısa boyutlarda ve oval bir yapıya sahip olduğu; *S. hispanica*’ya ait tohumların ise orta boyutlara sahip oval bir yapıda olduğu; bin dane ağırlıklarının ise yaklaşık *S. hispanica*’nın 1.240 g, *S. tomentosa*’nın 7.147 g ve *S. verticillata*’nın 0.570 g olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill., *Salvia verticillata* L., Tohum Özellikleri, Tohum boyutları

Some Physical Properties of *Salvia* Species Seeds (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. and *Salvia verticillata* L.) Cultivated in Turkey

Abstract

Medicinal and aromatic plants, which have become raw materials for food, cosmetics, medicine and spices, have become wanted material in industrial sectors. In this study, seeds of three different *salvia* species (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. and *Salvia verticillata* L.), which are of commercial importance, were investigated. Some physical properties (shape-size, surface area, average arithmetic diameter-geometric diameter, sphericity, thousand grain weight) were tried to determine. It is aimed that these data obtained from the seeds will form the infrastructure for the machinery, tools and equipment to be used or designed in an agricultural enterprise. Data from three replicated, randomly sampled seeds were also examined statistically. Obtained values; The seeds belonging to *S. tomentosa* and *S. verticillata* plants are short in size and have an oval form; The seeds belonging to *S. hispanica* were found to be oval form in medium size and their one thousand grain weights were determined as 1.240 g of *S. hispanica*; 7.147 g of *S. tomentosa* and 0.570 g of *S. verticillata*.

Key Words: *Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill., *Salvia verticillata* L., Seed size, Seed characteristic

Giriş

Bitkisel kökenli ilaçların tedavi amacıyla kullanılması, kokulu bitkilerin parfümeri, gıda ve kozmetik sanayinin esas hammaddesini oluşturması ve yeni kullanım alanlarının ortaya çıkması ile tıbbi ve aromatik bitkilere olan talebi gün geçtikçe arttırmakta ve endüstriyel sektörün

hammadde olarak yoğun bir şekilde bu bitkileri tüketmesine neden olmaktadır (Kan ve ark., 2006; Mokhtarzadeh ve ark., 2019).

Lamiaceae (Labiatae) familyası Akdeniz bölgelerinde doğal olarak yetişen yaklaşık 220 kadar cins, 3500’ün üzerinde türden oluşan zengin bir ailedir (Karpuz, 2012). Türkiye, *Lamiaceae*

familiyası için önemli gen merkezi konumundadır. Ülkemizde bu familyaya ait 45 cins, 565 tür ve 735 takson bulunmaktadır (Ceylan, 1997; Güner ve ark., 2000). Bu familyanın içerisinde bulunan ve en fazla bilinen tıbbi ve aromatik bitki cinslerinden bazıları ise: nane (*Mentha*), kekik (*Thymus*), mercanköşk (*Origanum*), adaçayı (*Salvia*), dağçayı (*Sideritis*), oğul otu (*Melissa*) biberiye (*Rosmarinus*) ve lavanta (*Lavveula*) olarak sayılabilmektedir (İpek, 2007; Mokhtarzadeh ve ark., 2019).

Uçucu yağ zenginliği nedeniyle, önemli aromatik bitkiler arasında yer alan *Salvia* türleri, halk arasında gaz ve idrar söktürücü, tonik ve soğuk algınlığına karşı pek çok rahatsızlıkta kullanıldığı gibi; çay olarak da yaygın bir şekilde de tüketilmektedir. Hem gıda hem de tedavilerde yoğun şekilde (Bayram ve ark., 2016) kullanılan bu bitki hemen hemen her evin mutfağında yer almaktadır. Ayrıca tür sayısının 95'e kadar çıktığı bildirilen *Salvia* türlerinin endemizm oranı (% 53) da oldukça yüksektir (Celep ve ark., 2009).

Bu çalışmada üç farklı *salvia* türü seçilmiştir. Bu türler; *Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia verticillata* L.'dir. Ticari olarak oldukça değerli olan bu bitkilere ait tohumların özelliklerinin belirlenmesi, bu araştırmada amaçlanmıştır.

Salvia hispanica L. (Chia), Güney Amerika-Meksika da *Labiatae* familyasının (Lu ve Foo, 2002) yoğun bir şekilde yetiştiği Kuzey Guatemala'ya özgü bir bitkidir (Muñoz ve ark., 2013). Yetiştiriciliğinin MÖ 3500'ü yıllara kadar dayandığı, bu dönem de insan gıdası olarak tüketildiği yapılan araştırmalar ile belirlenmiştir (Cahill, 2003; Ayerza ve Coates, 2005(a); Dumanoğlu ve Sönmez, 2019). Genel olarak tek yıllık yetiştirilen bu bitki (Ali ve ark., 2012) otsu bir yapıya sahip, belirgin bir koku özelliğinin bulunmamasına karşın (Ayerza ve Coates, 2005(b)) özellikle yaprakları, tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. *S.hispanica*, insan beslenmesi için gerekli olan omega 3 (a-lineolik asit), zengin lif içeriği (%+30) (Armstrong, 2004; Capitani ve ark., 2012; Muñoz ve ark., 2013) yüksek miktarda protein ile fenolik glikozit-Q, klorojenik asit, kafeik asit, kuersetin ve kaempferol gibi doğal antioksidanlar (Reyes-Caudillo ve ark., 2008), vitamin ve mineralleri de bünyesinde bulundurmaktadır (Bushway ve ark., 1981; Ayerza ve Coates, 2015(b)). Ayrıca kolesterol düşürücü olarak da kullanılmaktadır (Amato ve ark., 2015; Ixtaina ve ark., 2008). Tohumları kendi ağırlığından 27 kat daha fazla (Reyes-Caudillo ve ark., 2008; Munoz ve ark., 2012) su tutuma kapasitesine sahiptir (Alfredo ve ark., 2009; Ding ve ark., 2018). Bu nedenle, günümüz diyet ürünlerinde fazlasıyla kullanılmaktadır. Mor renkli açan çiçekleri ve beyaz-siyah renkli tohumları (Ali ve ark., 2012) ile

tropik ya da subtropik iklim bölgelerinde kendiliğinden yetişebildiği gibi kültürü de rahatlıkla yapılabilmektedir (Orozco ve ark., 2014).

Salvia tomentosa Mill., Akdeniz Bölgesi orijinli olup, Almanya, Güney Fransa ve Macaristan'da kültürü yapılan 50-60 cm kadar boylanabilen, çalimsı formda, çok yıllık bir bitkidir (Güler ve ark., 2011). Bu bitkinin yaprakların alt yüzü beyaz tüylü ve üstü grimsi yeşil renktedir. Gövdesi dik ve 100 cm uzunluğunda, dört köşeli ve genellikle dallanmış bir görüntüsü vardır. Yaprakları yumurtamsı veya dikdörtgene benzer şekilde olabilmektedir. Çiçekleri genellikle mor rengindedir. Ülkemizde, Sinop'tan Hatay'a, Bursa'dan Isparta'ya kadar birçok yerde yetişebilmektedir (Eryiğit, 2006). Diğer *Salvia* türlerine göre daha büyük çiçeklere sahip olan *Salvia tomentosa* Mill. (Sezik ve Yeşilada, 2002) yaprakları tıbbi amaçlar için kullanılmakta ve (Kivrak, 2006) geleneksel tıp da ağrı kesici, soğuk algınlığı ve astım tedavisinde kullanılmaktadır (İçlim ve ark., 2001). Ayrıca yapılan araştırmalara göre, *Salvia tomentosa* Mill. bitkisinden elde edilen bir flavonoid olan jaseosidin ile 6-hidroksiluteolin, 7-glukozid'in DNA sentez hızını yavaşlattığı bildirilmiştir (Denir, 2005).

Salvia verticillata yaprakları pürüzlü yapıda, tüylü, oblong, eliptik ya da yuvarlak şekilde olabilmektedir. Boyu yaklaşık 15-50 cm olan bitki, diğer *salvia*lara göre daha az dallanmış olup çiçeklenme mevsimi Mayıs-Eylül ayları içerisinde gerçekleşmektedir. Kafkasya, İran ve Kuzey Irak da bulunan bu bitki Anadolu'nun dört bir yanında yayılış gösterdiği belirlenmiştir (Davis, 1982).

Bu çalışmada, tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde ticari anlamda ayrı bir öneme sahip olan bazı *Salvia* türlerine (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia verticillata* L.) ait tohumlar incelemiştir. Bu tohumlara ait fiziksel özelliklerinin (şekil-boyut, yüzey alan, ortalama aritmetik çap, ortalama geometrik çap, küresellik ve bin dane ağırlığı) belirlenmesi amaçlanmıştır. Kültüre alınarak üreticiye ulaştırılan tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan bu türler, belli bir standartta üretilebilmesi için bitkilere ait gerekli bazı verilerin bilinmesi gerekmektedir. Bu veriler, tohumların genel yapısını ortaya koymasının yanında ayrıca ekim sırasında kullanılacak alet ve makinelerin seçiminde, ya da yeni üretileceklerin tasarım ve üretim aşamalarına etki etmektedir. Tohum kayıplarını en aza indirerek uygun ekici düzenin seçilmesi ile bu tohumların tohum yatağına yerleştirilmesi mümkün olmaktadır (Dumanoğlu ve Çakmak, 2019a).

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2018-2019 yılları arasında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ve Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalları ile Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalına ait laboratuvarlarda tamamlanmıştır. Her üç *salvia* türüne ait tohumlar Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı tarafından temin edilmiştir.

Üç farklı *Salvia* türlerinde (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia verticillata* L.) ait tohumlar, yığılıları içerisinde rastgele olacak şekilde her bir grup için ayrı ayrı örneklendirilmiştir. Üçer tekrarlı ve tesadüf parselleri deneme desenine göre, örneklenen tohumların bazı fiziksel özellikleri (şekil-boyut, yüzey alan, ortalama aritmetik çap-geometrik çap, küresellik, bin dane ağırlığı) belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada ölçülendirme işlemlerinde kendisine ait yazılımı (Image Focus 4.0 v2.4) olan bir adet stereo mikroskoptan (Nexius Zoom marka) faydalanılmıştır (Dumanoğlu ve ark., 2019). Ölçümler sonunda belirlenen veriler ayrıca

araştırmacılar tarafından uzun yıllar süren çalışmalar ile belirlenen eşitlikler kullanılarak, bu tohumlara ait ortalama aritmetik çap, geometrik çap ve küresellik değerleri belirlenmiştir (Dumanoğlu ve ark., 2019). *Salvia* türlerine ait saptanan tüm veriler SPSS V.22 istatistik programına aktarılmış ve öncelikle türler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla One-Way ANOVA uygulanmış daha sonra ise, $p < 0.05$ önemlilik düzeyinde DUNCAN gruplandırması ile değerlendirilmiştir.

Tohumların şekil-boyut ve yüzey alan gibi temel özellikleri pek çok tarımsal işlemin ürün kayıpları olmaksızın ilerleyebilmesi için gerekli olan, bilinmesi gereken verilerdir. Bu değerler, her bir tohum için farklılık göstermektedir. Ayrıca, yetiştirme koşulları (iklimsel, çevresel vb.) tohumun yapısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, tohumlara dair bu özelliklerin öncelikle belirlenmesi ve üreticiye bu ön bilgiler eşliğinde tohumların ulaştırılması gerekmektedir. Bu değerler belirlenirken yıllar içerisinde yapılan araştırmalara bağlı olarak karşılaştırma tablolarından da faydalanılmaktadır (Yağcıoğlu, 2015) (Çizelge 1; Çizelge 2).

Çizelge 1. Geometrik özelliklerine göre tohumların sınıflandırılması

Geometrik özelliklerine göre	Tane genişliği/Tane uzunluğu (b/a) (mm)
Uzun	0.6
Orta	0.6 - 0.7
Kısa	> 0.7

Çizelge 2. Şekil özelliklerine göre tohumların sınıflandırılması

Şekil Özelliklerine göre	Uzunluk (a), Genişlik (b), Kalınlık (c) (mm)
Yuvarlak	$a \approx b \approx c$
Oval	$a/3 < b \approx c$
Uzun	$c < b < a/3$

Bu çalışmada, üç farklı *salvia* türlerine ait tohumların ölçümleri stereo mikroskop yardımı ile gerçekleştirildikten sonra elde edilen veriler kullanılarak, belirlenen eşitlikler yardımı ile tohumlara ait ortalama aritmetik ve geometrik çap değerleri ile küresellik bilgileri saptanmıştır (Alayunt, 2000; Mohsenin, 1970; Kara, 2012).

Ortalama Aritmetik Çap:

$$D: (L + W) / 2 \quad (1)$$

D: Tohuma ait ortalama aritmetik çap (mm)

L: Tohuma ait uzunluk değeri (mm)

W: Tohuma ait genişlik değeri (mm)

Ortalama Geometrik Çap:

$$D_o: (L * D^2)^{1/3} \quad (2)$$

D_o: Tohuma ait ortalama geometrik çap (mm)

L: Tohuma ait uzunluk değeri (mm)

D: Tohuma ait ortalama aritmetik çap (mm)

Küresellik:

$$\Phi: D_o / L \quad (3)$$

Φ : Tohumun küresellik değeri (birimsiz)

D_o : Tohum ortalama geometrik çap (mm)

L : Tohum uzunluğu (mm)

Üç farklı *Salvia* türünden alınan tohumlar rastgele örneklendikten sonra, üçer tekerrürlü olacak şekilde sayılmış ve bin dane ağırlıkları analitik terazide (Radwag AS 220.R2) (0.0001 g hassasiyetine) tartılarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, materyal olarak kullanılan üç farklı *salvia* türüne ait tohumlar (*S.hispanica*, *S.tomentosa* ve *S.verticillata*) ayrı ayrı incelenmiştir. Bu *salvia* türlerinin genel olarak ortalama uzunluk değeri 1.210 mm; genişlik değeri 0.902 mm ve yüzey alan değeri 0.956 mm² olarak

belirlenmiştir. Diğer yandan; uzunluk değeri bakımından türleri karşılaştırdığımızda, *S.tomentosa*'ya ait tohumların diğer türlere göre en yüksek değeri (1.655mm); *S. verticillata*'ye (0.953 mm) ait tohumların ise en düşük değeri aldığı Çizelge 3'te görülmektedir. Bu durum genişlik değerlerine de yansımış ve *S.tomentosa*'ya (1.411mm) ait tohumlarda en yüksek değer; *S.verticillata*'e ait tohumlarda (0.644 mm) en düşük değer ölçülmüştür. Aynı durum yüzey alanların belirlenmesinde gözlenmiş, yüzey alan bakımından *S.tomentosa*'ya ait tohumların değerleri diğer türlerin tohumlarından yüzey alanlarından farklı çıkmıştır (Çizelge 3). Ayrıca, *S. hispanica* tohumlarından elde edilen ortalama uzunluk ve genişlik değeri yapılan önceki araştırmalarla (Dumanoğlu ve Sönmez, 2019) paralellik gösterse de yüzey alan bakımından burada incelenen tohumların daha dar bir yüzeye sahip olduğu saptanmıştır. Tohumları ortalama uzunluk, genişlik değerlerine göre incelediğimizde ise; *S.hispanica* L. bitkisine ait olan tohumların, orta ve oval bir şekle sahip olduğu tespit edilmiştir. *S.tomentosa* Mill. bitkisine ait tohumların, kısa taneler içerisinde yer

aldığı belirlenmiştir. Şekilsel anlamda ise bu tohumların, oval bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır. *S.verticillata* L. bitkisine ait tohumların ise; kısa ve oval tane yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Üç farklı *salvia* türüne ait tohumların incelenmesi ile elde edilen verileri SPSS V.22 programı üzerinden istatistiki olarak incelediğimizde; öncelikle türler arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Uzunluk, genişlik ve yüzey alan açısından önem durumu 0.000 çıkması sonucunda bu değerlere DUNCAN gruplandırması yapılmıştır. Uzunluk bakımından sırasıyla *S.verticillata*, *S.hispanica* ve *S.tomentosa*'a ait tohumların gruplandırıldığı; ancak bu durumun genişlik açısından değiştiği *S.verticillata* ile *S.hispanica*'a ait tohumların aynı grupta yer alırken *S.tomentosa*'a ait tohumların farklı bir grup altında sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Yüzey alan bakımından türleri incelediğimizde ise; her birinin farklı gruplandırıldığı Çizelge 3'te görülmektedir. Bu durum, genel olarak birbirine yakın değerler olsa dahil türlere ait tohumların farklı gruplandırılmasının göz önüne alınması gerekliliğini göstermektedir.

Çizelge 3. *Salvia* türlerine ait tohumların şekil-boyut ve yüzey alan değerleri ve DUNCAN gruplandırması

Tohumlar	Uzunluk (mm)			Genişlik (mm)			Yüzey alan (mm ²)		
	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.
<i>S. hispanica</i>	0.867	1.023 ^b	1.202	0.537	0.651 ^a	0.767	0.401	0.547 ^a	0.712
<i>S. tomentosa</i>	1.376	1.655 ^c	1.893	1.053	1.411 ^b	1.813	1.358	1.835 ^b	2.450
<i>S. verticillata</i>	0.802	0.953 ^a	1.139	0.457	0.644 ^a	0.802	0.321	0.486 ^c	0.743
Ortalama	1.015	1.210	1.411	0.682	0.902	0.127	0.693	0.956	1.302

$p < 0.05$

Tohumların belirlenen uzunluk (mm), genişlik (mm) değerlerine bağlı olarak yukarıda belirtilen formüllerden de faydalanılarak bu tohumlara ait ortalama aritmetik ve geometrik çap ile küresellik değerleri belirlenmiştir. Tohumların genel olarak ortalama aritmetik çap değerlerinin 1.056 mm, ortalama geometrik çap değerlerinin 0.585 mm ve küresellik değerlerinin 0.411 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4).

Ortalama aritmetik çap ve geometrik çap değerlerinde en yüksek değer sırasıyla 1.533 mm ve 1.309 mm ile *S. tomentosa* bitkisine ait tohumlarda belirlenirken; en düşük değer sırasıyla 0.798 mm ve 0.205 mm ile *S. verticillata* tohumlarında saptanmıştır. Bu durum küresellik

değerlerine de yansımış ve aynı şekilde en yüksek değer 1.030 ile *S. tomentosa* tohumlarında tespit edilmiştir. En düşük küresellik değeri ise; *S. verticillata* tohumlarında 0.314 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Ayrıca *S. hispanica* tohumlarının ortalama aritmetik çap değeri ile geometrik çap değerli önceki yapılan araştırmalar (sırasıyla 0.859 mm ve 0.262 mm) ile benzerlik göstermektedir (Dumanoğlu ve Sönmez, 2019).

Bu *salvia* türlerine ait tohumlarından elde edilen ortalama aritmetik çap-geometrik çap ve küresellik verilerini SPSS V.22 programında istatistiki bakımdan incelediğimizde; ortalama aritmetik çap ve küresellik değerlerinin benzer şekilde DUNCAN gruplandırıldığı ancak ortalama

geometrik çap değerlerinde *S.hispanica* ve *S. verticillata*'ya ait tohumlardan elde edilen değerlerin aynı grup içerisinde *S.tomentosa*'ya ait

tohumlardan gelen değerlerin farklı grup içerisinde yer aldığı Çizelge 4'te görülmektedir.

Çizelge 4. *Salvia* türlerine ait tohumların ortalama aritmetik ve geometrik çap değerleri ile küresellik değerleri

Tohumlar	Ortalama Aritmetik Çap (mm)			Ortalama Geometrik Çap (mm)			Küresellik Değeri		
	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.
<i>S. hispanica</i>	0.711	0.837 ^b	0.963	0.146	0.241 ^a	0.372	0.168	0.234 ^b	0.309
<i>S. tomentosa</i>	1.288	1.533 ^c	1.758	0.799	1.309 ^b	1.925	0.553	0.786 ^c	1.030
<i>S. verticillata</i>	0.650	0.798 ^a	0.971	0.114	0.205 ^a	0.358	0.141	0.214 ^a	0.314
Ortalama	0.883	1.056	1.231	0.353	0.585	0.885	0.287	0.411	0.551

$p < 0.05$

Salvia bitki türlerinin ortalama bin dane ağırlıklarına (g) göre incelediğimizde ise; tohumların genel olarak ortalama 2.986 g bin dane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, *S. tomentosa* tohumlarının açık ara daha ağır olduğu (7.147 g), en hafif çeşidin ise ortalama

olarak 0.570 g ile *S. verticillata* tohumlarında tartılmıştır (Çizelge 5). Yapılan önceki çalışmalarda da (Dumanoglu ve Sönmez, 2019) özellikle *S. hispanica*'ya ait tohumların yakın değerlerde (1.225 g) bin dane ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. *Salvia* türlerine ait tohumların bin dane ağırlık değerleri

Tohumlar	Bin dane ağırlığı (g)		
	Min.	Ort.	Mak.
<i>S. hispanica</i>	1.240	1.240	1.250
<i>S. tomentosa</i>	6.960	7.147	7.380
<i>S. verticillata</i>	0.540	0.570	0.600
Ortalama	2.913	2.986	3.077

Sonuç ve Öneriler

Tarımsal işlem basamaklarında (temizleme, sınıflandırma, paketlenme vb.) genel olarak tohumlara ait boyutsal özelliklerden faydalanılmaktadır (Dumanoglu ve Çakmak, 2019b). Tohumlara ait elde edilen bu veriler kullanılarak bir tarımsal işletmede yer alacak olan makine düzenlerinin ayarları yapılması ya da yeni makine veya ekipmanların tasarlanmasında faydalanılmaktadır (Zewdu, 2011).

Genel olarak tarladan işletmeye gelen bitkilerin üzerinde yer alan kısımlar (sap, yaprak, tohum, kök vb.) ayrılarak ilgili birimlere yönlendirilmektedir. Diğer yandan bitki üzerinden alınan tohumlar farklı boylarda olabildiklerinden, bunlarda özelliklerine göre ayrı ayrı paketlenerek üreticiye gönderilecek formda hazırlanmaktadır (Yağcıoğlu, 2015; Dumanoglu ve Çakmak, 2017). Bu nedenle

tohumlara ait bazı fiziksel özellikler temel anlamda belirlenmektedir. Bu çalışmada, üç farklı *salvia* türüne ait tohumlar incelenmiş ve tohumlara ait veriler elde edilmiştir. Genel olarak üç *salvia* türüne ait tohumların oval bir formda olmasına karşın *S. tomentosa* ve *S. verticillata*'nın kısa, *S. hispanica*'nın ise orta boyutlarda olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, önceki yapılan araştırmalar ile benzerlik göstermektedir (Dumanoglu ve Sönmez, 2019). Küresellik açısından *S. hispanica* ve *S. verticillata* ya ait tohumların değerleri birbirine yakın çıkarken, *S. tomentosa*'ya ait olan tohumların küresel forma çok daha yakın olduğu saptanmıştır. *Salvia* türleri arasında en belirgin fark ise, bin dane ağırlığında tespit edilmiştir. *S. tomentosa*'ya ait olan tohumların çalışmada yer alan diğer *salvia* türlerine göre çok daha ağır olduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin özellikle ticari anlamda öneme sahip olan bu üç farklı *salvia* türlerine (*S. hispanica*, *S. tomentosa* ve *S. verticillata*) ait tohumların standart bir şekilde ekimden ürün işleme basamaklarına kadar pek çok aşamada faydalanılacağı ayrıca ileride yapılacak olan araştırmalara da yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alayunt, F.N. 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Ders Kitabı, Ege Ün. Ziraat Fak. Yayınları No: 541, İzmir.
- Alfredo, V.O, Gabriel, R.R, Luis, C.G. ve B.A. David. 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). LWT-Food Sci Technol, 42:168e73.
- Ali, N.M., Yeap, S.K., Ho, W.Y., Beh, B.K., Tan, S.W. ve S.G. Tan. 2012. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. Hindawi Publishing Corporation Journal of Biomedicine ve Biotechnology, Volume 2012, Article ID 171956, 9 pages doi:10.1155/2012/171956.
- Amato, M., Caruso, M.C., Guzzo, F., Commisso F.G.M., Bochicchio, R., Labella, R., ve F. Favati. 2015. Nutritional Quality Of Seeds Ve Leaf Metabolites Of Chia (*Salvia hispanica* L.) From Southern Italy. European Food Research Ve Technology, November 2015, Volume 241, Issue 5, Pp 615–625.
- Armstrong, D. 2004. Application for approval of whole chia (*Salvia hispanica* L.) seed ve ground whole seed as novel food ingredient. Northern Irelve, R Craig & Sons. http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/c_hiaapplication.pdf.
- Ayerza, R. ve W. Coates. 2005(a). Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. University of Arizona Tuscon, Arizona. <http://www.uky.edu/Ag/CDBREC/introsheet/s/chia.pdf>.
- Ayerza, R. ve W. Coates. 2005(b). Ground chia seed ve chia oil effects on plasma lipids ve fatty acids in the rat. Nutr. Res. 25, 995–1003.
- Baydar, H. 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı), SDÜ Yayınları, Yayın No: 51, Isparta.
- Bayram, M., Yılar, M., Özgöz, E. ve İ. Kadioğlu. 2016. Ada Çayı (*Salvia virgata* Jacq.) Tohumlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı 325-331. DOI: 10.17100/nevbittek.211022.
- Bushway, A.A., Belyea, P.R. ve R.J. Bushway. 1981. Chia seed as a source of oil, polysaccharide, ve protein. J. Food Sci. 1981, 46, 1349–1350.
- Cahill, J. 2003. Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). Econ. Bot., 57, 604–618.
- Ceylan, A. 1997. Tıbbi Bitkiler II. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 481s, İzmir.
- Denir, S. 2005. Farklı *Salvia tomentosa* ekstraktlarının C6 glioma monolayer ve sferoid hücre kültürü modelinde antitümör etkisinin belirlenmesi, Balıkesir Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi, 81 s., Balıkesir.
- Ding, Y., Lin, H.W., Lin, Y.L., Yang, D.J., Yu, Y.S., Chen, J.W., Wang, S.Y. ve Y.C. Chen. 2018. Nutritional composition in te chia seed veits processing properties on restructured ham-like products, journal of food ve drug analysis 26, 124-134.
- Dumanoğlu, Z. ve B. Çakmak. 2017. Oğulotu (*Melissa officinalis* L.) tohumunun kaplanması ve pelletlenmesinin tohum kalitesi üzerine etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 13(2), 87-92, İzmir.
- Dumanoğlu, Z. ve B. Çakmak. 2019a. Tohum Uygulamalarının İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) Tohumları Üzerindeki Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Etkilerinin İncelenmesi, ERASMUS International Academic Research Symposium in Science, Engineering ve Agriculture (April 5-6, 2019) Proceeding Book (Agriculture, Forestry ve Fishers), ISBN: 978-605-7602-73-2, İzmir.
- Dumanoğlu, Z. ve B. Çakmak. 2019b. Tohum Uygulamalarının Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi, Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 33 Sayı 1, ISSN: 1301-3165, Bursa.
- Dumanoğlu, Z. ve Ç. Sönmez. 2019. Chia (*Salvia hispanica* L.) Tohumlarına ait Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler, ERASMUS International Academic Research Symposium, s:203-211, İzmir.
- Eryiğit, F. 2006. *Mentha pulegium* L. ve *Salvia tomentosa* Miller bitkilerinin metanol özütlerinin in vitro antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi., Isparta Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi, 60 s., Isparta.
- Güler, S., Başaran, S. ve K.H. Güler. 2011. Batı akdeniz bölgesinde doğal yayılış gösteren önemli bazı odun dışı orman ürünlerinin yaş/kuru ağırlık oranları, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 59 s.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve K.H.C Baser. 2000. Flora of Turkey ve East Aegean Islves.

- Supplement II. Edinburgh Univ, Vol. 11 pp. 618-619.
- International Rules for Seed Testing (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing Book.
- Ixtaina, V.Y., Vega, A., ve S.M. Nolasco. 2010. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) characterization ve process optimization, The journal of supercritical fluids, volume 55, issue 1, p:192-199.
- İçlim, A., Nacar, S. ve M.T. Uguz. 2001. *Salvia tomentosa*, *Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx* ve *Rhus coriaria* Türlerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri. Ot Sistematiği Botanik Dergisi, 8,2: 121-125.
- İpek, A. 2007. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*) hatlarında azotlu gübrelemenin Herba verimi ve bazı özellikler üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim dalı Doktora Tezi, 109 s, Ankara.
- Kan, Y., Arslan, N., Altun, L. ve M. Kartal. 2006. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin kültürünün ekonomik önemi. 15. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı bildiri kitabı, cilt. 3 s. 213-219.
- Kara, M. 2012. Biyolojik Ürünlerin Fiziksel Özellikleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242, Erzurum.
- Karpuz, E. 2012. Hatay’da Yetişen *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* Türünün Fitokimyasal Özelliklerinin ve Antimikrobiyal Etkinliğinin Belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enst. Kimya ABD, Yüksek lisans tezi, 62 s., Hatay.
- Kıvrak, İ. 2006. *Salvia potentillifolia* Boiss & Heldr. ex Bentham bitkisinin uçucu bileşenlerinin analiz ve antioksidatif özelliklerinin belirlenmesi, Muğla Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi, 158 s., Muğla.
- Lu, Y. ve L.Y. Foo. 2002. Polyphenolics of salvia—a review. *Phytochemistry* 59, 117–140.
- Mohsenin, N.N. 1970. Physical Properties of Plant ve Animal Materials. Gordon ve Breach Science Publishers, New York.
- Mokhtarzadeh, S., Demirci, B., Ağalar, H.G., Khawar, K.M. ve N. Kırimer. 2019. In vitro Propagation ve Volatile Compound Characterization of *Lavveula stoechas* L. subsp. *stoechas*-An Economically Important Source of Essential Oil. *Rec. Nat. Prod.* 13 (2):121-128. DOI: <http://doi.org/10.25135/rnp.86.18.04.105>.
- Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O. ve J.M. Aguilera. 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction ve hydration, *Journal of Food Engineering*, 108, 216–224.
- Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O. ve J.M. Aguilera. 2013. Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain ve a new functional food. *Food Rev Int*, 29(4): 394-408.
- Orozco, R.G., Duran, P.N., Gonzalez, E.D.R., Zaracúa, V.P. ve O.P. Ramirez. 2014. Proyecciones de cambio climático y potencial productivo para L. en las zonas agrícolas de México. *Rev Mex Sci Agric* 10: 1831-1842.
- Reyes-Caudillo, E., Tecante, A. ve M.A. Valdivia-López. 2008. Dietary fibre content ve antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry* 107 (2), 656–663.
- Sezik, E. ve E. Yeşilada. 2002. Uçucu yağ taşıyan Türk halk ilaçları. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs, Eskisehir, Bildiri Özetleri: 98- 123.
- Yağcıoğlu, A. 2015. Ürün İşleme, Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No: 517, Genişletilmiş 2. Baskı, İzmir.
- Zewdu, A.D. 2011. “Moisture-dependent physical properties of Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.) Seeds”. *Philipp Agric Scientist*, 94 (3), 278-284.

Farklı Kavuzsuz Arpa (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Genotiplerinin İlk Gelişme Dönemindeki Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi[§]

Soner YÜKSEL^{1*}, Saim ÜNVER İKİNCİKARAKAYA²

¹Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir

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

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

Geliş Tarihi: 07.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.05.2020 Kabul Tarihi: 14.05.2020

Öz

Bu araştırma; 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme dönemlerinde Eskişehir’de Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde yürütülmüştür. Çalışmada son yıllarda ıslahı, üretimi, gıda, yem ve diğer endüstriyel uygulamalarda kullanılmasıyla önem kazanan kavuzsuz arpada bazı hatların ilk gelişme dönemlerindeki özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; dokuz adet kavuzsuz arpa hattı ile bir tane tescilli kavuzsuz arpa çeşidi (Özen) kullanılmıştır. Araştırmada kök uzunluğu, fide boyu, fırın kuru kök ve toprak üstü ağırlığı ve bunların birbirine oranları incelenmiştir. İncelenen tüm özellikler yönünden yıllar arası farklılık önemli bulunmuş ve yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, G1 ve G3 kavuzsuz arpa hatlarının kök uzunluğu, fırın kuru kök / fide oranı diğer genotiplere oranla daha yüksek değerler göstermiştir. Bu hatların kışa dayanıklılık yönünden yapılacak ıslah çalışmalarında değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. G5 ve G6 nolu hatlar; ilk gelişme döneminde belirlenen özellikler yönünden hatların ortalamasından daha yüksek değerlere sahip olmuştur. G8 kavuzsuz arpa hattı; ilk gelişme döneminde fırın kuru kök ağırlığı ve fırın kuru kök / fide ağırlığı yönünden en yüksek ortalamalara sahip olmuştur. Bu hat devam eden ıslah çalışmaları sonucunda, 2014 yılında Yalın ismi ile tescilli gerçekleştirilmiştir. Kavuzsuz arpa genotiplerinde ilk gelişme döneminde önemli farklılıklar saptanmış, hızlı çimlenme ve çıkış sağlayan genotiplerde; daha iyi bir fide gelişimi ve kök gelişimi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İlk gelişme dönemi, fide özellikleri, *Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f., ıslah hattı, kavuzsuz arpa.

Determination of Some Morphological Characteristics of Different Hulless Barley (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Genotypes in the Early Development Period

Abstract

The research was carried out at Transitional Zone Agricultural Research Institute in Eskişehir during the growing seasons of 2012-2013 and 2013-2014. In the study, it was aimed to determine some plant characteristics during the first stages of development of the hulless barley lines of which breeding and production has gained importance in recent years for its use in food, feed and other industrial applications. For this purpose, nine hulless barley lines and one registered variety (Özen) were used. In the research root length, seedling height, oven-dry weights of roots, over ground weight and ratio of oven-dry root weight/oven-dry over ground weight were investigated. The difference between years was found statistically significant in terms of all the features examined and the years were evaluated separately. As a result of the research, in terms of root length and oven-dry root/seedling ratio, hulless barley lines G1 and G3 had higher values than the other genotypes. These lines concluded that it can be evaluated in breeding studies regarding winter resistance. Lines G5 and G6 had higher values than mean

values of the lines in terms of the characteristics determined in the early development period. Line G8 had the highest mean values regarding oven-dry root weight and oven-dry root/seedling ratio in the early development period. As a result of the ongoing breeding studies, Line G8 was registered in 2014 with the name of Yalın. Significant differences were detected during the first development period of the hulles barley in genotype and better seedling and root development was identified for the genotypes proving rapid germination and emergence.

Keywords: Early development periods, seedling characteristics, *Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f., breeding line, hulles barley.

Giriş

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) ile buğday (kaplıca) dünyanın en eski kültür bitkilerindedir. Tarih öncesi devirlerde insanlar arpayı besin maddesi olarak kullanmışlardır. Eskiden yaygın olarak insan beslenmesinde kullanılan arpa bugün daha çok hayvan yemi, malt ve bira endüstrisinin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Bugün bile bazı ülkelerde buğday ununa %8-10 oranında arpa unu karıştırılmaktadır. Genellikle iki sıralı arpalar bira ve malt sanayinde, altı sıralı arpalar ise hayvan yemi üretiminde kullanılmaktadır. Son yıllarda kavuzsuz arpanın ıslahı, üretimi ve gıda, yem ve diğer endüstriyel uygulamalarda kullanılmasıyla ilgili yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Kavuzsuz arpa β -glukan ve diğer besinsel lif kaynakları bakımından zengindir (Yalçın ve ark., 2006).

Arpanın insan gıdası olarak kullanımına olan ilginin son zamanlarda artmasıyla birlikte kavuzsuz arpa önem kazanmaya başlamıştır. Yüksek sindirilebilir protein ve enerji içeriği (Anonim, 1994), ekme yapımında paçalda kullanılabilmesi, son yıllardaki çalışmalarda ortaya konan β -glukan içeriği ve yüksek çözünür lifler nedeniyle plazma kolesterolünü azaltıcı etkisi kavuzsuz arpaya olan dikkatleri yoğunlaştırmaktadır (Ottekin ve ark., 1996).

Arpa tanesinin buğday tanesinden farkı iç kavuzun taneye sıkıca yapışık olmasıdır. Bu yüzden arpa tanesi kavuzlu tane olarak bilinir. Bunun yanında, kavuzsuz tane veren arpa genotipleri de vardır. Kavuzsuz arpanın sağlık için yararlı olduğu tespit edilen bazı bileşenleri taşıması kavuzsuz arpaya olan ilgileri daha da önemli seviyeye getirmiştir. Ayrıca, kavuzsuz olması öğütme teknolojisi açısından da bazı kolaylıklar getirmektedir. Bilinen klasik buğday öğütme yöntemleri ve ekipmanları ile kepek ve una ayrılabilir (Karaduman, 2006).

Son yıllarda artan taleple birlikte ülkemizde kavuzsuz arpa ıslahı konusunda

yapılan çalışmalar sonucunda Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)'ne ait bir hat 2012 yılında ÖZEN ismi ile tescil edilmiştir. Ayrıca 2014 yılında yine aynı enstitü tarafından YALIN ismi ile bir kavuzsuz arpa çeşidi daha tescil ettirilmiştir.

Türkiye'de ıslah ve üretimi konusunda çok fazla çalışma yapılmamış olan kavuzsuz arpanın, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yer kazanmasıyla birlikte, bu araştırmada; Eskişehir koşullarında bazı kavuzsuz arpa genotiplerinin ilk gelişme dönemlerindeki bazı bitki özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

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

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

Bu çalışmada ICARDA (Uluslararası Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırma Merkezi) orijinli 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet tescilli kavuzsuz arpa çeşidi deneme materyali olarak kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa hatlarının genotip melez isimleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yılları ve uzun yıllar ortalamasına ait aylık ortalama sıcaklıklar ve toplam yağış verileri

Aylar	2012-2013		2013-2014		Uzun yıllar	
	Yağış (mm)	Ortalama sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ortalama sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ortalama sıcaklık (°C)
Ekim	16.1	14.2	65.0	9.80	25.0	11.4
Kasım	14.5	7.30	15.0	6.70	30.3	5.70
Aralık	73.2	2.20	1.50	1.70	45.7	1.40
Ocak	18.5	1.70	21.0	3.60	38.3	-1.30
Şubat	25.4	5.60	5.00	5.50	32.3	0.20
Mart	30.6	7.60	19.1	7.90	33.1	4.60
Nisan	26.8	11.5	51.4	13.0	35.1	9.20
Mayıs	5.80	18.6	31.2	16.3	43.3	14.1
Haziran	36.5	20.2	63.7	19.8	29.1	18.6
Temmuz	0.80	21.6	20.4	23.7	13.8	21.9
Toplam	248.2		293.3		326.8	
Ortalama		11.05		10.80		8.58

Arpa genotiplerine ait tohumlar sterilize edilmiş 1/2 tarla toprağı, 1/4 ahır gübresi, 1/4 kum karışımıyla doldurulmuş, hacmi 760 cm³ olan plastik saksılarda tarla koşullarında yetiştirilmiştir. Araştırma üç tekrarlamalı olarak, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme deseninde yürütülmüştür. Her tekerrürde 38 cm çapında ve 2 m derinlikten oluşan 3 adet saksı kullanılmıştır. Söküm zamanları ana parsellere, genotipler alt parsellere yerleştirilmiştir. Her saksıya 5'er tohum, 3 cm derinliğinde ekilmiş ve saksılara 200 cm³ su verilmiştir. Saksılar tarla su kapasitesine ulaşacak şekilde sulanmışlardır.

Her tekerrürdeki üç saksıdan her birisindeki bitkiler üç farklı söküm zamanında değerlendirilmiştir.

Çıkiştan sonra her saksıdaki 5' şer bitki, sapa kalkmadan önce ilk yıl 15, 22 ve 29 Mayıs, ikinci yıl 13, 20 ve 27 Mayıs tarihlerinde birer hafta arayla köklü olarak sökülmüşlerdir. Sökülen bitkilerin toprak üstü ve kök aksamı ayrılmış, kökler özel elekler üzerinde su ile yıkanarak temizlenmiş ve kök kaybının olmamasına özen gösterilmiştir. Bu bitkilerde kök uzunluğu (cm) ve fide boyuna (cm) ait ortalama değerler bulunmuştur.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan kavuzsuz arpa genotipleri melez ve pedigrileri

Sıra No	Genotip
1	Ib90704
2	Icb100811
3	Mola/Bermejo"S"//Nispero
4	Icb100819
5	Bugar
6	K-247/2401-13//Radikal/Vavilon LF7
7	Roho/Masurka//ICB-103020
8	Cyclone/4/YAA560.2//Luther/BK259/3/Ngyak-8/Plaisant
9	Cyclone/4/YAA560.2//Luther/BK259/3/Ngyak-8/Plaisant
10	Özen

Bu ölçümlerden sonra bitkilerin kök ve toprak üstü kısımları 24 saat oda sıcaklığında kurutulmuştur. Her genotipten beş bitkinin kök ve toprak üstü fırın kuru ağırlıkları 105 ± 2 °C sıcaklıkta, ağırlık sabitleşinceye kadar kurutularak bulunmuş, bu değerlerden

hesaplama yoluyla kök / toprak üstü oranları belirlenmiştir. Gözlem ve ölçümler Geçit ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, SAS istatistik programında bölünmüş parsel deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur (SAS Institute 1999).

Bulgular ve Tartışma

Kök uzunluğu (cm): Farklı söküm zamanlarında incelenen kavuzsuz arpa genotiplerinin kök uzunluğuna ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırmada ele alınan çeşit ve hatların kök uzunluğuna ilişkin verilerle yapılan

varyans analizinde; birinci yılda genotipler arası %1, söküm zamanı %5 önemli bulunurken, söküm zamanı x genotip interaksyonu önemsiz bulunmuştur. İkinci yılda ise, genotipler arası, söküm zamanı ve söküm zamanı x genotip interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Farklı söküm zamanlarında kavuzsuz arpa genotiplerinin kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	
		2013	2014
Genel	89	-	-
Blok	2	31.81	522.04
Söküm zamanı (A)	2	36.57*	1616.54**
Hata ₁	4	3.07	57.95
Genotip (B)	9	20.41**	119.45**
A x B	18	2.87	88.06**
Hata ₂	54	1.82	22.40
D.K. (%)		5.80	12.39

*: %5 ve **: %1 düzeyinde önemli.

Kök uzunluğuna ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırılması Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde, söküm zamanlarına göre; arpa genotiplerinin kök uzunluğu ortalamaları arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Kök uzunluğu yönünden en yüksek ortalama, son söküm zamanında 24.46 cm ile elde edilirken, bunu 23.20 cm ile ikinci söküm zamanı izlemiş ve en kısa kök uzunluğu birinci söküm zamanında 22.26 cm olarak belirlenmiştir. İncelenen kavuzsuz arpa genotiplerinin kök uzunlukları göz önüne alındığında, en yüksek kök uzunluğu ortalaması, 25.33 cm ile G7 hattından elde edilmiştir. G9 hattının kök uzunluğu 25.11 cm olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak G7 hattı ile aynı grupta yer almıştır. En kısa kök uzunluğu ise G1 hattından 20.22 cm ile elde edilmiştir. Çizelge 4'de verildiği gibi, söküm zamanlarına göre, arpa genotiplerinin kök uzunluğu ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir. Üçüncü söküm zamanında G6 arpa hattı 55.83 cm ile en yüksek kök uzunluğu ortalamasına sahip olurken, en düşük değer G8 arpa hattında birinci söküm zamanında (25.50 cm) elde edilmiştir. Üç söküm zamanı ortalamasına göre, genotipler kök uzunluğu yönünden istatistiksel olarak 2 farklı grupta yer almıştır. En yüksek kök uzunluğu ortalaması (41.73 cm) G5 arpa hattından, en düşük ise 30.27 cm ile Özen çeşidinden elde edilmiştir. Kök uzunluğuna ait elde edilen bu bulgular, serin iklim tahıllarında kök derinliği üzerine beş

yıllık bir çalışmada; buğday kök derinliğinin kardeşlenme öncesinde 30 cm'ye kadar, kardeşlenmede 50-60 cm'ye kadar uzadığını bildiren Schliephake ve Garz (1986) ve Geçit ve ark. (1987)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Fide boyu (cm): Araştırmanın birinci ve ikinci yılında çeşit ve hatların fide boyları incelenmiş ve fide boylarına ait verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü gibi, araştırmada kavuzsuz arpa çeşit ve hatların fide boyu uzunluğuna ilişkin verilerle yapılan varyans analizinde; birinci ve ikinci yılda benzer sonuçlar elde edilmiş, genotipler arası, söküm zamanları ve söküm zamanı x genotip interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuş; kök uzunluğuna ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırılması Çizelge 6'da verilmiştir. Üçüncü söküm zamanında G5 numaralı arpa hattı 40.00 cm ile en yüksek fide boyu ortalamasına sahip olurken, en düşük değer G8 arpa hattında birinci söküm zamanında (18.00 cm) elde edilmiştir. İkinci söküm zamanında G9 arpa hattı 43.00 cm ile en yüksek fide boyu ortalamasına sahip olurken, en düşük değer G1 arpa hattında birinci söküm zamanında (19.00 cm) elde edilmiştir. Üç söküm zamanı ortalamasına göre; genotipler fide boyu yönünden istatistiksel olarak 3 farklı grupta yer almıştır. En yüksek fide boyu ortalaması G5 arpa hattından (34.22 cm), en düşük ise G1 arpa hattından (25.55 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 4. Farklı söküm zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarındaki kök uzunluğuna (cm) ait ortalama değerler

Genotipler	2012-2013				2013-2014			Ortalama
	15 Mayıs	22 Mayıs	29 Mayıs	Ortalama	13 Mayıs	20 Mayıs	27 Mayıs	
G1	20.33	19.66	20.66	20.22 ^{c*}	37.03 ^{g-j}	35.83 ^{g-k}	43.50 ^{c-g}	38.78 ^{a*}
G2	21.66	24.33	25.33	23.77 ^{ab}	33.33 ^{i-m}	39.16 ^{f-i}	50.83 ^{abc}	41.11 ^a
G3	22.00	23.66	26.33	24.00 ^{ab}	32.93 ⁱ⁻ⁿ	47.33 ^{b-e}	43.00 ^{d-g}	41.08 ^a
G4	21.33	22.33	24.00	22.55 ^b	32.33 ⁱ⁻ⁿ	37.50 ^{g-j}	41.33 ^{e-h}	37.05 ^a
G5	21.00	23.33	23.00	22.44 ^b	27.70 ^{lmn}	45.83 ^{b-f}	51.66 ^{ab*}	41.73 ^a
G6	20.33	23.66	24.00	22.66 ^b	27.33 ^{mn}	41.83 ^{e-h}	55.83 ^a	41.66 ^a
G7	25.33	25.00	25.66	25.33 ^a	28.00 ^{lmn}	35.16 ^{h-l}	43.00 ^{d-g}	35.38 ^{ab}
G8	24.66	23.00	25.00	24.22 ^{ab}	25.50 ⁿ	31.83 ⁱ⁻ⁿ	50.33 ^{a-d}	35.88 ^{ab}
G9	24.33	25.00	26.00	25.11 ^a	31.00 ^{j-n}	42.83 ^{d-h}	42.83 ^{d-h}	38.88 ^a
Özen	21.66	22.00	24.66	22.77 ^b	31.50 ⁱ⁻ⁿ	28.33 ^{k-n}	31.00 ⁱ⁻ⁿ	30.27 ^b
Ortalama	22.26 ^b	23.20 ^{ab}	24.46 ^a	-	30.66 ^b	38.56 ^a	45.33 ^a	-

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı söküm zamanlarında kavuzsuz arpa genotiplerinin fide boyu uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	
		2013	2014
Genel	89	-	-
Blok	2	291.67	54.97
Söküm zamanı (A)	2	1064.84**	1545.91**
Hata ₁	4	27.99	10.24
Genotip (B)	9	72.76**	64.72**
A x B	18	42.79**	27.83**
Hata ₂	54	11.22	3.92
D.K. (%)		12.20	6.24

**: %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 6. Farklı söküm zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarındaki fide boyuna (cm) ait ortalama değerler

Genotipler	2012-2013				2013-2014			Ortalama
	13 Mayıs	20 Mayıs	27 Mayıs	Ortalama	15 Mayıs	22 Mayıs	29 Mayıs	
G1	25.00 ^{g-j}	25.00 ^{g-j}	26.33 ^{f-i}	25.44 ^{bc*}	19.00 ^k	28.66 ^{fgh}	29.00 ^{fgh}	25.55 ^{d*}
G2	24.67 ^{g-j}	29.00 ^{d-g}	38.00 ^{ab}	30.55 ^a	26.33 ^h	34.33 ^e	39.33 ^b	33.33 ^{ab}
G3	22.67 ^{h-k}	29.00 ^{d-g}	30.67 ^{c-f}	27.44 ^{ab}	22.66 ^j	35.66 ^{de}	36.00 ^{cde}	31.44 ^{abc}
G4	21.00 ^{ijk}	32.00 ^{cde}	34.00 ^{bcd}	29.00 ^{ab}	27.33 ^{gh}	37.00 ^{b-e}	36.33 ^{b-e}	33.55 ^{ab}
G5	19.67 ^{jk}	34.00 ^{bcd}	40.00 ^a	31.22 ^a	26.00 ^{hi}	39.00 ^{bc}	37.66 ^{bcd}	34.22 ^a
G6	18.67 ^k	30.00 ^{d-g}	39.00 ^{ab}	29.22 ^{ab}	26.66 ^h	37.33 ^{bcd}	35.00 ^{de}	33.00 ^{ab}
G7	18.33 ^k	26.00 ^{f-i}	32.00 ^{cde}	25.44 ^{bc}	22.33 ^j	30.66 ^f	39.33 ^b	30.77 ^{bc}
G8	18.00 ^k	26.67 ^{e-h}	35.67 ^{abc}	26.77 ^{ab}	20.00 ^{jk}	39.33 ^b	39.00 ^{bc}	32.77 ^{ab}
G9	21.33 ^{h-k}	31.33 ^{c-f}	30.67 ^{c-f}	27.77 ^{ab}	21.00 ^{jk}	43.00 ^a	36.66 ^{b-e}	33.55 ^{ab}
Özen	21.33 ^{h-k}	21.00 ^{ijk}	22.33 ^{h-k}	21.55 ^c	23.00 ^{ij}	34.00 ^e	30.00 ^{fg}	29.00 ^c
Ortalama	21.06 ^b	28.40 ^a	32.86 ^a	-	23.43 ^b	35.90 ^a	35.83 ^a	-

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Kök kuru ağırlığı: Denemenin birinci ve ikinci yılında çeşit ve hatların ilk gelişme dönemleri incelenmiş ve fırın kuru kök ağırlığına ilişkin ortalamalarla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir. Araştırmada 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet kavuzsuz arpa çeşidinin fırın kuru kök ağırlığına ilişkin verilerle yapılan varyans analizinde; birinci yılda

genotipler arası ve söküm zamanı x genotip interaksyonu %1 önemli bulunurken, söküm zamanı önemsiz bulunmuştur. İkinci yılda ise, genotipler arasında, söküm zamanı ve söküm zamanı x genotip interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fırın kuru kök ağırlığına ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırılması Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 7. Farklı söküm zamanlarında kavuzsuz arpa genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	
		2013	2014
Genel	89	-	-
Blok	2	0.48	0.004
Söküm zamanı (A)	2	0.28	1.48**
Hata ₁	4	0.12	0.004
Genotip (B)	9	0.29**	0.08**
A x B	18	0.15**	0.04**
Hata ₂	54	0.05	0.007
D.K. (%)		17.69	13.72

** : %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 8. Farklı söküm zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarındaki fırın kuru kök ağırlığına (g) ait ortalama değerler

Genotipler	2012-2013				2013-2014			Ortalama
	15 Mayıs	22 Mayıs	29 Mayıs	Ortalama	13 Mayıs	20 Mayıs	27 Mayıs	
G1	1.06 ^{e-i}	0.90 ^{ghi}	1.46 ^{a-e}	1.14 ^{bcd*}	0.34 ^{ij}	0.48 ^{ghi}	0.82 ^{cde}	0.54 ^{cde*}
G2	1.48 ^{a-e}	1.12 ^{b-i}	1.51 ^{a-d}	1.37 ^{abc}	0.49 ^{ghi}	0.51 ^{gh}	0.98 ^{ab}	0.66 ^{bc}
G3	1.37 ^{a-f}	1.34 ^{a-g}	1.74 ^a	1.48 ^a	0.26 ^j	0.49 ^{ghi}	0.87 ^{b-e}	0.54 ^{de}
G4	0.98 ^{f-i}	1.28 ^{b-g}	1.55 ^{ab}	1.27 ^{a-d}	0.30 ^j	0.84 ^{b-e}	0.71 ^{ef}	0.61 ^{b-e}
G5	1.47 ^{a-e}	1.31 ^{a-g}	1.54 ^{abc}	1.44 ^{ab}	0.28 ^j	0.49 ^{ghi}	0.76 ^{def}	0.50 ^e
G6	0.77 ⁱ	1.28 ^{b-g}	0.92 ^{ghi}	0.99 ^d	0.39 ^{hij}	0.73 ^{def}	0.63 ^{fg}	0.58 ^{cde}
G7	1.10 ^{c-i}	1.01 ^{f-i}	1.23 ^{b-h}	1.11 ^{cd}	0.33 ^j	0.71 ^{ef}	0.71 ^{ef}	0.58 ^{cde}
G8	1.74 ^a	1.26 ^{b-h}	1.54 ^{abc}	1.51 ^a	0.55 ^g	0.80 ^{cde}	0.77 ^{def}	0.70 ^b
G9	1.33 ^{a-g}	1.47 ^{a-e}	1.41 ^{a-f}	1.40 ^{abc}	0.28 ^j	0.73 ^{def}	0.88 ^{bcd}	0.62 ^{bcd}
Özen	0.83 ^{hi}	1.56 ^{ab}	1.08 ^{d-i}	1.16 ^{bcd}	0.52 ^{gh}	1.05 ^a	0.94 ^{abc}	0.84 ^a
Ortalama	1.21 ^b	1.25 ^b	1.40 ^a		0.37 ^b	0.68 ^{ab}	0.80 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Üçüncü söküm zamanında G3 arpa hattı 1.74 g ile en yüksek fırın kuru kök ağırlığı ortalamasına sahip olurken, en düşük değer G6 arpa hattında birinci söküm zamanında (0.77 g) elde edilmiştir. En yüksek fırın kuru kök ağırlığı ortalaması G8 arpa hattında 1.51 g olarak belirlenmiş istatistiksel olarak G3 arpa hattı ile aynı grupta yer almıştır. En düşük fırın kuru kök ağırlığı ortalaması G6 arpa hattından (0.99 g) elde edilmiştir. Üç söküm zamanı ortalamasına göre; genotipler fırın kuru kök ağırlığı yönünden

istatistiksel olarak 4 farklı grupta yer almıştır. Çizelge 8’de verildiği gibi, fırın kuru kök ağırlığına göre, arpa genotiplerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir. İkinci söküm zamanında Özen kavuzsuz arpa çeşidi 1.05 g ile en yüksek fırın kuru kök ağırlığı ortalamasına sahip olurken, en düşük değer, birinci söküm zamanında G3 arpa hattında (0.26 g) elde edilmiştir. En yüksek fırın kuru kök ağırlığı ortalaması (0.84 g) Özen kavuzsuz arpa çeşidinden, en düşük ise 0.50 g

ile G5 arpa hattından elde edilmiştir. Özen kavuzsuz arpa çeşidi genotip özelliğini sonuçlara yansıtarak ilk gelişme devresinde düzenli aralıklarla yapılan sulamadan çok iyi yararlandığı için yoğun bir kök gelişimi göstermiştir. Araştırmada elde edilen bulgular; sökülme zamanı ilerledikçe bütün buğday çeşitlerinde fırın kuru kök ağırlığında çeşitlere göre farklı zamanlarda ortaya çıkan belirgin bir artışın olduğunu belirten Geçit ve ark. (1987)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Fırın kuru toprak üstü ağırlığı (g): Denemenin birinci ve ikinci yılında çeşit ve hatların ilk gelişme dönemleri incelenmiş ve fırın kuru toprak üstü ağırlığına ilişkin verilerle

yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9 incelendiğinde, araştırmada ele alınan 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet kavuzsuz arpa çeşidinin fırın kuru toprak üstü ağırlığına ilişkin verilerle yapılan varyans analizinde; birinci yılda sökülme zamanı ve sökülme zamanı x genotip interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunurken, genotipler arası %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. İkinci yılda, genotipler arası, sökülme zamanları ve sökülme zamanı x genotip interaksyonu %1 düzeyinde önemli olarak bulunmuştur. Fırın kuru toprak üstü ağırlığına ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırılması Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 9. Farklı sökülme zamanlarında kavuzsuz arpa genotiplerinin fırın kuru toprak üstü ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	
		2013	2014
Genel	89	-	-
Blok	2	0.02	0.15
Sökülme zamanı (A)	2	3.48**	0.34**
Hata ₁	4	0.02	0.006
Genotip (B)	9	0.03*	0.20**
A x B	18	0.08**	0.11**
Hata ₂	54	0.01	0.01
D.K. (%)		13.69	15.56

*: %5 ve **: %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 10. Farklı sökülme zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarındaki fırın kuru toprak üstü ağırlığına (g) ait ortalama değerler

Genotipler	2012-2013				2013-2014			Ortalama
	13 Mayıs	20 Mayıs	27 Mayıs	Ortalama	15 Mayıs	22 Mayıs	29 Mayıs	
G1	0.61 ^h	1.07 ^{c-f}	1.01 ^{efg}	0.90 ^{ab*}	0.48 ^{mn}	0.45 ⁿ	0.55 ^{lmn}	0.49 ^{f*}
G2	0.63 ^h	0.85 ^g	1.48 ^a	0.98 ^{ab}	1.08 ^{bc}	1.06 ^{bc}	0.84 ^{d-h}	0.99 ^a
G3	0.54 ^{hi}	0.84 ^g	1.31 ^{ab}	0.89 ^{ab}	0.55 ^{lmn}	0.70 ^{h-l}	1.02 ^{bcd}	0.76 ^{cd}
G4	0.48 ^{hij}	1.04 ^{def}	1.28 ^b	0.93 ^{ab}	0.80 ^{f-j}	1.15 ^b	0.82 ^{e-i}	0.92 ^{ab}
G5	0.31 ^j	1.15 ^{b-e}	1.07 ^{c-f}	0.84 ^{ab}	0.53 ^{lmn}	0.61 ⁱ⁻ⁿ	1.34 ^a	0.83 ^{bc}
G6	0.41 ^{ij}	1.01 ^{efg}	1.20 ^{bcd}	0.87 ^{ab}	0.52 ^{lmn}	0.53 ^{lmn}	0.90 ^{c-g}	0.65 ^{de}
G7	0.36 ^j	0.90 ^{fg}	1.23 ^{bc}	0.82 ^b	0.81 ^{f-i}	0.60 ^{k-n}	1.00 ^{b-e}	0.80 ^{bcd}
G8	0.62 ^h	0.97 ^{efg}	1.48 ^a	1.02 ^a	0.71 ^{h-l}	0.64 ⁱ⁻ⁿ	0.79 ^{f-k}	0.71 ^{cde}
G9	0.55 ^{hi}	1.07 ^{c-f}	1.07 ^{c-f}	0.89 ^{ab}	0.66 ^{h-m}	0.63 ⁱ⁻ⁿ	0.96 ^{c-f}	0.75 ^{cd}
Özen	0.84 ^g	0.95 ^{fg}	0.93 ^{fg}	0.90 ^{ab}	0.54 ^{lmn}	0.75 ^{g-k}	0.48 ^{mn}	0.59 ^{ef}
Ortalama	0.53 ^c	0.98 ^b	1.20 ^a		0.67 ^b	0.71 ^b	0.87 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 10'da bildirildiği gibi, sökülme zamanlarına göre, arpa genotiplerinin fırın kuru

toprak üstü ağırlığı ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir.

Üçüncü söküme zamanında G2 ve G8 arpa hatları 1.48 g ile en yüksek fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalamasına sahip olmuşlardır. En düşük değer, G5 arpa hattında birinci söküme zamanında (0.31 g) elde edilmiştir. En yüksek fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalaması G8 arpa hattında 1.02 g olarak belirlenmiştir. En düşük fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalaması G7 arpa hattından (0.82 g) elde edilmiştir.

Fırın kuru toprak üstü ağırlığına göre, arpa genotiplerinin ağırlık ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir. Üçüncü söküme zamanında G5 arpa hattı 1.34 gram ile en yüksek fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalamasına sahip olurken, en düşük değer, ikinci söküme zamanında G1 arpa hattından (0.45 g) elde edilmiştir. Üç söküme zamanı ortalamasına göre; genotipler fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalamaları yönünden istatistiksel olarak 6 farklı grupta yer almıştır. En yüksek fırın kuru toprak üstü ağırlığı ortalaması G2 arpa

hattından (0.99 g), en düşük ise 0.49 g ile G1 arpa hattından elde edilmiştir. Söküme zamanı ilerledikçe, fırın kuru kök ağırlığına benzer şekilde fırın kuru toprak üstü ağırlığında da belirgin bir artış olduğunu ifade eden Geçit ve ark. (1987) ile Lu ve Barber (1985) araştırmamızdan elde ettiğimiz bulguları desteklemektedir.

Fırın kuru kök ağırlığı / fırın kuru toprak üstü ağırlığı oranı: Denemenin birinci ve ikinci yılında çeşit ve hatların ilk gelişme dönemleri incelenmiş ve fırın kuru kök ağırlığının fırın kuru toprak üstü ağırlığı oranına ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 11’de verilmiştir. Araştırmada ele alınan 9 adet arpa genotipi ile 1 adet arpa çeşidinin fırın kuru kök ağırlığının, fırın kuru toprak üstü ağırlığına oranı hesaplanmış, her iki yıl genotiplere göre istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Farklı söküme zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin kök / toprak üstü kuru ağırlığına oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.O.	
		2013	2014
Genel	89		
Blok	2	0.008	0.02
Genotip	9	0.07**	0.90**
Hata	54	0.01	0.12
D.K. (%)		15.47	19.01

** : %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 12. Farklı söküme zamanlarında incelenen arpa genotiplerinin 2013 ve 2014 yıllarındaki kök kuru ağırlığının / toprak üstü kuru ağırlığına oranına ait ortalama değerler

Genotipler	2013	2014
G1	0.60 ^{bc*}	2.28 ^{a*}
G2	0.69 ^{bc}	1.43 ^c
G3	0.58 ^c	2.03 ^{ab}
G4	0.68 ^{bc}	1.41 ^c
G5	0.70 ^{bc}	2.04 ^{ab}
G6	0.73 ^{bc}	1.65 ^{bc}
G7	0.76 ^b	1.46 ^c
G8	0.75 ^b	2.12 ^{ab}
G9	0.66 ^{bc}	1.92 ^{ab}
Özen	0.92 ^a	1.96 ^{ab}

*: Harfler %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Birinci yıl genotiplere ait söküme zamanları ortalaması olarak ele alınan fırın kuru kök ağırlığının, fırın kuru toprak üstü ağırlığı oranına ait ortalama değerler ve farklılık gruplandırılması Çizelge 12’de verilmiştir.

Ortalamaların farklılık gruplandırması incelendiğinde; birinci yıl 0.92 oran ile Özen çeşidi en yüksek, 0.58 ile G3 arpa hattı en düşük fırın kuru kök ağırlığının fırın kuru toprak üstü ağırlığına oranına sahip genotip ve çeşit olmuşlardır. Genotipler, fırın kuru kök

ağırlığının fırın kuru toprak üstü ağırlığına oranı yönünden istatistiksel olarak 3 farklı grupta yer almıştır. İkinci yıl G1 numaralı arpa hattı (2.28) en yüksek fırın kuru kök ağırlığının fırın kuru toprak üstü ağırlığına oranına sahip iken G4 numaralı hat (1.41) en düşük ağırlığa sahip olmuştur.

Kök / toprak üstü ağırlık oranının düşük olması, toprak üstü gelişmesinin köke göre daha fazla olduğunu göstermekte, kök gelişiminin az, toprak üstü gelişiminin fazla olması kurağa dayanıklılığın azalmasına neden olmaktadır (Geçit ve ark., 1987).

Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular, Sadhu ve Bhaduri (1983), Joubert (1984), Lu ve Barber (1985), Schliephake ve Garz (1986), Kuz'min ve Shumeiko (1987), Geçit ve ark. (1987)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre, incelenen kavuzsuz arpa genotiplerinin kök ve toprak üstü organlarının gelişme durumları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Kavuzsuz arpa genotiplerinin ilk gelişme döneminde önemli farklılıklar saptanmış, hızlı çimlenme ve çıkış sağlayan genotiplerde; daha iyi bir fide gelişimi ve kök gelişimi tespit edilmiştir.

Kök uzunluğu, fırın kuru kök / fide oranı diğer genotiplere oranla daha yüksek değer gösteren G1 kavuzsuz arpa hattı kısa boylu olması ve sağlam bir sapa sahip olması yönüyle kışa dayanıklılık yönünden yapılacak ıslah çalışmalarında değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

G8 kavuzsuz arpa hattı; ilk gelişme döneminde fırın kuru kök ağırlığı ve fırın kuru kök/fide ağırlığı yönünden en yüksek ortalamalara sahip olmuştur. Bu hattın devam eden ıslah çalışmaları sonucunda, 2014 yılında Yalın ismi ile tescilli gerçekleştirilmiştir. Yalın kavuzsuz arpa çeşidi, kışlık gelişme özelliğinde olan bir çeşittir.

Tescilli çeşit olan Özen ise yazlık özelliği ile öne çıkmış ve ilk gelişme döneminde deneme ortalamasına yakın değerler elde edilmiştir.

¥: Doktora tezinden derlenmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2014. Aylık Hava Raporu Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir

Anonymous, 1994. Cereal Programme, ICARDA Annual Report 172 pp, Aleppo/Syria.

Geçit, H.H., Emeklier, H.Y., Çiftçi, C.Y., Ünver, S., Şenay, A. 1987. Ekmeklik Buğdayda İlk Gelişme Devresinde Kök ve Topraküstü Organlarının Durumu. Türkiye Tahıl Simpozyumu, 6-9 Ekim 1987; Bursa.

Joubert, G.D. 1984. Root development of different wheat cultivars. Field crop. Abst. Vol. 37, 556-565.

Karaduman, Y. 2006. Kavuzsuz Arpa Potansiyeli. Unlu Mamuller Tek. Dergisi 74: 21-26.

Kuz'min, N.A., Shumeiko, A.F. 1987. The root system of spring wheat and possibility of improving varieties by strengthening its development. Field Crop. Abst. Vol. 40, (62).

Lu, N. and Barber, S.A. 1985. Phosphorus uptake rate and growth characteristic of wheat roots. Field Crop. Abst. Vol. 39, (368).

Ottekin, A., Akar, T., Tosun, H., Ozan, A.N. Demir, Z. 1996. Kavuzsuz Arpanın Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi. Tebliğ Özetleri,(29); Bursa.

Sadhu, D., Bhaduri, P.N. 1983. Variable traits of root and shoot of wheat under embryo cultural conditions. Zeitschrift für Acker- und pflanzenbau, 152 (5); 381-388.

SAS Institute (1999). SAS/STAT User's Guide. SAS Inst. Inc. Cary. NC

Schliephake, W., Garz, J. 1986. Rooting depth of winter cereals during development until ear emergence. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 30 (7); 447-453.

Yalçın, E., Çelik, S., Akar, T., Sayım, İ., Köksel, H. 2006. Kavuzsuz arpanın önemi, β-glukan ve besinsel lif içeriği. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi.7-8 Eylül 2006, (399-403); Gaziantep.

Biberde (*Capsicum annuum* L.) Humik Asit ve Çinko Uygulamasının Yeşil Aksamda Kuru Madde ve Çinko Miktarına Etkisi

Mahmut İSTANBULLU¹, Özlem ETE AYDEMİR¹, Mehmet AKGÜN¹, Faruk ÖZKUTLU¹

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

*Sorumlu yazar: farukozkutlu@hotmail.com

Geliş Tarihi: 09.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.03.2020 Kabul Tarihi: 08.05.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı biber bitkisine farklı dozlarda çinko (Zn) ve humik asit (HA) uygulamasının yeşil aksam kuru madde ve çinko miktarı üzerine olan etkilerini belirlemektir. Bu amaçla sera koşullarında yürütülen saksı denemesinde 3 farklı çinko dozu (0, 5, 10 mg Zn kg⁻¹) ve 4 farklı humik asit (0, 50, 100, 200 mg l⁻¹) uygulaması yapılmıştır. Artan dozlarda uygulanan Zn ve HA dozlarının ortalama kuru madde veriminde sırasıyla %13 ve %21'lik bir artış sağladığı tespit edilmiştir. En fazla kuru madde veriminin 10 mg kg⁻¹ Zn ile 200 mg l⁻¹ HA uygulamasında olduğu ve kontrole kıyasla %32 lik bir artış sağladığı belirlenmiştir. Çinko ve humik asit ayrı ayrı uygulandığında kontrole göre ortalama bitki Zn miktarı sırasıyla %14 ve %18 olarak arttırdığı saptanmıştır. Denemede 10 mg kg⁻¹ Zn ile 200 mg l⁻¹ HA'nın birlikte uygulamasında ise bitki Zn miktarında kontrol grubuna göre %45'lik bir artış sağladığı bulunmuştur. Çinko ve humik asit birlikte uygulandığında hem yeşil aksam kuru madde miktarında hem de Zn miktarında daha fazla artış meydana getirdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besin elementleri, çinko, humik asit, kuru ağırlık, Zn'li gübreleme

The Effect of Humic Acid and Zinc Application on Shoot Dry Matter Yield and Zinc Amount in Pepper (*Capsicum annuum* L.)

Abstract

The aim of this study is to determine effect of different doses of zinc (Zn) and humic acid (HA) on dry matter yield and Zn amount of pepper plant vegetative parts. For this purpose, 3 doses of zinc (0, 5 and 10 mg kg⁻¹) and 4 doses of humic acid (0, 50, 100 and 200 mg l⁻¹) were applied to pepper plants grown in a pot experiment in greenhouse condition. Increasing Zn and HA doses resulted in average increases of 13% and 21% in dry matter yield over the control, respectively. The highest dry matter yield was recorded at the combined application of 10 mg kg⁻¹ Zn and 200 mg l⁻¹ HA, with a yield increase of 32%. The mean zinc amount increased by 14% and 18% with Zn and HA applications. The application of 10 mg kg⁻¹ Zn and 200 mg l⁻¹ HA produced 45% increase in zinc amount of vegetative parts. When zinc and humic acid were applied together, it was determined that there were more increases in both dry matter content and Zn amount.

Key Words: Plant nutrient elements, zinc, humic acid, dry weight, Zn fertilizer

Giriş

Biber, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan önemli sebze türlerinden biridir. Dünya biber üretim miktarı 2017 yılında yaklaşık 37 milyon ton iken, Türkiye'de 2,61 milyon ton civarındadır. Ülkemiz Dünya biber üretiminin %7'sini karşılamakta ve üçüncü en büyük biber üreticisi ülke konumundadır (FAO,

2019). Ülkemizde biber üretiminin, %18'lik kısmı örtü altı tarımı olarak, %82'si ise açık alanda üretilmekte ve Akdeniz bölgesi %28 payla 1. sırada yer almaktadır (Özalp, 2010). Biber yetiştiriciliğinde istenen toprak özelliği, organik maddece zengin, makro ve mikro besin elementlerince yeterli, tınlı-kumlu, su tutma kapasitesi yüksek, çabuk ısınabilir, geçirgen,

derin, iyi drene olmuş, 5.6-6.8 pH'lı topraklardır. Tarımsal üretimde istenilen verimin elde edilmesi kültürel uygulamaların yanı sıra toprakta bulunan bitki besin elementlerinin varlığına ve bitki tarafından alınabilirliğine bağlıdır. Bitki besin elementlerinin toprakta dengeli miktarda bulunmadığı durumlarda ve eksik bulunan besin elementleri gübreler ile verilmediği takdirde bitkinin gelişimi olumsuz etkilenmekte ve verim kayıpları söz konusu olmaktadır (İbrikci ve ark., 2009). Mikro elementler içerisinde noksanlığı en fazla görülen elementin Zn olduğu bilinmektedir. Kimyasal gübre kullanımında mikro element gübrelerinin kullanımı yüksek öneme sahip olup, özellikle Zn'nun kullanılması bitkiler son derece önemlidir. Dünya tarım arazilerinin %30'unda (Silanpaa 1982) ve Türkiye tarım topraklarının da %49.8'sinde Zn noksanlığının olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1995). Tarım topraklarında yoğun kimyasal gübre kullanımı ve yoğun toprak işleme, topraktaki humusu azaltarak bitki için gerekli besin elementlerinin alınımını zorlaştırdığı açıklanmıştır (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Topraktaki organik madde miktarını arttırmak için humik madde kullanımı önem kazanmaktadır (Çelik, 2010). Humik asit uygulamalarının hem toprağın organik madde içeriği üzerine hem de topraktaki besin elementlerinin yarıyışlılığı üzerine etkisi bulunmaktadır (Kütük ve ark., 2000). Bunlardan başka bitkisel üretimde verimliliği sınırlayan çeşitli tuzluluk ve toksiklik gibi stres faktörlerin olumsuz etkisinin hafifletmesi ve giderilmesinde etkileri söz konusu olmaktadır (Bozkurt, 2005; Sönmez ve Bozkurt., 2006; Prado ve ark., 2016). Topraklara humik asit uygulaması sonucunda bitkilerin stres faktörlerine karşı direnç kazanmak için tolerans geliştirmelerini sağlamaktadır (Kaya ve ark., 2005). Humik asit uygulamalarının P, Zn, K gibi besin elementlerinin yarıyışlılığını artmasına ve bitki tarafından daha fazla alınmasına yol açtığı açıklanmıştır (Kaya ve ark., 2005; Demir ve Çimrin, 2011). Yılmaz ve ark (2012) tarafından yapılan araştırmada humik asit uygulamalarının bitkide N, P, Fe, Mn ve Zn gibi elementlerin alınımını önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, sera koşullarında humik asit ve çinko (Zn) uygulamaları altında yetiştirilen biber bitkisinin yeşil aksam kuru madde üretimi ve Zn miktarı üzerine olan etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2017 yılı bahar mevsimi içerisinde Ordu Üniversitesi Araştırma Arazisinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm serasında kontrollü şartlar altında yürütülmüştür.

Deneme toprağının ve humik asitin özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak Ordu ili sınırları içinde tarım yapılan arazilerden düşük Zn miktarına sahip olan toprak seçilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kullanılan toprağın Zn miktarı 0.22 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Denemede kullanılan humik asitin içeriği çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	Killi Tın
pH	6.45
EC, dS m ⁻¹	0.19
Kireç, %	0.11
O.M. %	1.66
N, %	0.083
P, mg kg ⁻¹	2.65
K, mg kg ⁻¹	102.5
B, mg kg ⁻¹	0.9
Zn, mg kg ⁻¹	0.22
Mn, mg kg ⁻¹	59.7
Cu, mg kg ⁻¹	5.4
Fe, mg kg ⁻¹	32.3

Çizelge 2. Denemede kullanılan humik asitin içeriği (W/W)

pH Aralığı	4.3-6.3
Toplam Azot	3%
Organik Azot	1%
Potasyum Oksit K ₂ O	3%
Toplam Humik+ Fulvik Asit	25%
Toplam Organik Madde	40%

Saksı denemesinin tanıtımı

Denemede her saksıya hava kuruğu 4 mm'lik elekten geçmiş 1.7 kg toprak doldurulmuştur. Deneme, Tesadüf parsellerine göre 3 tekrarlı olarak faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Ekimden önce temel gübreleme için 200 mg N kg⁻¹, 100 mg P

kg⁻¹ ve 125 mg K kg⁻¹ çözeltileri hazırlanmış ve bu şekilde uygulanmıştır. Farklı dozlarda Zn (0, 5 ve 10 mg kg⁻¹) uygulamaları ZnSO₄.7H₂O formundan ve Humik Asit (0, 50, 100, 200 mg l⁻¹) uygulaması yapılmıştır. Denemede biber çeşidi olarak Mostar tatlı sivri biber çeşidi kullanılmıştır. Her saksıya 5 adet biber fidesi şaşırtılıp daha sonra büyüyüp gelişmesine takiben her saksıda aynı bitki boyunda 3 fide kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkiler yaklaşık 7 haftalık (48 gün) olduğu dönemde yetiştirme periyodundan sonra saksıdaki toprak seviyesinin 1 cm yukarisından tamamen kopartılıp hasat edilmiştir. Hasat işlemi yapıldıktan sonra saf su ile bitki örnekleri yıkanıp, 65°C' de 48 saat etüvde kurutma işlemi yapıldıktan sonra, bitkilerin kuru ağırlıkları alınıp, öğütme değirmeninde bitki öğütülüp, analizlere hazır hale getirilmiştir.

Yöntem

Deneme toprağında yapılan analizler

Tekstür analizi Bouyocous (1951) yöntemi ile hidrometre kullanılarak, Toprak reaksiyonu (pH) ve Total tuz 1:2.5 oranında toprak su karışımı yapılarak ölçülmüştür (Jackson, 1958; Maas, 1986). Kireç tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Çağlar, 1949). Organik madde miktarı yaş yakma yöntemiyle topraktaki karbonun saptanarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toplam N Bremner (1965)'e göre, yarayışlı fosfor analizi, askorbik asit ve antimonil içeren asitlendirilmiş amonyum molibdat çözeltisi (Watanabe ve Olsen, 1995),

alınabilir potasyum Pratt (1965) yöntemine göre yapılmıştır. Toprak örneklerinde alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizi Lindsay ve Norvell (1978)'in DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak yapılmıştır, alınabilir bor miktarı Wolf (1971)'e göre yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları çizelge 1' de verilmiştir.

Yeşil aksam bitki analizi

Hasat edilen biberler bitkileri saf su ile yıkanıp 48 saat süresince 65 °C'de kurutulmuş ve hassas terazide kuru ağırlıkları belirlendikten sonra agat değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bremner (1965)'in belirttiği gibi yeşil aksam Zn miktarı kuru yakma yöntemiyle yakılan bitkilerin çözeltileri mavi bantlı filtre kâğıdından süzülüş ve elde edilen süzüklerin ICP-OES cihazında okutulmasıyla tespit edilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi

Yaprak örneklerinde belirlenen analiz sonuçları arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla SAS JMP kullanılarak varyans analizi ve LSD testi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yeşil aksam kuru madde miktarı

Farklı dozlarda uygulanan Zn ve HA dozları yeşil aksam kuru madde verimini önemli bir şekilde arttırmıştır. En düşük kuru madde miktarı 2.22 g saksı⁻¹ ile Zn5xHA0 uygulamasında bulunurken en yüksek kuru madde miktarı ise 2.95 g saksı⁻¹ ile Zn10xHA200 den elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Humik asit ve çinko uygulamalarının yeşil aksam kuru madde miktarı üzerine etkisi (g saksı⁻¹)

Uygulamalar	Humik Asit (mg l ⁻¹)				Ortalama
Çinko (mg kg ⁻¹)	0	50	100	200	
0	2.23	2.34	2.35	2.48	2.34 B
5	2.22	2.61	2.79	2.78	2.59 A
10	2.33	2.63	2.68	2.95	2.64 A
Ortalama	2.26 B	2.52 A	2.60 A	2.73 A	

LSDZn**:0.216, LSDHA*:0.249, LSDZnxHA: 0.432

Artan dozda Zn ve HA uygulamalarına paralel olarak yeşil aksam kuru madde miktarlarında da sürekli bir artışın meydana geldiği saptanmıştır. Zn 0 uygulamasında ortalama kuru madde miktarı 2.34 g saksı⁻¹ iken, Zn 5 mg kg⁻¹ ve Zn 10 mg kg⁻¹ uygulamalarında ise kuru madde miktarı sırasıyla 2.59 ve 2.64 g saksı⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Artan

dozda Zn uygulamasının bitki kuru madde verimine etkisi diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. (Singh ve ark., 2005; Hajiboland ve Salehi., 2006; Xu ve ark., 2013).

Humik asit uygulamalarının bitki kuru madde miktarına olumlu etkileri belirlenmiştir. Uygulama dozları arttıkça bitki kuru madde

miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Kontrol grubunda ortalama kuru madde miktarı 2.26 g saksı⁻¹ iken, humik asit 200 mg l⁻¹ uygulamasında %21 artış göstererek 2.73 g saksı⁻¹ olarak belirlenmiştir. Daha önce (Köse, 2015) ve mısırdaki (Alak ve Müftüoğlu, 2014) yürütülen çalışmalarda humik asit uygulamalarının kuru madde miktarını arttırdığını belirlemişlerdir.

Yeşil aksam çinko miktarı

Farklı dozlarda uygulanan Zn ve HA dozları yeşil aksam Zn miktarı üzerine etkileri olduğu saptanmıştır. Zn'nin artan dozlarda uygulanması kontrol uygulamasına göre ortalama bitki Çinko miktarını arttırmıştır. En yüksek Zn miktarını Zn 5 mg kg⁻¹ uygulamasında 45.23 mg kg⁻¹ Zn olarak belirlenirken, Zn 10 mg kg⁻¹ uygulamasında ise 45.18 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Çinko eksikliği durumunda bitkilerin hem büyüme geriliği gösterdiği hem de fizyolojik olarak etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Welch ve ark., 1982; Brown ve ark.,

1993; Torun, 1997; Ekiz ve ark., 1998; Çakmak, 2000; Alloway, 2004; Korkmaz ve ark., 2018). Eken ve Torun (2008) yapmış oldukları çalışmada Zn uygulamasının çinko uygulaması biber bitkisinin yeşil aksam Zn miktarını arttırdığı gibi yeşil aksam başına toplam Zn miktarını da arttırdığını bildirmişlerdir. Humik asit doz uygulamaları arttıkça ortalama Zn miktarı da artış göstermiştir. En fazla ortalama Zn miktarı HA 200 mg kg⁻¹ uygulamasında 47.30 mg kg⁻¹ olup kontrole kıyasla %18 artış gösterdiği saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada çeltik bitkisinde yürütülen inkübasyon denemesinde toprağa humik madde ilavesi ile toprakta Zn yayılgılığının arttığı, bitkilerin Zn kapsamalarında ki artışın daha yüksek miktarlarda olduğu belirlenmiştir (Naik ve Das, 2007).

Zn x HA' nın birlikte uygulamasında bitki Zn miktarı açısından birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek Zn miktarı 10 mg kg⁻¹ Zn x 200 mg l⁻¹ HA uygulamalarında 50.13 mg kg⁻¹ olarak belirlenip kontrol grubuna göre %45'lik bir artışın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Humik asit ve çinko uygulamalarının yeşil aksam çinko miktarı üzerine etkisi (mg kg⁻¹)

Uygulamalar	Humik Asit (mg l ⁻¹)					
	Çinko (mg kg ⁻¹)	0	50	100	200	Ortalama
0		34.57	37.20	43.13	44.47	39.84
5		43.13	44.3	46.17	47.30	45.23
10		42.47	43.53	44.60	50.13	45.18
Ortalama		40.06	41.68	44.63	47.30	

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre, artan dozlarda uygulanan Zn ve HA bitkinin kuru madde verimini ve Zn miktarı arttırdığı belirlenmiştir. En fazla kuru madde verimi her iki uygulamanın en yüksek dozunda elde edilmiştir. Zn 10 mg kg⁻¹ uygulamasında %13'lük bir artış belirlenirken, HA 200 mg l⁻¹ uygulamasında ise %21'lik bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek kuru madde artışı Zn ve HA'nın birlikte uygulamasında bulunmuştur. Buna göre 10 mg kg⁻¹ Zn ve 200 mg l⁻¹ HA' in birlikte uygulamalarında kontrol saksılarına göre 32'lik bir artışın olduğu saptanmıştır. Çinko ve humik asit uygulamalarının biber bitkisinin yeşil aksam Zn miktarı üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Denemede 10 mg kg⁻¹ Zn ve 200 mg l⁻¹ HA ve birlikte uygulanmasıyla bitki Zn miktarında kontrol saksılarına göre %45'lik bir artışın olduğu saptanmıştır. Humik asit uygulamasının topraktaki mikro element

yayılgılığını arttırdığına yönelik bilgi birikimi olmasına rağmen biber bitkisinin çiçeklenme dönemine kadar olan sürede yeşil aksam Zn taşınımında sınırlı artış olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre Zn noksanlığı gösteren topraklarda artan dozlarda çinko ve humik asit uygulamalarının biberde kuru madde miktarı ve Zn alımı üzerine önemli etkisi olmuştur. Biber bitkisinin kuru madde üretimi ve Zn miktarı üzerine humik asit ve Zn uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasıyla etkileri pozitif olmuştur. Ancak, humik asit ile Zn birlikte uygulandığında kuru madde verimi ve yeşil aksam Zn miktarı ayrı ayrı uygulanmasına göre daha fazla olmuştur. Humik asit uygulamalarının topraktaki besin elementlerinin yayılgılığını arttırması ve bitkiye daha fazla besin elementi taşınması için

biber bitkisinin meyve hasat dönemine kadar sürdürülmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne (BAP) B-1820 nolu projeye verilen destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Alak, H.C. ve Müftüoğlu, N.M. 2014. Hüyük asit uygulamalarının alınabilir potasyum üzerine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2):61-66.
- Alloway, B.J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
- Bouyoucos, G.L. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A, 1149-1178.
- Bozkurt, M. 2005. Ayrışma dereceleri farklı peatlerin hüyük asit kapsamlarının iki ayrı yöntemle karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ABD Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Brown, P.H., Çakmak, I. ve Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc in plants. Chap 7 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 93-106.
- Çakmak, İ. 2000. Tansley Review No. 111 Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. The New Phytologist, 146(2):185-205.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Çelik, C. 2010. Zeytin karasuyundan hüyük asit ve fulvik asitlerin (fa) eldesi ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 50s.
- Demir, E. ve Çimrin, K.M. 2011. Arıtma çamuru ve hüyük asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 204-216.
- Eken, S. ve Torun, B. 2008. Farklı biber (*Capsicum annuum* L.) tiplerinde çinko (Zn) etkinliğinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 18(1):132-139.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kırıl, S., Eker, S., Gültekin, I., Alkan, A. ve Cakmak, I. 1998. Effects of zinc fertilization of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 21:2245-2256.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü.
- FAO, 2019. Food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>.
- Hajiboland, R. ve Salehi, S.Y. 2006. Characterization of Zn efficiency in Iranian rice genotypes I. uptake efficiency. Plant Physiol, 32:191-206.
- İbrikci, H., Ülger, A. C., Korkmaz, K., Oktem, A., Büyük, G., Ryan, J. ve Cakir, B. 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. Communications in soil science and plant analysis, 40(9-10):1418-1435.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Ciftci, C.Y. ve Ozcan, S. 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology, 7(6):875-878.
- Kılıç, R. ve Korkmaz, K. 2012. Kimyasal Gübrelerin Tarım Topraklarında Artık Etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 5(2): 87-90.
- Korkmaz, K., Kırılı, A., Akgün, M. ve Dede, Ö. 2018. Effects of different levels of foliar zinc and application time on total phenolic content and antioxidant activity of potato. Fresenius environmental bulletin, 27(6):4192-4197.
- Köse, M.A. 2015. Humus ve hüyük asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Ordu, 60s.

- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., ve Başkan, O. 2000. Effect of Humic Acid on Some Soil Properties. Proceedendgs of International Symposium on Desertification, Konya, Turkey, pp: 324-328.
- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. Soil. Sci. Soc. Am, 42:421-428.
- Maas, E.V. 1986. Salt Tolerance of plants applied agricultural research, 1:12-26.
- Naik, S.K. ve Das, D.K. 2007. Effect of lime, humic acid and moisture regime on the availability of zinc in Alfisol. Research Article the Scientific World J. 7:198-1206.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In ' Methods of analysis. Chemical and microbiological propertise. 539-580.
- Prado, M.R.V., Weber, O.L.S., Moraes, M.F., Santos, C.L.R., Tunes, M.S., Ramos, F.T 2016. Humic substances on soybeans grown under water stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 17(21):2405-2413.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Sing, B.K. ve USHA, K. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Science, 88(1):36-44.
- Sönmez, F., ve Bozkurt, M.A. 2006. Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science. 56, 17-24.
- Torun, M.B. 1997. Değişik tahıl türlerinin ve buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Watanabe, F.S. ve Olsen, S.R. 1995. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc, 29: 677-678.
- Welch, R.M., Webb, M.J. ve Loneragan, J.F. 1982. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. In Plant Nutrition. Proceedings of the ninth international plant nutrition colloquium. Warwick University, England, August 22-27, Ed. A Scaife, 710-715.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2(5):363-374.
- Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Chuan, L.M., Johnshon, A.M., Qiu, S.J. ve Zhou, W. 2013. Nutrient requirements for maize in china based on QUEFTS analysis. Field Crops Res, 150:115–125.
- Yılmaz, F.G. 2012. Harmankaya, M. ve Gezgin, S. Farklı demir bileşikleri ve tki-hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin demir alımı ve gelişimine etkileri. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi. 2012(1):217-231

***In Vivo* ve *In Vitro* Koşullarında Bazı *Alkanna* Taksonlarının Sekonder Metabolit İçerikleri ve Antioksidan Aktiviteleri**

Cennet YAMAN^{1*}, Serkan URANBEY², Muhammet ER³, Dilek BAŞALMA²

¹Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66900 Yozgat/Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 06100 Ankara/ Türkiye

³Bozok Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 66900 Yozgat/ Türkiye

*Sorumlu yazar:cennet.yaman@bozok.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.05.2020 Kabul Tarihi: 27.05.2020

Öz

Bu çalışmada *in vivo* koşullarda yetiştirilmiş ve *in vitro* koşullarda büyütülen *Alkanna orientalis* (L.) Boiss. var. *orientalis* ve endemik *Alkanna sieheana* Rech. Fil. taksona ait bitki örneklerinde toplam alkanin/şikonin (A/Ş), toplam fenolik ve flavonoid içerikleri ile DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki taksona ait doğadan toplanan tohumlar *in vitro* koşullarda farklı büyüme düzenleyicileri içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında sekonder metabolit üretimine uygun çoğaltım ve rejenerasyon ortamında kültüre alınmıştır. *A. orientalis*'de en yüksek sürgün sayısı (6.53 adet/bitki) 0.25 mg L⁻¹ 6-benzil amino purin (BAP), 0.5 mg L⁻¹ kinetin (KIN), 1.0 mg L⁻¹ indol 3 asetik asit (IAA), *A. sieheana*'da ise 5.57 adet/bitki ile 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ KIN, 1.0 mg L⁻¹ indol 3 butirik asit. (IBA) içeren besin ortamında elde edilmiştir. Her iki taksonda en yüksek ekstrakt verimi *in vivo* dan toplanan örneklerde saptanmıştır. *A. orientalis* taksonunda en yüksek toplam fenolik içerik 172.80 mg gallik asit eşdeğer (GAE) g⁻¹ ekstrakt ile *in vivo* koşullarında kök ekstraktında, *A. sieheana* için ise 122.99 mg GAE g⁻¹ ekstrakt ile *in vivo* koşullarda herba ekstraktında gözlenmiştir. Her iki takson için de en yüksek toplam flavonoid içerik yine *in vivo* koşullarındaki ekstraktlarda belirlenmiştir. *A. sieheana* türünde en yüksek toplam A/Ş içeriği (61.45 µg g⁻¹ ekstrakt) *in vivo* koşullarındaki köklerden elde edilmiş ve *A. orientalis* köklerinden 23 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. En yüksek radikal kovucu aktivite ise *A. orientalis* için 1000 µg ml⁻¹ konsantrasyonda *in vivo* koşullarında köklerden, *A. sieheana* için 1500 µg ml⁻¹ konsantrasyonda yine *in vivo* koşullarındaki herba kısmında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Alkanna*, Alkanin/Şikonin, DPPH, Fenolik, Flavonoid

Secondary Metabolite Contents and Antioxidant Activities of Some *Alkanna* Taxa Under *In Vivo* And *In Vitro* Conditions

Abstract

The goal of this study was to investigate total phenolic and flavonoid contents, total Alkannin/Shikonin (A/S) and DPPH (2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazil) activity of plant samples of *A. orientalis* and endemic *Alkanna sieheana* under *in vitro* and *in vivo* conditions. The seeds of both species were cultured on MS medium containing different growth regulators under *in vitro* conditions for suitable metabolite production. The highest number of shoot (6.53 number/plant) in *A. orientalis* on was obtained on MS medium containing 0.25 mg L⁻¹ 6-benzyl amino purin (BAP), 0.5 mg L⁻¹ kinetin (KIN), 1.0 mg L⁻¹ indole 3 acetic acid (IAA) and 5.57 number/plant in *A. sieheana* on 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ KIN and 1.0 mg L⁻¹ indole 3 butyric acid. (IBA). The highest extract yields were determined on samples obtained from *in vivo* conditions. The highest total phenolic content was observed the root extract *in vivo* with 172.80 mg gallic acid equivalent (GAE) g⁻¹ extract for *A. orientalis*, and shoot extract *in vitro* with 122.99 mg GAE g⁻¹ extract for *A. sieheana*. The highest total flavonoid content was determined from obtained from *in vivo* conditions. The highest total A/S content with 61.45 µg g⁻¹ ekstrakt was obtained from roots of *A. sieheana* and found about 23 times higher than content in root of *A. orientalis* from *in vivo* conditions The highest radical scavenging activity was determined under *in vivo* conditions from root at

1500 µg ml⁻¹ concentration for *A. orientalis* and from shoot *in vivo* at 1500 µg ml⁻¹ concentration for *A. sieheana*.

Keywords: *Alkanna*, Alkannin/Shikonin, DPPH, Fenolic, Flavonoid

Giriş

Alkanna cinsi Boraginaceae (Hodangiller) familyasına ait otsu yapıda ve dünyada yaklaşık 50 tür ile temsil edilmektedir (Mahmoudi ve ark., 2012). Türkiye florasında 36 tür ve 32'si endemik 41 takson ile yaklaşık %80 endemizm oranı sahip önemli bir cindir (Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2012). *Alkanna* cinsi, 1500 m yükseklikte yayılış gösteren yarı çalimsı formda ve Nisan-Ağustos aylarında çiçeklenen çok yıllık türlere sahiptir. Çiçek renkleri sarı, mavi, beyaz tonlarında ve hoş kokuludur. Yaprakları tüylüdür. (Davis ve ark., 1988). *Alkanna* cinsi genel olarak ülkemizde havacivaotu olarak bilinmesine rağmen taksonları ülkemizde değişik yöresel isimlerle tanınmaktadır. *A. orientalis* (L.) Boiss. var. *orientalis* sarı çiçekli ve sarı somuk olarak bilinen yaygın bir taksondur. *A. sieheana* Rech. fil. türü ise mavi çiçekli olup, yerineği ismi ile bilinen endemik bir türdür (Güner ve ark., 2012).

Her iki tür de köklerinde ticari önemi olan enantiyomerik izohekzenilnaftazarin (Alkanin/Şikonin (A/Ş) ve türevleri) renk pigmentleri içermektedirler (Assimopoulou ve ark., 2006). Uzun yıllardır A/Ş ve türevleri tekstil, gıda, kozmetik gibi alanlarda boyama amaçlı kullanılmaktadır. Tıp ve farmakoloji alanlarında güçlü bir yara iyileştirici (Papageorgiou ve ark., 2008), antimikrobial (Haghbeen ve ark., 2011), anti inflamatuvar (Mahmoudi ve ark., 2012), antitrombotik, sitotoksik (Gür ve ark., 2010), antioksidant (Assimopoulou ve Papageorgiou, 2005), enzim inhibitörü (Kajimoto ve ark., 2008) gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu tespit edilmiştir. En son araştırmalarda da anti tümör özelliği olduğu ortaya konmuştur (Han ve ark., 2019; Xu ve ark., 2019).

A/Ş ve türevleri Boraginaceae familyasının *Alkanna*, *Onosma*, *Arnebia*, *Lithospermum* ve *Echium* cinslerine ait yaklaşık 150 türünün köklerinde doğal olarak bulunduğu bilinmektedir (Kumar ve ark., 2011). Köklerinde A/Ş bulunduran cinslere ait türler genellikle doğada yabancı formları bulunan kültüre henüz alınmamış doğal bitkilerdir. Ayrıca birçoğunun köklerindeki A/Ş miktarları ile ilgili literatür hemen hemen bulunmamaktadır. Bazı türlerin çok yıllık olması ve optimum ticari A/Ş üretiminin 6-7 yıl sonra köklerde birikmesi (Hunter ve Kilby 1990) gibi sebeplerden dolayı kültüre alınarak bileşiklerin ticari üretimini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, farklı lokalite ve

ortamlardan toplandığı için ticari anlamda anlamlı ve stabil bir madde temini elde edilmemektedir. Bilindiği üzere bitki doku kültürü teknikleri ile sekonder metabolit üretimini teşvik edilebilmektedir. Farklı bitki kısımları kullanılarak, kültür koşulları, besin ortamları, elisitörler ve diğer abiyotik ve biyotik stres faktörleri modifiye edilerek daha fazla, daha kısa sürede, daha steril ve stabil sekonder metabolit üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca *in vitro* ve *in vivo* koşullarda sekonder metabolit üretimi ve antioksidan içeriğinde değişimler meydana gelebilmektedir (Tošić ve ark., 2019). Bu çalışmada da *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonların *in vitro* ve *in vivo* örneklerinde ekonomik önemi yüksek olan A/Ş içerikleri ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Alkanna sieheana Rech. fil. taksonu (endemik) Konyanın Çumra ilçesi Apasaraycık köyünden 1090 m'den ve *Alkanna orientalis* (L.) Boiss var. *orientalis* taksonu ise Yozgat Bozok Üniversitesi Kampüsü 1399 m'den toplanmıştır. Tür teşhisi Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Osman TUGAY tarafından yapılmıştır. Taksonların tohumları ve bitki örnekleri 2015 yılında *A. sieheana* taksonu Mayıs ayında, *A. orientalis* türü ise Haziran ayında doğadan toplanmıştır. Bitkiler Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, KNYA herbaryumda *A. sieheana* ve *A. orientalis*, sırasıyla 26.095 ve 26.088 herbaryum numarası ile numaralandırılmış ve toplama yerleri kaydedilmiştir.

In vitro tohumların yüzey sterilizasyonu çoğaltımı

Denemede her iki türe ait koyu kahve renkli (olgun) tohumlar kullanılmıştır. Her iki taksonun tohumları da %20 NaOCl'de 20 dk bekletilerek, tohumların yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Sterilizasyon sonrası tohumlar steril saf su ile 3-4 kez durulanmış, son durulamada tohumlar steril saf su da 1 saat bekletilmiştir. *In vitro* çalışmalarda kullanılan temel besin ortamları 121 °C'de ve 1.2 atm basınçta 20 dk steril edilmiştir.

In vitro çalışmalarda taksonlarının olgunlaşmış tohumlarının tohum kabukları çıkartılarak elde edilen sürgünler 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ KIN, 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren ortamda 15 günde bir alt kültüre alınmış ve gelişen sürgünler eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Eksplant

kaynağı olarak tercih edilen sürgünlerin yaşların 4 haftalık ve 4-5 yapraklı olmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen sürgünlerden Şekil 1B'de gösterildiği gibi sürgün eksplantları farklı dozlarda büyüme düzenleyicileri içeren MS besin ortamında 24 ± 1 °C de ve 16000 lüks altında 16/8 saat ışıklandırma koşullarında kültüre alınmıştır. Kültürden 30 gün sonra elde edilen örneklerde ekstrakt hazırlanmıştır.

Ekstraktların hazırlanması

In vivo ortamdan toplanan bitki örneklerinin toprak üstü ve kök kısımları gölgede kurutulmuş ve sonra kesilerek öğütülmüştür. *In vitro* şartlarda elde edilen sürgünler ise sıvı azot ile toz haline getirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi 5 g örnek üzerine 50 ml metanol eklenmiştir. Her örnek için uygulamalar 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Örnekler etüvde 40 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Elde edilen çözeltiler santrifüj cihazında toprak üstü ve kök çözeltileri 4.500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Doku kültüründen alınan örnekler ise 9.000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Süpernat kısımları alınmış ve evaporatör yardımı ile organik çözücü uzaklaştırılmış, ekstrakt verimi % (w/w) olarak elde edilmiştir. Antioksidan çalışmaları için ekstraktlar +4 °C'de muhafaza edilmiştir. A/Ş analizi için elde edilen ekstraktlar 0.22 µm delik çapına sahip filtreden geçirilmiş, -20 °C'de bekletilmiştir.

Toplam fenolik içeriğin belirlenmesi (folin yöntemi)

Ekstraktların toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu Reaktif (FCR) ile Singleton ve ark. (1999) metodu modifiye edilerek yapılmıştır. Analizde (2 mg/ml) örnek çözeltilerinden 0.2 ml alınmış ve üzerine 9 ml distile su ilave edildikten sonra 0.2 ml Folin-Ciocalteu ve 0.6 ml Na₂CO₃ (%20) eklenmiş ve toplam hacim 10 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta inkübe ettikten sonra, 760 nm'de absorban ölçümü yapılmıştır. Standart kalibrasyon eğrisi oluşturmada gallik asit kullanılmıştır. Gallik asit standart grafiğine göre tüm bitki ekstraktlardaki toplam fenolik madde mg gallik asit eşdeğeri (GAE) g⁻¹ ekstrakt olarak hesaplanmıştır ($y=0,0098x+0,0253$; $R^2 = 0,9989$). Her bir deneme 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Toplam flavonoid içeriğin belirlenmesi

Ekstraktların toplam flavonoid içeriği Arvouet-Grand ve ark. (1994) yöntemine göre saptanmıştır. Deneyde %10'luk alüminyum nitrattan 100 µl, 1 M potasyum asetatın 100 µl alınıp, bitki ekstraktının son konsantrasyonu 100 µg ml⁻¹ olacak şekilde ekstrakt ilave edilmiştir. Deney etanol ile 5 ml'ye tamamlanmıştır. Oda sıcaklığında 40 dk karanlıkta inkübe ettikten sonra 417 nm'de

absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart kalibrasyon eğrisi oluşturmada kuersetin kullanılmıştır. Toplam flavonoid madde içeriği mg kuarsetin eşdeğeri (KE) g⁻¹ ekstrakt olarak ifade edilmiştir ($y=0,0055x+0,0063$; $R^2 = 0,9995$). Her bir deneme 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Toplam alkanin/şikonin tayini

Ekstraktların toplam A/Ş miktarı LC-20A model (Shimadzu, Japan) Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı tarafından yapılmıştır. Kolon olarak Inertsil C₁₈ ODS-3 (5µm, 4.6 mm×250 mm, Japan) kolonu kullanılmıştır. Hareketli faz organik düzenleyici %90 asetonitril ile %10 su ve hareketli fazın akış hızı 0.80 ml/dk olarak ayarlanmıştır. SPD-M20A photodiode array (PDA) detektörü (Shimadzu, Japan) ile 520 nm'de absorban ölçümü yapılmıştır. Miktar tayini standart olarak kullanılan alkanin maddesinin kalibrasyon denklemi kullanılarak hesaplanmıştır (Assimopoulou ve ark., 2006). Alkanin miktarı $R^2 = 0,9964$ olan $y = 139385x + 8384,9$ denklemine göre hesaplanmıştır (Rt:5.28).

Radikal kovucu aktivitesi

Ekstraktların serbest radikal kovucu aktiviteleri bilinen bir radikal olan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali kullanılarak belirlenmiştir (Gezer ve ark., 2006). DPPH radikali süpürücü aktivite tayini için 4 mg DPPH, 100 ml metanol içerisinde çözülmüştür. Örneklerden ana stok olarak 2 mg/ml ekstrakt çözeltisi hazırlanmış ve bu stoktan farklı konsantrasyonlarda (250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 µg/ml) seyreltmeler hazırlanmıştır. Her bir örnek için 3.2 ml DPPH radikali ve farklı konsantrasyonlardaki ekstrakt çözeltilerinden 200 µl ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 30 dk karanlıkta inkübe ettikten sonra 517 nm'de absorban ölçümü yapılmıştır. Standart antioksidan olarak askorbik asit ve bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) kullanılmıştır. Kontrol için deney tüpüne ekstrakt çözelti miktarı kadar metanol ilave edilmiştir. Her bir deneme 3 tekerrürlü olarak yapılmış, her tekerrür iki tekrarlı olarak yapılmıştır. Örneklerin DPPH radikal kovucu aktivitesi % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH radikal kovucu aktivitesi} = \left[\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{ekstrakt}}}{A_{\text{kontrol}}} \right] \times 100$$

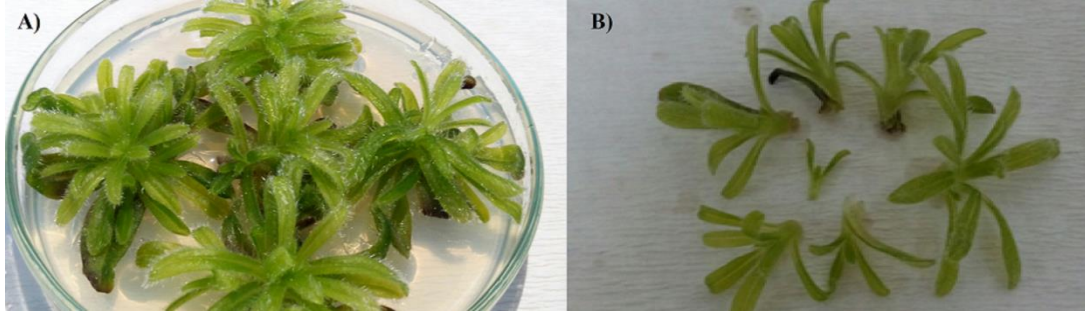
Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Veriler Düzgüneş vd. (1983) tarafından bildirildiği şekilde varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır. Her bir örneğin standart hataları ortalama değerlerinin yanında \pm ile verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma***In vitro* çoğaltım ve sürgün rejenerasyonu**

Farklı besin ortamlarında kültüre alınan *A. orientalis* türünde en yüksek sürgün sayısına (6.53 adet/bitki) ve sürgün boyuna (5.37 cm) 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IAA içeren MS besin

ortamında saptanmıştır. *A. sieheana* türünde ise en yüksek sürgün sayısına (5.57 adet/bitki) ve sürgün boyuna (5.37 cm) 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IBA içeren MS besin ortamında bulunmuştur (Çizelge 1).



Şekil 1. *A. orientalis* sürgünlerin 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ KIN, 1.0 mg L⁻¹ IAA ortamında: A) 30 gün sonraki görüntüsü, B) 30 günlük bitkilerden elde edilen tek sürgünler (eksplant kaynağı).

Çizelge 1. *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının farklı büyüme düzenleyici uygulamalarının *in vitro* şartlarda sürgün sayısı ve sürgün boyuna etkisi

Büyüme Düzenleyicileri (mg/L)				<i>A. orientalis</i>		<i>A. sieheana</i>	
KIN	BAP	IBA	IAA	Sürgün sayısı (adet)	Sürgün boyu (cm)	Sürgün sayısı (adet)	Sürgün boyu (cm)
0.5	0.25	-	1.0	6.53±0.82	5.37±0.06a	4.67±0.53	4.97±0.12a
0.5	0.25	1.0	-	4.50±0.17	4.10±0.11b	5.57±0.12	5.37±0.06a
-	-	2.0	-	5.20±0.23	5.00±0.34a	4.67±0.14	4.40±0.09b

Aynı sütundaki küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemlidir.

Sürgün oluşumunda her iki tür içinde en etkili ortamın 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IAA içeren MS besin ortamının uygun olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Pal ve Chaudhury (2010) çalışmalarında Boraginaceae familyasına ait ve köklerinde A/Ş içeren *Arnebia hispidissima* türünün BAP, KIN, IAA içeren ortamlarda sürgün gelişiminin daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Ekstraksiyon verimi

Çizelge 2 incelendiğinde, örneklerin ekstrakt verimleri %9.3 ile 1.1 arasında değişmiştir. *A. orientalis* ve *A. sieheana* en yüksek ekstrakt verimi, her iki taksonda da bitkinin herba kısmından (sırasıyla %9.3, %5.5) elde edilmiştir. Özer ve ark.

(2010) *Alkanna tinctoria* türünün kuru herbal kısımlarından metanollü ekstrakt verimini %5.29 rapor etmiştir. En düşük ekstrakt verimi ise yine her iki taksonda da 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IBA içeren sürgün örneklerinde (sırasıyla %1.1, %1.6) tespit edilmiştir. Chang ve ark. (2008) *Arnebia euchroma* ve *Lithospermum erythrorhizon* türlerinin köklerinin metanollü ekstrakt verimlerini sırasıyla %7.21 ve %6.58 olarak bulmuşlardır. *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının kök ekstrakt verimi sırayla %3.7 ve %5.3 olarak kaydedilmiştir. Her iki taksonun *in vitro* örneklerin ekstrakt verimleri *in vivo* örneklerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının *in vivo* ve *in vitro* örneklerinin ekstrakt verimi

No	Eksplant	Büyüme düzenleyiciler (mg L ⁻¹)					Ekstrakt örneği	Elde edilen ekstrakt yüzdesi (%)	
		BAP	KIN	NAA	IAA	IBA		A.O	A.S
1	Sürgün	0.25	0.5	-	1.0	-	Sürgün	2.8	2.2
2	Sürgün	0.25	0.5	-	-	1.0	Sürgün	1.1	1.6
3	Sürgün	-	-	-	-	2.0	Tam Bitki	2.6	3.7
4		<i>In vivo</i> ortamdaki					Herba	9.3	5.5
5		<i>In vivo</i> ortamdaki					Kök	3.7	5.3

* A.O: *A. orientalis* var. *orientalis*, A.S: *A. sieheana* Rech. fil.

Toplam fenolik içerik

A. orientalis taksonuna ait örneklerde toplam fenolik değerleri 5.08-172.80 mg GAE g⁻¹ ekstrakt arasında, *A. sieheana* taksonunda ise 5.11-122.99 mg GAE g⁻¹ ekstrakt arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3). En yüksek toplam fenolik içeriğin 172.80 mg GAE g⁻¹ ekstrakt ile *A. orientalis* taksonunun kök ekstraktından elde edilmiştir. *A. sieheana* taksonunda ise 122.99 mg GAE g⁻¹ ekstrakt ile gövde ekstraktında tespit edilmiştir. Her iki taksonun *in vitro* örnekleri *in vivo* örneklerinden daha düşük toplam fenolik içeriğe sahip olduğu gözlenmiştir.

Boraginaceae familyasının köklerinde A/Ş içeren türleri incelendiğinde, *Alkanna tinctoria*

türünün herba kısmının toplam fenolik miktarını Şengül ve ark. (2009) 11.57 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık, Özer ve ark. (2010) ise 58.56 µg GAE mg⁻¹ ekstrakt bulmuşlardır. Fakat *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının herba (sırasıyla 102.66 ve 122.99 mg GAE g⁻¹ ekstrakt) kısımlarında daha yüksek toplam fenolik içerik tespit edilmiştir. Chang ve ark. (2008) *Arnebia euchroma* ve *Lithospermum erythrorhizon* türlerinin köklerindeki toplam fenolik içeriklerini sırasıyla 150.70 ve 138.60 mg KE g⁻¹ ekstrakt olarak kaydetmişlerdir. Bu değerlerin *A. orientalis* köklerindeki toplam fenolik içeriğinden düşük, *A. sieheana* taksonunkinden ise yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonuna ait örneklerin toplam fenolik, toplam flavonoid ve A/Ş içerikleri

No	Eksplant	Büyüme düzenleyiciler (mg L ⁻¹)					Ekstrakt örneği	Toplam fenolik içerik (mg GAE g ⁻¹ ekstrakt)		Toplam flavonoid içerik (mg KE g ⁻¹ ekstrakt)		Alkanin/Şikonin miktarı (µg g ⁻¹ ekstrakt)	
		BAP	KIN	NAA	IAA	IBA		A.O	A.S	A.O	A.S	A.O	A.S
1	Sürgün	0.25	0.5	-	1.0	-	Sürgün	75.32	109.61	138.44	2.32	nd	14.678
2	Sürgün	0.25	0.5	-	-	1.0	Sürgün	123.58	110.56	95.62	139.89	nd	nd
3	Sürgün	-	-	-	-	2.0	Tam Bitki	49.15	20.65	9.07	7.38	nd	nd
4		<i>In vivo</i> ortamdaki					Herba	102.66	122.99	67.31	10.22	nd	nd
5		<i>In vivo</i> ortamdaki					Kök	172.80	93.48	22.07	11.44	2.705	61.457

* A.O: *A. orientalis* var. *orientalis*, A.S: *A. sieheana* Rech. fil.* nd, belirlenemedi

Toplam flavonoid içerik

Toplam flavonoid değerleri *A. orientalis* taksonuna ait örneklerde 9.07-138.44 mg KE g⁻¹ ekstrakt arasında değişirken, *A. sieheana* taksonunda ise 2.32-139.89 mg KE g⁻¹ ekstrakt arasında değiştiği gözlenmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, her iki taksonun *in vitro* uygulamalarından elde edilen bazı örneklerindeki toplam flavonoid içeriklerinin *in vivo* kök ve herba kısımlarından daha yüksek bulunmuştur. En yüksek toplam flavonoid içerik *A. orientalis* için 138.44 mg KE g⁻¹ ekstrakt ile 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IAA ortamından elde edilen sürgün örneklerinde, *A. sieheana* için ise 139.89 mg KE g⁻¹ ekstrakt ile 0.25 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ KIN, 1.0 mg l⁻¹ IBA ortamından elde edilen sürgün örneklerinde tespit edilmiştir. *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının toplam flavonoid içerikleri için büyüme düzenleyicilerinin pozitif etki yapabileceği tespit edilmiştir. Hatta toplam fenolik içerikten daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzer olarak Vinothini ve ark. (2017) çalışmalarında bazı *in vitro* örneklerinden elde ettikleri toplam flavonoid içeriklerin toplam fenolik içeriğinden yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Toplam alkanin/şikonin (A/Ş) tayini

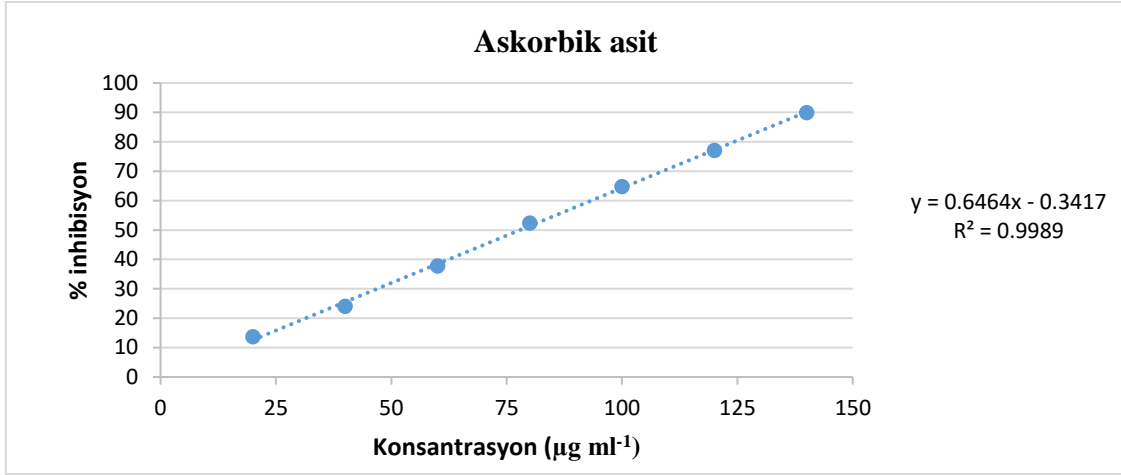
A. orientalis ve *A. sieheana* taksonlarının *in vivo* ve *in vitro* örneklerinin toplam A/Ş miktarı alkanin standart kalibrasyon eğrisine göre µg/g ekstrakt cinsinden hesaplanmış ve sonuçlar çizelge 3'de verilmiştir. Sonuçlara göre *A. sieheana* taksonunun doğal ortamdaki köklerinden (61.457 µg/g ekstrakt) elde edilen A/Ş miktarının *A. orientalis* taksonunun doğal ortamdaki köklerinden (2.705 µg/g ekstrakt) yaklaşık olarak 23 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *A. sieheana* bitkisinin *in vitro* şartlarda 0.5 mg L⁻¹ KIN, 0.25 mg L⁻¹ BAP, 1.0 mg L⁻¹ IAA ortamından elde edilen sürgün örneklerinde A/Ş miktarı 14.678 µg/g ekstrakt olarak bulunmuş ve *A. orientalis* taksonunun doğal ortamdaki köklerinden yaklaşık 6 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre, *A. sieheana* taksonunun A/Ş üretiminde önemli bir takson olduğunu düşündürmektedir. Köklerinde A/Ş içeren türler üzerinde yapılan çalışmalarda, IAA büyüme düzenleyici destekli besin ortamlarında fazla hücre artış olduğu (Bageri ve ark., 2011), fakat karanlık şartlarda ise alkanin miktarında artış olduğu bildirilmiştir (Haghbeen ve ark., 2011). BAP ve IAA içeren besin ortamlarında da kallus gelişiminin ve

A/Ş miktarının arttığını rapor edilmiştir (Chung ve ark., 2006; Zare ve ark., 2010).

DPPH radikal kovucu aktivite

A. orientalis ve *A. sieheana* taksonlarının *in vivo* ve *in vitro* örneklerinin 250, 500, 750, 1000, 1500 ve 2000 µg ml⁻¹ konsantrasyonlarındaki DPPH

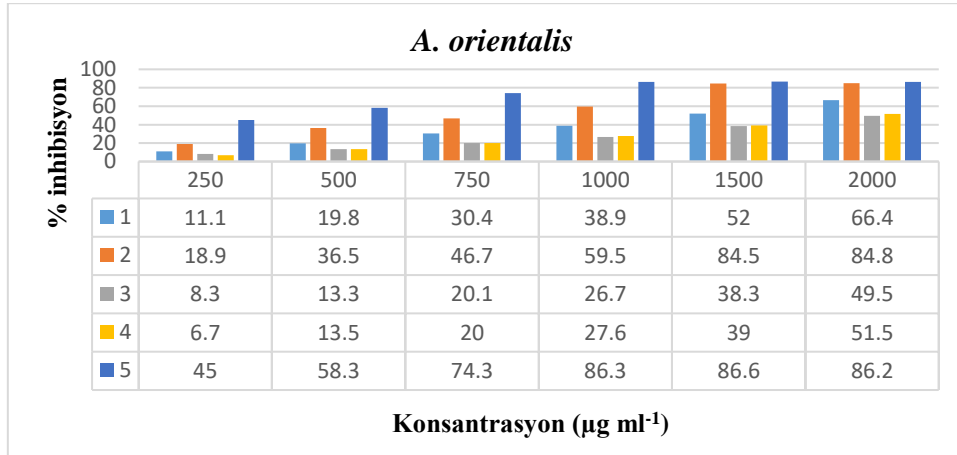
aktiviteleri incelenmiş ve % inhibisyon değerleri Şekil 3 - 4'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Standart antioksidan olarak bilinen askorbik asit'in DPPH radikal kovucu aktivitesi Şekil 2'de verilmiştir. Askorbik asit standartının DPPH aktivitelerinin her iki taksonun örneklerine göre yüksek olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2. Askorbik asit standartının farklı konsantrasyonlarda DPPH aktivitesi

Şekil 3 incelendiğinde, *A. orientalis* taksonunun örnekleri arasında her bir konsantrasyonda en yüksek DPPH aktivitesinde kök örneği sahip olduğu ve herba örneğinin *in vitro* örneklerinden daha düşük aktivite sergilediği kaydedilmiştir. *A. sieheana* taksonunda ise her bir

konsantrasyonda en yüksek aktivite herba örneğinde gözlenmiş ve kök örneğinin 0.5 mg L⁻¹ KIN, 0.25 mg L⁻¹ BAP, 1.0 mg L⁻¹ IAA ile 0.5 mg L⁻¹ KIN, 0.25 mg L⁻¹ BAP, 1.0 mg L⁻¹ IBA ortamlarından elde edilen *in vitro* örneklerinden daha düşük DPPH aktivitesi sergilemiştir (Şekil 4).



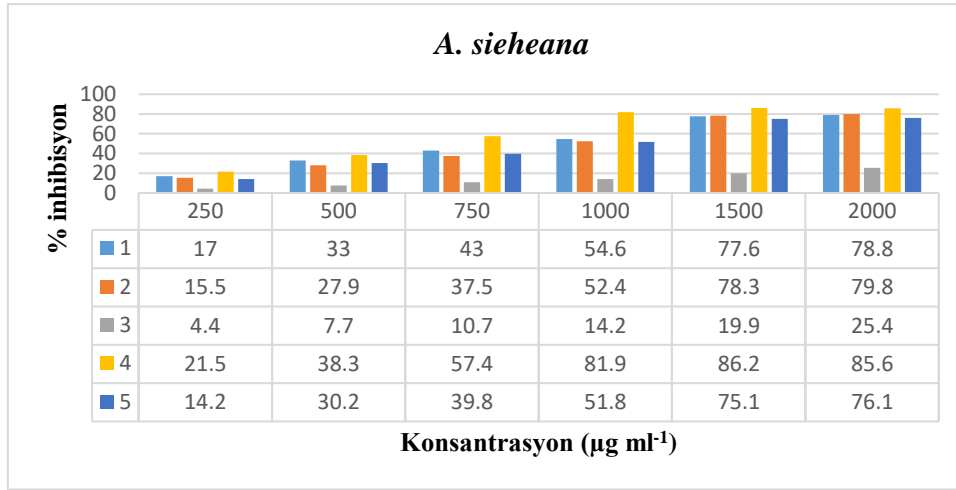
Şekil 3. *A. orientalis*'e ait farklı konsantrasyonlardaki ekstraktların DPPH süpürme aktivitesinin % inhibisyon değerleri (1, 2, 3, 4, 5 numaraları Çizelge 3'deki No ifadelerin karşılığıdır)

250 µg ml⁻¹ konsantrasyondaki en yüksek DPPH aktivitesi *A. orientalis* taksonunun kök ekstraktlarında %45.0, ikinci sırada *A. sieheana* taksonunun herba kısımlarında %21.1 olarak tespit edilmiştir. Her iki takson içinde en düşük antioksidan aktivitesi 2.0 mg L⁻¹ IBA ortamındaki tam bitki örneklerinde kaydedilmiştir. Fakat, her iki taksonda da 0.25 mg/L BAP, 0.5 mg/L KIN, 1.0 mg/L

IBA içeren ortamda sürgün eksplantlarından elde edilen sürgün ekstraktlarında da yüksek oranda DPPH aktivitesi gözlenmiştir (2000 µg ml⁻¹ ekstraktlarda, *A. orientalis* % 84.8 ve *A. sieheana* %79.8). *In vitro* uygulamaları ile *Alkanna* türlerinden elde edilen örneklerde yüksek antioksidan aktivite sergileyebileceği tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda da doku kültürü

örneklerin *in vivo* örneklerden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Roy

ve Mallick, 2017; Prihantini ve ark., 2018).



Şekil 4. *A. sieheana* taksonuna ait farklı konsantrasyonlardaki ekstraktların DPPH süpürme aktivitesinin % inhibisyon değerleri (1, 2, 3, 4, 5 numaraları Çizelge 3'deki No ifadelerin karşılığıdır)

Köklerinde A/Ş bulunduran diğer türlerin DPPH aktiviteleri incelendiğinde, *A. tinctoria* köklerinin 500 ppm konsantrasyonunda yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirilmiştir (Assimopoulou ve Papageorgiou 2005). Benzer olarak, *A. orientalis* bitkisinin sulu ekstraktlarında antioksidan aktivitesi olmadığını ve metanollü ekstraktlarının 500 μl 'lik konsantrasyonunda en yüksek antioksidan aktivitesi (%98) olduğu tespit edilmiştir (Mothana ve ark., 2008). Bu çalışmada ise *A. orientalis* ve *A. sieheana* taksonlarının metanollü kök ekstraktlarının 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonlarında sırasıyla %58.3 ve %30.2 olarak bulunmuştur. Fakat 1000 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonlarında *A. orientalis* doyum noktasına ulaşarak en yüksek %86.3 inhibisyon değerine ulaşmıştır. *A. sieheana* taksonu ise 2000 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda %76.1 en yüksek inhibisyon değeri sergilemiştir. *A. orientalis* taksonunun metanollü kök ekstraktlarının DPPH aktivitesinin *A. sieheana* taksonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özer ve ark. (2010) *A. tinctoria* türünün kuru herbal kısımlarının 0.4 ve 0.8 mg ml metanol ekstraktlarının en yüksek DPPH aktivitesine sahip olduğunu açıklamışlardır. Salimikia ve ark. (2015) *Alkanna bracteosa*, *A. frigida*, *A. orientalis* ve *A. tricophila* köklerinin antioksidan aktivitelerini farklı çözücüler içerisinde en iyi çözücünün butanol olduğunu, hatta pozitif kontrol olarak kullanılan kuersetin kimyasalından daha yüksek DPPH aktivitesi sergilediğini rapor etmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Köklerinde A/Ş içeren bitki türleri birçok biyolojik aktivitelere sahip olmasından dolayı çok

önemli türler arasında yer almaktadır. Bu çalışma, endemik bir tür olan *A. sieheana* türünün sekonder metabolit ve antioksidan aktivitesi üzerinde yapılan ilk çalışmadır. *A. sieheana* taksonunun herba örneklerinin yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivitesi sergilediği tespit edilmiştir. Kök ekstraktında yüksek oranda A/Ş olmasına rağmen düşük aktivite sergilemesi, herba kısmında antioksidan aktivitesi yüksek bileşik olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre her iki tür *in vivo* ve *in vitro* koşullarında karşılaştırıldığında A/Ş üretimi bakımından *A. sieheana* türünün potansiyelinin daha yüksek olduğu, ticarileştirme çabalarında daha öne çıkabileceği düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen veriler doğrultusunda gelecekte yapılacak çalışmalarda gıda, kozmetik ve farmakoloji gibi alanlarda kullanılabilecek doğal aktif bileşenlerin elde edilmesi için *A. sieheana* türünün toprak üstü herba kısmının, *Alkanna orientalis* türünde ise kök kısımları üzerinde odaklanılmasının önemli olabileceği öngörülmüştür.

Kaynaklar

- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., Legret, P. 1994. Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. J. de Pharmacie de Belgique, 49: 462-468.
- Assimopoulou, A.N., Papageorgiou, V.P. 2005. Radical scavenging activity of *Alkanna tinctoria* root extracts and their main constituents hydroxynaphthoquinones. Phytother Res., 19:141–147.
- Assimopoulou, A.N., Karapanagiotis, I., Vasiliou A., Kokkini, S., Papageorgiou, V.P. 2006.

- Analysis of alkannin derivatives from *Alkanna* species by high-performance liquid chromatography/photodiode array/mass spectrometry. *Biomedical Chromatography*, 20: 1359–1374.
- Bageri, S., Sanjarian, F., Haghbeen, K., Ebrahimi, M.A. 2011. Establishment Of Cell Suspension Culture From *Onosma Dasytrichum* Seed Callus Culture. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2 (10): 392-397.
- Chang, M.J., Huang, G.J., Ho, Y.L., Lin, I.H., Huang, S.S., Chang, T.N., Chang, H.Y., Chang, Y.S. 2008. Study on the antioxidant activities of crude extracts from the roots of *Arnebia euchroma* and *Lithospermum erythrorhizon*, *Mid-Taiwan J. Med.*, 13: 113-121.
- Chung, B.Y., Lee, Y.B., Baek, M.H., Kim, J.H., Wi, S.G., Kim J.S. 2006. Effects of low-dose gamma-irradiation on production of shikonin derivatives in callus cultures of *Lithospermum erythrorhizon*. *S. Radiation Physics and Chemistry*, 75, 1018–1023.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan. K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 6. Edinburgh University press, Edinburgh, pp.402-434.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1983. İstatistik Metotları 1. A.Ü. Zir.Fak. Yay. No: 862, Ankara.
- Gezer, K., Duru, M.E. Kıvrak, I., Türkoğlu, A., Mercan, N., Türkoğlu, H. and Gülcan, S. 2006. Free-radical Scavenging Capacity and Antimicrobial Activity of Wild Edible Mushroom of Turkey. *African journal of Biotechnology*, 5 (20):1924-1928.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi. NGBB and Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Gür, C., Akgün, İ.H., Deliloglu-Gurhan, İ., Korkmaz, K.S., Bedir, E. 2010. Cytotoxic Naphthoquinones from *Alkanna cappadocica*, *J. Nat. Prod.*, 7: 860–864.
- Haghbeen, K., Pourmolaei, S., Mareftjo, M.J., Mousavi, A., Akbari Noghabi, K., Hosseini Shirazi, F., Meshkat, A. 2011. Detailed Investigations on the Solid Cell Culture and Antimicrobial Activities of the Iranian *Arnebia euchroma*. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. doi:10.1155/2011/165852.
- Han, X., Kang, K.A., Piao, M.J., Zhen, A.X., Hyun, Y.J., Kim, H.M., Ryu, Y.S., Hyun, J.W. 2019. Shikonin Exerts Cytotoxic Effects in Human Colon Cancers by Inducing Apoptotic Cell Death via the Endoplasmic Reticulum and Mitochondria-Mediated Pathways. *Biomol Ther (Seoul)*, 27(1): 41–47.
- Hunter, C.S., Kilby, N.J., 1990. Betanin Production and Release In Vitro from Suspension Cultures of *Beta vulgaris*. *Methods Mol Biol.*, 6:545-554.
- Kajimoto, S., Hori, M., Manabe, H., Masuda, Y., Shibayama-Imazu, T., Nakajo, S., Gong, X.F., Obama, T., Itabe, H. and Nakaya, K. 2008. A tyrosine kinase inhibitor, β -hydroxyisovalerylshikonin, induced apoptosis in human lung cancer DMS114 cells through reduction of dUTP nucleotidohydrolase activity. *BBA-Mol Basis Dis.*, 1782:241–250.
- Kumar, R., Sharma, N., Malik, S., Bhushan, S., Sharma, U.K., Kumari, D., Sinha, A.U., Sharma, M., Ahuja, P.S. 2011. Cell suspension culture of *Arnebia euchroma* (Royle) Johnston – A potential source of naphthoquinone pigments. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(25): 6048-6054.
- Mahmoudi, S.Z., Seyedabadi, M., Esfahani, H.R.M., Amanzadeh, Y., Ostad, S.N. 2012. Anti-inflammatory and analgesic activity of *Alkanna bracteosa* and *Alkanna tricophila*. *Natural Product Research*, 26:6, 564-569.
- Mothana, R.A.A., Abdo, S.A.A., Hasson, S., Althawab, F.M.N., Alaghbari, S.A.Z., Lindequist, U. 2008. Antimicrobial, Antioxidant and Cytotoxic Activities and Phytochemical Screening of Some Yemeni Medicinal Plants. *Advance Access Publication*, 7(3):323–330.
- Özer, M.S., Sarıkürkcü, C., Tepe, B., Can, S. 2010. Essential oil composition and antioxidant activities of alkanet (*Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*). *Food Science and Biotechnology*, 19, 1177-1183.
- Pal, M., Chaudhury, A. 2010. High Frequency Direct Plant Regeneration, Micropropagation and Shikonin Induction in *Arnebia hispidissima*. *J. Crop Sci. Biotech.*, 13 (1) : 13-20.
- Prihantini, A.I., Sukito, A., Tachibana, S. 2018. Production of antioxidant compounds from tissue culture of *Artemisia annua*. *Nusantara bioscience*, 10(4): 251-255.
- Roy, D., Mallick, B. 2017. Phytochemical Analysis of Field Grown and Tissue Culture Derived *Mentha arvensis* L. Plants with special reference to Antioxidative Potentials. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(11):2394 – 3386.
- Papageorgiou, V.P., Assimopoulou, A.N. and Ballis, AC. 2008. Alkannins and shikonins: a new

- class of wound healing agents. *Curr Med Chem.*, 15:3248–3267.
- Salimikia, I., Yazdinezhad, A.Z., Golfakhrabadi, F., Esfahani, H.R.M. 2015. In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of four *Alkanna* species growing in Iran. *Pharmacognosy Res.*, 7(1): 100–104.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299, 152-178.
- Şengül, M., Yıldız, H., Güngör, N., Cetin, B., Eser, Z. Ve. Ercişli, S. 2009. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 22(1): 102-106.
- Xu J., Koizumi K., Liu M., Mizuno Y., Suzaki M., Iitsuka H., Inujima A., Fujimoto M., Shibahara N., Shimada Y. 2019. Shikonin induces an anti-tumor effect on murine mammary cancer via p38-dependent apoptosis. *Oncology Reports*, 41(3): 2020-2026.
- Tošić, S., Stojičić, D., Slavkovska, V., Mihailov-Krstev, T., Zlatković, B., Budimir, S., Uzelac, B., 2019. Phytochemical composition and biological activities of native and in vitro-propagated *Micromeria croatica* (Pers.) Schott (Lamiaceae). *Planta*, 249:1365–1377.
- Vinothini, K., Devi, M.S., Shalini, V., Sekar, S., Semwal, R.B., Arjun, P., Semwal K. 2017. *In vitro* micropropagation, total phenolic content and comparative antioxidant activity of different extracts of *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. *Current Science*, 113(6):1142-1147.
- Zare, K.H., Nazemiyeh, H., Movafeghi, A., Khosrowshahli, M., Motallebi-Azar, A., Dadpour, M., Omid, Y. 2010. Bioprocess engineering of *Echium italicum* L.: induction of shikonin and alkannin derivatives by two-liquid-phase suspension cultures. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 100:157–164.

Sarımsak Üretimini Ekonomik Durumu ve Taşköprü İlçesi Açısından Değerlendirilmesi

Selen AKAN¹, F. İlknur ÜNÜVAR²

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

*Sorumlu yazar: sakan@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.03.2020 Kabul Tarihi: 14.05.2020

Öz

Tarımsal üretimde önemli bir sebze olan sarımsağın son yıllarda tüketiminde artışlar gözlenmiştir. Sarımsak tüketimi taze ve kuru olarak 2 şekilde gerçekleştirilmekle birlikte ekonomik öneme sahip formu kuru sarımsaktır. TÜİK 2018 yılı verilerine göre, Türkiye kuru sarımsak ekim alanı 133 bin dekar, üretimi ise 117 bin tondur. Dünya sarımsak üreticisi ülkeler arasında 14. sırada bulunan Türkiye, hem ihracatçı hem de ithalatçı konumda yer almaktadır. Türkiye’de sarımsak yetiştiriciliği 61 ilde yapılmakta olup, 2018 yılına kadar sarımsak üretiminin en fazla yapıldığı il Kastamonu’dur. Ancak, 2018 yılında Gaziantep sarımsak üretiminde %17,6’lık payla ilk sırayı almıştır. Sarımsak yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı yerlerde tarımsal işletmelerin önemli bir gelir kaynağını oluşturmaktadır. Kastamonu’nun ve özellikle kırsal nüfusun ekonomik ve sosyal olarak kalkınmasında önemli bir yeri olan sarımsak, 2009 yılında Taşköprü sarımsağı olarak ‘Coğrafi İşarete’ sahip olmuştur. Bu çalışmada, ülkemizde sarımsak üretiminin hem ekonomik durumu değerlendirilmiş hem de Taşköprü ilçesindeki sarımsak üreticileriyle yüz yüze yapılandırılmış anket sonuçları yorumlanmıştır. Veriler sonucunda sarımsak üretiminin önemi, fiyat dalgalanmaları ve üreticilerin sorunları incelenerek çözüm yolları arayışına gidilmiş, yerel kalkınma açısından da değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler ışığında, Taşköprü için vazgeçilmez öneme sahip sarımsağın korunması için ürün politikası özelinde çalışmalar yapılması, üreticilerin maliyetlerini karşılayabilecek desteklerin verilerek katma değere yönelik üretimin yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kastamonu, Sarımsak, Sorunlar, Taşköprü, Üretim

Economic Status of Garlic Production and Evaluation in Terms of Taşköprü District

Abstract

Garlic is an important vegetable in agricultural production and it’s consumption has increased in recent years. Garlic is consumed in two types as fresh and dried (cured), economically important form of it is dried (cured) garlic. According to the TURKSTAT data from 2018, Turkey has 133 thousand hectares of dry garlic planting area, and it’s production is 117 thousand tons. Turkey ranks at 14th country in the world for garlic production and also it is known both an exporter and importer. Turkey's garlic production is carried out in 61 provinces. When taking into account of garlic production and planting area up to 2018, the most production was conducted in Kastamonu province. However, Gaziantep has ranked at 1st province in garlic production (17,6%) since 2018. It is an important source of income for agricultural holdings where intensive farming is carried out. Garlic, which has an important mission in both economic and social development of Kastamonu and that of especially the rural population, has received the 'Geographical Indication' as a Taşköprü garlic in 2009. In this study, both the economic situation of garlic production in Turkey was evaluated and the results of face - to - face questionnaires with garlic producers in Taşköprü district were presented. As a result of the datas, the importance of garlic production, price fluctuations and producers' problems were examined with solution suggestions in terms of local development. In the view of these assesments, it is recommended to carry out studies

on product policy in order to protect garlic, which is indispensable, and to produce value added products by providing supports to meet the production costs.

Key words: Kastamonu, Garlic, Problems, Taşköprü, Production

Giriş

Türkiye tarımsal üretim çeşitliliği açısından zengin bir ülke konumundadır. Tarımsal üretimin çeşitliğinde tarım ürünlerinin doğrudan gıda ya da tarıma dayalı sanayi, tıbbi ürünler olarak da kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Çoklu kullanım alanına sahip (doğrudan-işlenerek ya da özüt olarak) ürünlerden biri de sarımsaktır.

Sarımsak, Dünya genelinde taze ve kuru olarak iki farklı şekilde üretilmektedir. ‘Yeşil’ sarımsak olarak da nitelendirilen taze sarımsak, yeşil yapraklı, gövde ve baş yüzeyinin taze olduğu, dişlerin tam olgunlaşmadığı dönemde hasat edilen sarımsaktır. Kuru sarımsaklar ise hasat sonrası doğal kürlenme yapılarak yaprak, gövde ve başların tamamen kuruduğu ürünlerdir (Akan ve ark., 2019a; Anonymous, 2019). Kuru sarımsakların daha uzun süre ile depolanabilmesi, besin ve aromatik bileşik içeriğinin daha yoğun olması sebebiyle daha geniş kullanım alanı (gıda, ilaç, kozmetik, yem vb.) ve işleme prosedürüne sahiptir (Akan ve Ünüvar, 2017). Bu nedenle kuru sarımsaklar, tüketiciler ve sektör tarafından tercih sebebi olmakta ve bu durum ekonomik değerine de yansımaktadır.

TÜİK (2019) yılı verilerine göre Türkiye’de sarımsak yetiştiriciliği 61 ilde ve çoğunlukla konvansiyonel üretim yöntemleriyle küçük aile işletmelerinde yapılmaktadır. Sarımsak yetiştiriciliğinde ilk akla gelen yöre, Kastamonu ilinin Taşköprü ilçesidir. ‘Taşköprü sarımsağı’ olarak bilinen sarımsaklar ilçede ‘beyaz altın’ olarak nitelendirilmektedir. Taşköprü sarımsakları, suda çözünür kuru madde miktarı, askorbik asit, mineral, aroma bileşenleri, antioksidan aktivite ve kükürtlü bileşikler bakımından oldukça zengindir (Akan, 2019; Akan ve ark., 2019b). Son yıllarda, sarımsak konusunda farkındalık ve bilinç paralel talep artışına rağmen, yüksek girdi maliyetleri, aile işletmelerindeki iş gücü azalmaları ve satış kanallarındaki eksikliklerden dolayı üretim ve ekim alanlarında daralmalar ile kayıplar meydana gelmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada yurtiçi (Türkiye İstatistik Kurumu) ve yurt dışında çeşitli kuruluş (Comtrade, Trade Map) verileri grafikler ve

indeksler olarak sunularak üretim ve tüketim miktarı, ekim alanı, verim durumu ve dış ticaretindeki gelişmeler incelenerek yorumlanmıştır. İndeks hesaplamalarında 2008 yılı temel yıl olarak baz alınmış olup, her bir yıla ait indeks, 2008 yılı değeri esas alınarak hesaplanmıştır. Buradaki asıl amaç, son 10 yılda sarımsak ekim alanlarındaki ve üretim miktarlarındaki değişimi belirlemektir.

Sarımsak üretici ve tüketici satış fiyatları ise, hem İlçe Tarım Müdürlükleri hem de tüketiciler ile yapılan yüzyüze görüşmeler sonrasında kaydedilmiş, satış fiyatı ile üretici satış fiyatı arasındaki fark ‘Pazarlama Marjı’ olarak hesaplanmıştır (Topçu, 2003; Topçu, 2004; Aşkan ve Dağdemir, 2015; Küzeci ve ark., 2019). Üretici eline geçen yüzde oran, üretici satış fiyatının tüketici satış fiyatına oranlanması ile hesaplanmıştır (Küzeci ve ark., 2019; Ertek ve ark., 2020). Ayrıca, Kastamonu ili Taşköprü ilçesinde yaşayan üreticiler ve ziraat odası üyeleriyle odak grup görüşmeleri yapılmış ve yarı yapılandırılmış anket sorularıyla yetiştiricilikteki sorunları, sarımsak yetiştiriciliğinin güçlü yanları, sarımsağın yerel kalkınmaya sağladığı değerler gibi sorular yöneltilmiş ve cevaplar gruplandırılarak araştırma bulgularında verilmiştir. Son olarak, bu gelişmelerin sebepleri ortaya konularak öneriler sunulmuştur. Ayrıca çeşitli yayın ve kaynaklardan da yararlanılmıştır.

Araştırma Bulguları

Türkiye’de sarımsak üretimi, ekim alanı ve tüketimi

Türkiye’de sarımsak yetiştiriciliği hemen hemen her bölgede olup, toplamda 61 ilde yapılmaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde, son yıllarda ekim alanı ve üretim miktarında artan bir ivmeye rastlanmıştır. TÜİK 2019 yılı verilerine göre, son 10 yıl içerisinde sarımsak ekim alanında %43,3’lük bir artış meydana gelmiş ve 133 bin da alanda ekim yapılmıştır. 2008-2018 yılları arasında ekim alanlarıyla doğru orantılı olarak üretim miktarı da %45 oranında artış göstererek 117 bin tona ulaşmıştır. Tüketim miktarı ise, 2007 yılına göre %40’lık artışla 2017 yılında 84 bin ton olmuştur. Kişi başı tüketim miktarında fazla bir değişiklik olmasa da son yıllarda kişi başı yılda 1kg olmuştur (Çizelge 1)(TÜİK, 2019).

Çizelge 1. Türkiye 2008-2018 yılları sarımsak ekim alanı, üretimi ve tüketimi

Yıllar	Ekim alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Tüketim Miktarı (ton)	Kişi Başı Tüketim (kg/yıl)
2008	93.057	81.070	60.121	0,8
2009	93.720	83.134	61.903	0,9
2010	95.100	76.936	57.738	0,8
2011	92.725	79.203	61.204	0,8
2012	117.936	79.433	58.730	0,8
2013	103.558	87.037	66.114	0,9
2014	105.572	91.000	68.630	0,9
2015	108.084	94.867	67.674	0,9
2016	119.155	109.161	75.733	0,9
2017	131.451	121.805	84.442	1,0
2018	133.397	117.688	-*	-*
Değişim (%) 2008-2018	43,35	45,17	40,45**	25**

Orijinal hesaplamalar. *TÜİK 2018 yılı tüketim verisini henüz açıklamamıştır. **2008-2017 değişimi hesaplanmıştır. Kaynak: TÜİK, 2019.

Türkiye sarımsak ihracat ve ithalatı

Türkiye'nin coğrafi konumu sebebi ile ticarete avantajlı durumdadır. Rusya başta olmak üzere Avrupa Birliği, Ortadoğu ve Balkan coğrafyasına yönelik ihracatta ciddi bir potansiyel taşımaktadır. Nitekim Türkiye'nin ihracat verilerine göre, Rusya %51'lik pay ile ilk sırada yer almaktadır (Comtrade, 2019). Tüm

sebze ve meyve ihracatında olduğu gibi Rusya ile olan ticaretimizde karayolu taşımacılığının uygunluğu sarımsak ticaretinde de kolaylık sağlamaktadır. 2018 yılında toplam 13 ülkeye ihracat yapan Türkiye'nin ihracat değeri 527 bin \$ olmuştur. 2014-2018 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde Türkiye'nin ihracatı 99 bin \$'dan %432 artışla 527 bin \$'a çıkmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye'nin 2014-2018 yılları arası sarımsak ihracat değerleri

İhracat Yapılan Ülkeler	İhracat Değeri (bin \$)					2018 Yılı İhracat Payı (%)
	2014	2015	2016	2017	2018	
Rusya	29	0	0	77	270	51
Hollanda	2	0	0	0	67	13
Polonya	0	0	0	33	44	8
İtalya	0	0	0	0	31	6
Kıbrıs	0	0	0	22	29	5
Suriye	0	2	0	6	28	5
Ukrayna	0	0	13	21	17	3
Almanya	21	10	26	16	14	3
Irak	0	2	6	1	10	2
Romanya	0	0	179	192	7	1
Gürcistan	1	0	63	204	5	1
Bulgaristan	0	0	21	9	3	0,6
Suudi Arabistan	0	0	0	0	1	0,2
Diğer ülkeler	48	60	60	48	1	1,2
Toplam	99	74	368	629	527	100

Kaynak: Comtrade, 2019

Sarımsak ihracatında alıcı ülke talepleri dikkate alınmakta, alıcı ülkenin herhangi bir talebinin bulunmaması durumunda ülkemiz mevzuatı işleme alınmaktadır. Genel olarak

sarımsak ihracatında 'Bitki Sağlığı Sertifikası' talep edilmektedir. Ayrıca, bazı ülkeler Bitki Sağlığı Sertifikası'nın yanı sıra gıda güvenliği kontrollerini kapsayan 'Sağlık Sertifikası' da

talep etmektedir. Örneğin en yoğun sarımsak ihracatının yapıldığı Rusya, ihracatta bitki sağlığı sertifikasıyla birlikte sağlık sertifikası da talep etmektedir. İhracatı yapılacak sarımsaklarda pestisit kalıntısı analizi yapılarak, analiz sonucu Rusya mevzuatına uygun olan ürünlerin ihracatına izin verilmektedir (Kaya, 2012).

2014-2018 yılları arasında en yoğun sarımsak ithalatı Çin'den yapılmıştır (Çizelge 3). Son 5 yıllık dönemde ithalat değerlerinde dalgalanmalar gözlemlenmiş ve 2018 yılına gelindiğinde ise 598 bin \$'lık ithalat gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında ithalatın %98'i Çin'den ve %1,5'u da İran'dan yapılmıştır (Comtrade, 2019) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye'nin 2014-2018 yılları arası sarımsak ithalat değerleri

İthalat Yapılan Ülkeler	İthalat Değeri (bin \$)					2018 Yılı İthalat Payı (%)
	2014	2015	2016	2017	2018	
Çin	6.627	8.546	8.044	1.322	598	98,52
İran	0	0	0	0	9	1,48
Mısır	0	0	10	35	0	0
Toplam	6.627	8.546	8.054	1.357	607	100

Kaynak: Comtrade, 2019

Sarımsak ithalatı iç piyasayı sürdürülebilir üretim, ürün stoğu, kalitesi ve ticari getiri konularında tehdit etmektedir. İthal sarımsağın düşük maliyetli olması tüketiciler tarafından tercih sebebi olup, yerli üreticilerimizin rekabet gücünü zayıflatmaktadır. Ayrıca, ithal sarımsak sadece tüketim amaçlı kullanılmayıp, tohumluk olarak da kullanılması Türkiye'nin sarımsak tarımını da etkilemektedir. Öte yandan, Türkiye'nin sarımsak üretimi mevcut durumda artan nüfus yoğunluğuna bağlı olarak ve tüketim sahasının geniş olması sebebiyle kimi zaman talebi karşılayamamaktadır. Bu durum birtakım ithalatlar yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak, ekili alan, üretim ve verim artışının sağlanması, kalitenin iyileştirilmesi, tarımda desteklerin artırılması, girdi maliyetlerinin düşürülmesi ve tarımsal politikalarda yapılacak düzenlemeler ile söz konusu problemler aşılabilir, ithalat azaltılabilecektir. Türkiye'de sarımsak ithalatında vergi (gümrük vergisi) ve ücretlendirme mekanizmaları (gözetim fiyatı uygulaması, ürün güvenliği ve denetimi mevzuatı) işletilerek bir nevi önlem alınmakta, ancak uluslararası tahkim nedeniyle daha fazla müdahale edilememektedir. Türkiye'nin sarımsak ithalatında izlenen yol aşağıda detaylı olarak verilmiştir:

Sarımsak ithalatında, organoleptik inceleme, ambalaj kontrolü, numune alma ve laboratuvar analizlerini kapsayan fiziksel kontrol hayati önem taşımaktadır. Türkiye'de, ithal edilen sarımsakların organoleptik incelemesinde karakteristik tat ve koku

aranmakta, bozulma ve küflenme olması durumunda üründen numune alınmaksızın ürün reddedilmektedir. Yaklaşık 1 aylık süre içinde Çin'den deniz yolu taşımacılığı ile gelen sarımsak için denetim gerçekleştirecek görevli personel, sarımsakta küflenme tespit ettiği zaman ürünü direkt reddetme yetkisine sahiptir. Ayrıca, organoleptik incelemelerin olumlu çıkması durumunda üründen gıda güvenliği esas alınarak pestisit (zirai ilaç kalıntısı) analizleri için numune alınmaktadır. Tüm bu analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi'ne göre uygun olması durumunda bu ürünler için uygunluk yazısı düzenlenmekte ve satışa sunulmaktadır. Öte yandan, Türkiye, sarımsağı kuru (GTİP: 0703.20.00.00.12), taze (GTİP: 0703.20.00.00.11) ve aynı zamanda toz, granül (GTİP: 0712.90.90.00.11), dilimlenmiş ve turşu olarak da ithal etmektedir. Sarımsağın toz ve dilimlenmiş olarak ithalatı söz konusu olduğunda 'Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne göre mikrobiyolojik analizler talep edilmektedir (Kaya, 2012).

Sarımsak üretimi 2017 yılında 54 ilde, 2019 yılında ise 61 ilde yapılmıştır (TÜİK, 2017; 2019). Bu durumun sarımsağa olan talep artışı, belirli yıllarda satış fiyatlarının yükselmesi veya piyasada yeterince ürüne ulaşılmamasından kaynaklandığını söylemek olasıdır. Öte yandan, üretim artışlarında sarımsak tarımının özellikle iklim ve toprak isteği bakımından birçok şehirde üretime elverişli olmasının da etken olduğu söylenebilir. Çizelge 4'e göre üretici iller bazında sarımsak üretimi ele alındığında, üretimde ilk 3 sırada Gaziantep (%17,6),

Kastamonu (%17,5) ve Kahramanmaraş (%13,5) yer almakta ve toplam üretiminin yaklaşık %49'unu karşılamaktadır (TÜİK, 2019). TÜİK verilerine göre 2018 yılına kadar üretimde ilk sırada Kastamonu yer alırken, 2018 yılında %17,6'lık pay ile Gaziantep'in ilk sıraya yerleştiği görülmüştür. Kastamonu ilinde ekim alanları son 10 yılda belirgin değişiklik göstermezken, Adana'da 2008 yılında 50 dekar olan sarımsak ekim alanı 2018 yılında 10.4 kat artarak 570 dekara ulaşmış ve ekim alanında en fazla artışın olduğu il olmuştur. Gaziantep'in 2008 yılında sarımsak ekim alanı 2 bin dekar civarında iken, 2018 yılında ekim alanı 6.5 kat artmış ve 18 bin dekara çıkmıştır. Böylece Gaziantep üretimde ilk sırayı alarak Taşköprü

sarımsağının liderliği ikinci sıraya düşmüştür. Taşköprü ilçesinde yaşanan bu durum, ilçedeki istikrarsız üretim politikası ve spekülasyon fiyat artışlarından kaynaklanmış olup, sarımsak tarımı ve fiyatları diğer bölge çiftçilerini cezbetmiştir. Çizelge 4'te son 10 yıllık süreçte verim durumuna bakıldığında, üretici illerin %50'sinde verim artışı gözlenmiş olup, 2018 yılında en yüksek verim alınan iller sırasıyla Afyonkarahisar (%1,76), Konya (%1,40), Edirne (%1,37), Adana (%1,21) ve Kahramanmaraş (%1,19) olmuştur.

Genel olarak verimdeki artış sebebi üretim tekniğindeki iyileştirmelerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. İllere göre 2008-2018 yılları arası ekim alanı, üretim miktarı ve verim durumu

Üretici İller	Ekilen Alan (da)			Üretim Miktarı (ton)			Verim (Ton/da)	
	2008	2018	Değişim (%)	2008	2018	2018 Yılı		
						Üretim payı (%)	2008	2018
Gaziantep	2.475	18.665	654,1	5.493	20.726	17,6	2,22	1,11
Kastamonu	25.370	25.750	1,5	20.386	20.540	17,5	0,80	0,80
Kahramanmaraş	5.817	13.300	128,6	8.840	15.848	13,5	1,52	1,19
Aksaray	2.790	15.175	443,9	1.652	12.128	10,3	0,59	0,80
Tokat	5.280	8.215	55,6	5.281	7.477	6,4	1,00	0,91
Konya	870	3.312	280,7	740	4.627	3,9	0,85	1,40
Adıyaman	3.070	5.753	87,4	1.604	4.615	3,9	0,52	0,80
Balıkesir	9.870	7.185	-27,2	8.239	4.250	3,6	0,83	0,59
Hatay	5.140	3.285	-36,1	6.455	3.072	2,6	1,26	0,94
Karaman	5.170	3.100	-40,0	3.792	2.756	2,3	0,73	0,89
Kütahya	1.074	2.856	165,9	934	2.338	2,0	0,87	0,82
Antalya	1.805	1.815	1,6	1.372	1.917	1,6	0,76	1,06
Şanlıurfa	2.000	3.170	59,5	1.000	1.437	1,2	0,50	0,45
Uşak	450	1.130	151,1	872	1.295	1,1	1,94	1,15
Edirne	1.090	902	-17,2	960	1.239	1,1	0,88	1,37
Manisa	890	1.463	64,4	816	1.128	1,0	0,92	0,77
Kırklareli	2.843	1.953	-31,3	1.973	1.083	0,9	0,69	0,55
Nevşehir	520	2.100	303,8	276	1.080	0,9	0,53	0,51
Tekirdağ	1.650	1.768	7,2	808	1.011	0,9	0,49	0,57
İzmir	987	755	-23,5	847	754	0,6	0,86	1,00
Niğde	980	950	-3,1	735	737	0,6	0,75	0,78
Afyonkarahisar	692	405	-41,5	1.117	714	0,6	1,61	1,76
Adana	50	570	1.040,0	50	689	0,6	1,00	1,21
Diğer İller	12.174	9.820	-19,33	6.828	6.227	5,2	0,54	0,64
Toplamı	93.057	133.397	43,3	81.070	117.688	100,0	0,87	0,88

*Orijinal hesaplamalar. Kaynak: TÜİK, 2019.

Diğer illerin üretim bakımından Kastamonu'nun öne geçmesi coğrafi işarete

sahip ve markalaşmış ürün olan Taşköprü sarımsağı tüketimini azaltacaktır. Oysaki,

coğrafi işaret geleneksel yerel üretimi destekleyerek, sağlıklı ürünlerin üretimine katkı sağlamakta ve üretim değerlerinin de gelecek nesillere aktarılmasına da yardımcı olmaktadır (Gürel ve ark., 2016). Ancak, gelecekte üretim için yaklaşım geliştirilmediği takdirde hem üretici hem de tüketiciler için bir tehdit oluşma ihtimali söz konusudur. Öte yandan, Taşköprü İlçesinde de diğer sarımsakların dikiminin yapılmaması önlemleri kapsamında Belediye Meclisi'nde alınan kararla ilçedeki sarımsak pazarının adı 'Tescilli Taşköprü Sarımsağı Pazarı' olarak değiştirilmiş ve yasal yetkilerle sarımsak tesislerinde ve pazarlarında denetimler sıklaştırılmıştır (Anonim, 2012).

Sarımsak fiyatları

Sarımsağın üretici ve tüketici fiyatı çizelge 5'de verilmiştir. Burada verilen fiyatlar güncel olup, mevcut üretici il sıralamasına göre hem bağlı bulunulan İlçe Tarım Müdürlükleri hem de tüketiciler ile yapılan yüz yüze görüşmeler sonrasında listelenmiştir. Tüketicinin 1 kg sarımsağa ödediği fiyat ile 1 kg sarımsağa karşılık çiftçi eline geçen fiyat arasındaki fark pazarlama marjını vermektedir. Çeşit, üretim, verim ve kalite ile pazar koşullarına bağlı şekillenen sarımsak fiyatları iller bazında değişiklik göstermekle birlikte 2019

yılında çok yüksek bir trend göstermiştir (Çizelge 5). Fiyatlar dikkate alındığında, üretici satış fiyatının en düşük olduğu il Tokat, Adıyaman ve Gaziantep (15 TL), en yüksek olduğu iller Konya, Antalya ve Kütahya'dır (35 TL). Fiyatlandırmalar esas alınarak yapılan orijinal hesaplamalar sonucunda, aracılardan eline geçen payın %13-57, üretici eline geçen ise %43-88 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üreticinin en karlı olduğu il Kütahya (%88), aracının en karlı olduğu iller ise Gaziantep ve Adıyaman (%57) olarak belirlenmiştir. Aracı eline geçen fiyatın en düşük olduğu iller sırasıyla Kütahya (%12), Şanlıurfa (%20), Konya ve Antalya (%22) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bu durum, üretici satış fiyatlarının yüksek olmasından ve üreticinin kendi şirketi üzerinden satış yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, 2019 yılında üreticinin avantajlı, tüketicinin ise dezavantajlı olduğu bir durum söz konusu olmuştur. Bu durum, olumsuz hava koşulları kaynaklı verim düşüşü ve talebi karşılamadaki yetersizliğe bağlı fiyat artışından kaynaklanmıştır (Akan ve ark., 2019c). Öte yandan, verim düşüklüğü olmayan bazı illerimizde de fiyat istikrarı sağlanamamış, piyasa fiyatı esas alınarak satışlar gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5. Sarımsak üreticisi illerin 2019 yılı fiyatlara göre pazarlama marjları

İller	Üretici Satış Fiyatı (TL/kg)	Tüketici Satış Fiyatı (TL/kg)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
Gaziantep	15	35	20	43	57
Kastamonu	30	45	15	67	33
Kahramanmaraş	20	30	10	67	33
Aksaray	30	40	10	75	25
Tokat	15	30	15	50	50
Konya	35	45	10	78	22
Adıyaman	15	35	20	43	57
Balıkesir	25	50	25	50	50
Hatay	25	50	25	50	50
Karaman	30	40	10	75	25
Kütahya	35	40	5	88	12
Antalya	35	45	10	78	22
Şanlıurfa	20	25	5	80	20
Uşak	30	40	10	75	25
Manisa	25	40	15	63	37
Nevşehir	25	40	15	63	37

Kaynak: Orijinal hesaplamalar.

Kastamonu ili ve ilçelerinde sarımsak üretimi

Kastamonu'da sarımsak yetiştiriciliği küçük aile işletmelerinin önemli geçim kaynağı

ve temel istihdam sağlayıcısı olup, ilin ekonomik ve sosyal yapısında önemli bir yere sahiptir (Genç, 2018).

Kastamonu ilinin ekonomik yapısında önem teşkil eden sarımsak üretiminin yanında tarıma dayalı modern tesislerin (işleme vb.) oluşturularak bölgedeki halkın sanayide de aktif rol alarak istihdam sağlanması gerekmektedir. Sanayideki istihdam sayesinde yatırım ve alt yapı olanakları geliştirilecek ve bölge nüfusunun yerinde kalkınması sağlanacaktır. Ayrıca, teknoloji tabanlı üretimler ile inovatif ürünler de geliştirilebilecektir (Fidan ve ark., 2019). Sarımsak 2010 yılında TÜRKPATENT Enstitüsünden coğrafi işaret almış ve üretimi o tarihte itibaren artmıştır. 2012 yılında 2870 üretici geçimini sarımsak yetiştiriciliğinden sağlarken bu sayı 2017 yılında 3490 kişiye ulaşmıştır (TÜRKPATENT, 2019). Özellikle Taşköprü ilçesinde yaşayanların %75'i sarımsak geliriyle hayatlarını sürdürmektedir (Anonim, 2012). Kastamonu ilinin yoğun olarak Taşköprü ve Hanönü ilçeleri ile merkezinde sarımsak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Taşköprü ilçesinde 2017 yılında 24 bin tona ulaşan üretim, 2018 yılında %23'lük azalma ile 18 bin tona

gerilemiştir. Benzer durum ekim alanı miktarında da yaşanmış olup, 2018 yılında bir önceki yıla göre az da olsa bir kayıp tespit edilmiştir (Çizelge 6). İlçedeki üretimde en büyük caydırıcı faktörün insan gücüne dayalı üretim modelinden dolayı üretim maliyetlerinin yüksekliği olarak düşünülmektedir. Son on yıllık periyotta ilçede en yüksek verim değerine (%1) 2014-2017 yılları arasında ulaşılmıştır. Çizelge 6'ya göre temel yıl olarak baz alınan 2008 yılı ile 2018 yılı verim değeri arasında fark tespit edilmemiş olup, 2018 yılında bir önceki yıla kıyasla %0,2'lik verim kaybı görülmüştür.

Bölgenin kalkınması için önemli bir tarım ürünü olan sarımsağın yetiştiriciliği sırasında karşılaşılan sorunları en aza indirmek, üreticilerin ve sanayicilerin desteklenmesi açısından önemlidir. Yerel kalkınma aşamasında da hem sarımsağın hem de bölgenin tanıtımı ve kurumsallaşması adına geleneksel hale getirilen faaliyetlerin (festival, fuar, kongre, çalıştay ve panel) sürdürülmesi kritik önem taşımaktadır.

Çizelge 6. Taşköprü ilçesinde 2018 yılı sarımsak ekiliş, üretim ve verim durumu

Yıllar	Ekilen Alanı (da)		Üretim Miktarı (ton)		Verim (ton/da)	
	Taşköprü	İndeks (2008=100)	Taşköprü	İndeks (2008=100)	Taşköprü	İndeks (2008=100)
2008	22.500	100,0	18.000	100,0	0,8	100,0
2009	20.000	88,9	18.000	100,0	0,9	112,5
2010	22.500	100,0	18.000	100,0	0,8	100,0
2011	22.500	100,0	18.000	100,0	0,8	100,0
2012	21.727	96,6	12.591	70,0	0,5	62,5
2013	18.000	80,0	12.600	70,0	0,7	87,5
2014	18.000	80,0	18.000	100,0	1	125,0
2015	21.250	94,4	21.250	118,1	1	125,0
2016	22.000	97,8	22.000	122,2	1	125,0
2017	24.000	106,7	24.000	133,3	1	125,0
2018	23.000	102,2	18.400	102,2	0,8	100,0

*2008 yılına göre değişim. Kaynak: TÜİK, 2019.

Sarımsak yetiştiriciliğinin Taşköprü ilçesi açısından değerlendirilmesi

Bu çalışmada yetiştiriciliğin yöre açısından değerlendirilmesi, Kastamonu ili Taşköprü ilçesindeki üreticilerin, ziraat odası üyelerinin odak görüşme esnasındaki cevaplarından derlenerek oluşturulmuştur. Sarımsak yetiştiriciliğinin güçlü yanları, karşılaşılan sorunlar ve kalkınmadaki önemi gibi genel başlıklar halinde sınıflandırılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 7).

Sonuç ve Öneriler

Sarımsak hem doğrudan hem de ham madde olarak pek çok alanda değerlendirilen kullanım alanı geniş bir üründür. Ancak, tarımda yaşanan sorunların yıllardır gündemde olmasına rağmen hâlâ çözülememiş olması ve alınan tedbirlerin acil durum önlemlerini kapsayarak kalıcı çözümler üretmemesi sebebiyle de üreticilerin tarımsal üretimden ayrılmalarını beraberinde getirmiştir. Sarımsak üretimi için de benzer bir tablo sergilenmektedir. 2017 yılına kadar üretimde birinci sırada yer alan

Kastamonu 2018 yılında üretimdeki liderliği Gaziantep'e bırakmıştır. Bunun temel sebebi ekolojiye bağlı verim kaybının yanısıra, girdi maliyetlerinin yüksek oluşu, fiyat istikrarının sağlanamaması, çiftçiler arasında ortak bir politika izlenilememesi ve satış kanallarındaki eksikliklerdir. Bu koşullar ile birlikte tüketicilerin hızla ithal sarımsağa yönelmesi, çiftçilerin bireysel mücadele etme şansını azaltmış, ürününden kâr edemeyen ve hatta zarar eden çiftçileri üretim yapmaktan vazgeçirmiştir. Bu etkileri ortadan kaldırmak için çiftçilerin birlik çatısı altında toplanmaları, üretim planlamasının yapılması, kooperatifleşmeye

gitmeleri, artan veya dengesiz gelişen yurt içi sarımsak fiyatlarının düzenlenmesi amacıyla Sarımsak Borsası'nın kurulması çözüme ulaştırabilecek alternatifler arasındadır. Öte yandan, yerli, tescilli ve coğrafi işarete sahip Taşköprü sarımsağının korunması açısından uygulanan politikaların ve kararların gözden geçirilmesi gerekmektedir. Nitekim coğrafi işaretin kırsal kalkınma yönünden üretime farklı bir bakış açısı getirmesi, yerel işletmelerin sürdürülebilirliğinin sağlanması, kırsal-kültürel mirasın ve biyoçeşitliliğin korunmasını sağlanması ile bölgeye etkileri oldukça fazladır (Gürel ve ark., 2016).

Çizelge 7. Taşköprü ilçesinde sarımsak üretiminin güncel durumu ve değerlendirilmesi

<i>Sarımsağın güçlü yanları</i>	<ul style="list-style-type: none">• Taşköprü ilçesinin beyaz altını olarak bilinen sarımsak ilçenin adıyla anılması hem Taşköprü'nün hem Kastamonu'nun hem de bölgenin tanınırlığını artırıyor olması,• Taşköprü'de yaşayan üreticilerin temel geçim kaynağını oluşturması, küçük aile işletmelerini ayakta tutması,• Markalaşarak, tescil belgesinin olması,• Uzun süreli depolamaya olanak sağlanması,• Doğrudan ya da dolaylı yollarla gıda, sağlık ve kozmetik gibi sektörlerle ham madde sağlayarak ürüne özel pazar yaratması,• Kârlılığının yüksek olması,• Taşköprü sarımsağı ile ilgili pek çok deneysel veriye ulaşım kolaylığıdır.
<i>Sarımsak yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar</i>	<ul style="list-style-type: none">• Bilinçsiz ilaç ve gübre kullanılmasına bağlı zirai mücadelenin etkin yapılamaması ve sarımsakta sık görülen (pas, kök çürüklüğü, çil ve kurt) hastalıkların önlenememesi,• Aile dışı işgücü bulunamaması,• Pazarlama faaliyetlerinin etkin yürütülememesi, ihracat yapılamaması, fiyat istikrarsızlığı, katma değer yaratmaya uygun fonksiyonel bir ürün olmasına rağmen tam anlamıyla değerlendirilememesi,• Uzun süreli depolama için ilçede soğuk hava depolarının yetersizliği,• Taşköprü'de Üretici Birliği kurulmasına rağmen, Ziraat Odası ve Tarım İlçe Müdürlüğü ile koordineli çalışılmaması sonucunda etkin bir rol oynayamamasıdır.
<i>Sarımsağın yerel kalkınmaya katkısı</i>	<ul style="list-style-type: none">• İlçede sürekli olarak düzenlenen festivaller, fuarlar, çalıştaylar, paneller ve yarışmaların bölgenin turizm açısından kalkınmasına katkı sağlanması,• Birçok sektörde temel girdi maddesi olarak kullanılması sayesinde farklı girişim ve yeni yatırım olanaklarının sağlanması, yeni yatırım olanaklarıyla beraber yeni istihdam imkanlarının sağlanması,• Bölge halkının yeni ekonomik, sosyal ve kültürel yatırımlarla yerelde kalkınmasının sağlanması,• Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından organik sarımsak üreticilerine mazot, gübre desteğinin (14 TL/da) yanında 1. kategoride yer alan sarımsak üreticilerine 100 TL/da, 3. kategoride yer alan sarımsak üreticilerine ise 30 TL/da ek bir destek sağlanması (TOB, 2019), ÇATAK desteklerinden de yararlanabilen üreticiler 1. kategoride 45 TL/da, 2. kategoride 60 TL/da ve 3. kategoride 135 TL/da destek alması ve böylece tarımsal üretimin devamlılığının sağlanmasıdır.

*Anket sonuçları doğrultusunda hazırlanmıştır.

Üreticilerin maliyetlerini karşılayabilecek ölçüde desteklerin verilmesi, yerel anlamda katma değere yönelik üretimin yapılması önemlidir. Bu aşamada yapılacak her yatırım ve desteklenecek her adım Taşköprü ve Kastamonu özelinde kalkınma anlamında bir imkân sağlayacaktır.

Örgütlenme sorunları giderilerek etkin bir organizasyon işleyişi oluşturulmalı, ürünler teknoloji tabanlı optimizasyon yapılarak pazar sinyallerine uygun iç ve dış talepler doğrultusunda geliştirilmeli, depolama kalitesi iyileştirilerek fireye bağlı tonaj kaybı önlenmeli, satış kanalları revize edilerek pazarlama ve taşıma sorunları giderilmeli, ihracatta agresif bir tavır sergilenmeli, yeni küresel pazarlar hedeflenerek ticaret sistemine uygun olarak ürünler işlenmelidir. Ayrıca, günümüzde mega trend sebzeler arasında ilk sıralarda yer alan sarımsağın ve endüstriyel atık olarak bilinen sarımsak kabuklarının küresel marketteki farklı kullanım alanları ve olanakları ülkemizde de gündeme alınmalıdır.

Sonuç olarak, değişen fiyat, üretim ve iklimsel risklere karşı önlemler almak, bunları yönetmek ve fırsatları avantaja çevirme sürecinde planlama ve stratejik yaklaşımlarla izleme ve değerlendirmeler yapılmalıdır (Akan ve ark., 2019c). Ayrıca, tarıma dayalı modern tesisler kurularak bölge halkına yeni iş alanlarında istihdam sağlanması gerekmektedir. Sanayideki istihdam sayesinde yatırım ve alt yapı olanakları geliştirilecek ve bölge nüfusunun yerinde kalkınması da sağlanacaktır.

Kaynaklar

- Akan, S. ve Ünüvar, İ. 2017. Sarımsak üretim ve ticaretinin ekonomik önemi. III. Uluslararası Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Kongreler Serisi, 04-05 Mart, Edirne, s. 1817-1824.
- Akan, S. 2019. Evaluation and comparison of some parameters in four garlic varieties. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9 (4): 1866-1875.
- Akan, S., Horzum, Ö. ve Tuna Güneş, N. 2019a. Taze sarımsak (*Allium sativum* L.) başlarının modifiye atmosferli paketlerde depolanma performansı. Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi, 2-6 Ekim, Ankara, c. 1, s. 424-432.
- Akan, S., Tuna Güneş, N. ve Yanmaz, R. 2019b. Methyl jasmonate and low temperature can help for keeping some physicochemical quality parameters in garlic (*Allium sativum* L.) cloves. *Food Chemistry*, 270: 546-553.
- Akan, S., Horzum, Ö., Tuna Güneş, N., İpek, M. ve Güneş, E. 2019c. Taşköprü sarımsağında karlılık analizi. I. Uluslararası Tarım ve Çevre Bilimleri Araştırmaları Kongresi, 2-6 Aralık, Ankara, s. 362-370.
- Anonim. 2012. Taşköprü sarımsak paneli bildiri notları. T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı Kitabı, 1. Baskı, 132 s, Kastamonu.
- Anonymous. 2019. Common quality standard for garlic regulation. http://www.garlicworld.co.uk/reports/E_C2288.pdf. (Erişim tarihi: 09/12/2019).
- Aşkan, E. ve Dağdemir, V. 2015. Türkiye sarımsak piyasasının ekonomik analizi. *Alinteri Ziraat Bilimleri Dergisi*, 28 (B): 19-26.
- Comtrade. 2019. TradeMap, Turkey trade statistics, (Erişim tarihi: 3/10/2019).
- Ertek, N., Demir, O. ve Keskin, A. 2020. Türkiye’de portakal piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (1): 1-7.
- Fidan, B.B., Kaya, A.Z., Doğan, B., Demir, B., Akan, S. ve Katırcıoğlu, H. 2019. Yeni trend sarımsak formları ve önemi. Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi, 2-6 Ekim, Ankara, c. 1, s. 1353-1361.
- Genç, G. 2018. Türkiye’de sarımsak üretiminde çalışma koşullarına yönelik bir araştırma: Taşköprü örneği. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 2 (3): 59-86.
- Gürel, E., Gürler, A.Z., Nabalı, B. ve Ayyıldız, B. 2016. Coğrafi işaretlerin kırsal kalkınma açısından değerlendirilmesi: Tokat ili örneği. XII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs, Isparta, s. 1049-1058.
- Kaya, F. 2012. Sarımsağın dış ticaretindeki bitki sağlığı ve gıda güvenliği kontrolleri. In: T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı Taşköprü Sarımsak Paneli Bildiri Notları, Kastamonu, 1. Baskı, s. 45-48.
- Küzeci, U., Dağdemir, V. ve Demir, O. 2019. Türkiye kuru fasulye piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 379-386.
- TOB. 2019. Tarımsal destek kalemleri ve miktarları, <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular>

- /Tarımsal-Destekler (Erişim tarihi: 4/11/2019).
- Topçu, Y. 2003. Gıda ürünlerinde pazarlama marjı ve cebirsel analiz. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 199-207.
- Topçu, Y. 2004. A study on the meat cost and marketing margins of cattle fattening farms in Erzurum province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (6): 1007-1015.
- TÜİK. 2017. Bitkisel üretim istatistikleri, bölgesel istatistikler, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 16/01/2017).
- TÜİK. 2018. Bitkisel üretim istatistikleri, sarımsak üretim verileri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 22/09/2019).
- TÜİK. 2019. Bitkisel üretim istatistikleri, sarımsak üretim verileri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 5/01/2020).
- TÜRKPATENT. 2019. Coğrafi işaret tescil belgesi, <https://www.ci.gov.tr/Files/GeographicaISigns/135.pdf> (Erişim tarihi: 22/09/2019).

Samsun İlinde Süt Sığırıcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri

Osman KILIÇ^{1*} Gamze AYDIN ERYILMAZ²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

*Sorumlu Yazar: okilic@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.06.2020 Kabul Tarihi: 08.06.2020

Öz

Araştırmanın amacı, süt sığırıcılığı yapan işletmelere ait yapısal özelliklerin belirlenmesidir. Veriler, Samsun ili Bafra ve Canik ilçelerinde süt sığırıcılığı yapan 70 işletmeden anket yoluyla elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, işletmelerin süt sığırıcılığıyla ilgili en önemli sorunu %51.4 ile süt fiyatındaki istikrarsızlıktır. Bunu yem temini (%41.4) ve pazarlama (%37.1) sorunları izlemektedir. İşletmelerin %37.2'si sığır sayısını artırmayı düşünürken, %51.4'ü mevcut yapılarıyla süt sığırıcılığına devam etmek istemektedir. İşletme yöneticilerinin %11.4'ü süt sığırıcılığına devam etmeyi düşünmemektedir. Buna gerekçe olarak; sermaye kısıtlılığı (%37.5), gelir yetersizliği (%25), hayvan bakımındaki zorluklar (%25) ve işgücü eksikliği (%12.5) gösterilmiştir. Süt sığırıcılığı yapan işletmelerin ekonomik anlamda sürdürülebilirliği, büyük ölçüde yapısal özellikler yönünden yeterli donanımına sahip olmalarına bağlıdır. Bu amaçla süt sığırıcılığı yapan işletmelere ait yapısal özelliklerin iyileştirilmesinde, bölgesel farklılıklar ile işletme büyüklük gruplarını dikkate alan politikaların geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Süt sığırıcılığı, hayvan yetiştiriciliği, yapısal özellikler, Samsun, Türkiye

Structural Characteristics of Dairy Cattle Farms in Samsun Province

Abstract

This research aims to determine the structural characteristics of dairy cattle farms. Data were obtained from 70 dairy cattle farms in the Bafra and Canik districts of Samsun Province. According to the results of the research, the most important problem of dairy cattle farms is the instability of milk price with 51.4%. This is followed by feed supply (41.4%) and marketing (37.1%) problems. While 37.2% of the farms aim to increase cattle number, 51.4% of them want to continue dairy cattle activity with their existing structures. Of the total farmers, 11.4% are considering to not continue dairy cattle activity. The reasons for this decision are the shortage of capital (37.5%), insufficient income (25%), difficulties in animal care (25%), and lack of labor (12.5%). The economic sustainability of dairy cattle farms extremely depends on the fact that they are adequately equipped with structural features. For this purpose, policies taking into account regional differences and farm size groups, need to be developed in order to improve the structural characteristics of dairy cattle farms.

Key words: Dairy cattle, animal husbandry, structural characteristics, Samsun, Turkey

Giriş

Hayvancılık sektörü; hayvansal ürün ihtiyacının karşılanması, bitkisel üretim faaliyetleriyle karşılıklı girdi transferinin yapılması, sanayiye hammadde sağlanması, ihracat yoluyla döviz gelirlerinin artırılması, istihdam olanaklarının genişletilmesi ve mera

alanlarının değerlendirilerek katma değer artışının sağlanması gibi birçok öneme sahiptir. Hayvancılığın kırsal kalkınma sürecinde ülkeleri uluslararası rekabette öne çıkaran bir sektör olması, işletme odaklı bölgesel hedefler ile makro düzeydeki politikaları önemli hale getirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde

hayvancılıkla ilgili politikalarda daha çok yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması amaçlanırken, gelişmiş ülkelerde sosyal ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir kırsal kalkınma modelinin gerçekleştirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Sosyo-ekonomik yapısı ve coğrafi özellikleri itibarıyla önemli bir tarımsal potansiyele sahip olan Türkiye’de hayvancılık, bitkisel üretimin yanında büyük ölçüde ikincil bir faaliyet olarak değerlendirilmektedir (Hozman ve Akçay, 2016). Öyle ki son yıllarda gelişmiş ülkelerde hayvansal üretimin toplam tarımsal üretim içindeki payı artarken, Türkiye’de böyle bir artış söz konusu değildir (Anonim, 2018a). Türkiye’de hayvancılık işletmelerinin yeterli teknik donanıma sahip olmamaları, girdi fiyatlarındaki dalgalanmalar ve artan uluslararası rekabet koşulları gibi nedenler, hayvancılık sektörünün devletin planlayıcı ve yol gösterici rolüne olan ihtiyacını artırmaktadır. Ancak Türkiye’de tarımsal destekleme politikaları oluşturulurken, bitkisel ve hayvansal üretim arasında denge kurulamamış, destekler çoğunlukla bitkisel üretimin artırılması ve kalitenin iyileştirilmesine yönelik verilmiştir (Saçlı, 2007). Türkiye’de hayvansal üretim için gerekli olan altyapı ve mevzuat çalışmalarına ise daha çok Avrupa Birliği (AB)’ne uyum sürecinde ağırlık verilmeye başlanmıştır. Günümüzde hayvancılığa yönelik ulusal politikalar, yalnızca yerel ihtiyaçlara göre şekillenmemekte, aynı zamanda uluslararası ticari anlaşmalar ve çeşitli organizasyonlar ile komşu ve lider ülkelerin eğilim ve uygulamalarından da önemli düzeyde etkilenmektedir (Can, 2018).

Türkiye’de hayvancılığın temel ve önemli faaliyet alanlarından biri süt sığırcılığı olup, süt üretiminin de büyük bir kısmı sığırlardan elde edilmektedir. Türkiye’de süt sığırcılığı, birkaç süt ineğine sahip küçük işletmelerde aile tüketimine yönelik yapılmasına rağmen, büyük ölçekli ticari işletmelerde daha çok yüksek kâr beklentisiyle yapılan önemli bir faaliyettir. Türkiye’nin 2018 yılındaki sığır varlığı yaklaşık 17 milyon baş olup, bunun 6.3 milyonu sağılan ineklerden oluşmaktadır. Aynı yıla ait 20 milyon ton olan süt üretiminin %90.6’sı ineklerden elde edilmiştir (Anonim, 2018b). Hayvan başına süt verimi yıllar itibarıyla bütün türlerde artmış olmakla birlikte, en büyük gelişmenin inek sütünde olduğu görülmektedir. Sağılan inek başına süt verimi 2013 yılında 2970 kg iken, beş yılda yaklaşık %6.4 artarak 2018 yılında 3161

kg’a çıkmıştır. Bu değer, inek başına yıllık süt verimi 6000 kg’ın üzerinde olan AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında oldukça düşüktür (Anonim, 2018c). Sığırların veriminde, genetik faktörlerin yanı sıra bakım, besleme, barınak koşulları ve sürü yönetimiyle ilgili çevresel faktörlerin de etkisi söz konusudur (Alkan ve Ünlü, 2019). Bu bağlamda süt sığırcılığı işletmelerinde, verim ve kaliteyi etkileyen faktörlerin iyileştirilmesine yönelik araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Süt sığırcılığının yerel, bölgesel ve ülkesel olarak ekonomiye olan katkısının artırılması için, öncelikle mevcut sorunların tespit edilmesi önemlidir.

Türkiye’nin farklı bölgelerinde yapılan araştırmalarda, süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri ve sorunları ele alınmıştır (Şahin, 2001; Tugay ve Bakır, 2009; Kaygısız ve ark., 2010; Şeker ve ark., 2012; Boz, 2013; Daş ve ark., 2014; Özyürek ve ark., 2014; Hozman ve Akçay, 2016; Alkan ve Ünlü, 2019; Bakır ve Kibar, 2019). Süt sığırcılığının çeşitli yönleriyle ele alındığı bu araştırmaların sonuçları, Türkiye’de süt sığırcılığı işletmelerindeki geleneksel üretim yapısının verim, kalite ve pazarlama gibi teknik konularla ilgili birçok soruna yol açtığını göstermektedir. Türkiye’de süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları, bölgelere ve illere göre büyük farklılıklar göstermektedir. Bu amaçla sürdürülebilir bir büyüme elde etmek için, yerel düzeyde yapılacak araştırmalarla süt sığırcılığıyla ilgili yapısal sorunlar tespit edilmeli ve uygulamaya dönük çözüm odaklı önlemler alınmalıdır. Bu araştırmanın amacı, Samsun ili Bafra ve Canik ilçelerinde süt sığırcılığı yapan işletmelere ait yapısal özellikleri ve yetiştiricilikle ilgili uygulamaları ortaya koymak, ayrıca mevcut yapının iyileştirilmesine ve sürdürülebilir bir üretim modelinin gerçekleştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, Samsun ili Bafra ve Canik ilçelerinde süt sığırcılığı yapan işletmelerle 2019 yılında yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Örnekleme birimi olarak, işletmelerdeki süt sığırı sayısı esas alınmıştır. Ana kitleyi oluşturan işletmeler; 1-6 baş, 7-20 baş ve 20 baştan fazla süt sığırına sahip işletmeler şeklinde üç gruba ayrılmıştır. Buna göre anket yapılan işletme sayısı, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle 70 olarak belirlenmiştir (Yamane, 1967). Her bir gruba

giren işletme sayısı ise oransal dağılıma göre; birinci grupta 21, ikinci grupta 32 ve üçüncü grupta 17 olarak tespit edilmiştir. Anketlerde; yöneticiye ait cinsiyet, yaş, eğitim, süt sığırcılığı deneyimi, sosyal güvence, çiftçilik dışındaki meslek ve tarımsal örgüt üyeliği ile nüfus varlığı, tarımsal faaliyet, sütün pazarlanması, süt sığırcılığının yapıma nedenleri, yatırım planları ve süt sığırcılığıyla ilgili sorunlara yer verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Anket yapılan yöneticilerin %91.4'ü erkek, %8.6'sı ise kadındır. İşletmelerde 50 yaşın altındaki yöneticiler %76.5 ile en fazla üçüncü gruptaki işletmelerde yer almaktadır. Aynı şekilde üçüncü grup işletmelerde yer alan yöneticilerde ilkökul mezunu üzerindeki okullaşma oranı en yüksektir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletme yöneticilerine ait özellikler

	1. grup		2. grup		3. grup		İşletmeler ortalaması	
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)
Cinsiyet								
Kadın	5	24	-	-	1	5.9	6	8.6
Erkek	16	76	32	100	16	94	64	91
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Yaş								
<50	12	57	18	56	13	77	43	61
50-65	7	33	13	41	4	24	24	34
>65	2	9.5	1	3.1	-	-	3	4.3
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Eğitim								
İlkokul	14	67	21	66	7	41	42	60
Ortaokul	2	9.5	5	16	6	35	13	19
Lise	4	19	6	19	3	18	13	19
Üniversite	1	4.8	-	-	1	5.9	2	2.8
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Süt sığırcılığı deneyimi								
<14	9	43	7	22	3	18	19	27
14-36	7	33	16	50	10	59	33	47
>36	5	24	9	28	4	24	18	26
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Çiftçilik dışındaki meslek								
Tüccar	1	4.8	-	-	-	-	1	1.4
Esnaf	1	4.8	-	-	-	-	1	1.4
Memur	1	4.8	-	-	-	-	1	1.4
Serbest meslek	3	14	4	13	1	5.9	8	12
Yok	15	71	28	88	16	94	59	84
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Sosyal güvence								
Var	10	48	25	78	14	82	49	70
Yok	11	52	7	22	3	18	21	30
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100
Tarımsal örgüt üyeliği*								
Ziraat Odası	7	33	21	66	13	77	41	59
Süt Üreticileri Birliği	9	43	15	47	10	59	34	49
Tarım Kredi Kooperatifi	3	14	16	50	10	59	29	41
Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği	2	9.5	3	9.4	9	53	14	20
İslah Amaçlı Yetiştirici Birlikleri	1	4.8	1	3.1	5	29	7	10
Tarımsal Kalkınma Kooperatifi	-	-	2	6.3	4	24	6	8.6
Süt sığırcılığı yapılmasının esas amacı								
Geçimini sağlamak	12	57	26	81	14	82	52	74
Ek gelir elde etmek	5	24	4	13	2	12	11	16
Başka imkânının olmaması	2	9.5	2	6.2	1	5.9	5	7.1
Bağımsız çalışma isteği	2	9.5	-	-	-	-	2	2.9
Toplam	21	100	32	100	17	100	70	100

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir

İşletmeler büyüdükçe 14 yıl ve üzerinde süt sığırcılığı deneyimine sahip yöneticilerin oranı artmaktadır. Başka mesleği olmayan ve sadece hayvancılık yapanların oranı birinci grupta %71.4 iken, ikinci ve üçüncü grupta sırasıyla %87.5 ve %94.1'dir. İşletmeler büyüdükçe sosyal güvenceye sahip ve Süt Üreticileri Birliği ile Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye yöneticilerin oranı artmaktadır. Süt sığırcılığı yapılmasının esas amacı, ailenin geçimini sağlamak olanların oranı işletmeler ortalamasına göre %74.3 olup, bu oran üç işletme büyüklük grubunda da en yüksektir (Çizelge 1). Bu sonuç, Koçyiğit ve ark. (2016)

tarafından Erzurum ili Hınıs ilçesi için tespit edilen süt sığırcılığını geçim kaynağı olarak yapanların oranına (%79) yakındır.

İncelenen işletmelerin %54.3'ünde aile nüfusu 5 ve üzeri kişiden oluşmaktadır. İşletmelerde sadece hayvancılık yapanların oranı %68.6 iken, diğerleri hayvancılıkla bitkisel üretimi birlikte yapmaktadır. İşletmelerde esas gelir süt ve mamullerinden elde edilmekle birlikte, buzağı ve hayvan gübresi satışı da önemli bir gelir kaynağı olmaktadır. İşletmelerin %80'i öz sermayeyle kurulmuş olup, işletmelerde hayvan sayısı arttıkça öz sermaye oranı azalmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İşletmelere ait özellikler

	1. grup		2. grup		3. grup		İşletmeler ortalaması	
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)
Aile nüfusu								
<5	12	57.1	16	50.0	4	23.5	32	45.7
≥5	9	42.9	16	50.0	13	76.5	38	54.3
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Üretim faaliyeti								
Hayvancılık	17	81.0	20	62.5	11	64.7	48	68.6
Hayvancılık + Bitkisel üretim	4	19.0	12	37.5	6	35.3	22	31.4
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Kuruluş sermayesi								
Öz sermaye	20	95.2	26	81.3	10	58.8	56	80.0
Öz sermaye + Banka kredisi	1	4.8	4	12.5	3	17.7	8	11.4
Banka kredisi	-	-	2	6.2	4	23.5	6	8.6
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Süt sığırı sayısı (baş)	4	-	12.3	-	41.1	-	16.8	-
Ahır kapasitesi kullanım oranı (%)	-	19.5	-	29.1	-	40.2	-	33.3
Sağım yeri								
Var	3	14.3	8	25.0	8	47.1	19	27.1
Yok	18	85.7	24	75.0	9	52.9	51	72.9
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Doğumhane								
Var	6	28.6	17	53.1	11	64.7	34	48.6
Yok	15	71.4	15	46.9	6	35.3	36	51.4
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Buzağı kulübesi								
Var	9	42.9	14	43.7	13	76.5	36	51.4
Yok	12	57.1	18	56.3	4	23.5	34	48.6
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Revir								
Var	1	4.8	6	18.7	3	17.6	10	14.3
Yok	20	95.2	26	81.3	14	82.4	60	85.7
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Gezinti alanı								
Var	16	76.2	27	84.4	17	100.0	60	85.7
Yok	5	23.8	5	15.6	-	-	10	14.3
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0

İşletmeler ortalamasına göre %33.3 olan ahır kapasitesi kullanım oranı, işletme büyüklük gruplarına göre artış göstermektedir. İşletmelerin %27.1'inde sağım yeri, %48.6'sında doğumhane ve %51.4'ünde buzağı kulübesi bulunmaktadır. İşletmeler ortalamasına göre reviri olan işletmelerin oranı %14.3 iken, %85.7 gibi büyük bir kısmında gezinti alanı vardır

(Çizelge 2). Aydın ilinde yapılan bir araştırmaya göre, bağımsız doğum ünitesi bulunan işletmelerin oranı %46'dır (Bardakçioğlu ve ark., 2004). Edirne ilinde yapılan bir araştırmada da, işletmelerin %6'sında revir, %96'sında ise gezinti alanı olduğu tespit edilmiştir (Şevik, 2017).

Çizelge 3. Süt sığırcılığıyla ilgili teknik özellikler

	1. grup		2. grup		3. grup		İşletmeler ortalaması	
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)
Ahır tipi								
Bağlı duraklı	20	95.2	24	75.0	5	29.4	49	70.0
Serbest duraklı	1	4.8	6	18.8	7	41.2	14	20.0
Serbest	-	-	2	6.2	5	29.4	7	10.0
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Havalandırma yöntemi								
Doğal	21	100.0	32	100.0	15	88.2	68	97.1
Mekanik	-	-	-	-	2	11.8	2	2.9
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Hayvan ırkları*								
Simental	14	66.7	27	84.4	15	88.2	56	80.0
Holstein	9	42.9	18	56.3	8	47.1	35	50.0
Jersey	13	61.9	12	37.5	7	41.2	32	45.7
Montofon	5	23.8	4	12.5	6	35.3	15	21.4
Yerli kara	1	4.8	1	3.1	1	5.9	3	4.3
Diğer**	-	-	2	6.3	1	5.9	3	4.3
Günlük yemleme sayısı								
Bir	1	4.8	-	-	2	11.8	3	4.3
İki	15	71.4	32	100.0	14	82.3	61	87.1
Üç	5	23.8	-	-	1	5.9	6	8.6
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Kesif yemin temin edildiği yer								
Yem bayii	14	66.7	21	65.6	11	64.7	46	65.7
Yem bayii + Kendi üretimi	5	23.8	9	28.1	5	29.4	19	27.1
Tarım Kredi Kooperatifi	2	9.5	2	6.3	1	5.9	5	7.2
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Sütün başlıca değerlendirilme şekli								
Süt fabrikasına satış	6	28.6	24	75.0	9	52.9	39	55.7
Doğrudan tüketiciye satış	5	23.8	6	18.8	5	29.4	16	22.9
Aile içi tüketim	8	38.1	1	3.1	-	-	9	12.9
Birlik aracılığıyla satış	2	9.5	1	3.1	1	5.9	4	5.7
Kooperatif aracılığıyla satış	-	-	-	-	2	11.8	2	2.8
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir. **Shorthorn, Doğu Anadolu Kırmızısı, Güney Anadolu Kırmızısı

İşletmeler ortalamasına göre %70 ile bağlı duraklı ahır tipine sahip işletmeler en fazladır. Ahırlarda doğal yöntemle havalandırma yapan işletmelerin oranı %97.1 iken, mekanik yolla havalandırma yapanların oranı (%2.9) oldukça düşüktür. İşletmelerdeki sığır ırklarına bakıldığında simental (%80), holstein (%50) ve jerseyin (%45.7) daha çok tercih edildiği görülmektedir. İncelenen

işletmelerde günde iki defa yapılan yemleme (%87.1) yaygındır. İşletmelerin %65.7'si yem temininde sadece bayileri tercih ederken, kendi ürettikleri yemle birlikte bayiden yem satın alan işletmeler de (%27.1) bulunmaktadır (Çizelge 3). Farklı bölgelerde yapılan araştırmalarda da, işletmelerin kullandıkları kesif yemi daha çok satın aldıkları görülmektedir (Boz, 2013; Hozman ve Akçay, 2016; Alkan ve Ünlü, 2019).

İncelenen işletmelerde üretilen sütün başlıca değerlendirilme şekli olarak, işletmeler ortalamasına göre %55.7 ile süt fabrikasına satış ilk sırada yer almaktadır. İşletmelerde birlik (%5.7) ve kooperatif (%2.8) aracılığıyla süt satışı yapanlar azınlıktadır. Birinci grupta %38.1 ile aile içi tüketim oranı en yüksek iken, ikinci (%75) ve üçüncü grupta (%52.9) süt fabrikasına satış ilk sıradadır (Çizelge 3). İzmir ilinde yapılan bir araştırmada, işletmeler ortalamasına göre süt satışında en yüksek payı %57.9 ile süt toplayıcısının, %1.2 ile en düşük payı ise fabrikanın aldığı tespit edilmiştir (Koyubenbe, 2005). Tekirdağ ilinde yapılan benzer bir araştırmada da, üreticilerin %38'i sütü mandıraya satarken, fabrikaya satanların oranı sadece %7'dir (Soyak ve ark., 2007).

Süt sığırıcılığı uzun vadeli bir faaliyet olduğu için, bu alana yapılan yatırımların başka faaliyetlere dönüştürülmesi oldukça güçtür. Diğer bir ifadeyle süt sığırıcılığı yapan işletmelerde kısa dönem için planlama esnekliği bulunmamaktadır (Şahin, 2001). Anket yapılan işletme yöneticilerinin sadece %37.2'si sığır sayısını artırmayı düşünürken, %51.4'ünün böyle bir düşüncesi yoktur. Sığır sayısını artırmayı düşünmeyen birinci gruptaki işletmelerde gerekçe olarak ilk sırada işgücü eksikliği (%45.4) gösterilirken, ikinci (%52.4) ve üçüncü grupta (%75) ilk sırayı gelir yetersizliği almaktadır. Süt sığırıcılığına devam etmeyi düşünmeyen yöneticilerin oranı işletmeler ortalamasına göre %11.4 olup, bunun en önemli nedeni %37.5 ile sermaye kısıtlılığıdır (Çizelge 4). Kars ilinde yapılan bir araştırmada, yöneticilerin %62.5'i süt üretimini artırmayı düşündüklerini, geriye kalanı mevcut üretim kapasitesiyle faaliyetlerine devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Aynı araştırmada, yöneticilerin süt üretimini artırmayı istemelerindeki en önemli neden teşvik primi iken, üretimin artırılmasını istememelerinde çoğunlukla süt fiyatının düşük olması gösterilmiştir (Demir ve Aral, 2009). Trakya Bölgesi'nde yapılan bir araştırmada ise, süt sığırıcılığından vazgeçmeyi düşünen yöneticilerin oranı %46.3 olarak tespit edilmiştir (Koç ve Uzman, 2018).

İncelenen işletmelerde, süt sığırıcılığıyla ilgili sorunların başında işletmeler ortalamasına göre süt fiyatındaki istikrarsızlık (%51.4) gelirken, bunu yem temini (%41.4) ve

pazarlamayla (%37.1) ilgili sorunlar izlemektedir. Süt fiyatının istikrarsız olmasından %70.6 ile en fazla üçüncü gruptaki işletmeler etkilenmektedir. İşletme yöneticileri sağlık, mekanizasyon ve yem hazırlama konularında çok fazla sorun yaşamadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4). Giresun ilinde yapılan bir araştırmada, süt sığırıcılığı yapan işletmelerin en fazla yem fiyatının yüksekliği (%93.6) ve süt fiyatının düşük olması (%45) konularında sorun yaşadıkları tespit edilmiştir (Tugay ve Bakır, 2009). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yapılan benzer bir araştırmaya göre, süt sığırıcılığı yapan işletmelerdeki sorunların başında yem fiyatının yüksekliği ve hayvancılığa yönelik desteklerin yetersiz olması gelmektedir (Boz, 2013). Ağrı ilinde yapılan bir araştırmada, süt sığırıcılığında en büyük sorun olarak hayvan hastalıkları (%49.58) gösterilirken (Bakan ve Aydın, 2016), İzmir ilinde yapılan bir araştırmada süt sığırıcılığı üretim maliyetinin yüksek olması (%89.55) en önemli sorun olarak belirtilmiştir (Torgut ve ark., 2019).

Sonuç ve Öneriler

İncelenen işletmelerin büyük bir kısmında süt sığırıcılığıyla birlikte bitkisel üretim faaliyetlerine de yer verilmektedir. İşletmelerde hayvanlar için gerekli kesif ve kaba yem ihtiyacının bir bölümü bitkisel üretimden sağlanırken, hayvanlardan elde edilen gübre ise bitkisel üretimde kullanılmaktadır. İşletmelerin önemli bir kısmı ihtiyaç duydukları kesif yemi satın almaktadır. Ancak bitkisel ve hayvansal üretimin birbirine yardımcı olan ve birbirini tamamlayan faaliyetler olduğu gerçeğinden hareketle, yem ihtiyacının büyük ölçüde işletmede üretilmesi önemli katma değer artışı sağlayacaktır. Ayrıca bitkisel üretim ve hayvancılık birlikte yapıldığında, işletmelerdeki aile işgücü daha etkin kullanılacağından atıl işgücü oranı da azalmış olacaktır.

Süt sığırıcılığı işletmeleri arasında yapısal özellikler yönünden önemli farklılıklar söz konusudur. Bu duruma, işletme yöneticilerindeki teknik bilginin yetersiz olmasının da etkili olduğu söylenebilir. Halbuki yöneticilerin yeterli teknik bilgiye sahip olmasıyla, kaynaklar etkin kullanılacağından işletmelerin daha rantabl çalışmaları mümkündür olacaktır.

Çizelge 4. Süt sığırılığıyla ilgili uygulamalar

	1. grup		2. grup		3. grup		İşletmeler ortalaması	
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)
İşletmeyle ilgili yatırım yapma								
Sığır sayısını artırmayı düşünüyor	6	28.6	8	25.0	12	70.6	26	37.2
Sığır sayısını artırmayı düşünmüyor	11	52.4	21	65.6	4	23.5	36	51.4
Süt sığırılığına devam etmeyi düşünmüyor	4	19.0	3	9.4	1	5.9	8	11.4
Toplam	21	100.0	32	100.0	17	100.0	70	100.0
Sığır sayısını artırmayı düşünmeme nedeni								
Gelir yetersizliği	3	27.3	11	52.4	3	75.0	17	47.2
İşgücü eksikliği	5	45.4	5	23.8	-	-	10	27.8
Sermaye yetersizliği	3	27.3	5	23.8	1	25.0	9	25.0
Toplam	11	100.0	21	100.0	4	100.0	36	100.0
Süt sığırılığına devam etmeyi düşünmeme nedeni								
Sermaye kısıtlılığı	1	25.0	2	66.7	-	-	3	37.5
Gelir yetersizliği	-	-	1	33.3	1	100.0	2	25.0
Hayvan bakımındaki zorluklar	2	50.0	-	-	-	-	2	25.0
İş gücü eksikliği	1	25.0	-	-	-	-	1	12.5
Toplam	4	100.0	3	100.0	1	100.0	8	100.0
Süt sığırılığıyla ilgili sorunlar*								
Süt fiyatındaki istikrarsızlık	10	47.6	14	43.8	12	70.6	36	51.4
Yem temini	11	52.4	11	34.4	7	41.2	29	41.4
Sütün pazarlanması	9	42.9	11	34.4	6	35.3	26	37.1
Süt verimi	7	33.3	4	12.5	3	17.6	14	20.0
Yem kalitesi	6	28.6	3	9.4	1	5.9	10	14.3
Hayvan hastalıkları	3	14.3	3	9.4	3	17.6	9	12.9
Kredi temini	3	14.3	-	-	3	17.6	6	8.6
Mekanizasyon	2	9.5	1	3.1	2	11.8	5	7.1
Yem hazırlama	1	4.8	4	12.5	-	-	5	7.1
Sağım	1	4.8	3	9.4	-	-	4	5.7

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir

İşletmelerde modern yetiştiricilik yöntemlerinin kullanılması, ekonomik ve fiziksel koşullardaki iyileştirmelerle sağlanabilir. İşletmelerin modern bir yapıya dönüşmesinde, tarımsal eğitim çalışmalarının önemi büyüktür. Eğitimlerde süt sığırılığıyla ilgili verilecek teknik bilgiler, ürünlerde verim düşüklüğü ve kalite sorununun çözümünde etkili olacaktır. Aynı zamanda üretilen her ürün için etkin bir pazarlama ağının kurulması, sürdürülebilir işletmecilik için kaçınılmaz bir gerekliliktir. Öyle ki araştırma bölgesinde özellikle küçük işletmelerde bireysel pazarlamanın yaygın olması, güçlü rekabet koşullarında büyük işletmelere karşı pazarlık gücünü azaltmaktadır. Bu nedenle bölgede aktif olarak çalışacak üretici örgütlerinin kurulması, girdilerin daha ucuz fiyatla satın alınması ve ürünlerin ise daha

yüksek fiyattan satılması açısından son derece önemlidir.

Süt sığırılığının işletmelerinin ekonomik performansı, büyük ölçüde süt ve mamulleri satışından elde edilen gelire bağlıdır. Süt fiyatında yıl içinde meydana gelen büyük dalgalanmalar ekonomik istikrarsızlığa neden olabilmektedir. Araştırma sonuçları da, süt sığırılığının işletmelerinde karşılaşılan en önemli sorunun süt fiyatındaki istikrarsızlık olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan süt sığırılığının yapan küçük işletmelerin, ürünlerini yakın il ve ilçe merkezlerinde kurulan pazarlar dışında pazarlama imkânlarının kısıtlı olması, ürünlerin taşınması esnasında değer kaybetmesi, hatta bozulmayla tamamen yok olması gibi önemli sorunları ortaya çıkarmaktadır. Süt sığırılığının yapan işletmeler, sadece kaliteli süt ve mamullerinin üretilmesi konusunda değil, aynı

zamanda bu ürünlerin sağlıklı bir şekilde tüketiciye ulaştırılması konusunda da sorumluluk taşımaktadır. Bunun için, modern tesislerde ve hijyenik koşullarda üretilen sütün piyasaya sunulması gerekir. Bu bağlamda süt üreticilerinin gıda güvenliği konusundaki bilinç düzeylerinin artırılması önemli olmakla birlikte, bunun tek başına yeterli olduğu söylenemez. Zira modern işletmeciliğin gerektirdiği teknik altyapının sağlanması için, işletmelerde yeterli sermayenin varlığı ile bunun etkin şekilde kullanılması gerçeği göz ardı edilmemelidir.

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığına devam etmeyi düşünmeyenler, daha çok sermaye ve gelir yetersizliğine vurgu yapmışlardır. Süt fiyatının artması, gelir artışıyla birlikte üreticiye işletmesini geliştirme konusunda yeni yatırımlar yapma imkânı verecektir. Ancak burada esas hedef, tüketicileri cezalandıran bir fiyat artışı yerine, araçların payını azaltarak üretici gelirinin artırılması olmalıdır. İşletmelerde üretim teknolojisinin iyileştirilmesine yönelik verilecek teknik ve ekonomik desteklerle, işletmelerin büyümeleri sağlanacağı gibi makro açıdan ülke ekonomisine olan katkıları da artırılmış olacaktır. Süt sığırcılığı yapan işletmelerdeki mevcut sorunların kısa zamanda çözümü, devlet tarafından verilecek desteklerin yanında, üreticilerin aktif katılımlarıyla gerçekleştirilecek örgütlenme hareketiyle mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Alkan, S. ve Ünlü, H. 2019. Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (1): 109-115.
- Anonim, 2018a. (<http://www.zmo.org.tr>) (Erişim tarihi: 14.05.2020).
- Anonim, 2018b. <http://www.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 14.05.2020).
- Anonim, 2018c. (<http://zmo.org.tr>) (Erişim tarihi: 14.05.2020).
- Bakan, Ö. ve Aydın, R. 2016. Ağrı ili süt sığırcılığı işletmelerinin sosyo-ekonomik özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2): 113-122.
- Bakır, G. ve Kibar, M. 2019. Muş ilinde bulunan süt sığırcılığı işletmelerinin bazı yapısal özelliklerinin crosstab analiziyle belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (4): 609-619.
- Bardakçioğlu, H.E., Türkyılmaz, M.K. ve Nazlıgöl, A. 2004. Aydın ili süt sığırcılık işletmelerinde kullanılan barınakların özellikleri üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30 (2): 51-62.
- Boz, İ. 2013. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 24-32.
- Can, M.F. 2018. Türkiye hayvancılık politikalarının AB ile etkileşimi ve olası sonuçları. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13 (2): 242-250.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E. ve Şengül, A.Y. 2014. Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (3): 421-429.
- Demir, P. ve Aral, S. 2009. Kars ilinde faaliyet gösteren süt sığırcılık işletmelerinin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 80 (3): 17-22.
- Hozman, S.B. ve Akçay, H. 2016. Sivas ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye süt sığırcılığı işletmelerinin bazı teknik ve ekonomik özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22 (1): 57-65.
- Kaygısız, A., Tümer, R., Orhan, H. ve Vanlı, Y. 2010. Kahramanmaraş ili süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri 4. işletmecilerin sosyal ve kültürel durumları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1): 39-44.
- Koç, G. ve Uzmay, A. 2018. Süt sığırcılığı işletmelerinde üreticilerin kooperatif kanalıyla süt pazarlama olasılığını etkileyen faktörler: Trakya Bölgesi örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24 (2): 203-214.
- Koçyiğit, R., Diler, A., Yanar, M., Güler, O., Aydın, R. ve Avcı, M. 2016. Süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti: Erzurum ili Hınıs ilçesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(1): 24-32.
- Koyubenbe, N. 2005. İzmir ili Ödemiş ilçesinde süt sığırcılığının geliştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 46 (1): 8-13.
- Özyürek, S., Koçyiğit, R. ve Tüzemen, N. 2014. Erzincan ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri: Çayırli

- ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (3): 19-26.
- Saçlı, Y. 2007. AB'ye uyum sürecinde hayvancılık sektörünün dönüşüm ihtiyacı. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilat, Uzmanlık tezi.
- Soyak, A., Soysal, M.İ. ve Gürcan, E.K. 2007. Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve bu işletmelerdeki siyah alaca süt sığırlarının çeşitli morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (3): 297-305.
- Şahin, K. 2001. Kayseri ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri ve pazarlama sorunları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (1): 79-86.
- Şeker, İ., Tasalı, H. ve Güler, H. 2012. Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 26 (1): 9-16.
- Şevik, T. 2017. Edirne İli Lalapaşa İlçesi Süt Sığırcılığı Eğitiminin Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Tekirdağ.
- Torgut, E., Annayev, S., Örmeci Kart, M.Ç. ve Türkekul, B. 2019. Süt sığırcılığı yapan işletmelerin genel yapısı, sorunları ve çözüm önerileri: İzmir ili Ödemiş ve Tire ilçeleri örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25 (1): 87-95.
- Tugay, A. ve Bakır, G. 2009. Giresun yöresindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1): 37-47.
- Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory. Printice Hall Inc. Englewood Cliffs, Nt.

Zeytin (*Olea europaea*) Yaprağı Ekstraktının Model Organizma *Galleria mellonella* Hemosit Aracılı Bağışıklık Tepkileri Üzerine Etkileri

Serhat KAYA*, Neslihan DEMİR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi,
Çanakkale

*Sorumlu yazar: serhatkaya@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.02.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.05.2020 Kabul Tarihi: 22.05.2020

Öz

Zeytin ağacı (*Olea europaea*) ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen bir türdür. Bu ağacın meyvesi ve yağından yararlanıldığı kadar, yapraklarından da halk hekimliğinde yararlanılmaktadır. Antioksidan, anti-enflamatuar ve antibiyotik etkilerinin yanında kalp hastalıklarından korunma, karaciğer yağlanması, diyabet gibi bazı yaygın hastalıklara karşı da etkili olduğu bilinmektedir. Zeytin yaprağının en önemli bileşeni oleuropeindir. Çalışmamızda; insan patojenleri için sıklıkla kullanılan model organizma *Galleria mellonella* (Büyük Balmumu Güvesi) kullanıldı. Zeytin yaprağı ekstraktı ile muamele edilen *G. mellonella* larvalarında toplam hemosit sayısı, enkapsülasyon ve melanizasyon bağışıklık tepkileri incelendi. Toplam hemosit sayısının tespiti ve enkapsülasyon-melanizasyon tepkilerinin belirlenmesi için faz-kontrast mikroskopu kullanıldı. Bulgularımıza göre 1000 ppm dozunda zeytin yaprağı ekstraktı bağışıklığı desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Zeytin yaprağı ekstraktı, Oleuropein, *Galleria mellonella*, hemosit, enkapsülasyon, melanizasyon

Effects of Olive (*Olea europaea*) Leaf Extract on Hemocyte-Mediated Immune Responses of The Model Organism *Galleria mellonella*

Abstract

Olive tree (*Olea europaea*) is a species widely grown in the Mediterranean region, where our country is located. As well as the fruit and oil of this tree, its leaves are used in folk medicine. In addition to its antioxidant, anti-inflammatory and antibiotic effects, it is known to be effective against some common diseases such as protection from heart disease, fatty liver and diabetes. The most important component of olive leaf is oleuropein. In our study; the model organism *Galleria mellonella* (Greater Wax Moth), which is frequently used for human pathogens has been used. The effects of olive leaf extract treated to *G. mellonella* larvae on total hemocyte count, encapsulation and melanization immune responses were investigated. A phase-contrast microscope was used to determine the total hemocyte count and the encapsulation-melanization responses. According to our findings, 1000 ppm dose of olive leaf extract supports immunity.

Keywords: Olive leaf extract, Oleuropein, *Galleria mellonella*, hemocyte, encapsulation, melanization

Giriş

Zeytin ağacının (*Olea europaea*) kökeni Akdeniz bölgesidir ve çağlar boyunca meyvesinden, yağından ve yapraklarından çeşitli şekillerde faydalanılmıştır. Zeytin yaprağı metabolizma üzerine yararlı etkileri nedeniyle

geleneksel ilaç olarak kullanılmakta ve zeytin yaprağının bu özellikleri fenolik içeriği ile alakalıdır (El ve Karakaya, 2009). Bu fenolik içerikler hastalık direncinde önemli bir rol oynamaktadırlar (Servili ve Montedoro, 2002; Antolovich ve ark., 2000). Zeytin yaprağı

özütünün ana bileşenleri oleuropein ve hidroksitirozol'dür (Persia ve ark., 2014). Silva ve ark. (2006)'ya göre en yüksek toplam fenolik içerik kuru zeytin yaprağında bulunmuştur. Çalışmalar oleuropeinin; antimikrobiyal (Furneri ve ark., 2002), antialerjik (Mwakalukwa ve ark., 2019), antigenotoksik (Geyikoğlu ve ark., 2017), antienflamatuar (Geyikoğlu ve ark., 2017; Yin ve ark., 2019), antioksidan (Geyikoğlu ve ark., 2017; Yin ve ark., 2019), antidiabetik (Park ve ark., 2013) ve antiapoptotik (Yin ve ark., 2019) özellikleri olduğunu göstermektedir. Yapılan bazı çalışmalara göre bir fenolik bileşik olan oleuropeinin HeLa hücrelerinde apoptozu indüklediği gösterilmiştir (Yao ve ark., 2014). Oleuropeince zengin ekstraktların antikanser özellik gösterdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Sirianni ve ark., 2010; Martínez-Martos ve ark., 2014). Oleuropein tedavilerinin kalp fonksiyonlarını iyileştirerek myokardit tedavisine yeni bir bakış açısı getireceği düşünülmektedir (Zhang ve ark., 2017). Omar (2010)'a göre literatürde oleuropeinin kardiyoprotektif rolü ve kronik kalp hastalıklarının tedavisinde kullanımı ile alakalı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Oleuropeinin toplam lenfosit sayısında belirgin bir artışa sebep olduğu ve insan periferik bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Magrone ve ark., 2018). Giamarellos-Bourboulis ve ark. (2006) çalışmalarında oleuropeinin fagositozu arttırarak bağışıklığı desteklediği ve umut verici bir immünomodülatör olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bütün canlılarda bağışıklık, beslenme ve üreme ile birlikte hayatta kalmanın kilit unsurudur. Böcekler ve memeliler, hem humoral hem de hücrel tepkileri içeren eski bir doğal bağışıklık sistemini paylaşır ve bu bize doğuştan gelen bağışıklık sisteminin kökenini anlamak için eşsiz fırsatlar tanımaktadır (Vilmos ve Kurucz, 1998; Krautz ve ark., 2014; Cutuli ve ark., 2019). Böcek bağışıklığına ilişkin çalışmalar, memeli deneklerde patojen virülansını değerlendirmek için yapılan çalışmalarla karşılaştırılabilir sonuçlar ortaya koymaktadır (Sheehan ve ark., 2018). Son çalışmalar böceklerde de edinsel bağışıklık olabileceğini göstermektedir (Tassetto ve ark., 2017). Hemositler, böcek bağışıklığında kemotaksis ve fagositoz da dahil olmak üzere önemli affektör ve efektör rolleriyle omurgalı

makrofajları ile analogtur (De Filippo ve Beck, 2018). Lepidopterlerde; mikrobiyal enfeksiyonlara karşı erken tepki oluşturmak için hemosit tiplerinden özellikle, plazmatositler ve granülositler görev alır (De Filippo ve Beck, 2018). Granülositler ve plazmatositler dolaşımdaki hemositlerin yarısından fazlasını oluşturmaktadır ve enkapsülasyonda aktif görevleri vardır (Jiravanichpaisal ve ark., 2006). Böceklerde en etkili humoral bağışıklık yanıtlarından biri melanizasyon yanıtıdır (Lee ve Anstee, 1995). Melanin oluşumuna neden olan biyokimyasal yolların büyük bir kısmı hem memelilerde hem de böceklerde ortaktır (Nappi ve Christensen, 2005). Son yıllarda omurgasız model organizmalarla yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır. Omurgasız model organizmalar; kolay ve çok sayıda üretilebilmeleri, bakım maliyetlerinin azlığı, uygulamada kolaylıkları ve hızlı sonuç vermeleri nedeni ile tercih sebebidir. Yaygın olarak insan patojenleri için omurgasız model organizma olarak kullanılan türlerden bir tanesi de *Galleria mellonella*'dır (Champion ve ark., 2009; Mukherjee ve ark., 2010; Loof ve ark., 2011; Junqueira, 2012; Cook ve McArthur, 2013; Martínez-Martos ve ark., 2014; Ignasiak ve Maxwell, 2017; Sigle ve Hillyer, 2018). Bağışıklık ile ilgili çalışmalarda model organizma olarak kullanılan *G. mellonella* (Eguchi ve Iwabuchi, 2006; Mukherjee ve ark., 2010; Cook ve McArthur, 2013) kolay çoğaltılması ve uygulama sonuçlarının çabuk elde edilmesi nedeni ile tercih edilmektedir. Bağışıklık parametrelerinin *G. mellonella* larvalarında uyaran şiddetine bağlı ve primer ajanın yapısına orantılı yanıtlar oluşturduğu (Wu ve ark., 2016); humoral bağışıklıkta sadece patojene bağlı moleküler paternlerinin değil aynı zamanda endojen immün peptidlerinin de önemli olduğu belirlenmiştir (Altıncicek ve ark., 2007). Toplam ve farklı hemosit sayıları üzerine yapılan çalışmalar hemosit sayısının bağışıklıkta önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Altuntaş ve ark., 2012; Er ve Keskin, 2015; Sezer ve Özalp, 2015; Er ve ark., 2017; Duman ve Altuntaş, 2018; Yücel ve Kayış, 2018). Zeytin yaprağı, çeşitli hastalıklara iyi geldiği gerekçesi ile alternatif tıp uygulamalarında kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışma ile oleuropeince zengin zeytin yaprağı ekstraktının *G. mellonella* bağışıklık sistemi üzerindeki doza bağlı etkilerinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Ekstrakt ve dozların hazırlanması

Toplanan zeytin yaprağı örnekleri oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulmuş yapraklar öğütücü ile toz haline getirilerek Yateem ve ark. (2014) çalışmalarında belirtilen %80 etil alkol çözücüsüyle soksilet cihazında ekstrakte edilmiştir. Bu işlem sonrasında alkol uzaklaştırılarak ekstraktın kuru hali alınmış ve amber şişede +4°C'de saklanmıştır. Deney için kuru madde %40 Dimetil Sülfoksit (DMSO) içerisinde, dozları 1000, 2500, 5000 ve 10000 ppm olacak şekilde hazırlanmıştır.

Deneklerin yetiştirilmesi

G. mellonella larvaları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü Böcek Fizyolojisi araştırma laboratuvarında yetiştirildi. Deneklerin yetiştirilmesi için Kaya (2015) yöntemi izlenmiştir. Onbeş gün sonra yumurtadan çıkan larvalar gözlemlendiğinde Bronskill (1961) tarafından geliştirilip Sak ve ark. (2006) tarafından içeriği değiştirilen yapay besinden (doğal kararmış petek, buğday kepeği, bal, su ve gliserin) 10 gr eklenerek larvalar beslenmeye alınmıştır. Son evreye ulaşan larvalar (0.18 ± 0.02 gr) deneyde kullanılmak üzere seçilmiştir.

Deney dozlarının uygulanması

Deney için seçilen *G. mellonella* larvalarına yüzey sterilizasyonu için %70 etil alkol püskürtülmüştür. Sterilize edilen larvalar buz kasetleri üzerine konarak hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. Hareketsiz kalan örnekler stereo mikroskop (Olympus, SZ20, Japan) altında sırt üstü yatırılmış ve deney dozları her bir örneğe 5 µl olacak şekilde proleglerinin en sonuncusundan mikroenjektör (Hamilton, USA) yardımıyla enjekte edilmiştir. Her bir doz için üç tekrar yapılmış olup, her tekrarda beş örnek kullanılmıştır (n=15). Enjeksiyonların etkisini göstermesi için 24 saat beklenmiştir.

Hemosit sayımı

Hemosit sayımı için uygulama yapılan larvalar proleglerinin ön segmentinden bir iğne yardımıyla delinmiş ve buradan sızan hemolenften 4 µl alınarak içerisinde 36 µl antikoagulant bulunan mikrosantrifüj tüpüne konulmuştur (Kaya, 2015). Hücre

agregasyonunu engellemek için pipetaj işlemi uygulanmıştır. Hazırlanan antikoagulant-hemolenf karışımından 10 µl alınarak Neubauer hemositometresi'ne (Marienfeld, Germany) yüklenmiş ve faz kontrast mikroskopta (Olympus BX-51, Japan) hücre sayımı yapılmıştır.

Enkapsülasyon-melanizasyon deneyleri

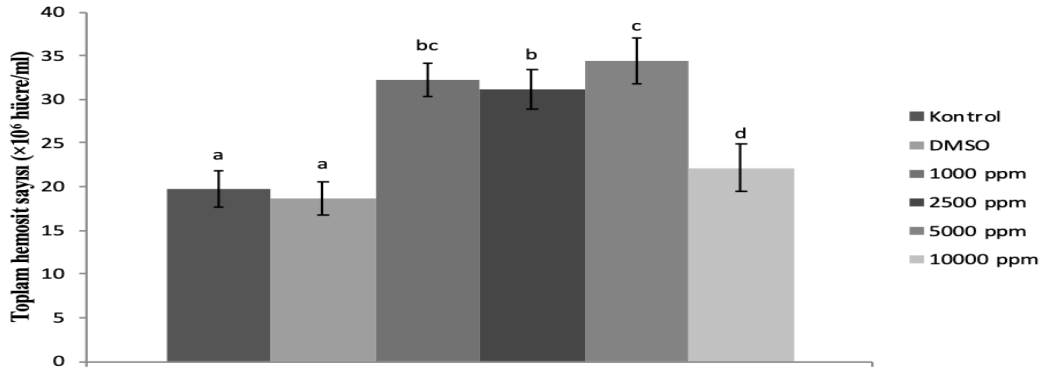
Enkapsülasyon-melanizasyon yanıtlarını provake etmek için doz uygulaması yapılan örnekler %1'lik Coomassie Brilliant Blue-G 250 boyası ile boyanan Sephadex A-25 kromatografi boncukları 10 µl Phosphate Buffered Saline (PBS) çözeltisi içerisinde ortalama 15-20 boncuk olacak şekilde enjekte edilmiştir. Enjeksiyonu takip eden 4. saat (kisa period) ve 24. saat (uzun period) sonunda larvalar stereo mikroskop altında disekte edilerek boncuklar toplanmıştır. Toplanan boncuklar faz-kontrast mikroskopta incelenerek Er ve ark. (2010)'a uygun olarak sınıflandırılmış ve enkapsülasyon-melanizasyon tepkileri değerlendirilmiştir (Uçkan ve ark., 2010).

İstatistiksel analiz

Hemosit sayımı, enkapsülasyon ve melanizasyon deneylerinin her biri için üç tekrar yapılmış ve her tekrarda beş larva kullanılmıştır. Enkapsülasyon ve melanizasyon için 4. saat ve 24. saat olmak üzere iki alt grup daha oluşturulmuştur. Örneklerden elde edilen veriler SPSS v20 programı ile one-way ANOVA (Tukey HSD) analizi yapılarak değerlendirilmiştir (p<0.05).

Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın sonucunda uygulama yapılmamış (kontrol) grup (19.71 x 10⁶ hücre/ml) ile DMSO enjeksiyonlu grup (18.61 x 10⁶ hücre/ml) arasında hemosit sayıları bakımından bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte tüm doz uygulamaları hem kontrol hem de DMSO enjeksiyonlu gruptan yüksek bulunmuştur. En yüksek hemosit ortalamasına sahip olan grup 5000 ppm doz enjeksiyonu yapılan gruptur (34.46 x 10⁶ hücre/ml). Zeytin yaprağı ekstraktı enjekte edilen gruplardaki en düşük ortalama 10000 ppm doz enjeksiyonu yapılan grupta tespit edilmiştir (26.39 x 10⁶ hücre/ml) (Şekil 1).



Şekil 1. Zeytin yaprağı ekstraktının *G. mellonella* larvası toplam hemosit sayısındaki değişime etkisi. Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemsizdir. Her bir doz için toplam 15 örnek değerlendirilmiştir (n=15)

Elde edilen verilere göre hem 4 hem de 24 saatlik enkapsülasyon deneylerinde zayıf ve güçlü enkapsülasyon tepkilerinde anlamlı fark gösteren grup 1000 ppm doz enjeksiyonlu gruptur. Kontrol grubuna göre DMSO

enjeksiyonlu gruplar 4 saatlik enkapsülasyon tepkilerini etkilemezken 24 saatlik enkapsülasyon tepkilerini anlamlı oranda azaltmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Zeytin yaprağı ekstraktının, *G. mellonella* larval enkapsülasyon tepkilerine (%) etkisi

Ekstrakt	4 saat (% Ort ± SH)***		
	Olmamış	Zayıf	Güçlü
Kontrol	09.57±1.95 ^a	79.66±2.51 ^a	10.77±2.11 ^a
DMSO	12.84±1.92 ^a	78.79±2.70 ^a	08.37±1.99 ^a
1000 ppm	16.43±4.87 ^a	62.46±5.32 ^b	21.10±2.73 ^b
2500 ppm	19.38±5.23 ^a	72.34±4.57 ^{ab}	08.27±2.26 ^a
5000 ppm	24.76±3.48 ^a	67.47±3.46 ^{ab}	07.77±1.58 ^a
10000 ppm	17.52±2.48 ^a	79.42±3.06 ^a	03.06±1.08 ^a
Ekstrakt	24 saat (% Ort ± SH)***		
	Olmamış	Zayıf	Güçlü
Kontrol	9.55 ±1.47 ^a	28.28±1.93 ^a	62.17±2.13 ^a
DMSO	3.16±1.78 ^{cb}	74.56±4.40 ^b	22.29±4.57 ^b
1000 ppm	0.83±0.83 ^c	61.24±5.76 ^c	37.93±6.08 ^c
2500 ppm	7.52±2.52 ^{ab}	71.65 ±3.71 ^{bc}	20.38±3.03 ^b
5000 ppm	4.25±0.96 ^{abc}	67.98±1.45 ^{bc}	27.77±1.34 ^{bc}
10000 ppm	2.20±0.90 ^{cb}	74.96±1.55 ^{bc}	22.84±1.48 ^b

*Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemsizdir (P > 0.05).

**Her bir doz için ve her bir saat grubunda ayrı ayrı toplam 15 örnek değerlendirilmiştir (n=30).

*** SH= Standart Hata

Bulgularımıza göre DMSO kontrol grubuna göre melanizasyon tepkilerini azaltmıştır. Buna rağmen 1000 ve 2500 ppm doz enjeksiyon gruplarında 4. saatte DMSO enjeksiyonlu gruba göre melanizasyon tepkilerinde artış gözlemlenmiştir. Yirmidört saat enjeksiyon grubunda ise kontrole göre DMSO ve 1000 ppm enjeksiyon grupları dışında tüm dozlarda melanizasyon tepkisinde azalma

tespit edilmiştir (Çizelge 2). Model organizma *G. mellonella* bağışıklığına ilişkin yapılan birçok çalışmada toplam hemosit sayısı önemli bir belirteç olarak değerlendirilmiştir (Er ve ark., 2010; Altuntaş ve ark., 2012; Er ve Keskin, 2015; Kurt ve Kayış, 2015; Gwoqyalya ve Altuntaş, 2019). Söz konusu literatürlerde genel olarak hemosit sayısındaki artış bağışıklığın desteklendiği şeklinde yorumlanmıştır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ışığında oleuropeinin belirli dozlarda hemosit sayısını arttırdığı, en yüksek dozlarda ise bu artışın azaldığı görülmüştür (Şekil 1). Magrone ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *in vitro* koşullarda oleuropeinin lenfosit sayısını arttırdığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızın toplam hemosit sayısının değişimi ile ilgili verileri bu literatür bilgisi ile uyumludur. Bitki gelişim düzenleyicileri (BGD) ile yapılan çalışmalar [Absisik Asit, İndol-3-Asetik Asit (IAA) ve Giberellic Asit (GA₃)] BGD'lerin düşük dozlarda hemosit sayısını arttırırken, yüksek dozlarda hormeosis etkisi göstererek hemosit sayısını düşürdüğünü ortaya koymuştur (Altuntaş ve ark., 2012; Er ve Keskin, 2015; Kaya, 2015). Çalışmamızda da benzeri bir şekilde hemosit sayısının düşük dozlarda artış gösterirken yüksek dozlarda azalma göstermesi hormeosis etkisinden kaynaklanmaktadır. Enkapsülasyon bağışıklık tepkisi, hemosit aracılı bağışıklık tepkileri içerisinde en önemli verilerden birisidir. Hemositler fagosite edemeyecekleri kadar büyük yabancı cisimlerin etrafında kapsüllenme gerçekleştirmektedir.

Çalışmamızda kullanılan 1000 ppm dozunun güçlü enkapsülasyon tepkisini hem 4 hem de 24 saat deneylerinde arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Giamarellos-Bourboulis ve ark. (2006) oleuropeinin immünomodülatör olarak görev yapabileceği yönündeki bulguları ile çalışmamızın enkapsülasyon verileri örtüşmektedir. GA₃ uygulamasının nekrotik ve apoptotik hücre sayısında artışa neden olduğu ve bu nedenle enkapsülasyon-melanizasyon tepkilerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Altuntaş ve ark., 2012). Humoral bağışıklık tepkilerinden biri olan melanizasyon, 4 saat sonunda DMSO, 5000 ppm ve 10000 ppm dozlarında kontrole göre daha az gerçekleşmiştir. Yirmidört saat sonunda ise 2500 ppm, 5000 ppm ve 10000 ppm dozlarında hem kontrol hem de DMSO ve 1000 ppm dozlarından daha az bir melanizasyon tepkisi göstermiştir (Çizelge 2). Bu sonuçlar zeytin yaprağı ekstraktının yüksek dozlarda melanizasyon tepkisini azalttığını göstermektedir. Bu durumun zeytin yaprağı içerisinde yer alan maddelerin antioksidan kapasitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Zeytin yaprağı ekstraktının *G. mellonella* larvasının melanizasyon tepkisine (%) etkisi

Ekstrakt	4 saat (% Ort ± SH)***	
	Melanizasyon var	Melanizasyon yok
Kontrol	31.76±6.56 ^a	68.24±6.56 ^a
DMSO	06.73±3.30 ^c	93.27±3.30 ^b
1000 ppm	30.96±5.51 ^{ab}	69.04±5.51 ^a
2500 ppm	23.21±5.50 ^{abc}	76.79±5.50 ^{ab}
5000 ppm	11.27±4.26 ^c	88.73±4.26 ^b
10000 ppm	14.33±2.90 ^{cb}	85.67±2.90 ^{ab}
Ekstrakt	24 saat (% Ort ± SH)***	
	Melanizasyon var	Melanizasyon yok
Kontrol	63.65 ±4.76 ^a	36.35±4.76 ^a
DMSO	53.62±2.32 ^{ab}	46.38±2.32 ^{ab}
1000 ppm	55.26±3.55 ^{ab}	44.75±3.55 ^{ab}
2500 ppm	43.97±3.75 ^b	56.03±3.75 ^b
5000 ppm	48.00±3.35 ^b	51.99±3.35 ^b
10000 ppm	49.17±3.65 ^b	50.83±3.65 ^b

*Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemsizdir (P > 0.05).

**Her bir doz için ve her bir saat grubunda ayrı ayrı toplam 15 örnek değerlendirilmiştir (n=30).

*** SH= Standart Hata

Bir bitki sekonder metaboliti olan azadirachtin uygulamasının da hemositlerde genotoksik etki ortaya çıkmasına ve hemosit sayısında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Er ve ark., 2017; Duman ve Altuntaş, 2018).

Zeytin yaprağı da birçok sekonder metaboliti barındırmaktadır. Sekonder metabolitlerin genotoksik etkisi hemositlerde yüzey tanıma proteinlerinin bozulması, yayılma kapasitelerinin ve enzimatik üretim

kapasitesinin azalması gibi işlev kaybına yol açması muhtemeldir. Bu durum da enkapsülasyon ve melanizasyon tepkilerindeki azalmayı açıklamaktadır.

Zeytin yaprağı ekstraktının hangi yollarla bağışıklık tepkilerini etkilediğinin belirlenmesi için antioksidan, genotoksik ve enzimatik etkilerinin belirleneceği ileri araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bu yolla tam olarak hangi mekanizmanın etkilendiğinin ortaya konulması ve bunun muhtemel sonuçlarının sağlıklı olarak değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, zeytin yaprağı ekstraktının 1000 ppm dozda bağışıklığı destekleyebileceği, daha yüksek dozlarda ise etkinliğinin azalacağı ortaya konulmuştur. Önceki çalışmalardan da görülebileceği üzere, doğuştan gelen böcek bağışıklığı ile doğuştan gelen memeli bağışıklığı birçok ortak nokta barındırmaktadır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçlarına dayanarak belirli dozlarda zeytin yaprağı tüketiminin canlıların bağışıklığını destekleyeceğini kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince (BAP) FHD-2018-2685 kodlu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Altıncicek, B., Linder, M., Linder, D., Preissner, K.T. ve Vilcinskis, A. 2007. Microbial metalloproteinases mediate sensing of invading pathogens and activate innate immune responses in the lepidopteran model host *Galleria mellonella*. *Infection and Immunity*, 75(1): 175-183.

Altuntaş, H., Kılıç, A.Y., Uçkan, F. ve Ergin, E. 2012. Effects of gibberellic acid on hemocytes of *Galleria mellonella* L.(Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology*, 41(3): 688-696.

Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K. ve Ryan, D. 2000. Sample Preparation in the Determination of Phenolic Compounds in Fruits. *Analyst*, 125: 989-1009.

Bronskill, J. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria*

mellonella (Pyralidae). *Journal of Lepidopterists Society*, 15(2): 102-104.

Champion, O.L., Cooper, I.A.M., James, S.L., Ford, D., Karlyshev, A., Wren, B.W., Duffield, M., Oyston, P.C.F. ve Titball, R.W. 2009. *Galleria mellonella* as an alternative infection model for *Yersinia pseudotuberculosis*. *Microbiology*, 155: 1516-1522.

Cook, S.M. ve McArthur J.D. 2013. Developing *Galleria mellonella* as a model host for human pathogens. *Virulence*, 4: 350-353.

Cutuli, M. A., Petronio, G., Vergalito, F., Magnifico, I., Pietrangelo, L., Venditti, N. ve Di Marco, R. 2019. *Galleria mellonella* as a consolidated in vivo model hosts: New developments in antibacterial strategies and novel drug testing. *Virulence*, 10(1): 527-541.

De Filippo, J. ve Beck, G. 2018. Cytokines of Invertebrate Immunity. "Alınmıştır: *Reference Module in Life Sciences*, ELSEIVER, ISBN:978-0-12-809633-8.

Duman, E. ve Altuntaş, H. 2018. Genotoxicity of azadirachtin on *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Biological Diversity and Conservation*, 773-0918.

Eguchi, D. ve Iwabuchi K. 2006. A new cell line from the wax moth *Galleria mellonella* Linne (Lepidoptera: Pyralididae). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 42(1-2): 1-3.

El, S.N. ve Karakaya, S. 2009. Olive tree (*Olea europaea*) leaves: potential beneficial effects on human health. *Nutrition Reviews*, 67(11): 632-638.

Er, A. ve Keskin, M. 2015. Influence of abscisic acid on the biology and hemocytes of the model insect *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 109(2): 244-251.

Er, A., Taşkiran, D. ve Sak, O. 2017. Azadirachtin-induced effects on various life history traits and cellular immune reactions of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Archives of Biological Sciences*, 69(2): 335-344.

Er, A., Uçkan, F., Rivers, D.B., Ergin, E. ve Sak, O. 2010. Effects of parasitization and envenomation by the endoparasitic wasp *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) on hemocyte numbers, morphology, and viability of its host

- Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 103(2): 273-282.
- Furneri, P.M., Marino, A., Saija, A., Uccella, N. ve Bisignano, G. 2002. In vitro antimycoplasmal activity of oleuropein. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 20: 293-296.
- Geyikoğlu, F., Emir, M., Çolak, S., Koç, K., Türkez, H., Bakır, M. ve Özek, N.S. 2017. Effect of oleuropein against chemotherapy drug-induced histological changes, oxidative stress, and DNA damages in rat kidney injury. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(2): 447-459.
- Giamarellos-Bourboulis, E.J., Geladopoulos, T., Chrisofos, M., Koutoukas, P., Vassiliadis, J., Alexandrou, I., Tsaganos, T., Sabracos, L., Karagianni, V., Pelekanou, E., Tzepi, I., Kranidioti, H., Koussoulas, V. ve Giamarellou, H. 2006. Oleuropein: a novel immunomodulator conferring prolonged survival in experimental sepsis by *Pseudomonas aeruginosa*. *Shock*, 26(4):410-416.
- Gwokyalaya, R. ve Altuntaş, H. 2019. Boric acid-induced immunotoxicity and genotoxicity in model insect *Galleria mellonella* L.(Lepidoptera: Pyralidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 101: e21588.
- Ignasiak, K. ve Maxwell, A. 2017. *Galleria mellonella* (greater wax moth) larvae as a model for antibiotic susceptibility testing and acute toxicity trials. *BMC Res Notes*, 10: 428-436.
- Jiravanichpaisal P., Lee B. ve Soderhall K. 2006. Cell-mediated immunity in arthropods: Hematopoiesis, coagulation, melanization and opsonization, *Immunobiology*, 211: 213–236.
- Junqueira, J.C. 2012. *Galleria mellonella* as a model host for human pathogens: Recent studies and new perspectives. *Virulence*, 3:6, 474–476.
- Kaya, S. 2015. Konağa Verilen İndol-3-Asetik Asitin ve Kaliks Sıvısının Konak *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) ve Parazitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Hemositlerine Etkisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Çanakkale, s. 98.
- Krautz, R., Arefin, B. ve Theopold, U. 2014. Damage signals in the insect immune response. *Frontiers in Plant Science*, 5: 342.
- Kurt, D. ve Kayış, T. 2015. Effects of the pyrethroid insecticide deltamethrin on the hemocytes of *Galleria mellonella*. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3): 452-457.
- Lee, M.J. ve Anstee, J.H. 1995. Phenoloxidase and its zymogen from the haemolymph of larvae of the lepidopteran *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 110(2): 379-384.
- Loof, T.G., Schmidt, O., Herwald, H. ve Theopold, U. 2011. Coagulation Systems of Invertebrates and Vertebrates and Their Roles in Innate Immunity: The Same Side of Two Coins? *Innate Immunity*, 3: 34-40.
- Magrone, T., Spagnoletta, A., Salvatore, R., Magrone, M., Dentamaro, F., Russo, M.A. ve Jirillo, E. 2018. Olive leaf extracts act as modulators of the human immune response. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets*, 18(1): 85-93.
- Martinez-Martos, J.M., Mayas, M.D., Carrera, P., de Saavedra, J.M.A., Sánchez-Agesta, R., Arrazola, M. ve Ramírez-Expósito, M.J. 2014. Phenolic compounds oleuropein and hydroxytyrosol exert differential effects on glioma development via antioxidant defense systems. *Journal of Functional Foods*, 11: 221-234.
- Mukherjee, K., Altincicek, B., Hain, T., Domann, E., Vilcinskas, A. ve Chakraborty, T. 2010. *Galleria mellonella* as a Model System for Studying *Listeria* Pathogenesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(1): 310-317.
- Mwakalukwa, R., Ashour, A., Amen, Y., Niwa, Y., Tamrakar, S., Miyamoto, T. ve Shimizu, K. 2019. Anti-allergic activity of polyphenolic compounds isolated from olive mill wastes. *Journal of Functional Foods*, 58: 207-217.
- Nappi, A.J. ve Christensen, B.M. 2005. Melanogenesis and associated cytotoxic reactions: applications to insect innate immunity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 35(5): 443-459.

- Omar, S.H. 2010. Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia Pharmaceutica*, 78(2): 133-154.
- Park, J.H., Jung, J.H., Yang, J.Y. ve Kim, H.S. 2013. Olive leaf down-regulates the oxidative stress and immune dysregulation in streptozotocin-induced diabetic mice. *Nutrition Research*, 33(11): 942-951.
- Persia, F.A., Mariani, M.L., Fogal, T.H. ve Penissi, A.B. 2014. Hydroxytyrosol and oleuropein of olive oil inhibit mast cell degranulation induced by immune and nonimmune pathways. *Phytomedicine*, 21(11): 1400-1405.
- Sak, O., Uçkan, F. ve Ergin E. 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, ptoein and lipid contents of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Belgian Journal of Zoology*, 136: 53-58
- Servili, M. ve Montedoro G.F. 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104: 602-613.
- Sezer, B. ve Özalp, P. 2015. Effects of pyriproxyfen on hemocyte count and morphology of *Galleria mellonella*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(2): 621-625.
- Sheehan, G., Garvey, A., Croke, M. ve Kavanagh, K. 2018. Innate humoral immune defences in mammals and insects: The same, with differences? *Virulence*, 9(1): 1625-1639.
- Sigle, L.T. ve Hillyer, J.F. 2018. Mosquito Hemocytes Associate With Circulatory Structures That Support Intracardiac Retrograde Hemolymph Flow. *Frontier in Physiology*, 9: 1187.
- Silva, S., Gomes, L., Leitao, F., Coelho, A.V. ve Boas, L.V. 2006. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Olea europaea* L. fruits and leaves. *Food Science and Technology International*, 12(5): 385-395.
- Sirianni, R., Chimento, A., De Luca, A., Casaburi, I., Rizza, P., Onofrio, A. ve Pezzi, V. 2010. Oleuropein and hydroxytyrosol inhibit MCF-7 breast cancer cell proliferation interfering with ERK1/2 activation. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(6): 833-840.
- Tassetto, M., Kunitomi, M. ve Andino R. 2017. Circulating immune cells mediate a systemic RNAi based adaptive antiviral response in *Drosophila*. *Cell*, 169(2): 314–325.
- Uçkan, F., Er, A., ve Ergin, E. 2010. Levels of encapsulation and melanization in *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) parasitized and envenomated by *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Applied Entomology*, 134: 718-726.
- Vilmos, P. ve Kurucz É. 1998. Insect immunity: evolutionary roots of the mammalian innate immune system. *Immunology Letters*, 62: 59–66.
- Wu, G., Xu, L. ve Yi, Y. 2016. *Galleria mellonella* larvae are capable of sensing the extent of priming agent and mounting proportionatal cellular and humoral immune responses. *Immunology Letters*, 174: 45-52.
- Yao, J., Wu, J., Yang, X., Yang, J., Zhang, Y. ve Du, L. 2014. Oleuropein induced apoptosis in HeLa cells via a mitochondrial apoptotic cascade associated with activation of the c-Jun NH2-terminal kinase. *Journal of Pharmacological Sciences*, 125(3): 300-311.
- Yateem, H., Afaneh, I. ve Al-Rimawi, F. 2014. Optimum conditions for oleuropein extraction from olive leaves. *International Journal of Applied Science and Technology*, 4(5): 153-157
- Yin, M., Jiang, N., Guo, L., Ni, Z., Al-Brakati, A.Y., Othman, M.S. ve Kassab, R.B. 2019. Oleuropein suppresses oxidative, inflammatory, and apoptotic responses following glycerol-induced acute kidney injury in rats. *Life Sciences*, 232: 116634.
- Yücel, M.S. ve Kayış, T. 2018. Imidacloprid induced alterations in oxidative stress, biochemical, genotoxic and immunotoxic biomarkers in non-mammalian model organism *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 1–8.
- Zhang, J.Y., Yang, Z., Fang, K., Shi, Z.L., Ren, D.H. ve Sun, J. 2017. Oleuropein prevents the development of experimental autoimmune myocarditis in rats. *International Immunopharmacology*, 48: 187-195.

Design of an Arduino Based Low-Cost Air Conditioning Automation Device for Bovine Barns Using Temperature Humidity Index (THI)

Ünal KIZIL^{1*}, Sefa AKSU¹, Ahmet Cumhuri KINACI², Doğa Barış ÖZDEMİR², and Levent GENÇ³

¹Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale 17020, Turkey

²Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale 17020, Turkey

³Faculty of Architecture and Design, Department of Urban and Regional Planning, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale 17020, Turkey

*Corresponding author E-mail: unal@comu.edu.tr

Received: 26.02.2020 Revised in Received: 27.05.2020 Accepted: 28.05.2020

Abstract

Welfare and production efficiency of livestock, especially dairy cattle, in a barn are closely related with environmental factors such as temperature, humidity, etc. Therefore, the aim of this study is to design a low-cost automation device that is based on Temperature Humidity Index (THI). An Arduino microprocessor and associated sensors/electronics were used to design a prototype. The device collects, process and stores temperature, humidity and THI data in a minute interval for automation and long term management purposes. It is capable of estimating and storing theoretical daily reduction in milk production. Average actual daily milk production can also be entered to the system. The cost of the prototype was \$ 238 that makes it affordable for low-income operations. Data was collected for a 6-month-period to test the performance of the prototype. Totally 1.4 megabyte of capacity is required for data storage. That makes the system affordable and easy to manage the data. The device was installed on a post in the middle of barn. It is found that below the lower limits of mild heat stress category (THI<83) total of 80 Simmental milking cows were not influenced from heat stress as confirmed by literature.

Keywords: Heat stress, temperature humidity index, Arduino, automation, environmental control

Sıcaklık Nem İndeksi (SNI) Kullanılarak Büyükbaş Hayvan Barınakları İçin Arduino Tabanlı Düşük Maliyetli Bir Klima Otomasyon Cihazının Tasarımı

Öz

Çiftlik hayvanlarının, özellikle de süt sığırlarının bir ahırda refah ve üretim verimliliği, sıcaklık, nem gibi çevresel faktörlerle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, çalışmanın amacı, sıcaklık nem indeksine (SNI) dayanan düşük maliyetli bir otomasyon cihazı tasarlamaktır. Bir prototip tasarlamak için Arduino mikroişlemci ve uyumlu sensörler/elektronik malzemeler kullanıldı. Cihaz, otomasyon ve uzun vadeli yönetimsel amaçlar için dakikalık olarak sıcaklık, nem ve SNI verilerini işleyebilmekte ve depoyabilmektedir. Cihaz, süt üretiminde teorik günlük azalmayı tahmin edebilir ve saklayabilir özelliklerdedir. Ortalama gerçek günlük süt üretimi de sisteme girilebilmektedir. Prototipin maliyeti 238\$ olup düşük gelirli işletmeler için ekonomiktir. Veriler prototip performansını test etmek için 6 aylık bir süre boyunca toplanmıştır. Toplanan veriler için toplam 1.4 MB'lık küçük bir depolama kapasitesine gerek duyulmuştur. Bu ise, sistemin ekonomik ve verileri yönetimini kolay hale getirmiştir. Cihaz, ahırın ortasındaki bir direğe monte edilmiştir. Hafif ısı stresi kategorisinin (SNI<83) alt sınırlarının altında 80 Simental süt sığırının literatürde doğrulandığı şekilde ısı stresinden çok fazla etkilenmediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, çevre denetimi, ısı stresi, otomasyon, sıcaklık nem indeksi

Introduction

In most parts of the world, it is not possible to maintain the optimum environmental requirements of the domestic animals such as solar radiation, air movement and precipitation, especially temperature and relative humidity throughout the year (Bohmanova et al., 2007). Among these environmental conditions, high temperature and humidity that causes heat stress has important effects on behavior, production and hormonal activity of livestock. The relationship between temperature and humidity is directly influential in animal welfare and production profitability (Herbut and Angrecka, 2012), and even may cause death in young calves (Bray et al., 1994).

It is necessary to know the effects of environmental conditions on animal heat generation and losses to be able to plan a barn. Farm animals have a constant body temperature. If the animal does not cool down, the body temperature rises too much and heat stress occurs. Various indexes have been developed over the years to measure the heat stress resulting from the combination of above-mentioned environmental conditions. Since

temperature and humidity are both controllable and easily measurable environmental factors, the most common of these indexes is the Temperature Humidity Index (THI) (Herbut and Angrecka, 2012). Although many formulas have been developed to calculate the THI, they are primarily based on the wet/dry bulb, dew-point temperature, and relative humidity.

If THI is calculated for outdoor conditions, temperature and relative humidity values generally obtained from meteorological stations, digital and manual thermometers and hygrometers. In literature there are different THI equations developed for cattle, goats, sheep and poultry (Collier et al., 2011; Menéndez-Buxadera et al., 2012; Bayhan et al., 2013; Zhang et al., 2017). Bohmanova et al. (2007) listed the most commonly used THI equations for dairy cattle. The following equation is one of the mostly used THI equations in literature (NRC, 1971). Also, it employs dry-bulb temperature and relative humidity which are directly read from temperature/relative humidity sensor.

$$THI = (1.8 \times T_{db} + 32) - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T_{db} - 26) \quad (1)$$

where; T_{db} is dry-bulb temperature ($^{\circ}C$), and RH is relative humidity (%).

Table 1. Required management actions during heat stress based on the stress category

THI	Stress Category	Management action
THI < 72	No stress	-
72 < THI < 80	Mild	Animal behavior and breathing is observed carefully. Cooling fans are operated and plenty of water supplied to the animals.
80 < THI < 90	Medium	If possible, evaporative cooling systems such as sprinkler and fan-pad cooling are activated. Barn is cooled via water flashing. Meanwhile animals are observed carefully.
THI > 90	Severe	Animals are moved as little as possible, for example, they are not sent to market. In addition to the measures in danger category, animals are not fed during the hottest hours of the day and the light level in the barn is reduced in order to reduce animal activity and thus heat production.

In different literature it is reported that cows are at risk of heat stress when THI exceeds 72 (Johnson, 1980; Du Preez et al., 1990; Armstrong, 1994; Ravagnolo et al., 2000). Some important signs of heat stress in dairy cattle are reduced feed intake, increased water intake, water loss via evaporation, body

temperature, respiration rate, and changed metabolic rate (Armstrong, 1994). In order to control heat stress additional management is required. Management actions that can be considered based on the level of heat stress are given in Table 1 (Xin and Hamson, 1998).

Key and Sneeringer (2011) used THI as a tool to estimate global warming induced reduction in milk production in the United States. They reported that heat stress that will be increased due to global warming would cause milk losses between 5.1 and 6.8 % by 2090.

In another study, St-Pierre et al. (2003) used the THI equation that was reported in

$$\text{Milk}_{\text{loss}} = 0,0695 \times (\text{THI}_{\text{max}} - \text{THI}_{\text{threshold}})^2 \times D \quad (2)$$

$$\text{THI}_{\text{mean}} = \frac{\text{THI}_{\text{max}} + \text{THI}_{\text{min}}}{2} \quad (3)$$

where; $\text{Milk}_{\text{loss}}$ is the reduction in milk production ($\text{kg cow}^{-1} \text{ day}^{-1}$); THI_{max} , THI_{min} , and THI_{mean} are the maximum, minimum and mean THI observed during the day, respectively; $\text{THI}_{\text{threshold}}$ is the threshold above which heat stress occurs for dairy cows; and D is the proportion of a day where $\text{THI} > \text{THI}_{\text{threshold}}$.

As outlined above it is possible to estimate heat stress and its effects on reduction in milk production using simple equations employing psychometrics parameters such as temperature and relative humidity.

In Turkey, most of the dairy operations owned by small family businesses and have a capacity of less than 50 milking cows (Uzundumlu, 2012). Almost all of these enterprises have inadequate environmental control systems. Natural ventilation systems are either ignored or insufficient. Similarly, there are almost no mechanical ventilation and cooling systems used in small scale family-owned enterprises. Adaptation of such technologies by the producers is highly difficult due to their low-incomes. Therefore, there is a need for cost-effective technology that can be used for environmental monitoring and control systems. The aim of this study is to design a device that employs the concept of THI. The system is designed to be able to control ventilation and/or cooling equipment, communicate with the producer(s) via cell phones when the heat stress conditions occur in the barn, monitor minute and daily THI changes, estimate daily reduction in milk production due to heat stress, and store temperature, relative humidity, THI, theoretical reduction in milk production due to heat stress and actual daily milk production rate in a database accessible via internet.

Ravagnolo et al. (2000) to estimate the reduction in milk production in the United States. They reported that heat stress causes loss of \$ 897 million per year in the United State. In the same study, the relationship between THI and reduction in milk production was demonstrated by the following equation (Ravagnolo et al., 2000).

Material and Methods

Electronic design of the system

The main board of the system employs Arduino Uno R3 microcontroller. This card has a cheap and high capacity microprocessor that can easily integrate different sensors. The Arduino Uno R3 is a microcontroller board based on the ATmega328. It has 14 digital input/output pins, 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. The SHT11 temperature/relative humidity sensor (SENSIRION, Laubisruetistrasse Staefa ZH, Switzerland) integrated on the microprocessor card is also a low-cost reliable technology. This sensor measures the temperature and relative humidity with high accuracies ($\pm 3\%$ and $\pm 0.4\text{ }^\circ\text{C}$, respectively) and sends this value to the microcontroller unit. It can prevent noise and data loss problems due to the single way connection and the use of standard bandwidth signal.

The data is transferred to internet database via Arduino GSM Shield-Simcom/Sim800C (SIMCom Wireless Solutions Ltd., Shanghai, China). This shield sends temperature/relative humidity to the internet server via the mobile network. Its built-in antenna prevents interruption of data transmission in areas where the network signal is weak. This shield also provides a tool to remotely control air conditioning systems such as ventilation and/or cooling systems by using Short Message Service (SMS). In the design DS1307 Real-time Clock RTC Module (Gizmo Mechatronix Central Inc., Malate, Manila) is used to send the actual date and time information to the microcontroller, ensuring the timestamp of the data received from the sensor.

A 5-Inch Nextion HMI Touch TFT LCD Display (Nextion, Nanshan Dist., Shenzhen, GD, China) is used to display the instantaneous sensor data, on/off options of the air conditioning and other calculated outputs.

Only one sensor unit is installed since the test barn is small. The device records one

reading per minute and data reading is not coordinated with milking which is done twice daily. The cost of Arduino based device is \$ 238 including all above mentioned parts. The schematic representation of the device is given in Figure 1.

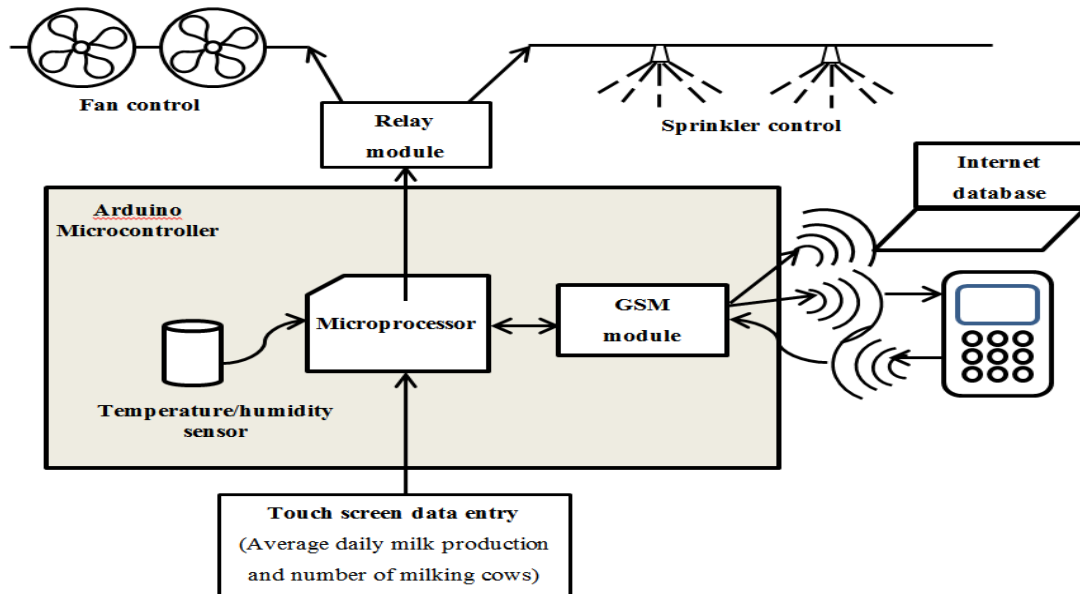


Figure 1. Schematic representation of the designed system

Software development

The platform that employs C/C ++ programming language provided by the microprocessor card is used for software development. The software has been developed for the remote control of fans and/or evaporative cooling system via a relay circuit according to the data received from the temperature/relative humidity sensor. In addition, measured temperature/ relative humidity and the calculated THI values are recorded by connecting to a remote database server over the Internet at the desired time intervals (1 minute in this study). In this way, data security is maintained and the database server is made accessible at anytime from anywhere. In the project, a relational database, MySQL, was used.

The software utilizes eq. (1) to calculate THI values for each minute. Daily milk

production data is also entered into the system via LCD touch-screen. Thus, both stress categories and yields can be recorded during the research period. Also, at the end of each day the software calculates the estimated reduction in milk production using eq. (2). If there is any loss in milk production, this reduction is also sent to the database at 23:59 every day. According to the calculated THI values, the stress category was determined based on Table 1. As the sensor reads temperature and relative humidity values in every minute, the new THI value and recommended actions are displayed on the touch-screen for monitoring. A sample screenshot from the display of the device during operation is presented in Figure 2 followed by necessary explanations.

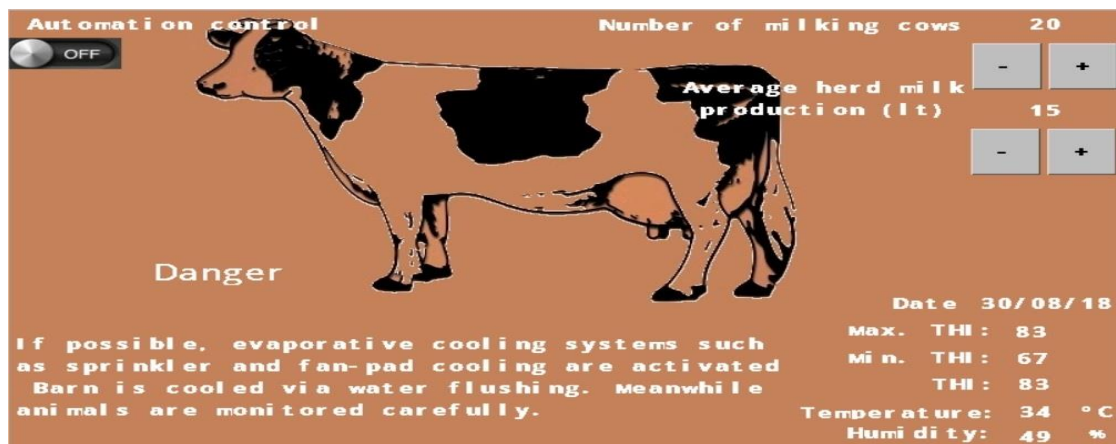


Figure 2. A sample screenshot from display

The numbers 1 to 4 refer to the following information, respectively;

1. The On/Off option is clicked on the touch screen to determine whether the system is connected to an air conditioning unit (fans/sprinklers, etc.). If the On status is selected, the device has the ability to operate air conditioning system when a stress category is reached. If the Off state is preferred, the device only displays the current data, the category of stress depending on this data and the actions that can be taken.

2. Which stress category is reached and what can be done in this category is written on the screen as a recommendation.

3. In this field, respectively, the date, the maximum and minimum THI values calculated up to that minute, and the THI value recorded in that minute are displayed. All values recorded in this field are sent to the database and can be accessed on the internet if desired.

Testing the system

A double-row loose dairy barn selected for testing the system is located in Çınarköprü Village, Biga District of Çanakkale Province, Turkey. It has a capacity of 80 Simmental milking dairy cows with an average milk production of 20 kg cow⁻¹ day⁻¹. The barn is oriented along NE-SW directions and it is 30 m long and 15 m wide. Sidewalls are 2.8 m in height while the ridge height is 4.42 m. The barn has both mechanical and natural ventilation systems. Data was recorded between July 4, 2018 and January 3, 2019.

Data processing

The indoor data sent to the internet database by the device (temperature, relative

4. The number of cows milked on that day and the average milk yield obtained after milking are entered into this area. These data is also sent to database at the end of each day.

If the THI is greater than threshold value, 72, the producer is informed about the stress category by sending an SMS (alert, danger, emergency etc.). The device will send SMS every minute if a cooling system is not available in the barn. This will create a disturbing situation for the producer. Therefore, the frequency of sending SMS can be adjusted. However, the minutely data is still stored in the database.

The device can be connected to the air conditioning system and can provide automation of these systems. Also, when the message of any stress category has been reached in SMS, the user can control the relays of up to 4 air conditioning units by sending an SMS to the device.

humidity, THI, estimated reduction in daily milk production) was transferred to MS Excel format for further processing. Outdoor meteorological data was obtained from the Turkish State Meteorological Service for the study period (average hourly temperature, relative humidity, precipitation, wind speed/direction). Daily reduction in milk production in kg was calculated using eq. (2).

Results and Discussion

The main purpose of this study is to design a device that can be used to automate environmental conditioning systems. However, the device can also gather useful data for studies related to cow comfort and welfare. During the 6-month study period minute based data is collected. In animal welfare studies the

quality and interval of data is highly critical. Ravagnolo et al. (2000) used daily mean temperature and humidity data obtained from weather stations. However, they pointed out that more accurate calculation of heat stress requires data collected shorter time intervals. That would make it possible to observe duration and strength of the stress period and use stress-management measures. From this point, our device provides a unique tool to collect indoor atmospheric data specific to heat stress studies. With the ports provided by Arduino microprocessor card it is also possible to connect the device to an external weather station to collect outdoor weather data as well.

The size of the data sent from the device to the database is 5.6 bpm. According to this, a total of 2.81 megabytes per year of data storage capacity is required. Hence, the size of data is quite small that makes it possible to collect longer terms for further studies.

In this section our purpose is not to evaluate the cow performance and productivity in comparison with THI. Therefore, the results

will give an idea about the data collection and management capacity of the device. Yet, some data interpretation will be provided for the studied barn and period.

Mean daily indoor temperature, relative humidity and THI are plotted in Figure 3. During July, August and first 17 days of September even mean daily indoor temperature exceeded 25 °C which is considered to be upper limit of cow's comfort zone (Yousef, 1985; Hansen, 2013). For the same period lowest recorded temperature was 38 °C. The recorded mean daily THI values (82) also demonstrate that cows' were exposed to heat stress during the summer period. The threshold THI value is 72 for dairy cows in literature as detailed above. However, Gantner et al. (2017) reported that Simmental breed dairy cows are more tolerant to heat stress with a threshold value of 77 comparing to other breeds. Therefore, even though our device is programmed for threshold value of 72, for the remainder of the paper 77 will be considered.

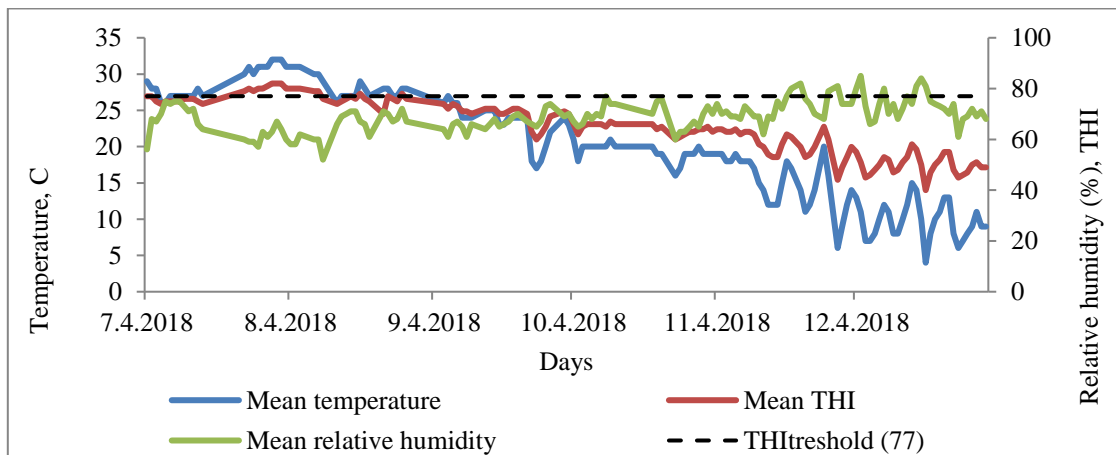


Figure 3. Mean daily ambient temperature, relative humidity and THI

Heat stress can be explained by combined effects of higher degrees of temperature and relative humidity which is remaining for longer time period. Our results showed that cows are exposed to maximum of 21-hour-heat stress during the hottest days of the study period. This is a useful data to evaluate the overall stress conditions observed during the study period.

Reduction in milk production in $\text{kg cow}^{-1} \text{day}^{-1}$ is theoretically calculated using eq. (2). This equation takes the THI_{max} and $\text{THI}_{\text{threshold}}$ into account to calculate loss in milk

production. Therefore, effects of other environmental factors such as feeding, noise, air quality etc. are omitted. Yet, our device not only can calculate THI-related yield reduction but also stores daily actual milk production rate for the herd. Mean yield loss for the days when heat stress occurred is calculated to be $1.4 \text{ kg cow}^{-1} \text{day}^{-1}$. Daily maximum THI and its effect on yield reduction is given in Figure 4. Also, on 8.4.2018, when the reduction in yield was at the maximum level, the temperature rose above 30 degrees. On the other hand, THI is above the threshold on the 9th of the month,

but the yield reduction is not very high. As it will be discussed in details in the following of the manuscript this might be the higher levels

of heat tolerance of Simmental breed. This data can be used to conduct further studies related to production economics.

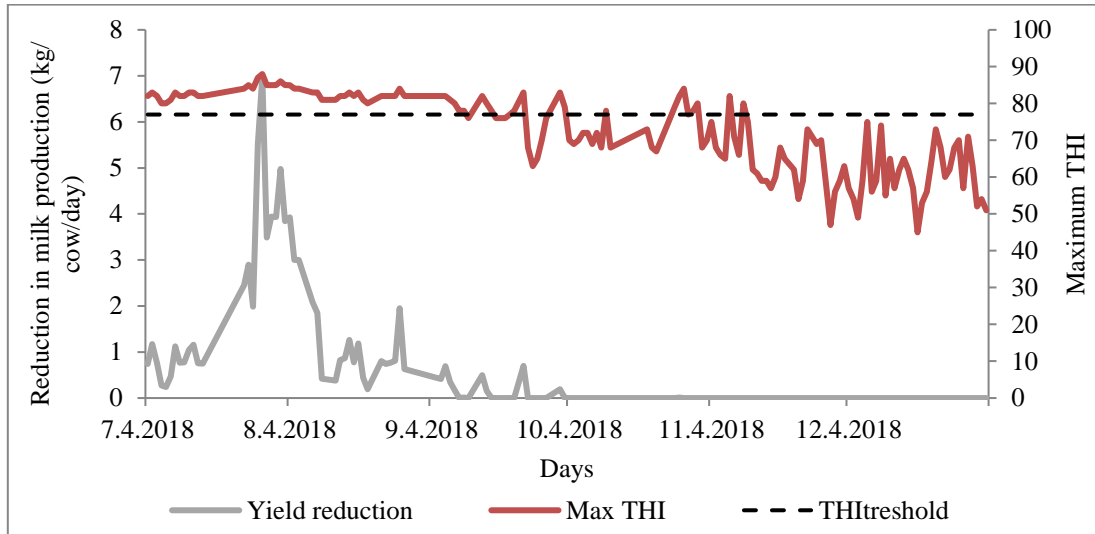


Figure 4. Daily reduction in milk production and THI

Daily average milk production per cow can be entered to the device as explained above. This allows user to evaluate the herd performance for stored criteria such as temperature, relative humidity, THI, reduction in milk yield. The mean indoor THI values and daily milk production rates are plotted together to see the effects of THI on production (Figure 5). Daily records indicate that maximum, minimum and average production rates are 27,

17, and 20.7 kg cow⁻¹ day⁻¹, respectively. It is also seen that milk production yield is higher during the stress period which is theoretically incorrect. One explanation of this situation may be the feeding factor. From spring to early September, animals are fed on green grass. However, as the feeding of the animals with autumn is predominantly derived from dry grass, the yield begins to decrease.

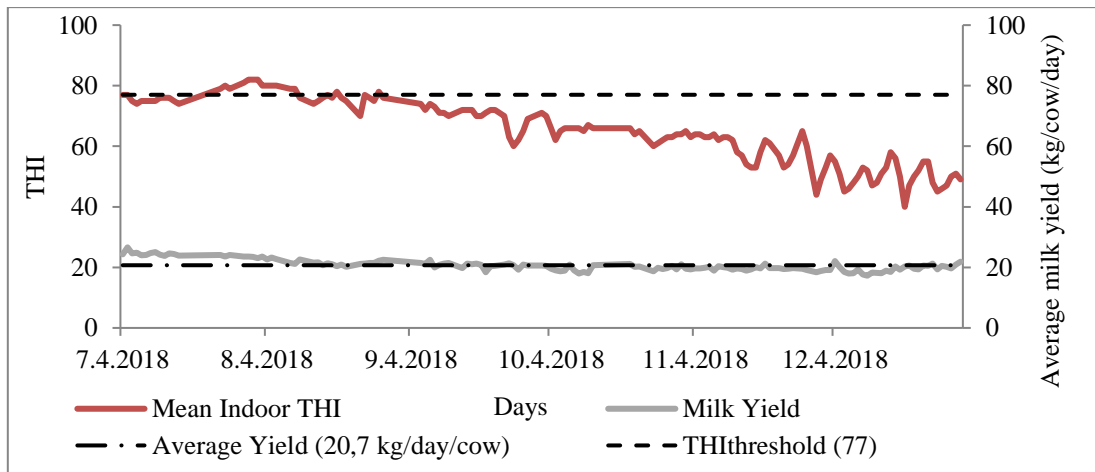


Figure 5. Relationship between mean THI and milk yield

Of those days heat stress recorded there were only about two weeks when THI exceeded 83. Also, Gantner et al. (2017) couldn't find a reduction in milk yield in older Simmental

breeds for THI values ranging 66-80. Therefore, breed type might be another reason for this condition. Our experimental barn is equipped with evaporative cooling system. In another

study, Toušová et al. (2017) found that higher temperatures caused an increase in individual cows' milk production. They concluded that use of evaporative cooling system might relieve heat stress and increase yield. Thus, our device with the capacity of automating environmental control systems such as evaporative cooling and mechanical might cause an increase in milk production during higher temperatures.

Conclusions

An Arduino-based low-cost automation device employing open source software was developed for low-income small dairy operations. The device not only automates the environmental control systems but also collects continuous minutely atmospheric data including temperature, relative humidity and THI. The system allows operators to enter daily average milk yield to the database. It also calculates theoretical daily reduction in average milk yield for management options. Its data storage requirement is about 2.81 megabytes per year. The cost of the device is \$ 238 making it affordable for low-income small dairy operations.

The performance of the system was tested in a small dairy operation for 6 months. The good agreement between measured parameters and literature observed. The results of the study showed that a low-cost THI based automation and data collection device can be used in dairy operations. Long-term data collection capability makes the device suitable for scientific studies as well. Our future work will involve integrating other environmental sensors such as noise level detection, light intensity, etc into the prototype. Furthermore, feed and milk quality analysis will be conducted for better modeling purposes.

Acknowledgement

The financial support provided by, Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) of Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey (project: FHD-2018-2498).

References

Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 7, 2044–2050.

Bayhan, A.K., Karaman, S., Koşkan, Ö. 2013. Effects of heat stress on egg yield and mortality rates of caged poultry houses.

Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(5), 881-887

Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J.B. 2007. Temperature-Humidity Indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *American Dairy Science Association*, 90,1947–1956.

Bray, D.R., Bucklin, R.A., Montoya, R., Giesy, R. 1994. Means to reduce environmental stress on dairy cows in hot, humid climates. In: Third International Dairy Housing Conference, 589-597.

Collier, R.J., Zimbelman, R.B., Rhoads, R.P., Rhoads, M.L., Baumgard, L.H. 2011. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: Western Dairy Management Conf., 113-125

Du Preez, J.H., Giesecke, W.H., Hattingh, P.J. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort J. Vet.Res.*, 57, 77-86.

Gantner, V., Bobić, T., Gregić, M., Gantner, R., Kuterovac, K., Potočnik K. 2017. The differences in heat stress resistance due to dairy cattle breed. *Mljekarstvo.*, 67 (2), 112-122.

Hansen, P.J. 2013. Genetic control of heat stress in dairy cattle. In: Proceedings 49th Florida Dairy Production Conference, 26-32

Herbut, P., Angrecka, S. 2012. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. *Animal Science Papers & Reports*. 30(4), 364.

Johnson, H.D. 1980. Environmental management of cattle to minimize the stress of climate changes. *Int. J. Biometeor.*, 24 (2), 65-78.

Key, N., Sneeringer, S. 2011. The potential effects of climate change on the productivity, costs, and returns of U.S. dairy production. In: Annual Meeting of the AAEP, Pittsburgh, Pennsylvania.

Menéndez-Buxadera, A., Molina, A., Arrebola, F., Clemente, I., Serradilla, J.M. 2012. Genetic variation of adaptation to heat

- stress in two Spanish dairy goat breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 129(4), 306-315.
- NRC, 1971. A guide to environmental research on animals. National Research Council. Natl. Acad. Sci., Washington DC.
- Ravagnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *J. Dairy Sci.*, 83, 2120–2125.
- St-Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sci.*, 86(E Suppl.), E52–E77.
- Toušová, R., Ducháček, J., Stádník, L., Ptáček, M., Sylvana Pokorná, S. 2017. Influence of Temperature-Humidity relations during years on milk production and quality. *ACTA Universitatis Agriculture Et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 65(25), 211 – 218.
- Uzundumlu, A.S. 2012. Tarım sektörünün ülke ekonomisindeki yeri ve önemi. *Alinteri*, 22(B), 34-44 .
- Xin H, Hamson JD 1998. Livestock Industry Facilities and Environment: Heat Stress Indices for Livestock. https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1173&context=extension_ag_pubs(Accessed on 11 February, 2019)
- Yousef, M.K. 1985. Stress Physiology in Livestock. Vol. 1. CRC Press, Boca Raton Str., 67-73.
- Zhang, Y., Lisle, A.T., Phillips, C.T. 2017. Development of an effective sampling strategy for ammonia, temperature and relative humidity measurement during sheep transport by ship. *Biosystems Engineering*, 155, 12-23.

Üzeri Açık Bir Alışveriş Merkezinde Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Kocaeli İli Örneği

Melike YALILI KILIÇ*, Tuba TULUÇ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059 Nilüfer /Bursa

*Sorumlu yazar: myalili@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 29.05.2020 Kabul Tarihi: 04.06.2020

Öz

Çağımızın en büyük sorunlarından çevre kirliliğinin bir türü olan gürültü kirliliği, insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. İşitme kaybı, performans düşüklüğü, odaklanamama, zihinsel çalışmama, uyku ve denge bozukluğu gibi sorunlara neden olan gürültü, sanayi devrimi sonrasında teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte hemen her yerde ortaya çıkmıştır. Gürültünün olduğu yerlerden biri de alışveriş merkezleridir (AVM'ler). İnsanların hoşça vakit geçirmek ve dinlenmek amacıyla buldukları AVM'de gürültü kirliliğinin belirlenmesi bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında Kocaeli ilinde bulunan üzeri açık bir AVM'nin krokisi çıkartılarak gürültü açısından hassas noktalar belirlenmiş ve AVM'lerin en kalabalık olacağı günler olan Cumartesi ve Pazar günleri ölçümler yapılmıştır. Belirlenen altı farklı noktada sabah, öğle ve akşam saat dilimlerinde, toplam 432 adet ölçüm ses ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm noktalarındaki sonuçların değerlendirilmesi neticesinde, en yüksek ortalama değer çocuk oyun alanında 86.125 dBA, en düşük ortalama değer ise yemek yeme alanı ile çocuk oyun alanında eşit bir şekilde 75 dBA olarak gözlemlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)'ne göre değerlendirildiğinde, üzeri açık AVM'lerin çevresel gürültü kaynaklarında oluşan gürültüden etkilendikleri, bu etkenin AVM içinde gürültü kirliliğine neden olduğu, AVM içerisinde gürültü oluşturan kaynaklardan diğer noktaların etkilendiği ve çevresel gürültünün azaltılması ile AVM içerisindeki gürültü kirliliğinin de azalacağı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın üzeri açık AVM'lerde gürültü ölçümü yapılan ilk çalışma olması niteliği ile literatürde önemli bir yere sahip olacağı ve gelecekte yapılacak çalışmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Gürültü kirliliği, üzeri açık alışveriş merkezi, Kocaeli, sağlık.

Determination of Noise Pollution in an Open-Top Shopping Center: Kocaeli Case Study

Abstract

Noise pollution, a type of environmental pollution, which is one of the biggest problems of our age, is very important for human health. The noise that caused problems such as hearing loss, poor performance, lack of focus, mental work, sleep and balance disorder occurred almost everywhere with the rapid development of technology after the industrial revolution. One of the places where noise occurs is shopping malls (SM). The determination of noise pollution in the SM where people have a pleasant time and relax is the basis of this study. The sensitive points by drawing out in an open mall in Kocaeli in terms of noise were determined, and measurements were made on Saturdays and Sundays, which are the days when shopping malls will be the most crowded. A total of 432 measurements were carried out at six different points in the morning, afternoon and evening time zones using sound measuring devices. As a result of the evaluation of the measurement points, the highest average value was observed as 86.125 dBA in the children's playground, and the lowest average value was equal to 75 dBA in the dining area and the children's playground. When the results obtained in this study are evaluated according to the Regulation on Assessment and Management of Environmental Noise (RAMEN), it is seen that open-top shopping malls are affected by the noise generated in environmental noise sources, and these sources cause to noise pollution in the shopping mall. Other points in the shopping mall were affected by the noise sources and it is concluded that noise pollution in the shopping mall can be decreased by environmental noise. It is thought that this study will have an important place in the literature with its quality of being the first study to measure noise in open-top shopping malls and will guide future studies.

Key words: Noise pollution, open-top shopping mall, Kocaeli, health.

Giriş

Başta sanayi devrimi ve sonrasında teknolojinin de gelişmesiyle birlikte gürültü kirliliği modern çağın sorunlarından biri haline gelmiştir. Kulağa hoş gelmeyen ve istenmeyen sesler bütünü olarak tanımlanan gürültünün, insan sağlığına ve yaşam kalitesi üzerine pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Çevresel gürültünün sağlık üzerindeki etkilerinin doğrudan ve kısa zamanda ortaya çıkmaması, diğer kirlilik türlerine nazaran gürültüye gereken önemin verilmemesine neden olmuştur (Lumpur, 1984). Gürültünün, işitme hasarları şeklinde görülen fiziksel etkileri, vücut aktivitesindeki fizyolojik etkileri, sıkıntı, rahatsızlık, öfkelenme ve diğer davranış bozuklukları gibi psikolojik etkileri ve iş veriminin azalması, işitilen seslerin anlaşılabilmesi gibi performans üzerine etkileri bulunmaktadır (Mavruk, 2005).

Günümüzde hemen her yerde gürültü ile karşılaşmak mümkündür. Trafikte, hastanelerde, okullarda, hava alanlarında, eğlence mekanlarında, alışveriş merkezlerinde (AVM'ler), parklarda kısaca insanın olduğu her yerde gürültü mevcuttur. İnsan sağlığı açısından gürültünün kontrol edilmesi ve bu amaçla gürültü ölçümlerinin yapılarak, yönetmeliklere uygun olup olmadığını kontrol etmek oldukça önemlidir (Belek, 2017). Gürültü kirliliği ile ilgili çalışmaların, trafikte (Erdoğan ve ark., 2007; Dal, 2016, Morgül ve Dal, 2012; Özdemir ve ark., 1999), endüstrilerde ve yerleşim alanlarında (Yücel, 1995; Soylu ve Gökkuş, 2016), parklarda (Ulrich ve ark., 1991; Özer, 2014), havaalanlarında (Ünal ve ark., 2014; Kavraz, 2015), inşaatlarda (Coşgun ve ark., 2008; Çerçevik ve ark., 2018), hastanelerde (Busch-Vishniac ve ark., 2005, İncekar ve Balcı, 2017), okullarda (Bulunuz ve ark., 2017; Güremen, 2012; Özbıçakçı ve ark. 2012; Polat ve Kırıkkaya, 2004) ve eğlence merkezlerinde (Özyonar ve Peker 2008; Bölükbaşı, 2012) gerçekleştirildiği yapılan literatür araştırmaları sonucunda görülmektedir.

İnsanların alışveriş yapmak veya hoşça vakit geçirmek için gittikleri AVM'ler, buldukları konumları ya da araç trafiği nedeniyle gürültüye maruz kalmaktadırlar. Özellikle hafta sonları ziyaretçi sayısının artmasıyla trafik kaynaklı gürültü seviyesi de yükselmektedir. AVM'lerde gürültü kirliliğine yönelik literatürde pek fazla çalışmanın olmaması oldukça dikkat çekicidir. Ankara'da iki farklı AVM'nin içinde her bir katta gürültü meydana getiren noktaların tespit edildiği bir çalışmada, sadece Cumartesi günleri bu noktalarda ölçümler yapılmış ve elde edilen sonuçlar çözüm önerileriyle birlikte sunulmuştur (Demir, 2003).

Bu çalışmada, Kocaeli ilinde bulunan açık bir AVM'de ilkbahar ve yaz mevsimlerinde hafta sonları sabah, öğle ve akşam saatlerinde gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)'ne göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri yorumlanmış ve gürültü kirliliğine karşı alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Kocaeli ilinde bulunan üzeri tamamen açık olan bir AVM'de gürültü kirliliği belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçüm alanı olarak açık bir AVM seçilmesinin nedeni, AVM içerisindeki insanların dış faktörlerden, AVM dışındaki insanların da AVM içindeki gürültüden etkileneceğinin düşünülmesidir. Çalışma kapsamında, 28.777 m²'si mağaza ve toplam 144.000 m²'lik alana kurulu olan AVM'nin, krokisi çıkartılarak gürültü açısından hassas noktalar belirlenmiştir (Şekil 1) (Anonim, 2020). Belirlenen bu noktalarda AVM'lerin en kalabalık olduğu günler olan Cumartesi ve Pazar günleri sabah, öğle ve akşam saatlerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

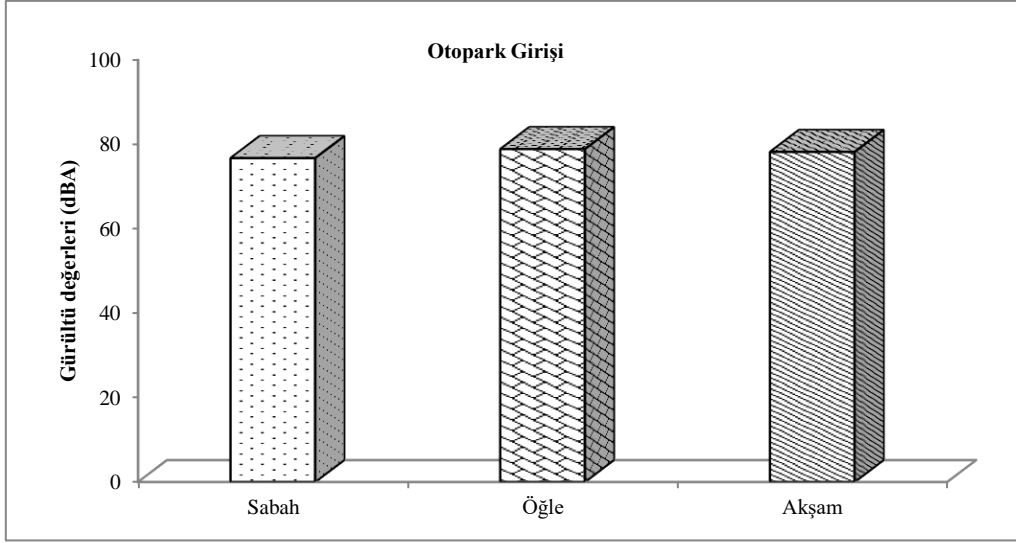


Şekil 1. Ölçüm noktalarının harita üzerinde gösterimi

Ölçümler gürültünün yoğun olduğu zamanlar olan, işe gidiş, öğle yemeği ve iş çıkışı saatleri düşünülerek yapılmıştır. Bu zaman dilimlerine önem verilmesinin nedeni Kocaeli ilinin bir sanayi kenti olması ve birçok özel sektörün haftasonları da çalışmaya devam etmesidir. Gürültü ölçümleri sabah AVM'lerin açılma saati olan 10:00-11:00, öğle yemeği saatleri olan 12:00-13:00 ve akşam iş çıkışı saatleri olan 17:00-18:00 saatleri arasında 3'er dakikalık periyotlar halinde yapılmıştır. Ölçümler yerden 1.2 metre yükseklikten yere 45 derecelik açıyla ziyaretçi otopark girişi, ziyaretçi otopark çıkışı, yolcu bekleme durağı, tuvalet giriş ve çıkışları, yemek alanı, amfi tiyatro ve çocuk oyun alanında, havanın açık veya parçalı bulutlu, rüzgârın sakin veya hafif olduğu günlerde gerçekleştirilmiştir. Hataların önüne geçebilmek için rüzgârlı ve yağışlı günlerde ölçüm yapılmamıştır. Çalışma süresince ölçüm materyali olarak EXTECH SDL600 (Sound Level Meter) ses ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler maksimum eşdeğer gürültü düzeyi (Leq_{max}) cinsinden olup, A ağırlıklı ses düzeyi (dBA) birimindedir. Ölçüm esnasındaki bozucu etkenlerin (ani rüzgâr, yağış, yüksek araç gürültüsü vb.) meydana gelmesi durumunda ölçümler tekrarlanmıştır. Ölçüm alındığı andaki ortalama hava sıcaklığı ve havanın durumu not edilmiştir. İlk ölçümlerde hangi noktadan ve pozisyondan ölçüm alındıysa, sonraki tüm ölçümler de aynı noktalardan ve pozisyonlardan alınmış, yani ilk ölçüm şartları (aynı nokta, aynı yükseklik, aynı yön, aynı süre vb.) değiştirilmemiştir.

Bulgular ve Tartışma

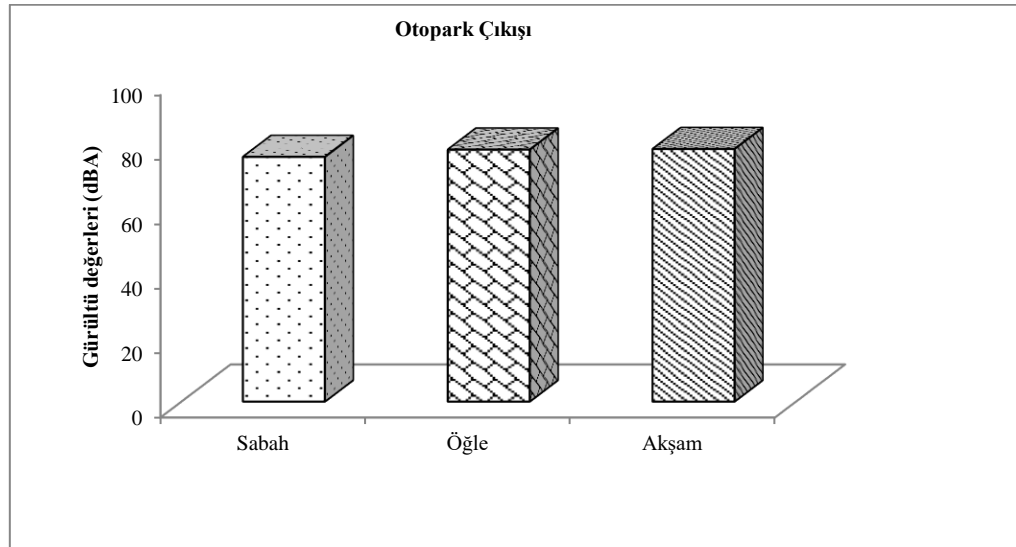
Günümüzde insanların hoşça vakit geçirip, alışveriş yapmak amacıyla gittikleri yerlerden biri olan AVM'lerde gürültü kirliliğinin belirlenmesi bu çalışmanın temelini oluşturmakta olup, çalışma alanı olarak Kocaeli ilinde yer alan üzeri açık bir AVM seçilmiştir. Çalışmada öncelikle gürültünün fazla olabileceği noktalar ve saatler belirlenmiştir. AVM'de otopark giriş ve çıkışları, araç bekleme durakları, tuvaletler ve bebek bakım odaları, çocuk oyun alanları ve yemek alanları en fazla gürültü oluşturabilecek yerler olarak öngörülmüştür. Ölçümler insanların hafta sonları AVM'lere gitmeyi daha fazla tercih etmeleri nedeniyle Cumartesi ve Pazar günleri, sabah 10:00, öğle yemeği saati olan 13:00 ve akşam 17:00'de gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında ilk faaliyet alanı olarak otopark girişi seçilmiş olup, ölçülen değerlerin ortalamaları Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde, gürültü değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüş olup, en yüksek gürültü değeri öğle saatinde 78.85 dBA olarak ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları, insanların hafta sonları AVM'leri alışveriş yapma, eğlenme, yemek yiyip, dinlenme vb. gibi farklı amaçlarla günün her saatinde yoğun olarak tercih ettiklerini göstermektedir. Özellikle öğle saatinde ölçüm değerlerinin yüksek olması, insanların hafta sonu geç uyanıp, saat 12.00'den sonra AVM'lere geldiklerini düşündürmektedir.



Şekil 2. Otopark girişinde yapılan ölçümlerin ortalaması

Otopark girişlerinde olduğu gibi otopark çıkışlarında da gürültü oluşacağı düşünülerek, ikinci gürültü kaynağı olarak seçilen otopark çıkışlarında yapılan ölçümlerin ortalamaları Şekil 3'te gösterilmiştir. Öğle saatindeki ölçüm (78.15 dBA) ile akşam saatindeki ölçüm (78.37 dBA) değerleri

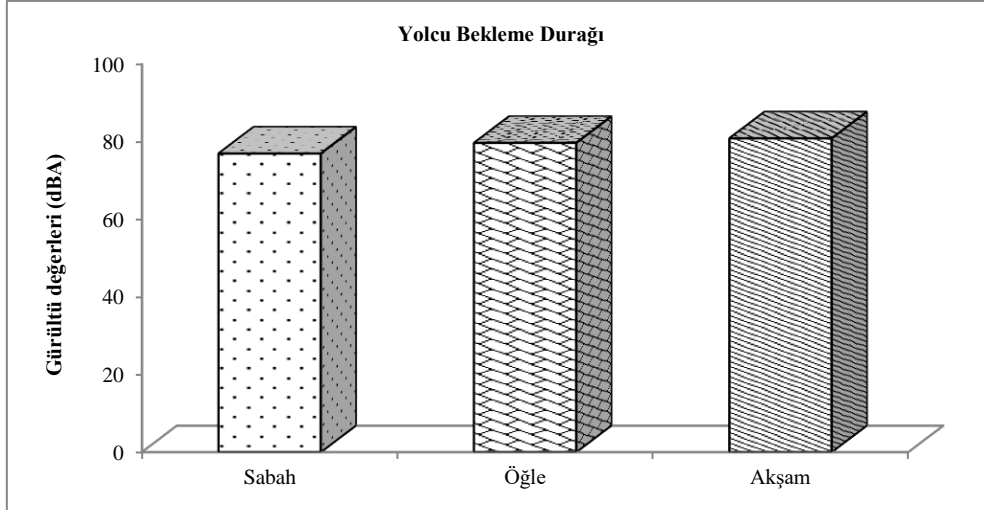
birbirlerine oldukça yakındır. Otopark girişi ve çıkışlarında ölçülen öğle ve akşam ölçümlerinin birbirine bu kadar yakın çıkmasının nedeni, ölçüm yapılan otoparkın D100 ve D130 karayolları arasında kalan bölgede yer almasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Otopark çıkışında yapılan ölçümlerin ortalaması

Üçüncü ölçüm noktası olarak belirlenen yolcu bekleme durağı, AVM'nin otopark girişi ve çıkışına 200 metre eşit mesafede konumlandırılmıştır. Şekil 4'te görüldüğü üzere en yüksek ölçülen değer akşam saatinde 80.89 dBA'dır. Bu kadar yüksek bir değer ölçülmesi, AVM'nin sanayi bölgesinde yer alması, genellikle saat 17.00'in mesai bitiş saatine ve dolayısıyla işçi servislerinin çok yoğun olarak geçtiği bir

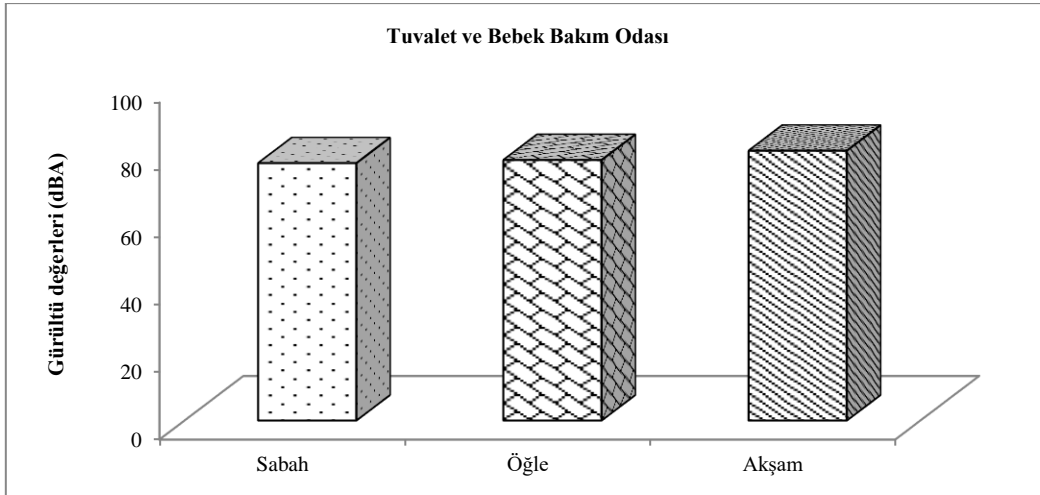
zaman dilimine denk gelmesidir. Örnekleme günlerinde yapılan ölçümlerde yolcu bekleme durağındaki en yüksek gürültü değeri öğle saatinde 88.5 dBA olarak ölçülmüştür. Sabah yapılan ölçüm değerlerinin de yüksek çıkması, gece 24.00'dan sabah 10.00'a kadar İzmit şehir içi yollarına ağır vasıta araçlarının şehire kontrolsüz girme izninin bulunmasıdır.



Şekil 4. Yolcu bekleme durağında yapılan ölçümlerin ortalaması

ÇGDYY’de yer alan Tablo 1’de, karayolu çevresel gürültü sınır değeri mevcut yollar için gündüz 70 dBA, akşam ise 65 dBA olarak verilmiştir. Otopark girişi, otopark çıkışı ve yolcu bekleme durağında ölçülen gürültü değerlerinin ÇGDYY’nde verilen sınır değerlerden daha yüksek olduğu, dolayısıyla bu noktalarda gürültü kirliliğinin olduğu görülmektedir. DSÖ’ne göre karayolları gürültü kirliliği insanlarda miyokart enfarktüsü, kemik-kalp hastalıkları ile kalbe bağlı yüksek tansiyon hastalıklarına neden olmaktadır (WHO, 2018).

Dördüncü ölçüm noktası olan tuvalet ve bebek bakım odalarının bulunduğu alanda, en yüksek gürültü değeri akşam saatinde ölçülen 80.07 dBA iken, en düşük gürültü değeri ise sabah saatinde ölçülen 58.9 dBA’dır (Şekil 5). Bu dalgalanmanın ana kaynağı olarak, tuvalet ve bebek bakım odasının bulunduğu koridorda bir terzi dükkânının yer alması nedeniyle sürekli insan akışı ve makine seslerinin olmasıdır. Ayrıca en yüksek değer ölçüldüğü tarihte, Türkiye genelinde Ramazan Bayramı tatilinin ve buna bağlı olarak da insanların AVM’lerde bulunma sıklığının artması söz konusudur.

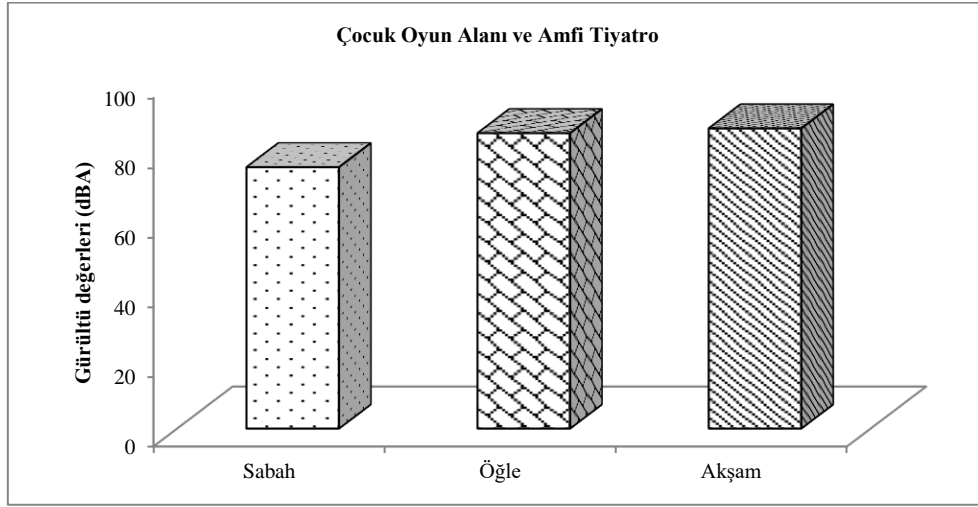


Şekil 5. Tuvalet ve bebek bakım odasında yapılan ölçümlerin ortalaması

Çocuk oyun alanları olarak AVM’de özel bir dairesel alan ayrılmış ve bu alanın bir kısmına amfi tiyatro bölümü konumlandırılmıştır. Üzeri açık olarak konumlandırılmış betonarme yapının 2 metre uzağında, oyun alanının orta noktasında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Şekil 6’da

görüldüğü gibi akşam ölçümlerinin ortalaması 86.15 dBA olarak en yüksek seviyelerde seyretmektedir. Sabah saatlerindeki ölçüm değerlerinin, öğle ve akşam saatlerindeki ölçüm değerlerine kıyasla daha düşük seviyede çıkması, sabah saatlerinde oyun alanına gelen çocuk ve

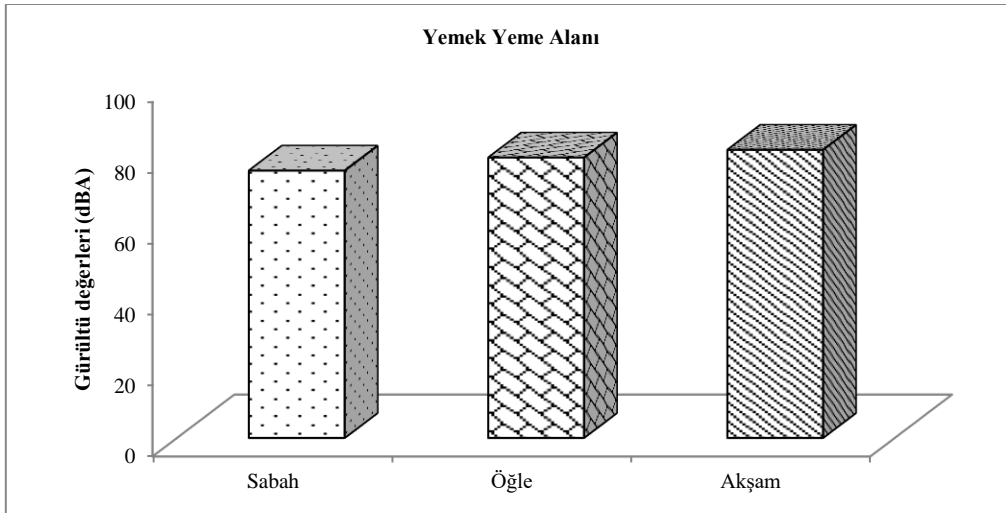
ebeveyn sayısının az olduğunu göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Çocuk oyun alanında yapılan ölçümlerin ortalaması.

AVM'lerde insanların bir yandan dinlenirken, diğer yandan yemek yemeleri için tasarlanan yemek yeme alanları bir diğer ölçüm noktası olarak seçilmiştir. Şekil 7'de görüldüğü üzere, en yüksek gürültü değeri ortalaması akşam saatinde 81.29 dBA olarak ölçülmüştür. Bu noktada yapılan tüm ölçümlerde akşam saatindeki gürültü değerleri, diğer zamanlarda

ölçülen değerlere göre daha yüksektir. Bunun nedeni, Ramazan ayında AVM'de yemek yeme alanına talebin akşam saatlerinde artmasıdır. En düşük gürültü 67.1 dBA, en yüksek gürültü ise 90.1 dBA olarak ölçülmüştür. Bu gürültü değişimlerinde amfi tiyatro ve çocuk parkı ile yemek yeme alanının birbirine çok yakın, hatta iç içe olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



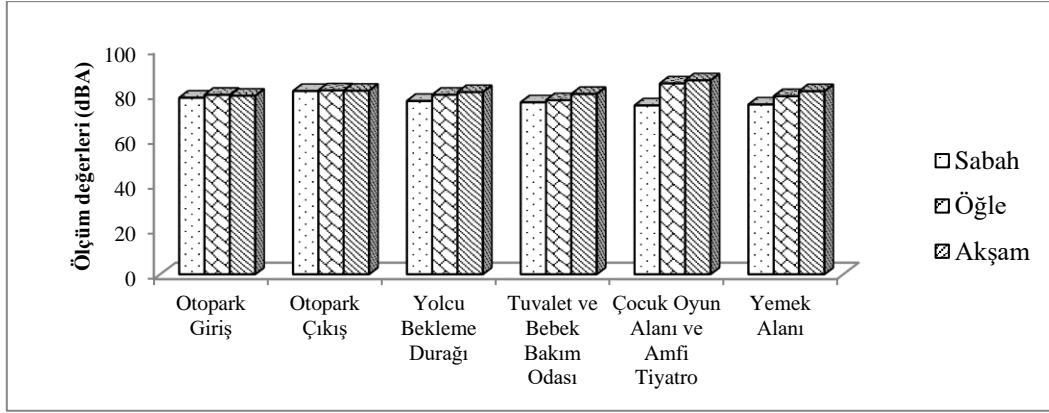
Şekil 7. Yemek yeme alanında yapılan ölçümlerin ortalaması.

Tuvalet ve bebek bakım odaları, çocuk oyun alanı ve amfi tiyatro ile yemek yeme alanında ölçülen gürültü değerleri, ÇGDYY'nde Tablo 9'a göre iç mekan gürültü sınır değeri olan 45 dBA'nın oldukça üstündedir.

Bu çalışma kapsamında ölçüm yapılan altı noktanın sonuçları toplu olarak Şekil 8'de

gösterilmektedir. Şekil 8 incelendiğinde, sabah saatlerinde ölçülen değerlerin, genel olarak öğle ve akşam saatlerinde ölçülen değerlere göre daha düşük çıktığı ve bu değerlerin otopark girişi, otopark çıkışı ve yolcu bekleme durağında birbirleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir. En yüksek gürültü değerleri çocuk oyun alanında

öğle ve akşam saatlerinde ölçülmüş olup, bu değerleri otopark çıkışı ve yemek alanında ölçülen değerler takip etmektedir.



Şekil 8. Tüm ölçüm noktalarında yapılan ölçümlerin ortalaması.

DSÖ'ne göre günümüzde, gürültüye maruz kalmanın resmi olarak tanınan tek sonucu işitme kaybıdır, ancak gürültüye bağlı rahatsızlık, bağışıklık hastalıkları, uyku bozuklukları ve hipertansiyon son yıllarda daha fazla görülmektedir. Aşırı gürültü sağlığa ciddi şekilde zarar vermekte ve insanların okulda, işte, evde ve boş zamanlarında günlük aktivitelerine olumsuz etki etmektedir. Uykusuzluk, kardiyovasküler ve psikofizyolojik etkilere neden olmakta, günlük yaşantıda performansı azaltmakta ve tepkileri değiştirmektedir (WHO, 2018).

Gürültü kirliliği denildiğinde akla ilk gelen gürültü trafik kaynaklıdır. Bu çalışma bir dinlenme ve eğlence yeri olarak görülen AVM'de yapılmış ilk çalışmalardandır. AVM'lerin sanılanın aksine dinlenme yeri değil, birçok etkeni bir arada barındırmasından dolayı gürültü şiddetine maruz kaldığı ve insan sağlığını

olumsuz yönde etkilediği alanlar olduğu düşünülmektedir. Açık AVM'lerde ise bu durum farklılık göstermekte, belirli bir kapalı alan olmadığı için AVM'nin içinde AVM sınırları dışından gelebilecek gürültü etkenleri de söz konusu olabilmektedir. Açık AVM'lerde otopark girişi ve çıkışı, bekleme durağı çevresel gürültü kaynaklarından etkilenmekle beraber, diğer ölçüm noktaları AVM içerisindeki farklı kaynaklardan etkilenmektedir.

AVM'nin farklı noktalarında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ölçüm noktalarında elde edilen gürültü değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir. Ölçüm sonuçları incelendiğinde, en yüksek gürültü değerinin amfi tiyatrodan, en düşük gürültü değerinin ise tuvalet ve bebek bakım odasında elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 1. Gürültü ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

Ölçüm Noktası	Ort* (dB(A))	Min (dB(A))	Mak (dB(A))	Med (dB(A))	Std Sapma	Std Hata	Varyans
Otopark giriş	77.93	69.73	86.40	77.68	4.24	0.87	18.05
Otopark çıkış	77.49	69.07	86.80	78.00	4.30	0.88	19.58
Bekleme durağı	79.19	68.13	91.43	78.83	5.57	1.14	31.51
Tuvalet ve bebek bakım odası	77.92	64.27	88.37	78.02	6.36	1.30	42.94
Amfi tiyatro	81.96	73.83	95.60	81.70	5.88	1.20	35.02
Yemek alanı	78.60	69.87	86.33	79.22	4.29	0.88	18.67

* P<0.05

Çalışmada yapılan korelasyon analizi sonucunda, gürültü değerleri ile meteorolojik

parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları oldukça düşük değerlerde

elde edilmiştir. Sonuç olarak çalışmada ölçülen gürültü değerleri ile dış ortam iklim koşulları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Kocaeli’de yer alan 144.000 m² alan üzerine kurulu üzeri açık bir AVM’de ilkbahar ve yaz aylarında Cumartesi ve Pazar günleri sabah, öğle ve akşam saatlerinde gürültü ölçümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir:

- En yüksek gürültü değeri ortalaması çocuk oyun alanı ve amfi tiyatrodaki akşam saatlerinde 86.125 dBA olarak ölçülmüştür. Ölçümün bu kadar yüksek çıkmasının nedeni, ölçüm yapılan günün Ramazan Bayramı tatiline denk gelmesidir.
- Çocuk oyun alanı ve amfi tiyatro ile yemek alanında bayram öncesinde ve bayram haftasında ölçülen gürültü seviyesinde yükselme olmuştur. Bunun nedeni bayram öncesinde Ramazan ayı boyunca insanların oruç ibadetlerini yerine getirmek için AVM’deki yemek yeme ve dolayısıyla çocuk oyun alanını tercih etmeleridir.
- Hem karayolu üzerindeki noktalarda (otopark girişi, otopark çıkışı ve yolcu bekleme durağı), hem de AVM içindeki noktalarda (tuvalet ve bebek bakım odası, çocuk oyun alanı ve amfi tiyatro ile yemek yeme alanı) ölçülen gürültü değerlerinin, ÇGDYY’nde verilen sınır değerlerden çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen AVM’de mevcut olan gürültünün azaltılması için aşağıda belirtilen bazı çözüm önerileri sunulabilir:

- AVM içerisine özellikle de çocuk oyun alanı ve amfi tiyatro bölümü ile yemek yeme alanını birbirinden ayırmak için ağaçlandırma yapılabilir.
- Trafikten kaynaklanan gürültüyü azaltmak için, AVM’nin bulunduğu bölgeye raylı sistem getirilebilir, yöre halkını toplu taşımaya özendirmek adına sosyal sorumluluk projeleri hazırlanabilir, ani gürültü artışını önlemek için belirli bölgelerde korna yasağı konulabilir.
- Otopark çevresine gürültü perdeleri konulabilir.
- AVM’deki mağazaların çatılarına basit yapılı bitkiler ekilerek ve yüzey

absorbsiyonu sağlanarak gürültü azaltılabilir.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile AVM’lerden kaynaklanan gürültü kirliliğinin mevcut durumu ortaya konmuş olup, gürültünün azaltılması için çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca bu çalışmanın, AVM’lerde gürültünün ölçülmesine yönelik yapılan çalışma sayısının sınırlı olması nedeniyle, ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim. 2020. Kurumsal yerleşim planı. (<https://outletcenter.com.tr>)
- Belek, C. 2017. *Çevresel gürültünün konaklama tesislerine olan etkisi üzerine bir araştırma ve bir örneklem*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Bulunuz, M., Bulunuz, N. ve Tuncal, JK. 2017. Akustik iyileştirme yapılmış bir okulda gürültü düzeylerinin değerlendirilmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(4): 637-658.
- Busch-Vishniac, I.J., West, J.E., Barnhill, C., Hunter, T., Orellana, D. ve Chivukula, R. 2005. Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118: 3629-3645.
- Bölükbaşı, M. 2012. *Eğlence gürültü haritalarının hazırlanması: İstanbul Boğazı Kuruçeşme Mevkii Örneği*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Coşgun, T., Yüksel, F.A. ve Coşgun, A. 2008. Tünel kalıpla inşa edilen binalarda yaşanan gürültü problemleri üzerine bir araştırma. *Uygulamalı Yerbilimleri*, 1: 65-72.
- Çerçevik, A.E., Kandemir, S.Y., Yıldız, M. ve Çelik, M. 2018. Bilecik ili şehir içi yollardan kaynaklı gürültü kirliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18: 366-374.
- Dal, H. 2016. Sakarya D100 (E5) karayolu trafik gürültüsünün değerlendirilmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 20(2): 147-154.
- Demir, K. 2003. *Alışveriş merkezlerinde gürültü kontrolü ve alınacak yapısal önlemler: Ankara’da iki alışveriş merkezinde örnekleme*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Erdoğan, S., Doğan, M., Yılmaz, İ., Güllü, M., Baybura, T., Ulu, M. ve Sise, Ö. 2007. Afyonkarahisar il merkezi karayolu trafik gürültü haritasının hazırlanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2): 151-164.
- Güremen, L. 2012. Amasya kentinde ilköğretim okullarında iç ve dış çevre koşullarının değerlendirilmesi. *NWSA Engineering Sciences*, 7(2): 415-435.
- İncekar, M.Ç. ve Balcı, S. 2017. Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde gürültü. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(2): 150-154.
- Kavraz, M. 2015. Gürültü düzeylerinin iç mekanlar açısından değerlendirilmesi KTÜ: Kanuni Kampüsü Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 597-601.
- Lumpur, K. 1984. Some background reading on noise and noise pollution. *New Traits Times* (Editorial).
- Mavruk, A. 2005. *Yüreğir ve Seyhan (Adana) ilçelerinde ana arterlerdeki toz ve gürültü dağılım haritalarının hazırlanması*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Morgül, Ö.K. ve Dal, H. 2012. Sakarya ili şehir merkezinin gürültü kirliliği üzerine bir ön çalışma. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2): 83-91.
- Özbıçakçı, Ş., Çapık, C., Aydoğdu, N.G., Ersin, F. ve Kıssal, A. 2012. Bir okul toplumunda gürültü düzeyi tanılanması ve duyarlılık eğitimi. *Eğitim ve Bilim*, 37(165): 238-245.
- Özdemir, C., Dursun, Ş. ve Burdurlu Y. 1999. Konya şehir merkezi gürültü kirliliği haritası. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5: 1179-1185.
- Özer, S. 2014. Erzurum kent parklarındaki gürültü kirliliğinin belirlenmesi: aziziye parkı örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 7-11.
- Özyonar, F. ve Peker, İ. 2008. Sivas kent merkezindeki çevresel gürültü kirliliğinin araştırılması. *Ekoloji*, 18(69): 75-80.
- Polat, S. ve Kırıkkaya, E.B. 2004. Gürültünün eğitim öğretim ortamına etkileri. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz, Malatya.
- Soylu, M. ve Gökkuş, Ö. 2016. Endüstriyel kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması ve bir tekstil fabrikasında uygulama örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 1-7.
- Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M.A. ve Zelson, M. 1991. Stressrecovery during exposure to natural and urban environments. *Journal Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.
- Ünal, İ., Türkoğlu, F. ve Doğan, B. 2014. Nevşehir Kapadokya Havalimanının emisyon ve gürültü açısından değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makine*, 55(654): 24-29.
- WHO, 2018. Environmental noise guidelines for the European region.
- Yücel, M. 1995. *Çevre Sorunları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 302.

Doğu Anadolu Bölgesindeki Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi

Gizem Hazan ÇAĞLAYAN

Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Muş, Türkiye
Sorumlu yazar: gh.caglayan@alparslan.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.05.2020 Kabul Tarihi: 04.06.2020

Öz

Dünya nüfusunun sürekli artış göstermesi, enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılan fosil kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Ayrıca fosil kaynakların kullanımı ozon tabakasının incilmesi, sera etkisi ve iklim değişikliği gibi çeşitli olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu olumsuz etkileri önlemek amacıyla fosil kaynakların tüketimi sınırlandırılmalı ve çevresel açıdan daha uygun kaynak arayışına gidilmektedir. Yeni kaynak arayışı ile birlikte yenilenebilir enerji kaynakları olarak ifade edilen, kendi kendini yenileyen ve çevre dostu olan enerji türleri ortaya çıkmaktadır. Bu enerji türlerinden biri olan biyogaz enerjisi; organik atıkların belirli işlemlere tabii tutularak elde edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu enerjinin; yakıt, elektrik enerjisi ve ısınma ihtiyacı gibi birçok alanda kullanılabilme özelliği mevcuttur. Biyogaz enerjisinin üretimi ve kullanımı için uygulanabilecek alternatif teknolojiler hızla gelişmektedir. Ülkemizde tarım ve hayvancılık yaygın olduğundan, biyogaz enerjisi için bol miktarda biyokütle kaynağı mevcuttur. Yapılan bu çalışmada; Doğu Anadolu Bölgesi'ne ait 14 ilin büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarından oluşacak potansiyel atık miktarı hesaplanmıştır. Bu atıklardan üretilebilecek biyogaz enerjisi ve bu enerjiden faydalanacak kişi sayısı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; Ardahan ili merkez ilçe nüfusunun yaklaşık %95.4'ünün, gerekli tesis kurulduğu takdirde enerji ihtiyacını biyogaz enerjisinden karşılayabileceği görülmüştür. Ağrı ili merkez ilçesi için bu sayı yaklaşık %83.6, Tunceli ili merkez ilçesi için ise yaklaşık %67.6 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler göz önünde bulundurularak, bölgeye uygun biyogaz tesislerinin kurulması halinde hem bölgedeki enerji ihtiyacının büyük oranda karşılanacağı hem de çevresel şartların daha kaliteli hale geleceği ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Doğu Anadolu Bölgesi, Hayvansal atık, Yenilenebilir enerji.

Investigation of Biogas Potential of Cattle and Sheep Waste in Eastern Anatolia Region

Abstract

The continuous increase in the world population causes the rapid depletion of the existing fossil resources which used for the energy needs. These consumption of sources have many negative effects such as depletion, ozone depletion, greenhouse effect and climate change. In order to prevent these adverse effects, the consumption of fossil resources should be limited and a more environmentally sources should be reserch. Search for new resources, energy types occur, which are expressed as renewable energy sources and which do not constitute an environmental problem. Biogas energy is one of these energy types; organic wastes are obtained by subjecting to certain processes. This energy; It has property of using in many areas such as fuel, electrical energy and heating need. Nowadays, alternative technologies that can be applied for increasing biogas energy production and use are developing rapidly. Biomass energy is one of the renewable energy sources and it can be said that this type of energy is not at risk of depletion. Since agriculture and animal husbandry are common in our country, there are plenty of biomass resources for biogas production. In this study; the potential

amount of waste from bovine and ovine of 14 provinces in the Eastern Anatolia Region was calculated. The biogas potential that can be produced from these wastes and the number of people who will benefit from this potential have been determined. In the results of working; Approximately 95.4% of the central district population of Ardahan province will be able to meet its energy needs from biogas energy if the required facility is established. This number has been calculated as 83.6% for the central district of Ağrı and approximately 67.6% for the central district of Tunceli. Considering these data, it can be stated that if biogas plants suitable for the region are established, both the energy need in the region will be met to a large extent and the environmental conditions will become better.

Keywords: Biogas, East Anatolia Region, Animal waste, Renewable energy.

Giriş

İnsan nüfusunun hızla artması ve sürekli gelişen sanayileşmenin sonucunda, enerji tüketimi de artış göstermektedir. Bu artış sebebiyle en çok tüketilen enerji kaynakları olarak kömür, doğal gaz ve petrol sıralanabilir. Bu kaynaklar fosil kaynak olarak adlandırılır ve mevcut potansiyelleri gün geçtikçe azalmaktadır. Fosil kaynakların enerji hammaddesi olarak kullanılması sonucunda ortaya çıkan çevresel sorunlar, alternatif enerji kaynağı arayışını doğurmaktadır (Hosseini ve Wahid, 2013). Fosil yakıtların yeryüzündeki mevcut rezerv dağılımları petrol eşdeğeri olarak; %68 kömür, %18 petrol ve %14 doğalgaz şeklindedir (Demirtaş ve Gün, 2007). Son yıllarda yapılan çalışmalar; petrolün 2047, doğalgazın 2068, kömürün ise 2140 yılına kadar tükeneceğini göstermektedir. Bu çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının ne kadar gerekli olduğu açıktır (Baran ve ark., 2017). 2015 yılından itibaren, dünyanın birçok ülkesinde yenilenebilir enerji destek politikaları kabul edilmekte ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri küresel anlaşmasına bağlı olarak temiz ve yeşil enerjinin kullanımı, birçok hükümetin öncelikli gündemi haline gelmektedir (Sahota ve ark., 2018). Temiz ve yeşil enerji kaynaklarından biri olan biyogaz hem tarımsal hem de çevresel faydalar sağlayan enerji türleri arasındadır. Organik atıkların bertarafı, besin maddelerinin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı gibi entegre bir yapıdan oluşan biyogaz tesisleri hem teknoloji hem de uygulama açısından etkili bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak ifade edilmektedir (Luo ve ark., 2017).

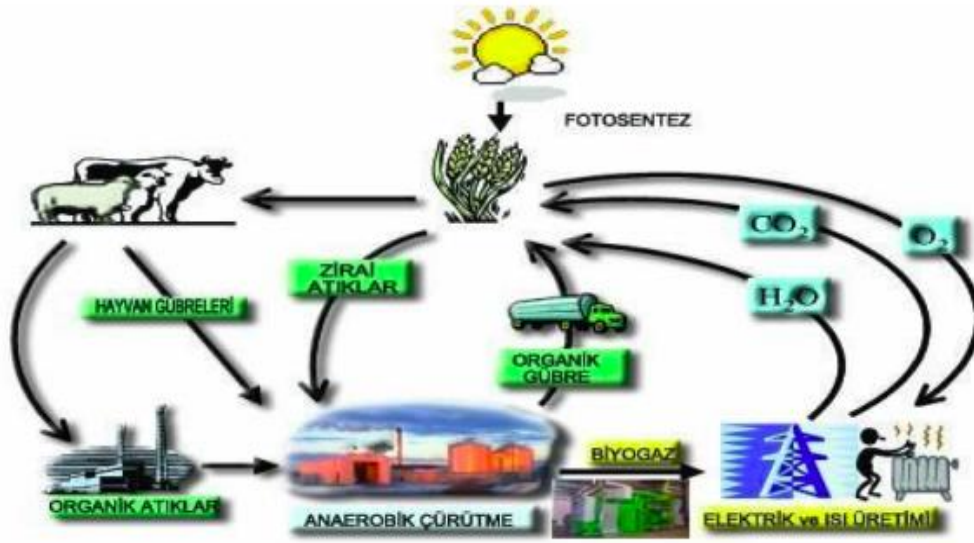
Biyogaz

Türkiye; ürettiği enerjinin neredeyse üç katını tüketmektedir ve enerjide dışa bağımlılığı %70'in üzerindedir. Bunun yanında, özellikle organik atık bakımından yüksek enerji potansiyeline sahip olan ülkemiz, yenilenebilir

enerji kaynağı açısından oldukça zengindir (Şenol ve ark., 2017). Ülkemizdeki mevcut organik atıklar genel olarak toplam atıkların %65'ini oluşturmaktadır. Bu organik atıklar, genellikle kontrolsüz bir şekilde çevreye atılarak çürümeye terk edilmekte ve buna bağlı olarak çevre kirliliği meydana gelmektedir. Organik atıkların değerlendirilmesi ile birlikte çevre kirliliğinin olumsuz etkileri önlenebileceği gibi aynı zamanda enerji ihtiyacının karşılanması açısından büyük fayda sağlanacaktır (Kumbur ve ark., 2015). Gıda atıkları, biyokütle ve hayvansal atıklar vb. organik bileşiklerin oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucu üretilen biyogaz, insan ve hayvanların biyolojik aktivitesi sonucu oluşan atık ürünlerin fermantasyonu sonucu meydana gelen yanıcı, renksiz ve ısı değeri yüksek bir gaz karışımıdır (Bulut ve Canbaz, 2019). Bu gaz karışımının ana bileşenleri verilen sıcaklıkta su buharı ile doymuş; metan (CH₄) (50-65% (v/v)) ve karbon dioksit (CO₂) (35-50% (v/v)) gazlarından oluşmaktadır (Miltner ve ark., 2017). Bu karışıma ek olarak, su buharı (H₂O), azot (N₂), hidrojen (H₂), oksijen (O₂), karbon monoksit (CO), hidrojen sülfür (H₂S) ve amonyak (NH₃) gibi gazlar da bulunabilmektedir (Noyola ve ark., 2006). Biyogazın içerdiği gaz bileşenleri ve % konsantrasyonları Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Biyogaz bileşimi (Deviren ve ark., 2017).

Bileşenler	Hacimsel %
Metan	50-80
Karbondioksit	20-50
Hidrojen sülfür	0.0005-0.0002
Amonyak	0.0005-0.0001
Azot	0-3
Hidrojen	0-5
Su	0-1



Şekil 1. Biyogaz oluşum çevrimi (Baran ve ark., 2017).

Anaerobik sindirim adı verilen bu proses sayesinde, tarımsal artıklar, atık su arıtma çamuru ve diğer organik atık kaynakları enerji eldesi amacıyla kullanılmaktadır (Aryal ve ark., 2018). Bu proste organik atıkların kullanılması ile etkili bir atık yönetim sistemi oluşturularak atıklar bertaraf edilir ve bu atıklardan enerji eldesi sağlanır (Köse, 2017). Bu bilgiler ışığında, biyogaz enerjisinin günümüz dünyasında enerji tasarrufu açısından umut verici yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olduğu ifade edilebilir (Wang ve ark., 2018). Biyogaz üretiminde kullanılan organik maddeler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Biyogaz üretiminde kullanılan organik atıklar (Deviren ve ark., 2017).

Organik Maddeler	Atık Türleri
Orman endüstri atıkları	Sebze, meyve, tahıl ve yağ endüstri atıkları
Zirai atıklar	Yemek atıkları
Evsel katı atıklar	Hayvan gübreleri (büyükbaş, küçükbaş, tavukçuluk)
Kâğıt endüstri atıkları	Şeker endüstri atıkları
Keri ve tekstil atıkları	Gıda endüstrisi atıkları
Bahçe atıkları	Atık su arıtma tesisi atıkları

Her türlü organik maddeden elde edilebilen biyogaz enerjisi için ülkemizde genel olarak hayvan gübreleri esas alınmaktadır (Doruk ve Bozdeveci, 2017). Hayvan gübresi uygun işlemlere tabi tutulmadan çevreye deşarj edildiğinde toprak ve su sistemlerine yönelik ciddi kirliliklere neden olur. (Li ve ark., 2016). Hayvan gübresinden anaerobik sindirim ile elde edilen biyogaz, ortamdaki kokuların ve patojenlerin azalması gibi birçok ekolojik fayda sağlayarak bu kirliliklerin olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Khan ve ark., 2017). Ayrıca biyogaz üretiminden elde edilen digestat aynı özelliklere sahip olan bir gübre olarak kullanılabilir. Bu sayede, çiftliklerde kimyasal gübrelerin kullanımı azaltılarak ilave ekonomik faydalar sağlanır ve çevresel açıdan kirletici emisyonlar önlenmiş olur (Dagnall ve ark., 2000).

Biyogaz teknolojisi özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli gündemde kalan ve önemini artıran alternatif enerji kaynağıdır (Koçer ve Kurt, 2013). İklim değişikliği ve fosil yakıtların aşırı kullanımıyla birlikte, biyogaz enerjisinin avantajları giderek daha da belirgin hale gelmektedir (Gao ve ark., 2019). Sera gazı emisyonları ve iklim değişikliği, günümüzde en önemli konular arasında yer almaktadır (Quintino ve ark., 2018). Bütün bu nedenlere dayanarak; son yıllarda hayvansal atıklar, tarımsal atıklar, evsel atıklar ve atık sularından meydana gelen biyoenerji kaynakları oldukça dikkat çekmekte ve küresel enerji talebinin bir kısmını karşılamak için bu enerji kaynaklarına başvurulmaktadır (Holm-Nielsen

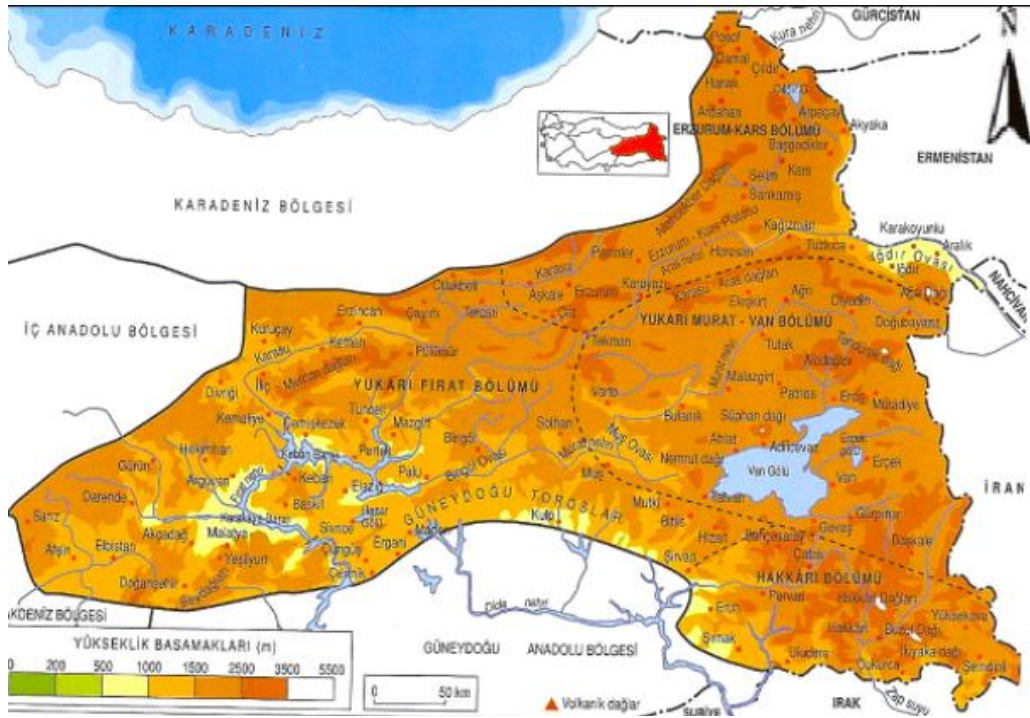
ve ark., 2009). Yapılan bu çalışmanın amacı; yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak nitelendirilen biyogazın Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki mevcut potansiyelini hesaplayarak, bu bölgede kurulacak biyogaz tesislerinin bölgenin enerji talebine sağlayacağı katkıyı incelemektir. Çalışma kapsamında; Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan 14 ile ait büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları belirlenmiştir. Bu hayvan sayılarına göre oluşacak atık miktarı, bu atıklardan üretilebilecek biyogaz potansiyeli ve faydalanacak kişi sayısı hesaplanmıştır. Elde

edilen bu veriler çizelgeler ve grafikler halinde sunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Çalışmanın yürütüldüğü Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin 7 adet coğrafi bölgesinden biridir. Bölgenin yüz ölçümü 164.000 km²'dir. Ülke topraklarının %21'ini kaplamaktadır. Bölge 14 ilden oluşmaktadır ve bölgenin başlıca geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır (Wikipedia, 2019).



Şekil 2. Doğu Anadolu Bölgesi fiziki haritası (Özgen, 2010).

Çalışma Metodu

Çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki 14 ile ait büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları 2018 yılına ait TÜİK verilerinden elde edilmiştir. Öncelikle günlük atık miktarı belirlenmiş daha sonra bu miktardan üretilebilecek biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Son olarak ise biyogaz potansiyelinden faydalanacak kişi sayısı tespit edilmiş ve illerin merkez ilçe nüfusları ile faydalanacak kişi sayısı arasında karşılaştırma yapılmıştır. Biyogaz potansiyeli hesaplanırken aşağıda verilen kabuller yapılmıştır;

a) Gübre ile ilgili kabuller:

1 adet büyükbaş hayvandan 3.6 ton yıl⁻¹ ve 1 adet küçükbaş hayvandan 0.7 ton yıl⁻¹ yaş gübre eldesi esas alınmıştır. Ayrıca hayvan başına

günlük atık miktarı büyükbaş hayvan için 10 kg, küçükbaş hayvan için ise 3 kg kabul edilmiştir (Yürük ve Erdoğan, 2015).

b) Faydalanacak kişi sayısı hesabı ile ilgili kabuller:

Toplam ihtiyaç yaklaşık 3 m³ gün⁻¹ olarak alınmıştır. Günlük yemek pişirme ihtiyacı için 0.35 m³ kişi gün⁻¹, günlük bir saat aydınlatma kullanımı için 0.15 m³ saat gün⁻¹ enerji tüketimi esas alınmış, bir ailenin 5 kişiden oluştuğu ve günlük 8 saat aydınlatma amaçlı enerji ihtiyacı olduğu kabul edilmiştir (Çağlayan ve Koçer, 2014).

c) Biyogaz ile ilgili kabuller:

1 ton sığır gübresinden 33 m³ yıl⁻¹ ve bir ton koyun gübresinden ise 58 m³ yıl⁻¹ biyogaz

üretileceği kabul edilmiştir (Yetiş ve ark., 2019). Bu kabule göre, hesaplama kolaylığı açısından büyükbaş hayvan atığından kg başına üretilebilecek biyogaz potansiyeli 0.035 m³, küçükbaş hayvan için ise kg başına üretilebilecek biyogaz potansiyeli 0.060 m³ kabul edilerek her bir il için ayrı ayrı toplam biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır.

d) Enerji ile ilgili kabuller:

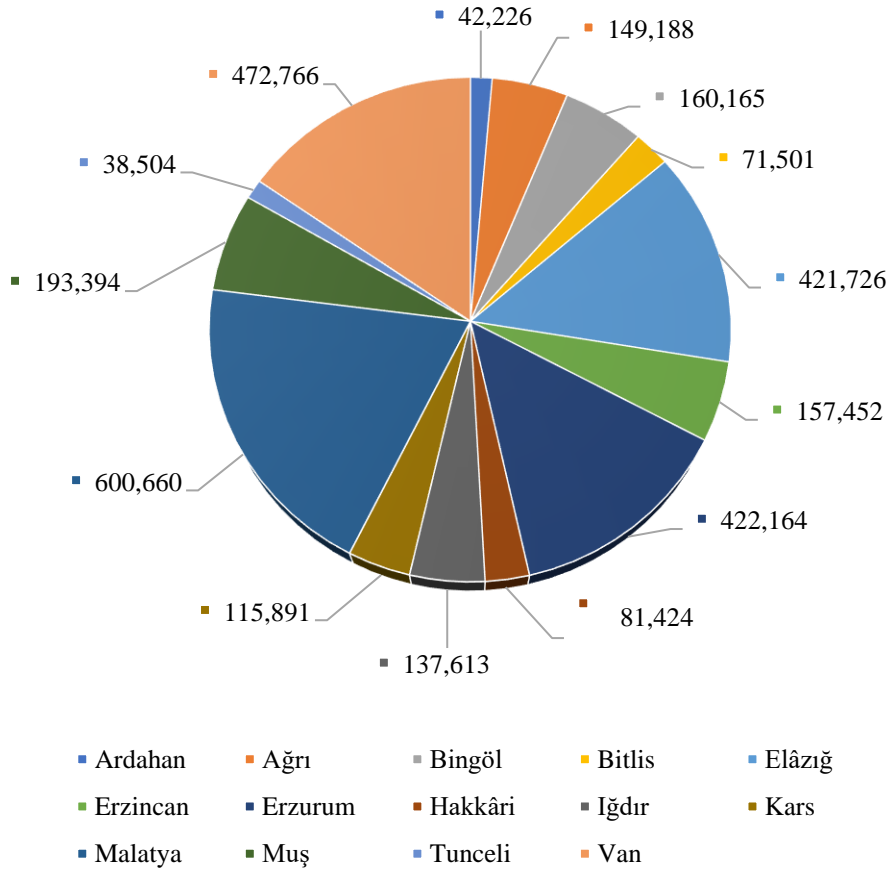
1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı; 3.47 kg oduna, 0.63 l gaz yağına, 0.43 kg bütan gazına, 4.7 kWh elektriğe ve 0.8 l benzine eşdeğerdir (Altıkat ve Çelik, 2012).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları Çizelge 3’de gösterilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki büyükbaş hayvan sayısının %23.1’inin Erzurum, %13.5’inin Kars, %11.66’sinin Ağrı ilinde olduğu görülmektedir. En az sayıdaki büyükbaş hayvan %1.01 ile Tunceli ilinde bulunmaktadır. Küçükbaş hayvan sayısının ise; %24.13’ü Van, %12.04’ü Ağrı,

%9.48’i Muş ilindedir. En az küçükbaş hayvan %0.67 ile Ardahan ilindedir. Yukarıda verilen kabuller ile 14 ilin büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları dikkate alınarak her bir ilin toplam biyogaz potansiyeli hesaplanmış ve Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde, Doğu Anadolu Bölgesine ait toplam biyogaz potansiyelinin en fazla olduğu ilin 539.167 kg.m³ gün⁻¹ ile Van ili olduğu görülmektedir. Van ilini 403.561 kg.m³ gün⁻¹ toplam biyogaz potansiyeli ile Erzurum ili takip etmektedir. En düşük toplam biyogaz potansiyeline sahip ilin ise 78.135 kg.m³ gün⁻¹ ile Tunceli ili olduğu görülmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi’nde üretilebilecek biyogaz enerjisinden faydalanacak kişi sayısı ve bu sayıların her bir ilin ilçe merkez nüfuslarıyla kıyaslanması amacıyla, bölgedeki 14 ilin merkez ilçelerine ait 2018 yılı nüfus sayıları TÜİK verilerinden elde edilmiştir. TÜİK verilerine göre Doğu Anadolu Bölgesi 2018 yılı nüfus sayısı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Doğu Anadolu Bölgesi 2018 yılı nüfusu (TÜİK, 2018).

Çizelge 3. Doğu Anadolu Bölgesi 2018 yılı büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları (TÜİK, 2018).

İller	Büyükbaş (Adet)		Küçükbaş (Adet)	
	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)
Ardahan	306.925	9.21	74.238	0.67
Ağrı	388.452	11.66	1.322.805	12.04
Bingöl	132.772	3.99	510.781	4.65
Bitlis	94.880	2.85	645.291	5.88
Elâziğ	187.418	5.63	698.745	6.36
Erzincan	114.915	3.45	434.457	3.95
Erzurum	768.997	23.1	746.733	6.80
Hakkâri	44.443	1.33	668.041	6.08
Iğdır	150.633	4.52	1.028.322	9.36
Kars	450.101	13.5	456.500	4.16
Malatya	174.321	5.23	338.433	3.08
Muş	306.542	9.2	1.041.102	9.48
Tunceli	33.939	1.01	368.089	3.36
Van	177.346	5.32	2.650.531	24.13
Toplam	3.331.684	100	10.984.068	100

Biyogaz enerjisinden faydalanacak kişi sayısı hesabı yapılırken yukarıda verilen kabuller dikkate alınmıştır. Ayrıca enerji ihtiyacı ve enerji tüketim potansiyelinin merkez ilçelerde daha fazla olduğu düşünülerek her ilin sadece merkez ilçelerinin nüfusu baz alınmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda bölgenin biyogaz enerjisinden faydalanabilecek kişi sayısı hesaplanmış ve Çizelge 5’de sunulmuştur.

Çizelge 5 incelendiğinde, faydalanacak kişi sayısının illere göre dağılımının toplam biyogaz potansiyeli ile doğru orantılı olduğu açıktır. Toplam biyogaz potansiyelinin en yüksek olduğu Van ve Erzurum illerinde faydalanacak kişi sayısı sırasıyla 179.722 kişi ve 134.520 kişi olarak hesaplanmıştır. Toplam biyogaz potansiyelinin en düşük olduğu Tunceli ilinde ise faydalanacak kişi sayısı 26.045 kişi olarak hesaplanmıştır.

14 ile ait 2018 yılı merkez ilçe nüfusu ile yukarıda hesaplanan biyogaz enerjisinden faydalanacak kişi sayısı arasında karşılaştırma

yapılmış ve Şekil 4’te verilmiştir. Bu karşılaştırma sonucunda her bir ile ait büyükbaş ve küçükbaş hayvan atığının, o ilin merkez ilçe nüfusunun enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayacak potansiyelde olduğu görülmektedir.

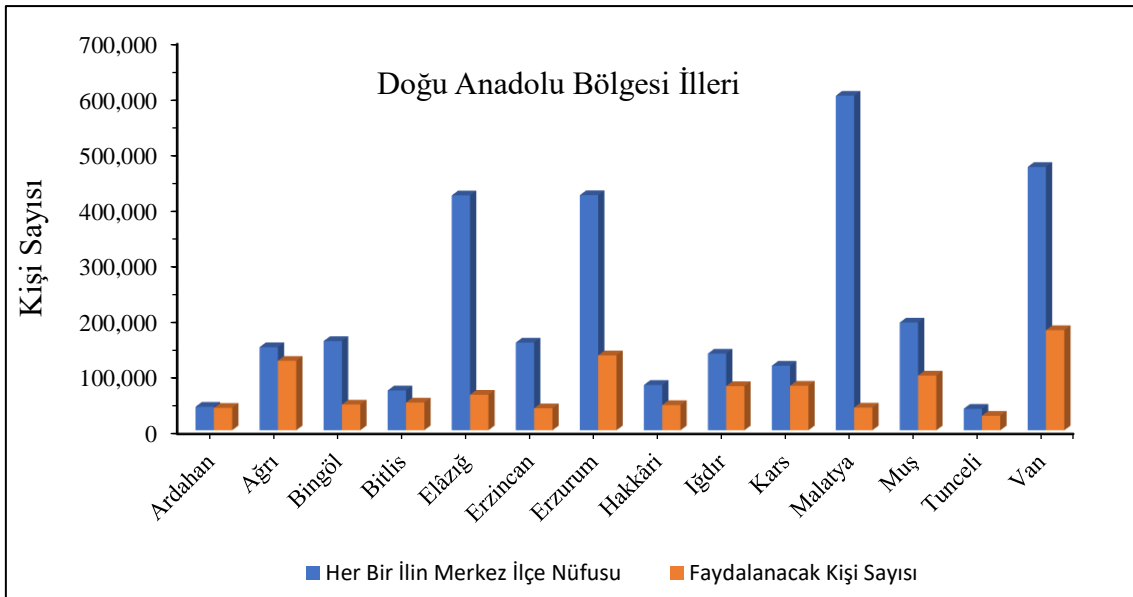
Şekil 4 incelendiğinde, nüfus sayısı ile faydalanacak kişi sayısının birbirine en yakın olduğu ilin Ardahan ili olduğu görülmektedir. 42.226 kişinin yaşadığı merkez ilçede kurulacak bir biyogaz tesisi ile 40.262 kişinin enerji ihtiyacı bu tesisten karşılanabilecektir. Bu sayı merkez ilçe nüfusunun yaklaşık %95.4’üne tekabül etmektedir. Yine Ağrı ili merkez ilçesinde kurulacak bir biyogaz tesisi ile merkez ilçe nüfusunun yaklaşık %83.6’sı enerji ihtiyacını biyogaz enerjisinden karşılayacaktır. Toplam biyogaz potansiyelinin en düşük olduğu Tunceli ilinde ise, merkez ilçe nüfusunun faydalanacak kişi sayısına yakın olmasından dolayı il merkezinin %67.6’sının biyogaz potansiyelinden faydalanabileceği görülmektedir.

Çizelge 4. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarından üretilebilecek toplam biyogaz potansiyeli.

İller	Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı (Adet)	Hayvan Başına Atık (kg gün ⁻¹)	Günlük Atık Miktarı (kg gün ⁻¹)	Kg Atıktan Oluşan Gaz (m ³)	Günlük Gaz Verimi (kg.m ³ gün ⁻¹)	Toplam Biyogaz (kg.m ³ gün ⁻¹)
Ardahan	Büyükbaş	306.925	10	3.069.250	0.035	107.424	120.787
	Küçükbaş	74.238	3	222.714	0.060	13.363	
Ağrı	Büyükbaş	388.452	10	3.884.520	0.035	135.958	374.063
	Küçükbaş	1.322.805	3	3.968.415	0.060	238.105	
Bingöl	Büyükbaş	132.772	10	1.327.720	0.035	46.470	138.411
	Küçükbaş	510.781	3	1.532.343	0.060	91.941	
Bitlis	Büyükbaş	94.880	10	948.800	0.035	33.208	149.360
	Küçükbaş	645.291	3	1.935.873	0.060	116.152	
Elâzığ	Büyükbaş	187.418	10	1.874.180	0.035	65.596	191.370
	Küçükbaş	698.745	3	2.096.235	0.060	125.774	
Erzincan	Büyükbaş	114.915	10	1.149.150	0.035	40.220	118.422
	Küçükbaş	434.457	3	1.303.371	0.060	78.202	
Erzurum	Büyükbaş	768.997	10	7.689.970	0.035	269.149	403.561
	Küçükbaş	746.733	3	2.240.199	0.060	134.412	
Hakkâri	Büyükbaş	44.443	10	444.430	0.035	15.555	135.802
	Küçükbaş	668.041	3	2.004.123	0.060	120.247	
İğdir	Büyükbaş	150.633	10	1.506.330	0.035	52.722	237.820
	Küçükbaş	1.028.322	3	3.084.966	0.060	185.098	
Kars	Büyükbaş	450.101	10	4.501.010	0.035	157.535	239.705
	Küçükbaş	456.500	3	1.369.500	0.060	82.170	
Malatya	Büyükbaş	174.321	10	1.743.210	0.035	61.012	121.930
	Küçükbaş	338.433	3	1.015.299	0.060	60.918	
Muş	Büyükbaş	306.542	10	3.065.420	0.035	107.290	294.688
	Küçükbaş	1.041.102	3	3.123.306	0.060	187.398	
Tunceli	Büyükbaş	33.939	10	339.390	0.035	11.879	78.135
	Küçükbaş	368.089	3	1.104.267	0.060	66.256	
Van	Büyükbaş	177.346	10	1.773.460	0.035	62.071	539.167
	Küçükbaş	2.650.531	3	7.951.593	0.060	477.096	
Toplam	Büyükbaş	3.331.684	10	33.316.840	0.035	1.166.090	3.143.222
	Küçükbaş	10.984.068	3	32.952.204	0.060	1.977.132	

Çizelge 5. Doğu Anadolu Bölgesi 2018 yılı hayvan sayılarından hesaplanan biyogaz miktarından faydalanacak kişi sayısı hesabı.

İller	Toplam Biyogaz (kg.m ³ gün ⁻¹)	Toplam Gaz İhtiyacı (m ³ gün ⁻¹)	Faydalanacak Kişi Sayısı
Ardahan	120.787	3	40.262
Ağrı	374.063	3	124.688
Bingöl	138.411	3	46.137
Bitlis	149.360	3	49.787
Elâzığ	191.370	3	63.790
Erzincan	118.422	3	39.474
Erzurum	403.561	3	134.520
Hakkâri	135.802	3	45.268
İğdır	237.820	3	79.273
Kars	239.705	3	79.902
Malatya	121.930	3	40.643
Muş	294.688	3	98.229
Tunceli	78.135	3	26.045
Van	539.167	3	179.722
Toplam	3.143.222	3	1.047.740

**Şekil 4.** Merkez ilçe nüfusu ve faydalanacak kişi sayısı kıyası.**Sonuç ve Öneriler**

Mevcut çalışma uygulandığı takdirde, bölge nüfusunun enerji ihtiyacının büyük bir bölümünün biyogaz enerjisinden karşılanabileceği görülmektedir. Bir kişinin günlük ortalama 3 m³ gün⁻¹ enerjiye ihtiyacı olduğu dikkate alınarak, Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilecek biyogaz enerjisinden

faydalanacak kişi sayısı toplam 1.047.740 kişi olarak hesaplanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi 2018 yılı nüfus sayımına göre 14 ilin merkez ilçelerinde toplam 3.064.674 kişi yaşamaktadır. Bu veriler göz önüne alındığında, bölge halkının %34'ünün enerji ihtiyacını biyogaz enerjisinden karşılayabileceği söylenebilir.

Yapılan çalışma sonucunda, mevcut bölge için biyogaz enerjisinin etkili bir enerji kaynağı olacağı öngörülmektedir. Bölgedeki ekonomik kalkınma açısından her bir il merkezine kurulacak biyogaz tesislerinin etkin bir rol oynayacağı söylenebilir. Bunun yanı sıra çevresel faktörlerin iyileşmesi ve yaşam kalitesinin yükselmesi açısından biyogaz tesislerinin bölgeye önemli derecede katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tarım potansiyeli yüksek olan bölgede biyokütleden enerji üretimine önem verilmesi ve desteklenmesi ile birlikte enerji ihtiyacında dışa bağımlılığımızın belirli oranda azaltılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Altıkat, S. ve Çelik, A. 2012. Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (1): 61-66.
- Aryal, N., Kvist, T., Ammam, F., Pant, D. ve Ottosen, L. D. 2018. An overview of microbial biogas enrichment. *Bioresource technology*. 264: 359-369.
- Baran, M. F., Lüle, F. ve Gökdoğan, O. 2017. Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 4 (3): 245–249.
- Bulut, A. P. ve Canbaz, G. T. 2019. Hayvan atıklarından Sivas ili biyogaz potansiyelinin araştırılması. *Karaelmas Science and Engineering Journal*. 9 (1): 1-10.
- Çağlayan, G. H. ve Koçer, N. N. 2014. Muş ilinde hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretiminin araştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2 (1): 215-220.
- Dagnall, S., Hill, J. ve Pegg, D. 2000. Resource mapping and analysis of farm livestock manures-assessing the opportunities for biomass-to-energy schemes. *Bioresource Technology*. 71 (3): 225-234.
- Demirtaş, M. ve Gün, V. 2007. Avrupa ve Türkiye'deki biyokütle enerjisi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 49-56.
- Deviren, H., İlkılıç, C. ve Aydın, S. 2017. Biyogaz üretiminde kullanılabilen materyaller ve biyogazın kullanım alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 7 (2/2): 79-89.
- Doruk, İ. ve Bozdeveci, A. 2017. Denizli ilinin kırsal kesimlerinde hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7 (3): 181-186.
- Gao, M., Wang, D., Wang, H., Wang, X. ve Feng, Y. 2019. Biogas potential, utilization and countermeasures in agricultural provinces: a case study of biogas development in Henan province, China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 99: 191-200.
- Holm-Nielsen, J. B., Al Seadi, T. ve Oleskowicz-Popiel, P. 2009. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource Technology*. 100 (22): 5478-5484.
- Hosseini, S. E. ve Wahid, M. A. 2013. Feasibility study of biogas production and utilization as a source of renewable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19: 454-462.
- Khan, I. U., Othman, M. H. D., Hashim, H., Matsuura, T., Ismail, A. F., Rezaei-Dasht Arzhandi M. ve Azelee, I. W. 2017. Biogas as a renewable energy fuel – a review of biogas upgrading, utilisation and storage. *Energy Conversion and Management*. 150: 277-294.
- Koçer, N. N. ve Kurt, G. 2013. Malatya'da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 17: 1-8.
- Köse E. T. 2017. Trakya Bölgesi'nde hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi ve sayısal haritaların oluşturulması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 23 (6): 762-772.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D. ve Avcı, E. D. 2015. Türkiye'de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması. *III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu*. 19-21 Ekim. Mersin.
- Li, F., Cheng, S., Yu, H. ve Yang, D. 2016. Waste from livestock and poultry breeding and its potential assessment of biogas energy in rural China. *Journal of Cleaner Production*. 126: 451-460.
- Luo, T., Pan, J., Fu, L., Mei, Z. ve Kong, C. Huang H. 2017. Reducing biogas emissions from village-scale plant with optimal floating-drum biogas storage tank and operation

- parameters. *Applied Energy*. 208: 312-318.
- Miltner, M., Makaruk, A. ve Harasek, M. 2017. Review on available biogas upgrading technologies and innovations towards advanced solutions. *Journal of Cleaner Production*. 161: 1329-1337.
- Noyola, A., Morgan-Sagastume, J. M. ve Lopez-Hernandez, J. E. 2006. Treatment of biogas produced in anaerobic reactors for domestic wastewater: odor control and energy/resource recovery. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. 5 (1): 93-114.
- Özgen, N. 2010. Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğal turizm potansiyelinin belirlenmesi ve planlamaya yönelik öneriler. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 7 (2): 1407-1438.
- Quintino, F. M., Trindade, T. P. ve Fernandes, E. C. 2018. Biogas combustion: chemiluminescence fingerprint. *Fuel*. 231 (1): 328-340.
- Sahota, S., Şah, G., Ghosh, P., Kapoor, R., Sengupta, S., Singh, P., Vijay, V., Sahay, A., Vijay, V. K. ve Thakur, I. S. 2018. Review of trends in biogas upgradation technologies and future perspectives. *Bioresource Technology Reports*. 1: 79-88.
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü. ve Şenol, M. 2017. Türkiye'de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*. 6 (2): 81-92.
- TÜİK, 2018. Hayvancılık İstatistikleri. (<https://biruni.tuik.gov.tr>)(03.01.2020)
- TÜİK, 2018. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (03.01.2020)
- Wang, J., Xue, Q., Guo, T., Mei, Z., Long, E., Wen, Q., Huang, W., Luo, T. ve Huang, R. A. 2018. Review on cfd simulating method for biogas fermentation material fluid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 97: 64-73.
- Wikipedia, 2020. Doğu Anadolu Bölgesi. <https://tr.wikipedia.org> (07.01.2020)
- Yetiş, A. D., Gazigil, L., Yetiş, R. ve Çelikezen, B. 2019. Hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli: Bitlis örneği. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 7 (1): 74-78.
- Yürük, F. ve Erdoğan, P. 2015. Düzce ilinin hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogaz potansiyeli ve k-means kümeleme ile optimum tesis konumunun belirlenmesi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*. 4 (1): 47-56.

Araştırma Makalesi

**Konya İli Çumra İlçesinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir
Araştırma[¥]**

Hüseyin Yasin DÜĞMECİ^{1*} Yusuf ÇELİK²

¹Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Konya.

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Konya.

*Sorumlu yazar: yasindugmeci@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.06.2020 Kabul Tarihi: 05.06.2020

Öz

Bu çalışmada, Konya ili Çumra ilçesinde yağlık ayçiçeği üretim maliyetlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Çalışmanın temel verileri, Konya ili Çumra ilçesinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenmiş 62 tarım işletmesinden anket yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler 2018-2019 üretim dönemini kapsamaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, işletmeler ortalaması olarak dekara değişen masraflar 410,23 TL, sabit masraflar ise 355,31 TL olarak saptanmıştır. Dekara verim 450,21 kg, 1 kg yağlık ayçiçeği satış fiyatı ise 2,39 TL olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim değeri 1074,50 TL/da, brüt kar 664,27 TL/da, net kar 308,96 TL/da olarak hesaplanmıştır. Brüt kar oranı %61,82, net kar oranı ise %28,75 olarak saptanmıştır. İşletmeler ortalamasında 1 kg yağlık ayçiçeğinin maliyeti 1,70 TL iken, net karı 0,69 TL'dir. Nispi kar ise 1.40 TL olarak belirlenmiştir. İşletme 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.

Anahtar Kelimeler: Yağlık Ayçiçeği, Üretim Maliyeti, Brüt Kar, Net Kar, Çumra-Konya.

A Survey Upon the Determination Of Oilseed Sunflower Manufacturing Cost in Çumra, Konya

Abstract

In this study, it was aimed to calculate the production costs of oilseed sunflower in Çumra, Konya. The basic data of the study was obtained by a survey which has been applied to 62 farms chosen by stratified random sampling method. The obtained data includes 2018 - 2019 production period. According to the research results, the average variable costs of oilseed sunflower production were TL 410,23 per decare and fixed costs were 355,31 TL. It has been determined that yield per decare was 450,21 kg and sale price of a kilo of oilseed sunflower was 2,39 TL. It has been figured out that, in the studied farms, oilseed sunflower production value (GPV) was 1074,50 TL/da, gross profit was 664,27 TL/da, and net profit was 308,96 TL/da. It has been found that gross profit rate was 61,82% and net profit rate was 28,75%. In business average, while the cost of a kilo of oil sunflower was 1,70 TL and net profit was 0,69 TL, the relative profit was 1,40 TL. As the size of the business increases, the variable and fixed costs decrease. Despite this difference in costs, there has not been a significant change in yield in farms size groups. According to these results, it was determined that the profitability rates increased as the size of the farms increased.

Key Words: Oilseed Sunflower, Production Cost, Gross Profit, Net Profit, Çumra-Konya.

Giriş

Dünyada stratejik sektörlerin başında tarım sektörü gelmektedir. Türkiye coğrafi konumu, iklimsel özellikleri, tarımda çalışan nüfusuyla tarımsal üretimde dünyada önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Tarım sektörü doğa koşullarına bağlı olması ve sosyo-ekonomik özellikleri itibarıyla diğer sektörlerden yapısal olarak farklılıklar göstermektedir. Bunun yanında üretim yapısı, girdi temini, finansman ihtiyacı, pazarlama durumu gibi birçok bileşeniyle kendine has özellikler taşımaktadır. Tarım işletmelerinin ana hedefi; kar maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu ile üretim yaparak sürdürülebilirliklerini sağlamaktır. İklim koşulları, girdi ve yetiştirilen ürün fiyatlarındaki beklenmedik değişiklikler üreticiler, nihai tüketiciler, tarımsal sanayi kuruluşları, politikacılar ve birçok kurum açısından tarımsal ürünlerin maliyetinin önemini arttırmaktadır.

Tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin de diğer sektörlerde faaliyette bulunan işletmeler gibi üretim faaliyetlerine devam edebilmesi için çeşitli masraflara katlanmaları gerekmektedir. İşletmelerin üretim için katlandığı bu masraflara üretim maliyeti veya masrafları denilmektedir. Genel olarak maliyet; "Belirli bir amaca ulaşmak için katlanılan fedakârlıkların parasal tutarı" olarak tanımlanmaktadır (Erol, 2008; Savcı, 2008; Kaygusuz ve Dokur, 2015; Abdioglu, 2013). Diğer bir ifadeyle maliyet; üretilen mamul veya hizmeti elde edebilmek için kullanılan üretim faktörlerine yapılan masraflara, mal veya hizmetin maliyeti denmektedir (Çelik, 2014). Tarımsal ürün maliyetlerini hesaplamanın çok yönlü faydaları bulunmaktadır. Üretim maliyetlerinin hesaplanması ile hem tarım sektörü için temel veriler sağlanmış olmakta hem de tarım işletmelerinin karlılık analizleri yapılarak ileriye dönük üretim planlarını daha sağlıklı yapma imkanı oluşmaktadır. Tarım sektöründe üretim maliyetlerini hesaplamak, aynı zamanda, devletin destekleme, fiyat, gelir v.b tarım politikalarına da dayanak teşkil edecektir (Kıral ve Kasnakoğlu, 1999). Ayrıca birim ürün maliyeti hesaplamak üretim girdilerinin üretime katılma düzeylerini ortaya koymakla birlikte, işletmecinin ürünün maliyet düzeyine göre satış fiyatı belirlemesine de olanak sağlar.

Türkiye'de tarımsal üretimde arz açığı olan ürünlerin başında yağlı tohumlar gelmektedir. Daha önce yapılan bir araştırmada

ortaya koyulan istatistiki hesaplamalara göre Türkiye'nin ayçiçeğine yönelik dış ticaret açığının 2030 yılında ortalama 637 milyon Dolar olacağı tahmin edilmiş olup ülkemizin yağlık ayçiçeği ithalatının 2030/31 yılında ortalama 2,5 milyar Dolara yükseleceği tahmin edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada 2016-2030 yılları arası dönemde ayçiçek yağı ithalatının tamamen durdurulmasının Türkiye ekonomisine toplam yaklaşık 15,6 milyar dolar katkısının olacağı hesaplanmıştır (Anonim, 2016).

Türkiye, bitkisel yağ ve yağlı tohumlarda net ithalatçı ülke konumundadır. Diğer yandan ise "Tarım Havzaları Üretim ve Destek Modeli" ile ülkenin tarımsal potansiyeli değerlendirilerek, yağlı tohumlar üretimi artırılmaya çalışılmaktadır (Semerci, 2013).

Ülkemizde tarımı yapılan yağlı tohumlar grubuna giren ürünler; ayçiçeği, soya, yarfıstığı, haşhaş, susam, kanola ve aspir olarak sıralanabilmektedir. Dünyada bitkisel yağ üretimi palm yağı başta olmak üzere soya, kolza ve ayçiçeğinden karşılanırken, Türkiye'de büyük oranda ayçiçeğinden üretilmektedir. Ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi, ayçiçeği tohumunun içerdiği yüksek orandaki (%22-50) yağ miktarı nedeniyle yüksektir. Bu nedenle ayçiçek yağı tüketimi de yüksektir (Anonim, 2020). Türkiye'de ekimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler içerisinde ekim alanı ve üretim bakımından birinci sırayı ayçiçeği almaktadır. Türkiye'de yağlı tohum ve bitkisel yağ üretiminin büyük bir kısmı ayçiçeğinden elde edilmektedir. Ayçiçeğinin adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması, münavebeye uygun bitki olması, kuru ve sulu koşullarda yetişebilmesi, ülkemizde çiftçilerin üretim kültürünü bilmeleri, yağlı tohumlar arasında ayçiçeği üretimine rekabet üstünlüğü sağlamaktadır.

Endüstri bitkileri içinde önemli bir yeri olan yağlık ayçiçeği, dünyada 2018/19 üretim yılında 26,3 milyon hektar alanda ekimi yapılmıştır. Aynı sezonda 1,9 ton/ha verim alınmıştır. 2019 üretim yılında ayçiçeği üretimi dünyada en fazla Rusya, Ukrayna, AB, Arjantin ve Çin'de yapılmış olup, Rusya, Ukrayna ve AB dünya ayçiçeği üretiminin %72,5'ini gerçekleştirmişlerdir. Ayçiçeği tohum ihracatında, Moldova %20,9 ile ilk sırada yer alırken, Avrupa Birliği %20,4 ile ikinci sırada onu takip etmektedir. 2019 üretim sezonunda dünya ayçiçeği tohum ithalatının %55'i AB ve Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2020).

Ayçiçeği, ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetişebilen, taneleri yüksek oranda kaliteli yağ içeren yağlı tohumların başında gelen bir endüstri bitkisidir. Artan hızlı nüfus ve talep artışı net ithalatçı olunan yağlı tohumlar üretimini ve özellikle de ayçiçeği üretimini daha da önemli hale getirmiştir. 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de 62 ilde toplam ayçiçeği ekim alanı 6.759.834 da, üretim miktarı ise 1.950.000 ton olmuştur. Türkiye’de yağlık ayçiçeği, ağırlıklı olarak Trakya Bölgesi, Konya ve Adana’da üretilmektedir. 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de iller bazında yağlık ayçiçeği üretimi en çok Tekirdağ (%17,55), Konya (%15,32), Adana (%13,58), Edirne (%12,80) ve Kırklareli (%10,82) illerinde yapılmıştır. Yine aynı verilere göre araştırma alanı Çumra’da, yağlık ayçiçeğinin 86.156 dekar alanda, 33.613 ton üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma ile Türkiye’nin net arz açığı olan yağlı tohumlar içerisinde en yüksek ithalat kalemi olan yağlık ayçiçeğinin üretiminin arttırılması için maliyet analizleri yapılarak üretim planlamasına veri sağlanması; mikro anlamda bölge çiftçilerin gelirlerine, makro anlamda ise Türkiye ekonomisine ve politika yapıcılara karar alma süreçlerinde katkılar sağlamak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın ana materyalini, Konya ili Çumra ilçesinde ayçiçeği üretimi yapan tarım işletmelerinde yapılan anket çalışmalarından elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Araştırma verileri 2018-2019 üretim dönemini kapsamaktadır. Araştırmanın ikincil verilerini ise konu ile ilgili araştırma, incelemeler ve ilgili istatistikler oluşturmuştur.

Yöntem

Araştırma alanından veri toplanacak işletmelerin seçiminde, araştırmanın ana kitlesini belirlemek amacıyla, Konya ili Çumra ilçesinde yağlık ayçiçeği üretimi yapan tarım işletmeleri ve bu işletmelerin arazi miktarları, Tarım ve Orman Çumra İlçe Müdürlüğü ÇKS verilerinden belirlenmiştir. İşletme arazisi kriterine göre yağlık ayçiçeği üretimi yapan işletmelerin frekans dağılımı incelenerek varyans dağılımının yüksek olması nedeni ile örnek sayısı, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre hesaplanmıştır. Örnek hacmi %99 güven sınırları ve %5 hata payı içinde hesaplanmıştır.

Tabakalı Tesadüfi Örnekleme Yöntemine göre örnek işletme sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Yamane, 1967).

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

Formülde;

N: Popülasyondaki işletme sayısını,

Nh: h’inci tabakadaki işletme

sayısını, Sh²: h’inci tabakanın varyansını,

n: Örnek sayısı,

$$D^2 = d^2 / z^2$$

d: Popülasyon ortalamasından izin verilen hata payıdır.

Z: Hata oranına göre standart

normal dağılım tablosundaki z değerini ifade etmektedir.

Yapılan hesaplama sonucunda örnek işletme sayısı 62 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan örnek hacmi tabakalara oransal yönteme göre dağıtılmıştır. Buna göre örnek hacminin 8’i birinci tabakada, 21’i ikinci tabakada ve 33’ü de üçüncü tabakada yer almıştır (Çizelge 1). Anket yapılan işletmeler, işletme büyüklük tabakalarından tesadüfi olarak seçilmiştir.

Çizelge 1. İşletme genişlik gruplarına göre örnek işletmelerin sayısı (adet)

İşletme Genişlik Grupları (da)	Örneğe Çıkan İşletme Sayısı
1. Tabaka (1-75)	8
2. Tabaka (76-250)	21
3. Tabaka (251-+)	33
Toplam	62

Elde edilen verilerin analizinde Kırıl ve ark., (1999) tarafından yazılan “Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi” metodolojisi esas alınmıştır. Bu kapsamda, yağlık ayçiçeği üretim masrafları değişen masraflar ve sabit masraflar olarak incelenmiştir. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim değerinden değişen masraflar çıkarılarak brüt kâr, toplam üretim masrafları çıkarılarak net kâr hesaplanmıştır. Yağlık ayçiçeği üretiminde yan ürün değeri olmadığı için üretilen yağlık ayçiçeği tohum miktarı, çiftçi eline geçen fiyatlarla çarpılarak yağlık ayçiçeğinin üretim değeri hesaplanmıştır.

Yağlık ayçiçeği üretiminde değişen masraflar kapsamında materyal, işgücü ve alet-

makine tamir bakım giderleri ile döner sermaye faizinden oluşmuştur. Döner sermaye faizinin hesaplanmasında, 2018 yılı için T.C. Ziraat Bankasının bitkisel üretim kredi faiz oranının (%12) yarısı %6.0 esas alınmıştır.

İncelenen tarım işletmelerinde birden fazla üretim faaliyetinin bulunması nedeniyle bütün faaliyet kollarının veya bitkisel üretim faaliyetlerinin müştereken yararlandığı bina, alet-makine ve ekipmanlara ait amortisman ve sabit sermaye faizi ile genel idare masraflarının ayçiçeği üretim koluna dağıtımında, işletme büyüklük gruplarında ve işletmeler

ortalamasında ayçiçeği üretim değerinin, toplam işletme üretim değeri içindeki payı dikkate alınmıştır. Tarla kirası hesaplanmasında, halen kiralanan araziler için ödenen kira bedelleri ve mülk araziler için ise yörede aynı özellikteki arazinin alternatif kira bedelleri dikkate alınmıştır. Genel idare masrafları bu çalışmada toplam değişen masrafların %3'ü olarak alınmış ve sabit masraf olarak maliyet hesabına dâhil edilmiştir (Kıral ve ark., 1999). Yağlık ayçiçeği karlılık durumu, brüt kar, net kar, nisbi kar, brüt kar oranı, net kar oranı gibi karlılık oranları ile analiz edilmiştir.

Çizelge 2. İncelenen işletmelerde yağlık ayçiçeği üretim masrafları

Masraf Unsurları	İşletme Büyüklük Grupları							
	0-75 da		76-250 da		251-+ da		İşletmeler Ortalaması	
	TL	%	TL	%	TL	%	TL	%
Üretim İşlemleri								
I. Toprak Hazırlığı								
A. Birinci Sürüm	18,30	2,14	19,05	2,50	13,70	2,01	17,02	2,22
B. İkinci Sürüm	14,48	1,69	14,14	1,86	11,00	1,62	13,20	1,72
C. Üçüncü Sürüm	8,90	1,04	10,25	1,35	10,22	1,50	9,79	1,28
D. Ekim veya Dikim	28,64	3,35	28,35	3,73	29,99	4,41	28,99	3,79
II. Bakım								
A. Gübreleme	89,57	10,48	82,31	10,82	82,85	12,17	84,91	11,09
B. Ara Sürüm	13,25	1,55	10,46	1,37	11,00	1,62	11,57	1,51
C. Sulama	93,97	10,99	92,98	12,22	88,19	12,96	91,71	11,98
D. İlaçlama	79,84	9,34	74,55	9,80	65,29	9,59	73,23	9,57
E. Alet Makine Tamir Bakım Masrafı	17,23	2,02	14,18	1,86	10,07	1,48	13,83	1,81
III. Hasat-Harman								
A. Hasat (Biçme)	35,00	4,09	35,00	4,60	35,00	5,14	35,00	4,57
B. Taşıma	8,99	1,05	6,50	0,85	7,83	1,15	7,77	1,02
IV. Döner Sermaye Faizi	24,49	2,86	23,26	3,06	21,91	3,22	23,22	3,03
A-Değişen Masraflar Toplamı	432,65	50,60	411,01	54,02	387,04	56,86	410,23	53,59
A. Genel İdare Gideri (A X %3)	12,98	1,52	12,33	1,62	11,61	1,71	12,31	1,61
B. Tarla Kirası	208,75	24,41	211,90	27,85	220,45	32,38	213,70	27,91
Alet Makine Sermayesi Faizi	32,41	3,79	19,59	2,58	8,33	1,22	20,11	2,63
Alet Makine Sermaye Amortismanı	129,63	15,16	78,38	10,30	33,31	4,89	80,44	10,51
Bina Tamir Bakım Masrafı	12,78	1,49	7,33	0,96	6,20	0,91	8,77	1,15
Bina Sermayesi Faizi	2,38	0,28	2,57	0,34	2,31	0,34	2,42	0,32
Bina Sermayesi Amortismanı	1,90	0,22	2,05	0,27	1,85	0,27	1,93	0,25
Aile İşgücü Ücret Karşılığı	21,63	2,53	15,63	2,05	9,63	1,41	15,63	2,04
B-Sabit Masraflar Toplamı	422,46	49,40	349,79	45,98	293,68	43,14	355,31	46,41
C-Üretim Masrafları Toplamı(A+B)	855,11	100,00	760,80	100,00	680,72	100,00	765,54	100,00

Araştırma Bulguları ve Tartışma

İncelenen işletmelerden elde edilen verilerin analizleri yapılarak, yağlık ayçiçeği üretiminde değişen ve sabit masraflar kapsamında, işgücü (aile ve yabancı), makine çeki gücü, kullanılan materyal masrafları, amortisman, sermaye faizleri ve diğer masraflar hesaplanarak, farklı işletme büyüklük sınıfları ortalaması ve işletmeler geneli ortalaması

olarak dekara üretim maliyetleri Çizelge 2'de verilmiştir.

İncelenen işletmelerde, işletme büyüklük grupları itibari ile yağlık ayçiçeği üretiminde değişen masraflar incelendiğinde, birinci grupta dekara değişen masraflar 432,65 TL, ikinci grupta 411,01 TL, üçüncü grupta 387,04 TL ve işletmeler ortalamasında ise 410,23 TL olduğu belirlenmiştir. Değişen masraf kalemlerinin

işletme büyüklük gruplarında değişiklik arz ettiği saptanmıştır. İşletmeler ortalamasında değişen masrafların büyük bölümünü sulama (%11,98), gübreleme (%11,09) ilaçlama (%9,57) ve hasat (%4,57) masrafları oluşturmaktadır. İşletme büyüklüğü arttıkça özellikle değişen masrafların önemli bölümünü oluşturan dekara toprak hazırlama, gübre, ilaç ve sulama gibi bakım masraflarının değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir. Bu da küçük ölçekli işletmelerin birim alandan daha çok ürün alma istekleri doğrultusunda yoğun girdi kullanım eğiliminde olduklarını göstermektedir.

İşletmelerde yağlık ayçiçeği üretiminde dekara düşen sabit masraflarda, değişen masraflar gibi işletme büyüklüğü arttıkça azalmaktadır. Nitekim birinci gruptaki işletmelerde sabit masraflar 422,46 TL/da, ikinci gruptaki işletmelerde 349,79 TL/da, üçüncü gruptaki işletmelerde 293,68 TL/da ve işletmeler ortalamasında ise 355,31 TL/da olarak tespit edilmiştir. İşletmeler ortalaması

olarak sabit masrafların büyük bölümünü tarla kirası (%27,91), alet-makine sermaye amortismanı (%10,51), alet-makine sermaye faizi (%2,63) ve aile işgücü ücret karşılığı (%2,04) oluşturmaktadır. İşletme büyüklüğü arttıkça dekara alet-makine amortisman ve sermaye faizi masraflarının önemli oranda azaldığı görülmektedir. Adana ilinde yapılan bir çalışmada yağlık ayçiçeği üretimi için; dekara toplam masraf içindeki değişen masraflar oranı %75,88, iken sabit masrafların oranı %24,12 olarak tespit edilmiştir (Yüksek, 2019).

Araştırma bölgesi olan Çumra'da makineleşme oranının yüksek olması, bölgede basınçlı sulama sistemleriyle modern sulama yöntemlerinin uygulanması ile alet ve makine parkının çeşitliliğini gibi nedenler sabit sermaye yatırımlarının yüksek olmasını beraberinde getirmiştir. Bu sebeple araştırma bölgesinde sabit masraf unsurlarının üretim maliyetleri içindeki payının daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Masraf çeşitlerine göre yağlık ayçiçeği üretim masrafları

Masraf Unsurları	İşletme Büyüklük Grupları						İşletmeler Ortalaması	
	0-75 da		76-250 da		251-+ da		Tutar (TL)	Oran (%)
	Tutar (TL)	Oran (%)	Tutar (TL)	Oran (%)	Tutar (TL)	Oran (%)		
İşgücü Masrafları	7,13	0,83	8,75	1,15	12,00	1,76	9,29	1,21
Makine Çeki Gücü Masrafları	144,57	16,91	132,52	17,42	117,79	17,30	131,63	17,19
Materyal Masrafları	256,47	30,00	246,48	32,40	235,34	34,57	246,10	32,15
Döner Sermaye Faizi	24,49	2,86	23,26	3,06	21,91	3,22	23,22	3,03
Değişen Masraflar Toplamı	432,65	50,60	411,01	54,02	387,04	56,86	410,23	53,59
Tarla Kirası	208,75	24,41	211,90	27,85	220,45	32,38	213,70	27,91
Genel İdare Giderleri	12,98	1,52	12,33	1,62	11,61	1,71	12,31	1,61
Alet Makine Sermayesi Faizi	32,41	3,79	19,59	2,58	8,33	1,22	20,11	2,63
Alet Makine Sermaye Amortismanı	129,63	15,16	78,38	10,30	33,31	4,89	80,44	10,51
Bina Tamir Bakım Masrafı	12,78	1,49	7,33	0,96	6,20	0,91	8,77	1,15
Bina Sermayesi Faizi	2,38	0,28	2,57	0,34	2,31	0,34	2,42	0,32
Bina Sermayesi Amortismanı	1,90	0,22	2,05	0,27	1,85	0,27	1,93	0,25
Aile İşgücü Ücret Karşılığı	21,63	2,53	15,63	2,05	9,63	1,41	15,63	2,04
Sabit Masraflar Toplamı	422,46	49,40	349,79	45,98	293,68	43,14	355,31	46,41
Üretim Masrafları Toplamı	855,11	100,00	760,80	100,00	680,72	100,00	765,54	100,00

Çizelge 4. Yağlık ayçiçeği üretim masrafları ve gelirleri

Masraf ve Gelirler	İşletme Büyüklük Grupları			
	0-75 da	76-250 da	251-+ da	İşletmeler Ortalaması
	Tutar (TL)	Tutar (TL)	Tutar (TL)	Tutar (TL)
A. Ayçiçeği Üretim değeri (TL/da) (FxV)	1.080,26	1.060,12	1.083,11	1.074,50
B. Değişen masraflar (TL/da)	432,65	411,01	387,04	410,23
C. Brüt kar (TL/da) (A-B)	647,61	649,11	696,08	664,27
D. Toplam üretim masrafları (TL/da)	855,11	760,80	680,72	765,54
E. Net kar (TL/da) (A-D)	225,15	299,33	402,40	308,96
F. Üretim miktarı (Kg/da)	450,11	445,43	455,09	450,21
G. 1 Kg ürün maliyeti (TL/Kg) (D/F)	1,90	1,71	1,50	1,70
H. 1 Kg ürün fiyatı (TL/Kg)	2,40	2,38	2,38	2,39
I. 1 Kg ürün net karı (TL/Kg) (H-G)	0,50	0,67	0,88	0,69
J. Nispi Kar (A/D)	1,26	1,39	1,59	1,40
H. Brüt kar oranı (C/A*100)	59,94	61,23	64,27	61,82
I. Net kar oranı (E/A*100)	20,84	28,24	37,15	28,75

İşletme büyüklük grupları itibariyle yağlık ayçiçeği üretiminde genel olarak dekara üretim masraflarının dağılımı incelendiğinde, birinci gruptaki işletmelerin toplam üretim masrafının %50,60'ını değişen masraflar, %49,40'ını sabit masraflar, ikinci grupta yer alan işletmelerin üretim masraflarının %54,02'sini değişen masraflar, %45,98'ini sabit masraflar ve üçüncü gruptaki işletmelerin üretim masraflarının %56,86'sını değişen masraflar, %43,14'ünü sabit masraflar meydana getirmektedir. İşletmeler ortalamasında ise yağlık ayçiçeği üretiminde dekara üretim masraflarının %53,59'unu değişen masraflar, %46,41'ini sabit masraflar oluşturmaktadır. İşletmelerde bina ve alet makine yatırımlarının işletme ölçeğine uygun olarak yapılandırılmaması, özellikle küçük ölçekli işletmelerde sabit sermaye unsurlarının amortisman ve sermaye faizi gibi sabit masraflarının artmasına ve dolayısı ile sabit masraf oranlarının değişen masraf oranlarına yaklaşması ve hatta geçmesine neden olmaktadır. Ayrıca tarım işletmelerinde üretim faaliyetlerinin, el emeği yerine mekanizasyonla yapma eğilimi, işletmelerde makine yatırımlarının artmasına ve dolayısıyla yüksek makine sabit masraflarının oluşmasına neden olmaktadır. Araştırma alanı Çumra bölgesinde de uygun ekolojik koşullar ve arazi yapısı nedeniyle sahip olunan yüksek tarımsal potansiyel, makineleşme ve yeni teknolojik yatırımlara imkan sağlamaktadır. Bu durum da bölgedeki tarım işletmelerinde sabit masrafların oranının yükselmesini beraberinde getirmektedir.

Konu ile ilgili olarak Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (2001) tarafından yapılan çalışma kapsamında, Türkiye genelinde 23 bitkisel ürün veya ürün grubunun maliyet değerleri belirlenmiş olup 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. Başka bir bölgede yapılan araştırmada ise çerezlik ayçiçeği değişen masrafların payı %73 olarak saptanmış olup, değişen faktörlerden en çok gübre, tohum ve sulama suyu kullanılmıştır (Uzundumlu ve Topçu, 2012).

Başka bir çalışmada da ayçiçeği, buğday, soğan ve şekerpancarı bitkilerinin üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Bu araştırmada ise ayçiçeği üretiminde değişen masrafların payı %42,10 ve sabit masrafların payı ise %57,90 olarak hesaplanmıştır (Bayramoğlu ve ark., 2005). Yine yapılan başka bir çalışmada incelenen işletmelerde üretim masraflarının %51,70'ini değişen masraflar, %48,30'unu ise sabit masraflar oluşturmaktadır (Anonim, 2014). Bu sonuçlar bölgeler itibariyle, işletmelerin yapısal özellikleri ve işletmelerde uygulanan üretim tekniklerine bağlı olarak masraf yapısının değiştiğini göstermektedir.

İncelenen işletmelerde masraf unsurlarının, çeşitlerine göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir. İşletmeler ortalamasında değişen masrafların %32,15'ini materyal masrafları, %17,19'unu makine-çekigücü masrafları, %3,03'ünü döner sermaye faizi masrafları ve %1,21'ini yabancı işgücü

masrafları oluşturmaktadır. İşletme genişliği arttıkça az da olsa yabancı işgücü kullanımı artmaktadır. Buna göre yabancı işgücü masrafları birinci grupta 7,13 TL/da, ikinci grupta 8,75 TL/da, üçüncü grupta 9,29 TL/da olarak tespit edilmiştir. Bölgedeki tarımsal arazilerin verimli, sulak ve topografyasının düzgün olması tarla kiralama bedellerinin yüksek seviyelerde olmasını da beraberinde getirmektedir. Bu sebeple incelenen işletmelerde sabit masraflar içerisinde en büyük gider kalemini tarla kirası oluşturmaktadır. Aile işgücü ücreti işletme genişlikleri büyüdükçe yabancı işgücü kullanımı arttığından azalmaktadır. Nitekim aile işgücü masrafı birinci gruptaki işletmelerde 21,63 TL/da, ikinci gruptaki işletmelerde 15,63 TL/da, üçüncü gruptaki işletmelerde 9,63 TL/da ve işletmeler ortalamasında ise 15,63 TL/da olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanında yağlık ayçiçeği üretiminin ekonomik performansı belli başlı kriterler açısından incelenerek Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre; 1 kg yağlık ayçiçeğinin fiyatı işletmeler bazında; birinci grupta 2,40 TL, ikinci ve üçüncü grupta 2,38 TL ve işletmeler ortalamasında 2,39 TL olarak belirlenmiştir. İşletme grupları itibarıyla yağlık ayçiçeğinin verimi birinci grupta 450 kg/da, ikinci grupta 445,43 kg/da, üçüncü grupta 455,09 kg/da ve işletmeler ortalamasında 450,21 kg/da olarak tespit edilmiş olup verimdeki bu değer Türkiye ortalamasının (277 kg/da) önemli düzeyde üstündedir (TÜİK, 2020).

GSÜD birinci tabakada 1.080,26 TL/da olarak bulunmuşken, ikinci tabakada 1.060,12 TL/da, üçüncü tabakada 1.083,11 TL/da ve işletmeler ortalamasında ise 1.074,50 TL/da olarak belirlenmiştir. GSÜD'den değişen masraflar çıkarılarak hesaplanan brüt kar birinci gruptaki işletmelerde 647,61 TL/da, ikinci gruptaki işletmelerde 649,11 TL/da, üçüncü gruptaki işletmelerde 696,08 TL/da ve işletmeler ortalamasında ise 664,27 TL/da olarak hesaplanmıştır.

Brüt kar, değişen masrafların işletme büyüklük gruplarına paralel olarak düşmesi nedeni ile işletme büyüklüklerinde giderek artış göstermiştir. Net kar ise birinci gruptaki işletmelerde 225,15 TL/da, ikinci gruptaki işletmelerde 299,33 TL/da, üçüncü gruptaki işletmelerde 402,40 TL/da ve işletmeler ortalamasında 308,96 TL/da olarak belirlenmiştir. Net kar düzeyi de, işletme büyüklüğüne paralel olarak dekara değişen ve

sabit masrafların düşmesi nedeni ile işletme büyüklüğü arttıkça artış göstermiştir.

Kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili Kırklareli ilinde yapılan çalışmada 2017/2018 üretim döneminde brüt kar 306,49 TL/da, net kar 170,13 TL/da olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019a). Aynı dönemde yine kuru şartlarda yağlık ayçiçeği ile ilgili olarak Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada brüt kar 78,13 ABD\$/da, net kar 41,57 ABD\$/da olarak belirlenmiştir (Semerci, 2019b). Yapılan bir başka çalışmada ise başlıca tarla ürünlerinin üretim maliyeti ve pazarlama yapıları incelenmiş olup yağlık ayçiçeğinin brüt kârı 188,81 TL/da olarak bulunmuştur. Bu çalışmada nispi karı en yüksek ürün olarak da (1,34) ayçiçeği çıkmıştır (Anonim, 2014).

Toplam üretim masraflarının, üretim miktarına bölünmesiyle elde edilen 1 kg yağlık ayçiçeğinin maliyeti işletme büyüklük gruplarına paralel olarak düşüş göstermekte olup, birinci grupta 1,90 TL, ikinci grupta 1,71 TL, üçüncü grupta 1,50 TL ve işletmeler ortalamasında ise 1,70 TL olarak hesaplanmıştır. Diğer bölgelerde yapılan benzer çalışmalarda 1 kg yağlık ayçiçeği üretim maliyeti Adana ilinde 2,09 TL/kg (Yüksek 2019), Erzurum ilinde 2.0 TL/kg (Uzundumlu ve Topcu 2012), Pasinler ilçesinde yapılan başka çalışmada ise 1 kg ayçiçeğinin maliyeti 0,90 TL/da olarak bulunmuştur (Kızıloğlu ve Erem Kaya., 2008).

Birim satış fiyatından, birim maliyetin çıkarılarak hesaplandığı 1 kg yağlık ayçiçeğinin net karı, birinci gruptaki işletmelerde 0,50 TL/kg, ikinci gruptaki işletmelerde 0,67 TL/kg, üçüncü gruptaki işletmelerde 0,88 TL/kg ve işletmeler ortalamasında 0,69 TL/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçla görüldüğü gibi işletme ölçeği büyüdükçe yağlık ayçiçeğinin net karında artış meydana geldiği görülmektedir.

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. Yani işletmeler ortalamasında yağlık ayçiçeği üretimi için 1 TL'lik harcamaya karşılık, 1,40 TL üretim değeri elde edilmiştir. Tokat ilinde yapılan bir çalışmada yağlık ayçiçeğinin nispi karı 1,38 TL olarak belirlenmiştir (Bayramoğlu ve ark., 2005). Aynı değer Kırklareli ilinde 1,45 TL ve Tekirdağ ilinde 1,43 TL olarak tespit edilmiştir (Semerci, 2019a,b). Başka bir bölgede yapılan çalışmada

ise bu değer 1,028 TL/da olarak hesaplanmıştır (Yüksek, 2019).

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. Net kar oranı ise %20,84 ile %37,15 arasında işletme büyüklüklerine paralel olarak artış göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Türkiye'de yağlı tohum üretiminde önemli bir yer tutan ve araştırma yapılan bölgede ekonomik açıdan önem taşıyan yağlı ayçiçeğinin üretim maliyetleri üreticilerle yüz yüze görüşülerek elde edilen anket verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Ülkemiz yağlı tohumlu bitkileri arasında stratejik öneme sahip ayçiçeği, Çumra'da çiftçiler tarafından yoğun bir şekilde üretilmeye devam edilmektedir.

Çumra ilçesinde yağlı ayçiçeği üretiminde yapılan üretim masrafı içerisinde işletmeler ortalamasında toplam değişen ve sabit masrafların payı sırasıyla %53,59 ve %46,41 olarak belirlenmiştir. Değişen masrafların ise %32,15'ini materyal masrafları, %17,19'unu makine çekigücü masrafları, %3,03'ünü döner sermaye faizi ve %1,21'ini de yabancı işgücü gideri oluşturmaktadır. İncelenen işletmeler ortalamasında sabit masrafların %27,91'ini tarla kirası gideri, %10,51'ini alet-makine sermayesinin amortismanı, %2,63'ünü alet-makine sermayesinin faizi, %2,04'ünü aile işgücü ücret karşılığı, %1,61'ini genel idare giderleri, %1,15'ini bina tamir bakım giderleri, %0,32'sini bina sermayesi faizi, %0,25'ini bina sermayesi amortismanı oluşturmaktadır.

İşletme büyüklüğü arttıkça dekara düşen sabit masrafların azalması nedeniyle, işletme büyüklük gruplarında sabit masrafların oranı, işletme büyüklüğüne bağlı olarak düşüş göstermiştir. Ayrıca küçük işletmelerde materyal kullanımının daha yüksek düzeyde olması nedeni ile dekara değişen masraflar da işletme büyüklüğüne bağlı olarak azalma göstermiştir. Masraflardaki bu farklılaşmaya rağmen işletme büyüklük gruplarında verimde çok önemli bir değişiklik oluşmamıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak işletme büyüklükleri arttıkça karlılık oranlarının işletme büyüklük gruplarına göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayçiçeği üretiminde, bazı önemli karlılık oranları

incelendiğinde, 1 TL yağlı ayçiçeği üretimi için yapılan masrafa karşılık elde edilen üretim değeri yani nisbi kar 1,40 TL olarak hesaplanmıştır. Burada nispi kar açısından %40 oranında bir katma değer sağlandığı görülmektedir. Ayrıca 1 kg yağlı ayçiçeğinin maliyeti 1,70 TL olarak tespit edilmiş ve 1 kg yağlı ayçiçeğinin net karı 0,69 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara dayalı olarak, incelenen tarım işletmelerinde yağlı ayçiçeği üretiminde pozitif brüt ve net kâr elde edildiği belirlenmiştir. Buna göre işletmelerde üretim ve kâr eşiği aşılmaktadır. Ekonomik yönden olumlu olan bu sonuçlar yağlı ayçiçeği üretiminin devamlılığı için işletme yöneticisini motive ederek üretimin sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Araştırma yapılan bölgede tarımsal teknoloji kullanım düzeyinin yüksek olması, sulu tarımın etkin şekilde uygulanması, büyük ölçekli verimli alanlarda tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile bunlara bağlı yüksek verimli üretim, tarımsal sanayi kuruluşlarının varlığı gibi birçok etmen, araştırma yapılan bölgede yağlı ayçiçeği üretiminde karlılığı pozitif yönde etkilemektedir.

Konya ilinde ayçiçek yağını işleyen, bölgeyi bilen tecrübeli sanayi kuruluşlarının varlığı ve ayçiçeği üretim potansiyelinin yüksek olması ileriye dönük üretimin artmasına yönelik büyük fırsatlar sunmaktadır. Dolayısıyla, Çumra'da karlı olarak üretilen yağlı ayçiçeği, sulanan alanlarda ya da sulamaya yeni açılacak alanlarda üretimine yer verilmesi durumunda, ülkemizin yağlı ayçiçeği arz açığının giderilmesinde önemli katkıları olacaktır.

Üretim sabit ve değişen üretim faktörlerinin ne miktar da kullanıldığı, ne kadar çıktı elde edildiği, ürünlerin ne oranda getiri sağladığı ve yapılan tarımsal faaliyetin etkinlik durumunu bilmek için tarım işletmelerinde muhasebe kayıtlarına ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Muhasebe kaydı tutulması ile işletme planlaması için gerekli veri kaynakları elde edilerek üretim sürecinde bilgiye dayalı karar alma sağlanmış olacaktır. Bu sayede kaynakların daha etkin kullanımı gerçekleştirilecek olup tarım işletmeleri sürdürülebilirliklerinin maliyet minimizasyonu ve kar maksimizasyonunu hedeflerine daha sağlıklı ulaşabileceklerdir.

Bu ve benzeri araştırmalardan elde edilen sonuçlar, tarım işletmeleri için önemli yol gösterici veriler sunmaktadır. Genel olarak tarım işletmelerinin kayıt tutmamaları ve

üretim dalları arasında karşılaştırma yapmak için gerekli maliyet analizlerine başvuramaları nedeniyle ortaya koyulan sonuçlar araştırma yöresinde tarım işletmelerine ve karar alıcı kurum ve kuruluşlara faydalı olacaktır.

*:Bu çalışmanın verileri Hüseyin Yasin DÜĞMECİ'nin Yüksek Lisans Tez çalışmasından alınmıştır.

Kaynaklar

- Abdioğlu, H. 2013. *Maliyet Muhasebesi*, Dora Kitabevi, Balıkesir, 539 s.
- Anonim, 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.
- Anonim, 2014. TEPGE, Çukurova Bölgesinde Başlıca Tarla Ürünlerinin Üretim Maliyetleri Ve Pazarlama Yapıları, TEPGE Yayın No: 230, ISBN: 978-605-4672-65-3
- Anonim, 2016. Ayçiçeğinin Stratejik Ürün Kapsamına Alınmasına İlişkin Araştırma Raporu, Gıda ve Tarım Üniversitesi, Konya.
- Anonim, 2020. TEPGE, 2020, Ayçiçeği Ürün Raporu.
- 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.
- Çelik, Y. 2014. Türkiye'de Tarım İşletmelerinde Farklı Muhasebe Sistemlerine Göre Masraf Ve Gelir Hesaplama Yöntemleri, *Tarım Ekonomisi Dergisi* 2014; 20(1): 41-52.
- Erol, M. 2008. *Maliyet muhasebesi*, Orion Kitabevi, Ankara, 252 s.
- Kaygusuz, S.Y., ve Dokur, Ş. 2015. *Yönetim*

- Muhasebesi*, Dora Kitabevi, Bursa, 300 s.
- Kızıloğlu, S., Erem Kaya, T., 2008. Erzurum İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeğinin Üretim Maliyeti; Pasinler İlçesi Örneği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 39 (2): 175-185
- Kral, T., Kasnakoğlu H., Tatlıdil, F., H. Fidan. Ve Gündoğmuş, E., 1999. Tarımsal Ürünler için Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Proje Raporu: 1999-13, Ankara.
- Savcı, M. 2008. *Maliyet Muhasebesi*, Murat-Han Yayınevi, 358 s.
- Semerci, A. 2013. The effects of agricultural subsidies on sunflower cultivation and farmers' income: evidence from Turkey. *Pak. J. Agri. Sci.*, 50 (1):139-145.
- 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.
- TÜİK, 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri, (www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 13.02.2020).
- Uzundumlu, A.S. Topcu Y., 2012., Erzurum İlinde Çerezlik Ayçiçeği Üretim Maliyeti, Iğdır Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi / Iğdır Üniversitesi. J. Inst. Sci. & Tech.* 2(2,Ek:A): 33-40.
- Yüksek, E., 2019. Adana İlinde Yağlık Ayçiçeği Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi, Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yamane, T. 1967. *Elementary Sampling Theory*, Printice Hall Inc, Englewood Cliffs, N.T.

Araştırma Makalesi

Tarsus Bağ Alanlarında *Neofusicoccum parvum*'un Yaygınlığı ve Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Patojene Duyarlılıkları

Dilara GÜLER¹ Davut Soner AKGÜL¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Balcalı, Adana
Sorumlu yazar: sakgul@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 17.05.2020 Kabul Tarihi: 29.05.2020

Öz

Bu çalışmada asmada Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı etmenlerinden *Neofusicoccum parvum* türünün Tarsus bağlarındaki yaygınlığı ve bölgede yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinin patojene duyarlılıklarının araştırılması amaçlanmıştır. Ağustos 2018'de Tarsus'a bağlı 12 farklı köyde 50 bağ incelenmiş, semptomatik asmaların varlığına göre hastalık yaygınlığı hesaplanmış ve fungal izolatları elde etmek için hastalık belirtisi gösteren asmalardan odunsu doku örnekleri alınmıştır. Laboratuvar standart mikolojik izolasyon yöntemleri takip edilmiş, Botryosphaeriaceae türlerine benzeyen koloniler saflaştırılmıştır. İzolatlar moleküler yöntemlerle tanılanmış ve *Neofusicoccum parvum* izolatları ile patojenisite çalışmaları yürütülmüştür. En virüent iki izolat çeşit duyarlılığı çalışmaları için seçilmiş, bunlar bölgede yaygın yetiştirilen 11 asma çeşidine inokule edilmiş ve odunsu dokularda oluşan lezyonlara göre çeşitlerin duyarlılık seviyeleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre, hastalığın Tarsus'taki yaygınlığının %14 olduğu saptanmış ve laboratuvar çalışmalarında 21 Botryosphaeriaceae izolatı elde edilmiştir. Moleküler tanı çalışmalarıyla bu izolatlardan %61.9'unun *Diplodia seriata*, %23.8'inin *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, %14.3'ünün *Neofusicoccum parvum* ve %4.8'sinin *Lasiodiplodia theobromae* olduğu bulunmuştur. Patojenisite denemesi sonunda, en virüent *N. parvum* izolatları (49 ve 103) asma bitkilerinde 12.5-20.5 mm arasında değişen uzunluklarda odun doku lezyonlarına neden olmuşlardır. Çeşitlerin bu izolatlarla karşı duyarlılığı birbirinden farklılık göstermiş, bunların duyarlılık sıralamaları birebir aynı olmamıştır. *N. parvum* izolatları inokule edildiğinde en tolerat üzüm çeşidi 12.5 ve 13.1 mm'lik lezyon uzunluklarıyla Cardinal çeşidi olmuştur. 49 nolu izolatın oluşturduğu lezyonlar çeşitler üzerinde istatistiksel olarak küçük farklar meydana getirmiş ancak 103 nolu izolatın oluşturduğu istatistiksel gruplar geniş aralıkta olmuştur.

Anahtar kelimeler: Asma, Botryosphaeriaceae, cardinal, *Neofusicoccum*

Prevalence of *Neofusicoccum parvum* in the Tarsus Vineyards and Susceptibility of Some Table Grapes to the Pathogen

Abstract

The aims of the study were to reveal the prevalence of *Neofusicoccum parvum*, one of the species causing Botryosphaeria Dieback Disease, in Tarsus vineyards and to determine susceptibility of commonly grown table grape cultivars to the pathogen. Fifty vineyards were examined in 12 villages of Tarsus, the disease prevalence was calculated according to presence of the symptomatic vines and symptomatic wood samples were taken to obtain fungal isolates. Standard mycological isolation procedures were followed in the laboratory and the colonies resembling Botryosphaeriaceae species were sub-cultured. The isolates were identified by molecular tools and pathogenicity studies were conducted with *Neofusicoccum parvum* isolates. For cultivar susceptibility studies, the most virulent two *N. parvum* isolates were selected and inoculated to 11 commonly grown (in the region) grape cultivars and susceptibility levels of the cultivars were determined by lesion occurrence on woody tissues. According to results, disease prevalence was determined to be 14% in the Region and 21 Botryosphaeriaceous isolates were obtained from the isolations. It was found in the molecular studies that 61.9% of the isolates were *Diplodia seriata*, 23.8% were *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, 14.3%

were *Neofusicoccum parvum* and 4.8% were *Lasiodiplodia theobromae*. The most virulent *N. parvum* isolates (49 and 103) caused wood lesions that their lengths changing 12.5–20.5 mm grapevine plants. The sensitivity of the cultivars to these isolates differed from each other, their sensitivity levels were not the same in the rankings. The most tolerant grape cultivar was Cardinal (with 12.5 and 13.1 mm lesion lengths) when *N. parvum* isolates inoculated. The lesions formed by the isolate 49 had little differences on the cultivars statistically, but the statistical groups formed by the isolate 103 were wide in range.

Key words: Grapevine, Botryosphaeriaceae, cardinal, *Neofusicoccum parvum*

Giriş

Bağlarda Botryosphaeriaceae familyasına bağlı fungus türlerinin neden olduğu “Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı” son yıllarda dünyada ve ülkemizdeki bağ alanlarında oldukça sık görülmeye başlayan tehlikeli bir hastalıktır. Omcalarda lokal kurumalar, odun dokularındaki “V” şeklinde nekrotik lezyonlar, genç ya da yaşlı asmalarda uyanma bozuklukları ve fidanlıkarda görülen kurumalar hastalığın başlıca belirtileri arasındadır. Yapılan bir araştırmaya göre Kuzey Amerika’daki bağ alanlarında Botryosphaeriaceae ve Diatrypaceae familyasında bulunan patojenik türlerin, yıllık olarak yaklaşık 260 milyon dolarlık ekonomik kayba neden olduğu hesaplanmıştır (Siebert, 2001). Botryosphaeriaceae familyası içerisinde pek çok önemli cins bulunmakta olup, asmada şimdiye kadar bu cinsler içerisinde gruplandırılan 24 farklı türün bu hastalığa neden olduğu bildirilmiştir (Úrbez-Torres ve ark., 2015). *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Lasiodiplodia*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Spencermartinsia* ve *Sphaeropsis* cinsi içerisinde bulunan türler, virülenslikleri birbirlerinden farklı olmakla birlikte, asmalarda kaydedilen patojenik türlerdir. Yapılan birçok çalışmanın ortak sonucunda *Lasiodiplodia* ve *Neofusicoccum* türlerinin en saldırgan, *Botryosphaeria dothidea* ve *Diplodia* türlerinin orta derecede saldırgan ve *Dothiorella* ve *Spencermartinsia viticola*’nın ise düşük derecede saldırgan oldukları anlaşılmıştır (Luque ve ark., 2009; Úrbez-Torres ve Gubler 2009; Úrbez-Torres ve Gubler 2011). Bunlar içerisinde *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A.J.L. Phillips, bağcılığın yapıldığı alanlarda virülensliğinin yüksek ve yaygınlığının fazla olması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Bu patojen daha çok asmadaki budama yaralarından giriş yaparak iç dokulara doğru ilerler, salgıladığı yıkıcı toksinlerle doku ve organların kuruyarak ölmesine neden olur. Bağ alanlarında *N. parvum* türünün baskın durumda

olması, o bölgedeki asmaların kısa sürede ölmesi anlamına gelebilir ya da asma fidan üretimi için o bölgeden alınan dormant kalemlerle, patojenin diğer bölgelere latent olarak yayılması söz konusu olabilir (Slippers ve Wingfield 2007). Tarsus Bölgesi turfanda sofralık üzüm üretimi için önemli bir bölge olup, asma fidanı üretimi için farklı çeşitlerin kalemleri bu bölgeden yurdun diğer bölgelerine gönderilmektedir. Patojenin latent halde taşınması göz önünde tutularak bu bölgede *N. parvum* türünün yaygınlığının araştırılması, ülkemizdeki asma fidanı üretiminde karşılaşılabilecek riskleri azaltmaya katkı sağlayacaktır. Bulunan yaygınlık sonuçlarına göre asma fidanı üreten işletmelerin, bu durumu dikkate alarak henüz fidan üretim aşamasında *N. parvum*’un latent infeksiyonlarını azaltıcı uygulamaları benimsemesi sağlanabilecektir. Ege Bölgesi sultani çekirdeksiz bağ alanlarında yürütülen bir çalışmada, fungal gövde hastalıklarına neden olan patojenlerden Botryosphaeriaceae Geriye Ölüm Hastalığı’nın yaygın olduğu saptanmış ve *Diplodia seriata*’dan sonra en çok izole edilen türün *N. parvum* olduğu bulunmuştur (Akgül ve ark., 2015). Polat ve ark., (2016) tarafından Yalova ili kivi bahçelerinde kuruma belirtisi gösteren ağaçlardan *N. parvum*’u izole ederek Türkiye’deki varlığını rapor etmişler ve bu etmenin patojenisitesini doğrulamışlardır. Kayım ve ark., (2015) Adana ve Hatay ili badem yetiştirilen alanlarda kuruma ve sakızlanma belirtisi gösteren ağaçlardan *N. parvum* ve *D. seriata* türlerini izole ederek Türkiye’de bu hastalığın var olduğunu bildirmişler ve izolatların patojenisitesini doğrulamışlardır. Tarsus Bölgesi bağlarında bu patojenin yaygınlığıyla ilgili bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır.

Asmalarda Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı’nın mücadelesinde etkili yöntemler arasında; hastalığın yayılmasına engel olmak ve hastalığa duyarlılığı az olan çeşitleri tercih etmek yer alır. Hastalığa duyarlılığı düşük olan bitkilerde patojenin ilerleyişi yavaş ve duyarlı

olan çeşitlerle kıyaslandığında omcanın ömrü daha uzun olmaktadır. Bu nedenle hastalığa tolerant çeşitlerin saptanması hastalıkla mücadelede bir miktar katkı sağlayacaktır. Travadon ve ark., (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada *N. parvum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phaeomoniella chlamydospora* ve *Togninia minima* türlerine karşı 7 farklı üzüm çeşidinin (Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Riesling, Petite Syrah, Thompson Seedless) duyarlılıkları incelenmiştir. Bu çeşitlerden *N. parvum*'a karşı duyarlılığı en az olan çeşidin Concord olduğu bildirilmiştir. Billones-Baaijens ve ark., (2014), Yeni Zelanda'nın farklı bölgelerinde yaygın yetiştirilen 6 anaç (101-104 Millardet, 5C Teleki, 3309 Courdec, Riparia Gloire, Schwarzmann, SO4) ve 6 üzüm çeşidi (Sauvignon Blanc, Chardonnay, Riesling, Pinot Noir, Merlot, Cabernet Sauvignon) olmak üzere toplam 12 çeşidin Botryosphaeriaceae türlerine (*N. parvum*, *N. luteum* ve *N. australe*) olan duyarlılıklarını araştırmışlardır. Çalışma sonunda bu patojenlere en tolerant üzüm çeşidinin Chardonnay, en duyarlısının ise Merlot ve Pinot Noir çeşitleri olduğu bulunmuş diğer taraftan 101-104 Millardet anacının en tolerant Teleki-5C'nin ise en duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde yerli veya yabancı menşeli çok sayıda standart üzüm çeşidi mevcut olup, bu çeşitlerin *N. parvum*'a duyarlılık seviyelerinin belirlendiği bir çalışma henüz yapılmamış ve böyle bir çalışmaya gerek duyulmuştur.

Bu çalışmada; *N. parvum*'un Tarsus ilçesi bağ alanlarında yaygınlığını belirlemek ve bölgeden izole edilen en virulent izolata karşı yaygın üzüm çeşitlerinin duyarlılık seviyelerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Örnek Toplama ve Hastalık Yaygınlığını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar

Mersin ili Tarsus Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen Alphonse Lavallée, Black Magic, Cardinal, Ergin Çekirdeksiz, Göğ Üzüm, Michele Palieri, Perlette, Prima, Tarsus Beyazı, Victoria ve Yalova İncisi adlı sofralık çeşitler çalışmanın bitkisel materyallerini oluşturmuşlardır. Tarsus'ta bağcılık yapılan Cinköy, Çakırlı, Çişiştepe, Dedeler, İbrişim, Karadiken, Sarıveli, Sucular, Takbaş, Taşçılı, Tepeköy, Ulaş köylerindeki 50 bağda incelemeler yapılmıştır (Ağustos 2018). Köylerin sınırları içinde verim çağındaki bir bağa girilerek

her iki kenardan ve ortadan dörder sırada (toplam 12 sıra), Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı'nın belirtileri incelenmiş, hastalığın o bağda var olup olmadığı saptanmıştır. Buna göre inceleme yapılan toplam bağ sayısına göre hastalık yaygınlığı hesaplanmıştır. Hastalığın görüldüğü asmaların en az 2 yıllık dallarından alınan örnekler laboratuvara getirilerek yıkanmış, dokuların yüzeyi standart mikolojik izolasyon yöntemlerine göre dezenfekte edilmiştir. Bu dokular 3-5 mm büyüklüğünde kesilerek, streptomycin içeren (150 mg·L⁻¹) patates dekstroz agar (PDA: Merck) besi yerine kültüre alınmışlardır. Steril plastik Petri kaplarındaki dokular 25°C'de 5 gün inkübe edildikten sonra koloni özellikleri ve mikroskopik incelemelere göre (Crous ve ark., 2006) saflaştırılmışlardır.

***Neofusicoccum parvum*'un Moleküler ve Morfolojik Tanısı**

Botryosphaeriaceae türlerine benzerlik gösteren saf kolonilerden DNA ekstraksiyonu yapılmıştır (Ma ve Dai 2009). Öncelikle PDA yüzeyinden steril bisturi ile miselyum alınarak ezme poşetlerine koyulmuş ve mekanik olarak ezilmiştir. Bu poşetlere 650 µl %2'lik CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) buffer eklenerek karıştırılmış ve tüplere alındıktan sonra içerisinde 2 µl mercaptoethanol koyulmuştur. Bu karışım vortex ile homojenize edilip 65°C'deki kuru blok ısıtıcıda 1 saat ısıtılmıştır. Ardından 650 µl chloroform isoamylalkol (24:1) eklenerek vortexlenmiş ve 14000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Üstteki sıvı alınarak yeni tüplere koyulmuş ve eşit hacimde yeniden chloroform isoamylalkol ile muamele edilmiştir. İkinci kez santrifüjün ardından (14000 rpm, 10 dk) üst sıvı alınarak başka bir tüpe koyulmuş ve isopropanol ile 30 dakika süreyle -20°C'de çöktürülmüştür. Daha sonra 14000 rpm'de 15 dk'lık son santrifüjün ardından sıvı kısım atılarak DNA pelleti %70'lik alkolle yıkanmış ve fazla sıvı kurutulduktan sonra TE buffer ile süspansiyon edilmiştir.

PCR işlemi ile genomik DNA'daki ITS bölgeleri, ITS4-ITS5 primerleri ile çoğaltılmıştır (White ve ark. 1990). PCR karışımı her bir tüp için şu şekilde hazırlanmıştır; 2.5 µl 10X Buffer (Thermo Scientific®), 1 µl dNTPs, 0.5 µl primer (ITS4 ve ITS5), 0.125 µl Taq polimeraz (Thermo Scientific®) ve 2 µl genomik DNA. Tüplerdeki içerik iyice karıştırıldıktan sonra thermocycler cihazına yerleştirilmiş ve şu programa göre çalıştırılmıştır; 95°C'de 3 dk (ilk denatürasyon),

95°C'de 1 dk, 52°C'de 1 dk ve 72°C'de 1 dk (35 döngü) ve 72°C'de 10 dk (son döngü). Daha sonra PCR ürünleri %1.5'lik agaroz jelde 2 saat süreyle yürütülmüş (55V, 400 mA) ve oluşan bantlara göre çoğaltılan bölgenin DNA'sı görüntülenmiştir. PCR ürünleri Sanger yöntemine göre dizilendikten sonra nükleotid dizileri NCBI-BLASTn yazılımı ile NCBI gen bankasındaki dizilerle karşılaştırılmış ve izolatların hangi türe ait oldukları en az %99'luk benzerlikle doğrulanmıştır. Türlerin nükleotid dizileri NCBI gen bankasına kaydedilerek kayıt numarası alınmıştır.

Moleküler tanı ile *N. parvum* olduğu belirlenen izolatlar, aynı zamanda klasik tanı ile doğrulanmıştır. Bunun için PDA'da gelişen bir koloniden 5 mm çaplı miseliyal disk alınıp dormant haldeki asma kalemlerine (Prima çeşidi) inokule edilmiştir (Úrbez-Torres ve ark., 2006). Bu kalemlerin dip kısmı suda kalacak şekilde plastik kaplara koyulmuş ve 25°C'de %90 nispi nemde 18 gün süreyle inkübe edilmiştir. Kabuklar üzerinde oluşan piknidyumlardaki pikniosporlar mikroskopta incelenerek fotoğraflanmış, koloni morfolojisi ve spor şekillerine göre klasik tanı tamamlanmıştır.

Patojenisite Testi

Tanısı yapılan *N. parvum* izolatları patojenisite testine alınmıştır. Daha önce Tarsus bağlarından izole edilerek patojenisitesi doğrulanmış başka bir izolat, mukayese amacıyla bu teste dahil edilmiştir. Yaklaşık 30 cm uzunluğundaki dormant asma kalemlerinin (Prima çeşidi) uç kısmına miseliyal agar diskleri yerleştirilip üzeri parafilm ile sarılmıştır. Bu kalemler strafor köpüklere saplanarak içerisinde çeşme suyu bulunan küvetlerde yüzdürülmüş, bu küvetler 25°C sıcaklık, 12 saat aydınlık/karanlık ve %90 nispi nemde 45 gün süreyle tutulmuştur (Ayres ve ark., 2011). Küvetlerdeki sular her gün yenilenmiştir. Bu süre sonunda kalemler buldukları yerden çıkarılıp uç kısımları bıçakla boydan ikiye ayrılarak iç kısımdaki lezyonların uzunlukları ölçülmüştür. Denemede her bir izolat için 5 tekerrür (her tekerrürde 2 kalem) tertip edilmiş ve toplam 10 kalem kullanılmıştır. Kontroldeki kalemlere steril agar inokule edilmiştir. Lezyon uzunluklarının ortalaması alınarak en uzun lezyon oluşturan iki izolat çeşit duyarlılığı çalışmaları için seçilmiştir.

Çeşit Duyarlılığı Çalışmaları

Çalışmanın bu bölümünde Tarsus ilçesinde yaygın yetiştirilen Alphonse Lavallée, Black Magic, Cardinal, Ergin Çekirdeksiz, Göğ Üzüm, Michele Palieri, Perlette, Prima, Tarsus Beyazı, Yalova İncisi ve Victoria çeşitlerinin, *N. parvum*'a olan duyarlılıkları incelenmiştir. Bu çeşitlerin dormant kalemleri, ilçedeki bağ alanlarından kesilerek 1 gece çeşme suyunda bekletilmiştir. Ertesi gün *N. parvum*'un en virüent iki izolatından miseliyal agar diskleri alınarak mantar delici ile kalemlerin kabuk dokusu altına inokule edilmiş ve inokulasyon noktaları parafilmle sarılmıştır. Kontrol uygulamasında kalemlere sadece steril agar inokule edilmiştir. Asma kalemleri, içerisinde yetiştirme harcı (her birinden eşit oranda; torf, perlit, talaş, kum, toprak ve çiftlik gübresi) bulunan plastik torbalara (1 L) dikilmiş ve yetiştirme odası koşullarında (27°C sıcaklık, %85 nispi nem, 12 saat aydınlık/karanlık) 80 gün süreyle büyütülmüşlerdir. Kök ve sürgün oluşturan bitkiler daha sonra torbalardan sökülerek inokulasyon bölgesindeki kabuk doku bıçakla sıyrılmış ve odun dokudaki lezyonların uzunlukları ölçülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş, her bir çeşit için 20 bitkiden ölçüm yapılmıştır (4 tekerrür, her bir tekerrürde 5 asma). Her tekerrürde kaydedilen lezyon uzunluklarına varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki farklar LSD testine göre %5'lik hata payıyla değerlendirilmiştir (Gomez ve Gomez 1984). Karşılaştırma amacıyla her bir çeşit için kontrol bitkileri de büyütülmüş ancak bunlardaki lezyon uzunlukları varyans analizine alınmamıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Hastalığın Yaygınlığı ve Bölgede Saptanan Botryosphaeriaceae Türleri

Tarsus'a bağlı köylerde, yaşları 5-10 arasında değişen 50 farklı bağın sadece 7'sinde bariz hastalık belirtileri görülmüş ve bölgedeki hastalık yaygınlığı %14 olarak hesaplanmıştır. Ege Bölgesi Sultani Çekirdeksiz bağ alanlarında yürütülen bir çalışmada, en az 10 yaşındaki bağların %80'inden fazlasında, asma gövde hastalıklarından en az birinin görüldüğü bildirilmiştir. Botryosphaeriaceae türleri ve *Diaporthe ampelina* en çok izole edilen patojenler olup bunların izole edilme oranları %1.3 ile %22.6 arasında değişmiş, *Diaporthe ampelina*'nın daha sık izole edilmesine vurgu yapılmıştır. Ancak o bölgedeki yüksek oranın

tamamı Botryosphaeriaceae türlerinden ibaret değildir (Akgül ve ark., 2015). Tarsus'taki %14'lük hastalık yaygınlığının Ege Bölgesi'ne göre daha düşük olması, incelenen bağların yaşlarıyla ilişkili olmasındandır. Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı henüz 2-3 yıllık bağlarda görülebilse de, daha çok yaşlı bağlarda sıkça karşılaşılan bir hastalıktır. Bu bölgelerden başka hastalık yaygınlığını ortaya koyan ulusal bir çalışmaya rastlanmamıştır.

İzolasyon çalışmalarıyla bölgeden toplam 21 Botryosphaeriaceae izolatı elde edilmiş olup moleküler tanı sonucunda bunlardan 13'ünün (%61.9) *Diplodia seriata*, dördünün (%23.8) *Lasioidiplodia pseudotheobromae*, birinin (%4.8) *Lasioidiplodia theobromae* ve üçünün (%14.3) ise *Neofusicoccum parvum* türü oldukları bulunmuştur. Bu türlerin ITS nükleotid dizileri NCBI gen bankasına kaydedilerek kayıt

numarası alınmış ve tür tanısı doğrulanmıştır (Çizelge 1). Buna göre *Diplodia seriata*'nın Tarsus Bölgesi bağ alanlarında diğerlerine göre yaygın bir tür olduğu söylenebilir. Bu tür daha önce yapılmış bazı araştırmaların sonuçlarına göre orta derecede saldırgan olarak gruplandırılmıştır (Úrbez-Torres ve Gubler 2009). Bölgeden elde edilen izolatların yaklaşık %38'i ise *Lasioidiplodia theobromae*, *L. pseudotheobromae* ve *N. parvum* türlerinden oluşmaktadır. *D. seriata*'ya göre daha saldırgan olan *N. parvum*'un %14.3 gibi düşük bir orana sahip olması, omcaların sağlığı açısından pozitif olarak görülmektedir. Klasik tanı için inokule edilen dormant kalemlerden 18-20 gün sonra piknidyumlar meydana gelmiş ve şeffaf, uzun-oval pikniosporların görüntüsüne göre *Neofusicoccum parvum*'un tanısı doğrulanmıştır (Şekil 1).

Çizelge 1. Tarsus bağlarından izole edilen Botryosphaeriaceae türleri ve NCBI gen bank kayıt numaraları

izolat No	Moleküler Tanısı	NCBI Gen Bankası
	Yapılan Türler	Kayıt Numaraları
Trs47	<i>Diplodia seriata</i>	MN887195
Trs48	<i>Diplodia seriata</i>	MN887196
Trs50	<i>Diplodia seriata</i>	MN887198
Trs54	<i>Diplodia seriata</i>	MN887199
Trs60	<i>Diplodia seriata</i>	MN887201
Trs61	<i>Diplodia seriata</i>	MN887202
Trs71	<i>Diplodia seriata</i>	MN887207
Trs74	<i>Diplodia seriata</i>	MN887208
Trs76	<i>Diplodia seriata</i>	MN887209
Trs77	<i>Diplodia seriata</i>	MN887210
Trs78	<i>Diplodia seriata</i>	MN887211
Trs80	<i>Diplodia seriata</i>	MN887213
Trs82	<i>Diplodia seriata</i>	MN887214
Trs58	<i>Lasioidiplodia pseudotheobromae</i>	MN887200
Trs68	<i>Lasioidiplodia pseudotheobromae</i>	MN887204
Trs70	<i>Lasioidiplodia pseudotheobromae</i>	MN887206
Trs79	<i>Lasioidiplodia pseudotheobromae</i>	MN887212
Trs45	<i>Lasioidiplodia theobromae</i>	MN887194
Trs49	<i>Neofusicoccum parvum</i>	MN887197
Trs67	<i>Neofusicoccum parvum</i>	MN887203
Trs69	<i>Neofusicoccum parvum</i>	MN887205

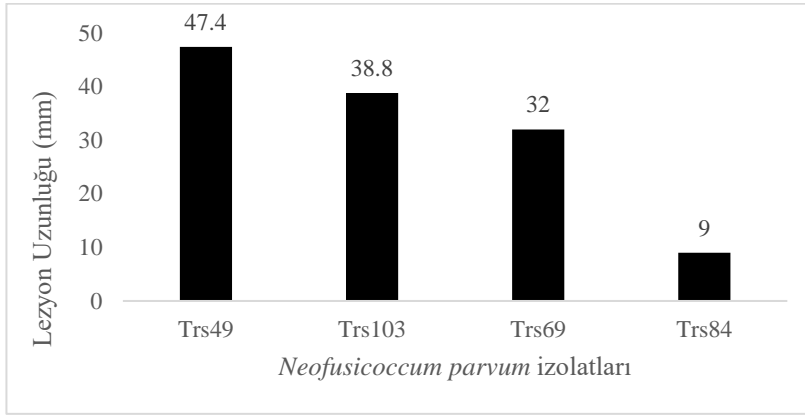


Şekil 1. *Neofusicoccum parvum*'un pikniosporları (sol) ve piknidyumları (sağ).

Patojenisite Testi Sonuçları

Çalışma kapsamında izole edilen 3 izolat (Trs49, Trs69 ve Trs84) ve patojenisitesi daha önce doğrulanmış başka bir Tarsus izolatı (Trs104) 45 günde, Prima asma kalemlerinde uzunlukları 9 ila 47.4 mm arasında değişen

lezyonlar meydana getirmiştir (Şekil 2). Bunlar içerisinde en uzun lezyon oluşturan Trs49, en kısa lezyon oluşturan izolat ise Trs84 nolu izolat olmuştur. Çeşit duyarlılığı çalışmasına Trs49 ve Trs103 numaralı izolatlar seçilmiştir.



Şekil 2. Patojenisite testinde *N. parvum* izolatlarının, dormant Prima çeşidi asma kalemlerinde oluşturdukları lezyon uzunlukları (mm).

Çeşitlerin *N. parvum* İzolatlarına Duyarlılıkları

Çalışmaya dahil edilen iki *N. parvum* izolatı (Trs49 ve Trs103) farklı asma çeşitlerinde, uzunlukları 12.5 – 20.5 mm arasında değişen lezyonlar meydana getirmiştir. Her iki izolata karşı en az duyarlı olan çeşit Cardinal olmuştur. Trs49 nolu izolata karşı en az duyarlı çeşit ile (Cardinal) en duyarlı çeşitte (Tarsus Beyazı) meydana getirdiği lezyon uzunlukları farkı sadece 6.3 mm'dir. Tekerrürlerdeki varyansın az olması ve rakamların birbirine yakınlığı ile istatistiksel gruplar da birbirine yakın olmuştur. Cardinal ve Tarsus Beyazı arasındaki istatistiksel farklar haricinde diğer çeşitlerin duyarlılıklarının

birbirine çok yakın oldukları söylenebilir. Diğer yandan Trs103 nolu izolata karşı en az duyarlı çeşit (Cardinal) ile en duyarlı çeşidin (Perlette) meydana getirdikleri lezyonların farkı 7.4 mm olarak bulunmuş ve dolayısıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel grupların çeşitliliği de artmıştır. Çeşitlerde oluşan ortalama lezyon uzunlukları küçükten büyüğe doğru sıralandıklarında, her iki izolatta farklı sıralama görülmüş ve birbiriyle paralel olmamıştır. Ancak her iki izolata karşı sıralamadaki ilk beş içerisinde yer alan ortak çeşitler; Cardinal, Ergin Çekirdeksizi ve Black Magic, son beş içerisinde ise Alphonse Lavallée, Tarsus Beyazı, Victoria ve Yalova İncisi yer almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. *N. parvum* izolatlarının farklı asma çeşitlerinde oluşturdukları lezyon uzunlukları

Trs49		Trs103	
Çeşitler	Lezyon Uzunluğu (mm)	Çeşitler	Lezyon Uzunluğu (mm)
Cardinal	12.5 ± 0.6 a*	Cardinal	13.1 ± 0.6 a*
Göğ Üzüm	15.3 ± 0.6 ab	Ergin Çekirdeksizi	13.8 ± 0.6 ab
Perlette	15.5 ± 0.6 ab	Black Magic	14.5 ± 0.7 abc
Ergin Çekirdeksizi	17.0 ± 0.7 bc	Michele Palieri	15.5 ± 0.9 abcd
Black Magic	17.1 ± 0.9 bc	Prima	16.2 ± 0.6 bcde
Michele Palieri	17.3 ± 0.6 bc	Göğ Üzüm	16.3 ± 0.6 bcde
Prima	17.8 ± 0.8 bc	Tarsus Beyazı	17.2 ± 0.7 cde
Victoria	17.9 ± 0.9 bc	Yalova İncisi	17.9 ± 0.7 def
Yalova İncisi	18.2 ± 0.5 bc	Victoria	19.1 ± 0.7 ef
Alphonse Lavallée	18.3 ± 0.6 bc	Alphonse Lavallée	20.3 ± 0.7 f
Tarsus Beyazı	18.8 ± 0.9 c	Perlette	20.5 ± 0.6 f

*Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD testine göre %5'lik hata payı ile istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Billones-Baaijens ve ark., (2014) üç farklı *Neofusicoccum* türüne (*N. parvum*, *N. australe* ve *N. luteum*) karşı farklı asma anaçları ve kalemlerini testlediği çalışmada, türler arasındaki virülenslik farkına vurgu yapmışlar ve en saldırgan türün *N. parvum* olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu türlere karşı asma anaçlarındaki duyarlılığın asma kalemleriyle kıyaslandığında, anaçların infeksiyonlara daha duyarlı oldukları bulunmuş, genetik farklılıkların bu olayda etkili olabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda yer alan farklı çeşitlerin farklı genetik yapıda oldukları göz önüne alındığında, *N. parvum* izolatlarına gösterdikleri duyarlılık farklarının bu olayla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Asma gövde hastalıklarının bir başka patojeni *Eutypa lata*, taksonomik olarak Botryosphaeriaceae familyasından farklı olsa da bunların asma üzerindeki biyolojileri birbirine benzerdir. Cardot ve ark., (2019) Cabernet Sauvignon, Merlot ve Ugni Blanc şaraplık çeşitlerin *Eutypa lata*'ya karşı duyarlılıklarını test etmişler ve bunlardan Merlot'un en tolerant çeşit olduğunu bildirmişlerdir. Dayanıklılığın genetik ve biyokimyasal temelleri araştırıldığında Merlot çeşidinde hücresel olarak dayanıklılık mekanizmalarının diğer çeşitlere göre daha erken harekete geçtiği ve patojene karşı koymada daha başarılı olduğu ortaya konmuştur. Merlot çeşidinde antifungal bileşiklerden osmotinler, ribonüklez benzeri proteinler ve hidrolitik özellikteki enzimlerin daha yüksek oranda sentezlendiği anlaşılmıştır.

Çalışmada kullanılan asma çeşitlerindeki gen ekspresyonlarının birbiriyle farklılıklar göstermiş olmasından dolayı, çeşitlerdeki duyarlılık farklarının ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Ülkemizde ilk kez yürütülen bu tarzdaki bir çalışmanın daha da genişletilmesi, çok sayıda asma çeşidi ve anaçlarıyla daha büyük ölçekte yeniden ele alınması gerekmektedir. Ülkemiz birçok asma çeşidinin anavatanıdır ve asma gen kaynaklarının bu açıdan değerlendirilmesinin ülkemiz bağıcılığına katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniv. BAP birimi tarafından FYL-2018-10608 nolu proje ile desteklenmiştir. Mali ve alt yapı katkılarından dolayı Ç.Ü. Rektörlüğüne ve Bitki Koruma Bölüm Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akgül, D.S., Güngör-Savaş N., Teker T., Keykubat B., Mayorquin J.S. and Eskalen A. 2015. Fungal trunk pathogens of Sultana Seedless vineyards in Aegean Region of Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2): 380-393.
- Ayres, M., Sosnowski, M. and Wicks, T. 2011. A rapid technique for evaluating treatments for *Eutypa dieback* control. *Wine & Viticulture Journal*, 26: 50-53.
- Billones-Baaijens, R., Jones E.E., Ridgway H.J. and Jaspers, M.V. 2014. Susceptibility of common rootstock and scion varieties of

- grapevines to Botryosphaeriaceae species. *Australasian Plant Pathology*, 43: 25-31.
- Cardot, C., Mappa, G., LaCamera, S., Gaillard, C., Vriet, C., Lecomte, P., Ferrari, G. and Coutos-Thevenot, P. 2019. Comparison of the molecular responses of tolerant, susceptible and highly susceptible grapevine cultivars during interaction with the pathogenic fungus *Eutypa lata*. *Frontiers in Plant Science*, 10 (991): 1-18.
- Crous, P.W., Slippers, B., Wingfield, M.J., Rheeder, J., Marasas, W.F.O., Phillips, A.J.L., Alves, A., Burgess, T., Barber, P. and Groenewald, J.Z. 2006. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology*, 55: 235-253.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A. 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. 2nd ed. Wiley, New York, USA. 680p.
- Kayim, M., Endes, A. ve Eskalen, A. 2015. First report of *Neofusicoccum parvum* and *Diplodia seriata* associated with wood canker and dieback on almond in Turkey. 18th International Plant Protection Congress, 27-29 August 2015, Berlin Germany, (abstract) <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3431.5281>.
- Luque, J., Martos, S., Aroca, A., Raposo, R. and Garcia-Fihuertes, F. 2009. Symptoms and fungi associated with declining mature grapevine plants in northeast Spain. *Journal of Plant Pathology*, 91: 381–390.
- Ma, Y.P. and Dai, S.L. 2009. Extraction from *Chrysanthemum* genome DNA high salt precipitation method CTAB. *Biotechnology Bulletin*, 7: 90-93.
- Polat, Z., Akgül, D.S., Palacioğlu, G. and Bayraktar, H. 2016. First report of *Neofusicoccum parvum* on kiwifruit in Turkey. International Agriculture Congress Proceedings. 14-18 November 2016, Belgrade, Serbia. pp.15.
- Slippers, B. and Wingfield, M.J. 2007. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews*, 21: 90–106.
- Siebert, J. B. 2001. *Eutypa*: the economic toll on vineyards. *Wines & Vines*, 4, 50–56.
- Travadon, R., Rolshausen, P.E., Gubler, W.D., Cadle-Davidson, L. and Baumgartner, K. 2013. Susceptibility of cultivated and wild *Vitis* spp. to wood infection by fungal trunk pathogens. *Plant Disease*, 97: 1529-1536.
- Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T.M. and Gubler, W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Disease*, 90:1490-1503.
- Úrbez-Torres, J.R. and Gubler, W.D. 2009. Pathogenicity of Botryosphaeriaceae species isolated from grapevine cankers in California. *Plant Disease*, 93: 584–592.
- Úrbez-Torres, J.R. and Gubler, W.D. 2011. Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathology*, 60: 261–270.
- Úrbez-Torres, J.R., Phillips, A.J.L. and Gubler, W.D. 2015. Botryosphaeria dieback. Alınmıştır: *Compendium of Grape Diseases*, Second Edition. (ed), Wilcox, W.F., Gubler, W.D. and Uyemoto, J.K., APS Press. St. Paul Minnesota, USA, 33-39.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B. and Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Alınmıştır: *PCR Protocols*. (Eds MA Innis, D.H. Gelfand, J.J. Snisky, T.J White) pp. 315–322. (Academic Press: San Diego).

Araştırma Makalesi

Konya Kapalı Havzası İçin Gelecekteki Olası Hidrolojik Kurak Dönemler

İsmail TAŞ^{1*}, Yusuf Ersoy YILDIRIM², İsmail ARAS³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara

³Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar: tas_ismail@yahoo.com

Geliş Tarihi: 28.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 02.06.2020 Kabul Tarihi: 09.06.2020

Öz

İklim değişikliği ile ilgili çok sayıda farklı görüş ve senaryo vardır. Her bir görüşün ortaya koyduğu sonuçlara bağlı olarak karşılaşılabilecek muhtemel sorunlar belirlenmelidir. Bu sorunların çözümüne yönelik gerekli çalışmaların yapılması sürdürülebilir üretim için büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, gelecekteki olası hidrolojik kurak dönemlerin tahmin edilmesi, suyun doğru yönetilmesinde en önemli öğelerin başında gelmektedir. Gelecekteki kurak dönemlerin tahmin edilmesi, başta karar vericiler olmak üzere tüm su kullanıcı sektörleri doğrudan ilgilendirmektedir. Bilindiği gibi Standardize Yağış İndisi (SPI) hem kullanım kolaylığı hem de sonuçlarının yorumlanması bakımından dünyada en yaygın kullanılan kuraklık indislerinden biridir. SPI, meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kurak dönemlerin saptanmasında bilim dünyasında kabul gören indislerdendir. Yapılan bu çalışmada, HadGEM2 küresel iklim modeline göre 2100 yılına kadar Konya Kapalı Havzası için tahmin edilen yağış serileri kullanılmıştır. Söz konusu seriler, hem kötümser (RCP 8.5) ve hem de iyimser (RCP 4.5) senaryo sonuçlarını içermektedir. Temin edilen aylık yağış serileri, SPI analizine tabi tutulmuş ve 2100 yılına kadar olası kurak dönemler belirlenmiştir. Yapılan analizler ve hesaplamalar sonucunda RCP 4.5 senaryosunda göre Konya Kapalı Havzasında 2100 yılına kadar altı kurak devre/dönem (2026-2027, 2044-2048, 2062-2063, 2087-2088; 2090-2091 ve 2097-2098) belirlenmiştir. RCP 8.5'e göre ise dört kurak dönem (2026-2027, 2060-2063, 2074-2075 ve 2092- 2097) belirlenmiştir. Belirlenen hidrolojik kurak dönemlerin şiddetlerinin havza içerisindeki değişimi şiddet dağılım haritaları ile gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, Konya Kapalı Havzasında yaşanması muhtemel olan hidrolojik kurak dönemlerde oluşacak su krizine karşı gerekli önlemlerin alınması ve su yönetimi planlarının hazırlanması gerekmektedir. Söz konusu yaşanacak kuraklıkların etkilerinin azaltılması, hem ülke ekonomisi hem de bölge üreticisi açısından büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidrolojik kuraklık, SPI, HADGEM2, kuraklık şiddet haritaları

Possible Hydrologic Drought Periods in Future for Konya Closed Basin

Abstract

There are several different opinions and scenarios on climate change. Potential problems to be encountered should be identified based on the each opinion. It is of utmost importance for sustainable production to carry out the necessary researches to solve these problems. In this context, the prediction of possible future hydrological drought periods is one of the most important elements for sustainable management of water. Estimation of future drought periods is directly related to all water-using sectors, especially for decision-makers. As it is known, Standardized Precipitation Index (SPI) is one of the most widely used drought indices in the world in terms of both ease of use and interpretation of its results. SPI is one of the indices accepted in the scientific world in the determination of meteorological, agricultural and hydrological drought cycles. In this study, estimated monthly rainfall series until 2100, which is obtained HadGEM2 global climate model, were used for Konya Closed Basin. The time series includes both pessimistic (RCP 8.5) and optimistic (RECP 4.5) scenario results. The obtained rainfall series were subjected to SPI analysis and possible drought periods until 2100 were determined. As a result of the analyses and calculations, six drought terms/periods (2026-2027, 2044-2048, 2062-2063,

2087-2088; 2090-2091 and 2097-2098) were determined in Konya Closed Basin until 2100 according to the RCP 4.5 scenario. At the same time, four drought periods (2026-2027, 2060-2063, 2074-2075 and 2092-2097) were determined for RCP 8.5 scenario. The changes of severity of the determined hydrological drought periods within the basin are shown by maps of severity distribution. Based on the results obtained, it is necessary to take relevant actions against the water crisis that will occur in the hydrological drought periods in Konya Closed Basin and prepare water management plans. Reducing the impacts of these droughts is of great importance for both regional growers and the national economy.

Keyword: Hydrological drought, SPI, HadGEM2, drought severity maps

Giriş

İklimdeki herhangi bir dalgalanma, başta hidrolojik çevrimi etkiler. Dolayısıyla su kaynakları bundan yerel, bölgesel ve küresel ölçekte etkilenir. Bu nedenle su kaynaklarının yönetimi ve bunların dağıtımı üzerine ciddi araştırmalar yapılarak, karşılaşılabilecek problemler için çözüm önerileri geliştirilerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Hali hazırda dünyanın farklı bölgelerinde su kaynakları konusunda ciddi sorunlar bulunmakta ve bu gelecekte de artarak devam edecektir. Su kaynakları 21. yüzyılın en değerli emtiası haline gelmiştir. Tarihe bakıldığında dünyanın farklı bölgelerinde su kaynaklarının alan ve zaman bakımından farklı davranışlar sergilediği görülmektedir. Bundan sonra var olan her su kaynağı için yeniden geliştirme çalışmaları, iklimsel değişkenliklerle birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir. Dünyanın farklı bölgelerindeki nehir akışlarında görünür şekilde artma ve azalma eğilimleri bulunmaktadır. Bu durumu sadece bölgelerdeki sıcaklık ve yağıştaki değişimlere bağlamak doğru değildir. İklimdeki dalgalanmalar, nehir akışları ile birlikte yeraltı suyunun beslenmesinde de önemli etkiler yapmaktadır. Dünyadaki iklimle ilgili geliştirilen senaryoların bazıları kimi bölgelerde tutarlılık gösterirken, büyük bölümünde beklenen tutarlılık zayıf kalmaktadır. Sıcaklıktaki artış, su kalitesinde düşmeye neden olabilir ancak bazı bölgelerdeki akışların artışına bağlı olarak bu durum kısmen de olsa telafi edilebilmektedir. İklimde meydana gelen olumsuzluklar su kaynakları üzerinde büyük etkilere sahiptir. Söz konusu etkileri sadece nehir akış hacmindeki azalma, zamanlamadaki problemler (kar erimesi), ve yeraltı suyunun beslenmesindeki sorunlarla sınırlandırmak doğru bir yaklaşım olmaz. Aynı zamanda sistem özelliklerine, sistemin üzerinde meydana gelen değişken baskılara, sistem yönetim evrelerine ve nihayet iklim değişikliğine yönelik tedbirlerin uygulanmış olmasına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Şen, 2005). Bazı su depolama yapıları, uzun dönemli su ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklerde iken bazıları ise tek

yıllık su ihtiyacını karşılama özelliğine sahiptir. Diğer bir ifadeyle bir yılda depolanan su, aynı yılın ihtiyaçlarını karşılamada kullanılmaktadır. Temelde yıllık ihtiyaçları karşılayacak özelliklerdeki yapıların hemen hemen tamamı belli bölgedeki sulama suyu ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik depolama yapılarıdır. Bu yapılar, hem meteorolojik kuraklıktan hem de tarımsal kuraklıktan doğrudan etkilenirler. Genellikle büyük su depolama yapıları, çok daha uzun dönemlerdeki su gereksinimlerini karşılayabilecek özelliklere sahip olup sadece meteorolojik ve tarımsal kuraklıklardan etkilenmemekle birlikte, depolama kapasitesine bağlı olarak bazı hidrolojik kurak dönemleri de rahatlıkla tolere edebilmektedir. Havzanın tamamında içme-kullanma suyu, çevresel su ihtiyacı, sanayi, enerji, maden, hayvancılık, su ürünleri, turizm ve ticari su sektörlerinin su talepleri tüm kuraklık koşullarında %100 oranında karşılanacaktır. Ancak tarım sektörü su talebi hali hazırda karşılanamazken kurak şartlarda karşılanma oranı çok daha fazla düşecektir. Beyşehir, Konya Çumra ve Karaman Ayrancı alt havzalarında tarım sektörü su ihtiyacı normal durumda %90 seviyelerinde karşılanabilirken, çok şiddetli kurak koşullarda karşılanabilirlik oranı %75'lere düşmektedir. Altinekin alt havzasında ise şiddetli kurak koşullarda karşılanabilirlik oranları %35 seviyesine kadar düşmektedir. Sulama verimliliğindeki artışa rağmen 2040 yılında çok şiddetli kuraklık şartlarında karşılanabilirlik oranı %48 seviyesine ancak yükseltilmektedir. Benzer bir durum YÜS potansiyeli oldukça düşük olan Cihanbeyli-Yeniceoba, Aksaray ve Misli alt havzaları için de geçerlidir. Tarım sektörü su ihtiyacının karşılanabilmesi için havzanın kuzeyindeki alt havzalarda kullanılmak üzere havza dışından su transferi yapılması ve havzada oluşan artırımlı atık suların yeniden kullanımı alternatiflerinin değerlendirilmesi gerekmektedir (Anonim, 2019).

Meteorolojik kuraklık analizi denince akla ilk gelen SPI analizidir. Hesaplama sistemi kolay olup kuraklık analiz çalışmalarında en yaygın kullanılan kuraklık indisidir. SPI girdi

parametresi olarak aylık yağış verilerini kullandığından dönemsel meteorolojik kuraklıkların tespitinde önemli bir araçtır (McKee ve ark., 1993). SPI analizlerinde meteorolojik kuraklığı daha çok temsil etmesi sebebiyle 1 aylık veya 3 aylık SPI analiz sonuçları değerlendirilmektedir (Gürler, 2017). Hidroloji kuraklık için 6 -24 ay veya daha fazla için SPI analizi iyi sonuçlar verebilir (WMO, 2012). Karmaşık bir yapısı olan kuraklık sürecini izlemek amacıyla geliştirilmiş indislerden, Palmer Kuraklık şiddeti indisi ile Standartlaştırılmış Yağış İndisini karşılaştırılmıştır. PDSI, ilgili bölgenin güncel (on günlük, 20 günlük, aylık, mevsimlik, yıllık, vb.) hava sıcaklığına, uzun dönemli hava sıcaklığına ve dolayısıyla buharlaşma terleme sürecine çok sıkı bağlı olmasının yanı sıra, toprak su içeriğine de bağlıdır. Sonuç olarak, yalnız yağış ve uzun-dönem yağışlarının eklemeli olasılık dağılımının Gauss (Normal) dağılımına dönüştürülerek elde edilen SPI değerlerinin farklı desenler göstermesi çok açıktır. Başka bir deyişle, bir bölge üzerinde hem yağış hem de toprak türü ve oradan olan buharlaşma terlemeye bağlı olan PDSI ile 12 aylık SPI değerlerinin değişimleri arasında çok kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkilerin çok kuvvetli olmasının en temel nedeni, PDSI'nin ardışık olarak yıl (12 ay) zaman ölçeğinde hesaplanmasından ileri geldiği varsayılmıştır. Ayrıca, elde edilen sonuçlara bağlı olarak önerilecek bir başka önemli sonuç ise, 12-aylık SPI değerlerinin büyük bir güven düzeyinde PDSI yerine kullanılabilir olmasıdır. Başka bir deyişle, toprak su içeriği kapasitelerinin elde edilmesinin olanaksız ya da pahalı olduğu durumlarda, 12 aylık SPI indisinin kullanılması önerilebilir (Tatlı ve Türkeş, 2011).

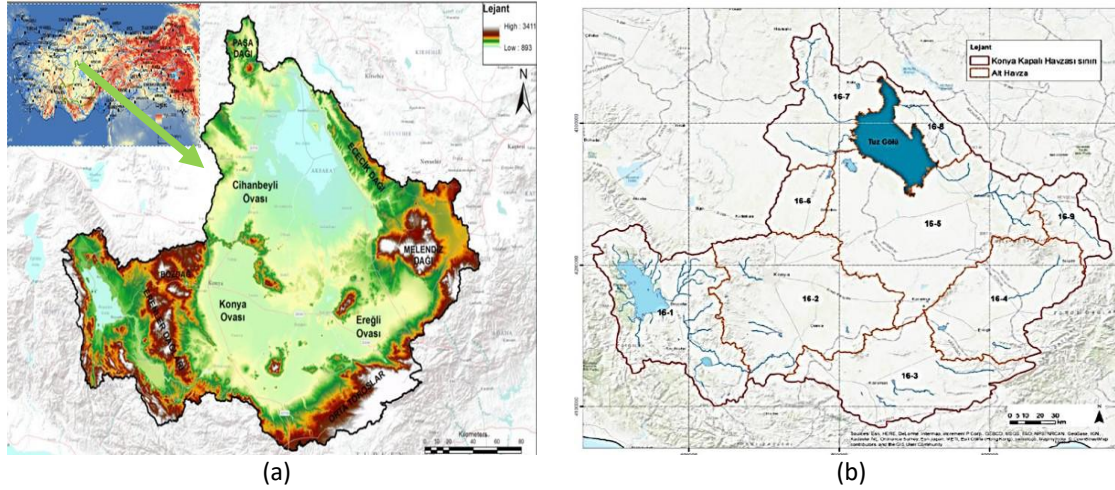
Yapılan bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen HadGEM2 küresel iklim modeli kullanılarak RCP 4.5 ve RCP 8.5 iklim senaryolarının çalıştırılmasıyla 2100 yılına kadar Konya Kapalı Havzasının aylık ortalama yağış verileri kullanılarak 12 aylık SPI analizi yapılmıştır. Böylelikle Konya Kapalı Havzası için 2100 yılına değin olasılık dahilindeki şiddetli ve aşırı kurak sınıftaki hidrolojik kurak dönemler belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen bu dönemlerin büyüklüklerinden yararlanılarak jeostatistiksel yöntemle alan şiddet dağılım haritaları üretilerek yorumlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı ve Toprak Özellikleri

Orta Anadolu Platosunda yer alan Konya Kapalı Havzası, güneydoğusu ve güneybatısı yüksek dağlarla çevrilidir (Şekil 1a). Eğim açısından orta kısım düz ve düze yakın bir plato özelliği sergiler. Ortalama denizden yüksekliği 1000 m'dir. Güney sınırında bu değer 3000 m'lere kadar yükselerek Orta Toros Dağlarının kuzeyini içerisine alır. Havzada genel olarak güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru gittikçe yükseklik azalma gösterir. Havza sınırlarında ovalar, platolardan sonra en fazla alanı kaplamaktadır. Havzanın merkezde Konya ve Çumra ovaları bulunurken, doğusunda Aksaray, Ereğli, Karapınar, Niğde ve Bor; kuzeyinde Cihanbeyli ve Şereflikoçhisar; batıda Beyşehir ve Seydişehir; güneyde Karaman ve Suğla ovaları yer almaktadır. Konya Kapalı Havzası hidrolojik açıdan toplam 9 adet alt havzaya ayrılır (Şekil 1b). Söz konusu alt havzalar ve bunların kapladığı alan Çizelge 1'de sunulmuştur. Yüzölçümü bakımından en fazla yüzey alanı 5 numara ile numaralandırılan Aksaray alt havzası olup 10569 km²'dir. En küçük ise Şereflikoçhisar alt havzası olup 1463 km²'lik yüzey alanına sahiptir.

DSİ verilerine göre bölgede yaklaşık 3 milyon ha tarıma elverişli arazi bulunmaktadır. Mevcut su kaynaklarına ilişkin projelerin tamamen geliştirilmesi ve suyun tasarruflu kullanılması koşulunda ancak bu arazinin 1/3'ünden (1.1 milyon ha) biraz fazlasının sulanabilmesi hedeflenmektedir. Tarıma elverişli arazinin tamamen sulanabilmesi için ise en az 7 milyar m³ daha suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle havza için hazırlanan raporların büyük bölümünde bölgede yapılacak sulu tarım faaliyetlerinin mutlaka suya göre yapılması önemi üzerinde durulmaktadır. Konya ovası jeolojik formasyonlara bağlı olarak farklı toprak tiplerine sahiptir. Ovanın güneydoğu ve doğusundaki volkanik kökenli arazi üzerinde kalkersiz kahverengi topraklara; ovanın kuzey ve güneyindeki kalkerli sahalarda kırmızı-kahverengi topraklara rastlanır. Ova tabanında ise akarsuların getirmiş olduğu periyodik karakterli alüvyon üzerine alüvyal topraklar; killi ana materyal üzerinde ise yaygın vertisoller; bataklık sahalarda ise yaygın şekilde hidromorfik alüvyal topraklar sıklıkla yer almaktadır (Anonim, 2012).



Şekil 1. Konya kapalı havzasının konumu (a) ve Alt Havzaları (Anonim, 2018) (b)

Çizelge 1. Alt Havzaları ve yüzölçümleri

Alt Havza Kodu	Alt havzanın adı	Yüzölçümü (km ²)
43846	Beyşehir-Kaşaklı	7308
43877	Konya-Çumra-Karapınar	8737
43906	Karaman-Ayrancı-Akçayaş	6116
43937	Ereğli-Bor	6021
43967	Aksaray	10569
43998	Altınekin	1615
44028	Cihanbeyli-Yeniceoba-Kulu	4314
44059	Şereflikoçhisar	1463
44090	Misli	1672
Toplam		47816
Tuz Gölü		1970
Toplam (Tuz Gölü ve diğer göl yüzey alanları dahil)		49786

Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Orta Toroslar Akdeniz'den gelen yağışların İç Anadolu'ya erişmesini engellediğinden, Toros Dağları'nın Akdeniz'e bakan yamaçları bol yağış alırken, iç kesimlerde yağışlar azalır, yarı kurak veya kurak iklim özellikleri görülür. Havza'nın büyük bir kısmını oluşturan Konya ili geniş bir düz plato üzerine yayılmıştır. Konya Havzası karasal iklime sahiptir. Yazlar sıcak ve kurak olup kışlar soğuk ve az yağışlıdır. Gece-gündüz sıcaklık farkı yaz aylarında 22 °C'ye kadar ulaşır. Ocak ayında en düşük ortalama sıcaklık -0.1 °C'dir (Çizelge 2). Ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 23.3 °C'dir. Yağış açısından havza, heterojen bir yapı sergileyip 283-766 mm arasında değişim göstermektedir. Havzanın doğusunda 360 mm düzeyine çıkan ortalama yağış, havzanın orta bölgelerinde özellikle Karapınar çevrelerinde 300 mm'nin de altına inmektedir (Şekil 2). Havzanın batı bölümünde yer alan Seydişehir ve çevresinde 766 mm'ye kadar yükselmektedir.

Havza geneli için ortalama yağış 387 mm olarak kabul edilmektedir.

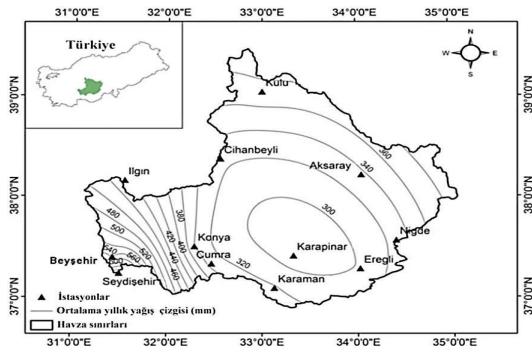
Araştırma Yerinin Su Kaynakları

Konya Havzası'nda yer alan akarsuların çoğu havza içindeki kaynak veya göllerden çıkar. Yağışların düzensizliği ve azlığı sebebiyle akarsuların rejimleri düzensizdir. Kış ve ilkbahar aylarında akışa geçen dereler kurak geçen yaz aylarında kurumakta ya da debileri ciddi ölçüde azalmaktadır. Havza'daki önemli akarsular: Çarşamba Çayı, İvriz Çayı, Deliçay, Melendiz Çayı, Ulurmak ve Peçenek Deresi'dir. Konya Havzası'nın kapalı havza olması sebebiyle akarsular ova tabanlarındaki bataklıklarda kaybolur.

Tuz Gölü, Çavuşçu Gölü, Beyşehir Gölü, Ereğli Ovası'ndaki Akgöl, Hotamış Bataklığı çevresindeki yükseltilerden kaynağını alan dereler kapalı havza şeklindeki bu alanlara akış gösterirler.

Çizelge 2. Havzaya ait uzun yıllar ortalama sıcaklık, ortalama toplam yağış ve ortalama buharlaşma miktarları (1975-2011)

İstasyon	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												P (mm/yıl)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aksaray	0.8	1.7	6.3	12	16	21	24	24	19	13	7	2.6	345
Beyşehir	-0	0.6	4.8	10	15	19	22	22	18	12	6	1.8	489
Cihanbeyli	-0	0.7	5.2	11	16	20	24	23	18	12	6	1.5	321
Ereğli	0.2	1.3	6.2	12	16	21	24	23	19	13	6	2	306
Karapınar	-0	0.5	5.1	11	16	20	23	23	18	12	5	1.4	284
Konya	0	1	5.6	11	16	21	24	24	19	13	6	1.7	327
Niğde	-0	0.6	5.2	11	15	20	23	23	18	12	6	1.7	332
Seydişehir	0.4	1.1	5.8	11	16	20	24	24	19	13	7	2.3	770
Ulukışla	-2	-1	3.5	8.9	13	18	22	22	17	11	4	0.2	318
Ortalama	-0.1	0.7	5.3	10.9	15.4	20.0	23.3	23.1	18.3	12.3	5.9	1.7	388

**Şekil 2.** Konya havzasında yağışın dağılımı

Konya ve Ereğli ovalarının çevresindeki yükseltilerden kaynağını alan dereler ovada kaybolur ve göl oluşturmazlar. Konya Havzası'nın en büyük gölleri Tuz Gölü ve Beyşehir Gölü'dür. Havza içerisindeki düzlüklerde çok sayıda küçük kapasiteli obruk gölleri bulunmaktadır. Havza'nın güneydoğu sınırındaki dağların zirvelere yakın yerlerde ise küçük kapasiteli buzul gölleri mevcuttur.

Küresel İklim Modeli

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Hadley Merkezi Küresel Çevre Modeli 2 (HadGEM2) kullanarak elde ettiği yağış zaman serileri kullanılmıştır. HadGEM2 küresel iklim modeli, ortak bir fiziksel çerçeve ile farklı karmaşıklık seviyeleri içeren özel model yapılandırmalarının bir dizisini içermektedir (Demircan ve ark., 2017). HadGEM2 ailesi, birleştiğinde atmosfer-okyanus yapılandırması ve/veya dinamik bitki örtüsü, okyanus biyoloji ve atmosferik kimyasıyla Dünya-Sistem yapılandırması ve iyi bir çözümle stratosferin dâhil olduğu atmosferdeki bir dikey uzantısını içerir. Standart atmosferik bileşeni, 1.875° boylam ve 1.25° enlem aralığı ile yatay

çözünürlüğünden meydana gelen 192 x 145 grid hücresinden oluşan küresel bir grid (karelej) yapısı ve yaklaşık 40 km yüksekliğe uzanan 38 seviyeye sahiptir (Demircan ve ark., 2017).

Hidrolojik Kuraklığın Belirlenmesi

Toprak nemi koşulları, nispeten kısa bir zaman diliminde yağış anomalilerine cevap verir. Yeraltı suyu, akarsu ve rezervuar depolama uzun vadeli yağış anomalilerini yansıtır. Bu nedenle, örneğin, meteorolojik kuraklık için 1 veya 6 aylık bir SPI; tarımsal kuraklık için 1 ila 6 aylık bir SPI ve hidrolojik kuraklık için 6 -24 ay (veya daha fazla) SPI analizi iyi sonuçlar verebilir (WMO, 2012). SPI aşağıdaki Eşitlik 1'den yararlanılarak belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (McKee ve ark., 1993).

$$SPI = \frac{x_i - x_j}{\sigma} \quad (1)$$

Eşitlikte; SPI: Standardize Yağış İndisi; X_i: Mevcut Yağış; X_j Ortalama Yağış ve σ: standart sapma

SPI analizi kuraklık ve nemlilik sınıflandırmasının sınır değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. Çalışma kapsamında, kurak dönemler şiddetli kurak ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak belirlenmiştir. Tatlı ve Türkeş (2011) 12 aylık SPI değerlerinin büyük bir güven düzeyinde PDSI yerine kullanılabileceği belirtilmektedir. Özellikle toprağın su tutma kapasitelerinin bilinmediği elde edilmesinin olanaksız ya da pahalı olduğu durumlarda, 12 aylık SPI indisinin kullanılması önerilmektedir. Bu bağlamda çalışmada, Standartlaştırılmış Yağış İndisinin (SPI) 12 aylık değerleri dikkate alınarak Konya kapalı havzasının hidrolojik kurak dönemleri tespit edilmiştir. Bilindiği gibi

SPI meteoroloji, tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden bir tanesidir. SPI basit olmasının yanında son derece de kullanışlı bir kuraklık indisidir.

Çizelge 3. SPI Kuraklık/Nemlilik sınıflandırması (McKee ve ark., 1993)

Standart Yağış	Yağış (Kuraklık/Nemlilik)
2 ve üzeri	Aşırı nemli
1.5 – 1.99	Çok nemli
1 – 1.49	Orta düzeyde nemli
0.5 – 0.99	Normale yakın nemlice
-0.499 – 0.499	Normal
-0.5 – -0.99	Normale yakın kurakça
-1 – -1.49	Orta düzeyde kurak
-1.5 – -1.99	Şiddetli kurak
-2 ve altı	Aşırı kurak

Jeoistatistiksel Yöntem

İstatistiğin uygulamalı bir dalı olan jeoistatistik, ilk defa yerbilimlerinde karşılaşılan tahmin problemlerinin çözümüne yönelik olarak kullanılmıştır. Geoistatistikte ölçüm yapılan notaların konumları ile gözlemler arası korelasyon dikkate alınır. Bu yöntemle yansız ve minimum varyanslı tahminler yapılabilmektedir (Olea, 1977, Başkan, 2004). Ölçülen değerlerden deneysel variogram yapısı belirlenir. Geoistatistiksel çalışmaların temelini, bu belirlenen variogram yapısına teorik bir modelin uydurulması oluşturmaktadır (Delhomme 1978; Vieira ve ark., 1983; Başkan, 2004). Geoistatistiksel yöntemler, yönlü verilere uygulandığında oldukça sağlam ve güçlü sonuçlar ortaya koymaktadır.

Haritaların hazırlanmasında Uzaklığın Tersine ile Ağırlıklandırma (Inverse Distance Weighting - IDW) enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. IDW, enterpolasyon yöntemi olarak iklim parametrelerinin işlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemdir. Yöntemin temeli iki nokta arasındaki ilişkinin ve benzerliğin, aradaki uzaklıkla orantılı olduğu kabulüne dayanır (Aydın ve Çiçek, 2013). Yöntem, araştırılan nokta değerinin yakınındaki bilinen nokta değerlerine daha benzer olacağını kabul etmektedir. Bu varsayımdan yola çıkarak bilinmeyen noktalara yakın olan bilinen noktaların, tahmin edilecek noktanın değeri üzerine daha yüksek etkiye (ağırlığa) sahip olacağı anlaşılmaktadır. IDW yönteminde her örnek noktası, değeri tahmin edilecek noktaya

olan uzaklığına ters oranda ağırlık değeri almaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989). Diğer bir ifadeyle bilinmeyen noktanın tahmininde; bilinen noktaların yakın olanlarına daha yüksek oranda ağırlığı olurken uzak olanların ise daha düşük bir ağırlıkta temsili söz konusudur (Franke ve Nielson, 1980; Kale, 2018). Bu nedenle IDW, bilinmeyen mekansal yağış verilerini, bilinmeyen bölgeye bitişik yerlerin bilinen verilerinden tahmin etmek için kullanılabilir (Li ve Heap, 2008; Goovaerts, 2000). IDW formülleri aşağıdaki Eşitlik 2’de verilmiştir. Ayrıca, yöntemde kullanılan ağırlıklandırma Eşitlik 3’de verildiği gibidir.

$$\hat{Z}(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^N W(X_i)Z(X_i)}{\sum_{i=1}^N W(X_i)} \quad (2)$$

$$W(X_i) = \left(\frac{1}{d_i}\right)^p \quad (3)$$

Eşitliklerde; $W(X_i)$ 'inci bilinen konumdaki ağırlığı, $Z(X_i)$ 'inci konumdaki bilinen örnek noktası değerini, N ölçüm noktası sayısını, d örnek noktası ve tahmin noktası arasındaki mesafeyi ve p üstel güç katsayısını ifade etmektedir (Ahrens, 2006).

Bulgular ve Tartışma

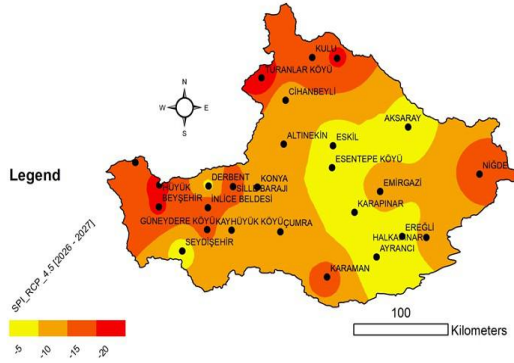
RCP 4.5 İklim Senaryosuna Göre Ortak Kurak Dönemler

RCP 4.5 iklim senaryosuna göre şiddetli kurak ve aşırı kurak sınıflar dikkate alındığında havzada 6 adet ortak kurak dönem belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla 2026 – 2027, 2044 – 2048, 2062 – 2063, 2087 – 2088, 2090 – 2091 ve 2097 – 2098 yıllarını kapsamaktadır. En şiddetli ve uzun olanı da 2044 – 2048 yıllarını kapsayan ortak kurak dönemdir.

2026-2027 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 3’den de görüleceği gibi, bu hidrolojik orta kurak dönemde havzanın Aksaray, Eskil, Karapınar ve Ayrancı bölümünde, kuraklığın şiddeti daha düşük gerçekleşecektir. Söz konusu bölgede kuraklık şiddet toplamları -5 civarındadır. Havzanın kuzey ve batı bölümlerinde kuraklığın şiddeti dolayısıyla da süresi artmaktadır. Özellikle Kulu’nun doğusundaki Şereflikoçhisar çevresinde, Cihanbeyli’nin kuzeyindeki Turanlar köyünün yanı sıra Hüyük ve Beyşehir çevreleri de bu dönemki kuraklıklardan en fazla

etkilenecek bölgeler olup kuraklık şiddet toplamaları -20 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Havzanın orta bölümlerinde yer alan Cihanbeyli'nin güney kesimleri, Altınekin, Konya ve Çumra bölgeleri, kuzey ve batı bölgelerine göre bir az daha düşük şiddet ve sürede (kuraklık şiddet toplamaları -10) kuraklık yaşayacaktır.



Şekil 3. RCP 4.5 senaryosuna göre 2026-2027 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

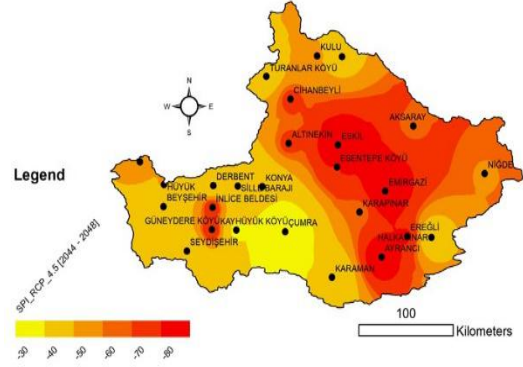
2044-2048 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem, yaklaşık beş yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 4'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde havzanın özellikle orta bölümünde yer alan, Cihanbeyli, Altınekin, Eskişehir, Emirgazi, Ereğli, Karapınar ve Ayrancı çevreleri ve de bunların oluşturduğu bölgelerde kuraklığın şiddet toplamaları -80'e kadar çıkmaktadır. Söz konusu bölgele havza toplam yüzey alanının yarısını oluşturmaktadır. Bu kurak dönem kuraklık şiddet toplamı -30 civarında olan Çumra çevrelerinde en kısa ve şiddette gerçekleşecektir. Geriye kalan diğer bölgelerde ise kuraklık şiddet toplamaları -40 ile -70 arasında değişim sergilemektedirler. Ağırlıklı olarak havzanın batı bölümü ve kısmen de kuzey bölümü, orta bölüme göre daha düşük şiddette kuraklık yaşayacaklardır.

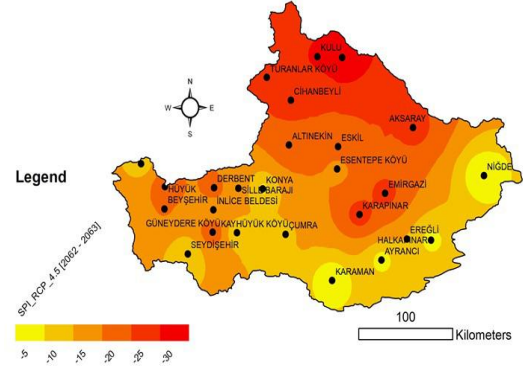
2062-2063 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 5'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde havzanın kuzey ve kısmen de kuzey batı bölgelerinde kuraklık (kuraklık şiddet toplamı -30), güney ve güney doğu bölgelerine (kuraklık

şiddet toplamı -5 ve -10) göre daha ağır yaşanacaktır. Havzanın büyük bölümü kuraklık şiddet toplamı olarak -15 ile -25 arasında değişim sergilemektedir.



Şekil 4. RCP 4.5 senaryosuna göre 2044-2048 hidrolojik kurak dönemdeki değişim



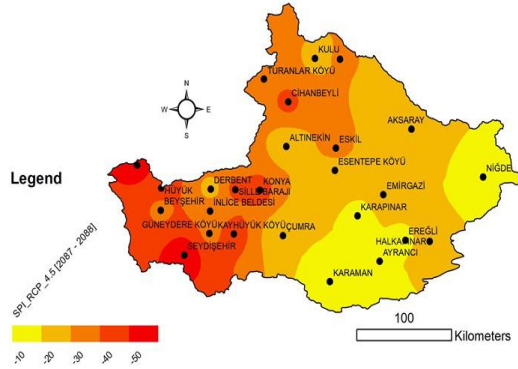
Şekil 5. RCP 4.5 senaryosuna göre 2062-2063 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

2087-2088 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 6'dan da görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde en az etkilenecek olan bölge Niğde ve Karaman (kuraklık şiddet toplamı -10) çevreleridir. Havzanın kuzeyine ve özellikle batı bölümünde kalan alanlar hidrolojik kuraklıktan en fazla etkilenecek bölgelerdir. Söz konusu bölgelerde kuraklık şiddet toplamı -50 seviyelerine kadar yükselmektedir. Aksaray, Altınekin, Ereğli ve Çumra çevrelerinin içinde bulunduğu ve havzanın büyük bölümünü kapsayan alanda ise kuraklık şiddet toplamı -20 seviyelerinde olacağı öngörülmektedir.

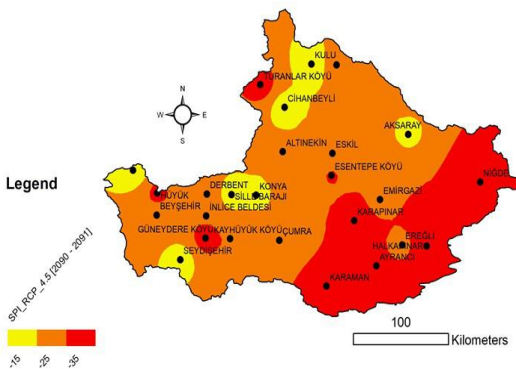
2090-2091 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır.



Şekil 6. RCP 4.5 senaryosuna göre 2087-2088 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 7'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle havzanın Niğde, Ayrancı, Ereğli, Karapınar ve Karaman (kuraklık şiddet toplamı -35) çevreleri en fazla etkilenecektir. Bir önceki hidrolojik kurak dönem olan 2087-2088 hidrolojik kurak dönemi dikkate alındığında tam tersi bir durum söz konusudur. 2090-2091 hidrolojik kurak dönemde Kulu, Cihanbeyli, Konya, Sille Barajı ve Seydişehir çevrelerinde yaşanılacak hidrolojik kuraklık (şiddet toplamı -15), havzanın en az etkilenecek bölgeleri olarak belirlenmiştir. Havzanın büyük bölümü hidrolojik kuraklık açısından şiddet toplamı -25 olacak şekilde söz konusu kuraklığı yaşayacağı öngörülmektedir.

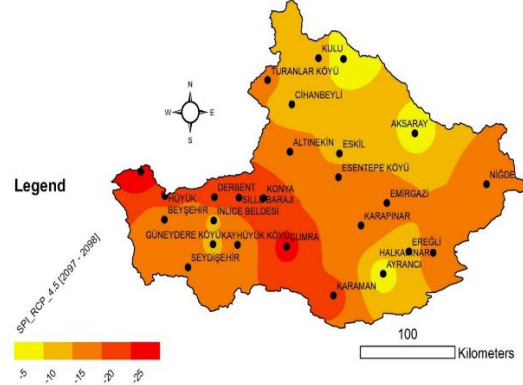


Şekil 7. RCP 4.5 senaryosuna göre 2090-2091 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

2097-2098 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık

şiddeti belirlenmiştir. Şekil 8'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle havzanın Kulu, Aksaray ve Ayrancı çevreleri (kuraklık şiddet toplamı -5) hidrolojik açıdan en hafif kuraklığı yaşayacaklardır. Genel olarak bakıldığında havzanın batısına doğru kuraklığın şiddet toplamı artmakta ve Karaman, Konya, Sille Barajı, Derbent, Hüyük ve Hüyük'ün kuzey batısında artarak -25'lere kadar yükselmektedir. Söz konusu istasyonlar ve çevreleri kuraklığın en şiddetli olduğu bölgelerdir.



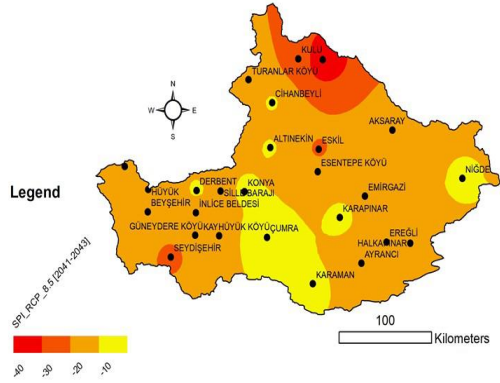
Şekil 8. RCP 4.5 senaryosuna göre 2097-2098 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

RCP 8.5 İklim Senaryosuna Göre Ortak Kurak Dönemler

RCP 8.5 iklim senaryosuna göre şiddetli kurak ve aşırı kurak sınıflar dikkate alındığında havzada 6 adet ortak kurak dönem belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla 2026 – 2027, 2060 – 2063, 2074 – 2075, ve 2092 – 2097 yıllarını kapsamaktadır.

2026-2027 Hidrolojik Kurak Dönem

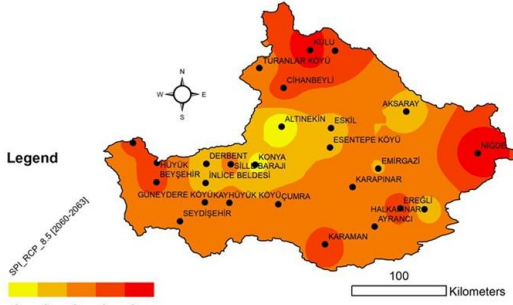
Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 9'dan da görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle havzanın Kulu ve Şereflikoçhisar çevreleri kuraklığın en fazla etkileyeceği alanlar olup kuraklık şiddet toplamı -40 seviyelerine kadar yükselmektedir. Benzer şekilde Eskiil ve Seydişehir ve çevresinde de kuraklık şiddet toplamı -30'a kadar yükselmektedir. Havzanın büyük bölümünde kuraklık şiddet toplamı -20 seviyesindedir. Hidrolojik kuraklık açısında en az etkilenecek bölge Konya, Çumra, Karaman arası bölge ile Niğde ve Karapınar çevresidir. Anılan bölgelerin kuraklık şiddet toplamaları -10 seviyesinde olacağı öngörülmektedir.



Şekil 9. RCP 8.5 senaryosuna göre 2026-2027 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

2060-2063 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 10'dan da görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle Kulu, Şereflikoçhisar, Cihanbeyli, Niğde, Ereğli, Karaman, Beyşehir ve Hüyük çevreleri en fazla kuraklığın yaşanacağı bölgeler olup kuraklık şiddet toplamları -50 seviyesine kadar yükselmektedir. Havzanın geneli kuraklık şiddet toplamı olarak ortalama -30 seviyesinde bir şiddette kuraklık yaşayacaktır. Altınekin ve Konya çevresinde küçük bir alanda şiddet toplam -10 seviyesine kadar düşmekte olup en az etkilenecek bölgeler olarak öngörülmektedir.

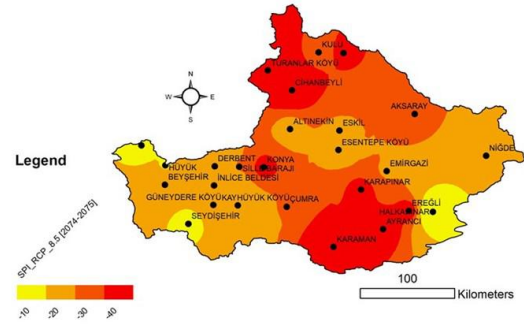


Şekil 10. RCP 8.5 senaryosuna göre 2060-2063 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

2074-2075 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık iki yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 11'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle Kulu, Şereflikoçhisar, Cihanbeyli, Karaman, Karapınar, Ayrancı ve Konya çevreleri

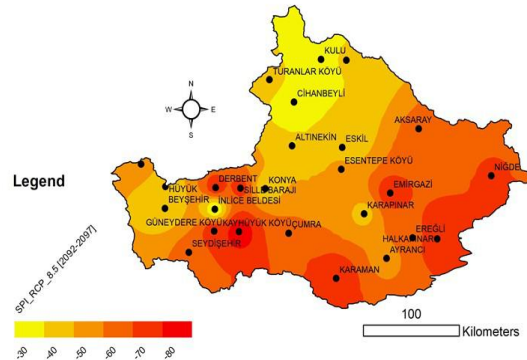
en fazla kuraklığın yaşanacağı bölgeler olup kuraklık şiddet toplamları -40 seviyesine kadar yükselmektedir. Havzanın batısında yer alan Hüyük, Beyşehir, Güneydere, Derebent istasyonları ile havzanın orta ve doğusunda yer alan Altınekin, Eski, Esentepe, Emirgazi ve Niğde çevrelerinde kuraklık şiddet toplamları -30 civarında olacak şekilde hidrolojik kuraklık yaşanması olası görünmektedir. Ereğli ve Seydişehir çevrelerinde küçük bir alanın şiddet toplam -10 seviyesine kadar düşmekte olup en az etkilenecek alanlar olarak öngörülmektedir.



Şekil 11. RCP 8.5 senaryosuna göre 2074-2075 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

2092-2097 Hidrolojik Kurak Dönem

Bu kurak dönem yaklaşık altı yıllık süreyi kapsamaktadır. Her bir istasyon için şiddetli ve aşırı kurak sınıflar dikkate alınarak kuraklık şiddeti hesaplanmıştır. Şekil 12'den de görüleceği gibi, bu hidrolojik kurak dönemde özellikle havzanın Niğde-Ereğli arası, Emirgazi, Karaman, Hüyük Köyü ve Seydişehir çevreleri (kuraklık şiddet toplamı -80'e kadar yükselmekte) en fazla etkilenecek bölgeler olarak ortaya çıkmaktadır. Havza genelinde dalgalı bir hidrolojik kuraklık söz konusudur. Cihanbeyli ve Kula çevrelerinde kuraklık havzanın diğer bölgelerine göre daha az şiddette ve sürede (şiddet toplamı -30) oluşması beklenmektedir.



Şekil 12. RCP 8.5 senaryosuna göre 2092-2097 hidrolojik kurak dönemdeki değişim

Sonuçlar

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün HadGEM2 kullanarak elde edilen yağış zaman serileri kullanılarak 2100 yılına kadar Konya Kapalı Havzası için olası ortak hidrolojik kurak dönemler belirlenmiştir. Ortak hidrolojik kurak dönemler belirlenirken iyimser bir senaryo olarak kabul edilen RCP 4.5 senaryosu ve kullanılarak yapılmıştır. Havza içerisinde söz konusu hidrolojik kurak devrelerin şiddetinin nasıl bir dağıldığı gösterdiğinin belirlenmesi ile ağırlıklı olarak hangi bölgelerin ne şiddette etkileneceği saptanmıştır. Bu bilgiler yardımıyla alınacak tedbirlerin düzeyi ve boyutu planlanabilir. Hidrolojik kuraklığın en yaygın etkileri, yağış ve dolayısıyla yüzey akışlarının azalması, toprak neminde görülen açıklar, su depolama yapılarında ve yeraltı suyu seviyelerinde düşümler olarak söylenebilir. Su kalitesi açısından değerlendirildiğinde ise yüksek su sıcaklıkları su kalitesini bozabilmektedir. Ancak, bölgesel olarak daha yoğun akışların etkisi bunu zaman zaman azaltabilir ya da telafi edebilir. Akışın az olduğu durumlarda mutlak suretle su kalitesi bozulmaları artacaktır. Elde edilen sonuçlar, Konya Kapalı Havzasında yaşanması muhtemel olan hidrolojik kurak dönemlerde oluşacak su açığına ve buna bağlı oluşacak krize karşı gerekli önlemlerin alınması ve su yönetimi planlarının hazırlanmasında önemli katkılar sağlayacak niteliklerdedir. Karar vericilerin ve su kullanıcıların, söz konusu yaşanacak kurak dönemlerde kuraklık etkilerini azaltacak önlemler başta olmak üzere, sürdürülebilir canlı yaşamı ve tarımsal üretim için gerekli iş ve işlemleri gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Doğru planlama ve sorunların çözümüne yönelik önlemler sayesinde hem ülke ekonomisine hem de bölge üreticisine ciddi katkılar sağlanırken aynı zamanda oluşacak zararların azaltılması mümkün kılınabilir. Bu kapsamda Konya Kapalı Havzası'nda bulunan kentsel atık su arıtma tesislerinden deşarj edilen sular sulama suyu kaynağı olarak dikkate alınmalıdır. Havza sınırlarında toplam 8 adet kentsel atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Ancak Aksaray merkez için ise proje aşamasındadır. Hali hazırda havzada Beyşehir 6.66 hm³/yıl, Konya Çumra bölgesi 73 hm³/yıl, Karaman-Ayrancı bölgesi 8,83 hm³/yıl, Ereğli Niğde Bor bölgesi 22,15 hm³/yıl, Cihanbeyli Yeniceoba (5,48 hm³/yıl) ve planlama

kötümser senaryo olarak ta RCP 8.5 senaryoları dikkate alınmıştır. RCP 4.5 senaryosuna göre Konya Kapalı Havzasında 2100 yılına kadar 2026-2027, 2044-2048, 2062-2063, 2087-2088, 2090-2091 ve 2097-2098 yılları olmak üzere altı hidrolojik kurak dönem belirlenmiştir. RCP 8.5'e göre ise 2026-2027, 2060-2063, 2074-2075 ve 2092- 2097 yılları olmak üzere dört hidrolojik kurak dönem belirlenmiştir. Jeostatistiksel yöntemle şiddet dağılım haritaları IDW yöntemi

aşamasındaki Aksaray da ise 20,08 hm³/yıl olmak üzere tüm havzada toplam 136,2 hm³/yıl miktarda atık su üretilmektedir (Anonim, 2019). Bu nedenle atık suların mutlak bir su kaynağı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Havzada, bitki kök bölgesi tuzluluğu dikkate alınarak sulama randımanları artırılmalıdır. Öte yandan da su hasadı tekniklerinin havza genelinde benimsetilmesi ve yaygınlaştırılması da büyük öneme sahiptir. Sulama suyu gereksinimi daha az olan bitkilerin üretiminin sağlanması ve desteklenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Ahrens B., 2006. Distance in spatial interpolation of daily rain gauge data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(2), 197- 208.
- Anonim, 2012. Faaliyet Raporu 2012. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, 2018. Konya Kapalı Havzası Yönetim Planı. Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havzası Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi için Teknik Yardım. TR2011/0327.21-05-01-001
- Anonim, 2019. Sektörel Su Tahsisi Eylem Planı ve Genelgesi (2019-2024). Konya Kapalı Havzası Sektörel Su Tahsis Planı Hazırlanması Projesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Beştepe Mahallesi, Alparslan Türkeş Cad. No:71, Yenimahalle/Ankara
- Aydın, O., ve Çiçek, İ., 2013. Ege bölgesindeki yağışın mekânsal dağılımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11 (2), 101-120.
- Başkan, O. 2004. Gölbası yöresi topraklarının mühendislik, fiziksel özellik ilişkilerinde jeostatistik uygulaması, Doktora Tezi, AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Ankara.

- Delhomme, JP 1978. Kriging in the Hydrosiences. *Advances in Water Resources*,1(5): 251-266.
- Demircan M., Arabacı H., Gürkan H., Eskioğlu O., Coşkun M., 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios, *Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi (Turkish Journal Of Water Science & Management)*, ISSN:2536 474X Publication number:6777, Volume: 1 Issue: 1, January 2017, Ankara
- Franke, R., Nielson, G., 1980. Smooth interpolation of large sets of scattered data. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 15, 1691–1704.
- Goovaerts P., 2000. Geostatistical Approaches for Incorporating Elevation into the Spatial Interpolation of Rainfall. *Journal of Hydrology*, Vol. 228, No. 1-2, 2000, pp. 113- 129. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00144-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00144-X)
- Gürler Ç., 2017. Beyşehir ve Konya-Çumra-Karapınar Alt Havzalarında Standartlaştırılmış İndis Yaklaşımı İle Hidrolojik Kuraklık Değerlendirmesi. Uzmanlık Tezi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara
- Isaaks, E., and Srivastava, R., 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Kale M.M., 2018. Yeşilirmak Havzası Mekânsal Yağış Dağılımına ait Değişiminin Deterministik ve Stokastik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Yerbilimleri*, 2018, 39 (3), 263-276
- Li J., Heap A. D., 2008. *A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists*. Geoscience Australia, Canberra, 2008.
- McKee T., Doesken N., Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology* (s. 179-184). Anaheim, California: American Meteorological Society.
- Olea R.A., 1977. Measuring spatial dependence with semivariograms. *kansas geological survey, series on spatial analysis*, No. 3, Lawrence, Kansas. p. 122
- Şen Z., 2005. İklim Değişikliği ve Su Kaynaklarına Etkisi. 22 Mart Dünya Su Günü, "İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi"Paneli (2005). Lütfi Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı – Marmara Salonu, İstanbul.
- Tatlı H., Türkeş M., 2011. Comparison Of The Palmer Drought Severity Index With The Standardized Precipitation Index Over Turkey. 5th Atmospheric Science Symposium, İstanbul, Türkiye, 27-29 Nisan 2011, pp.231-239
- Vieira SR, Hatfield JL, Nielsen DR, Biggar JW 1983. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, 51 (3): 1-75, Davis- California
- WMO, 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide*. World Meteorological Organization.

Araştırma Makalesi

Eskişehir İli Sera Koşullarında Yetiştirilen Biberin Sulama Programı[&]

Mevlüt YILMAZ¹, İsmail TAŞ^{2*}

¹Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eskişehir

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

*: Sorumlu yazar: tas_ismail@yahoo.com

Geliş Tarihi: 24.04.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.06.2020 Kabul Tarihi: 09.06.2020

Öz

Tarımsal üretimin, sera gibi kontrollü ortamda sürdürülebilir bir şekilde yapılması, başta çevre kirliliğinin önlenmesi olmak üzere birim alandan en yüksek verim ve kalitenin alınmasında kilit role sahiptir. Üretimde en fazla çevre sorununa neden olan etmenlerin başında yanlış sulama uygulamaları gelmektedir. Bu araştırma, Eskişehir ili sera koşullarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan biber bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) sulama programını oluşturmak amacıyla 2018 ve 2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Deneme, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Toprak Su Yerleşkesinde yer alan ısıtmasız PE örtülü serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ana konuyu 2 ve 4 günlük sulama aralığı oluşturmaktadır. Alt konuları ise 4 farklı sulama suyu seviyesi (Kp1=0.75, Kp2=1.0, Kp3=1.25 ve Kp4=1.50) oluşturmaktadır. A sınıfı buharlaşma kabı kullanılarak sulama suyu miktarları saptanmıştır. Deneme konularına bağlı olarak toplam 440-1064 mm yıl⁻¹ sulama suyu uygulanmıştır. Buna karşılık 461-1115 mm yıl⁻¹ arasında değişim gösteren evapotranspirasyon değerleri hesaplanmıştır. Biber verim değerleri 12.41-15.43 ton da⁻¹ arasında değişim sergilemiştir. Araştırma konularının su kullanım randımanı (WUE) 11.38-22.44 kg da⁻¹ mm⁻¹ ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 11.85-23.69 kg da⁻¹ mm⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda, Eskişehir ili sera koşullarında biber bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanması durumunda, sulama aralığı olarak 2 günün uygun olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu seviyesi olarak da A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığılımlı buharlaşma değerinin 1.25 katının biber verimi ve kalitesi açısından uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Verim, Damla Sulama, WUE, IWUE

Irrigation Scheduling for Pepper Under the Greenhouse Conditions In Eskişehir Province

Abstract

The sustainable production of agricultural production in a controlled environment such as a greenhouse plays a key role in obtaining the highest efficiency and quality from the unit area, especially in the prevention of environmental pollution. Unsuitable irrigation practices are the leading factors that cause the most environmental problems in production. This research was carried out in 2018 and 2019 production season in order to create of irrigation acheduling of pepper (*Capsicum annuum* L.), which is widely grown in greenhouse conditions of Eskişehir. The experiment was carried out in an unheated PE covered greenhouse located in the Soil Water Campus of the Eskişehir Gecit Kusagi Agricultural Research Institute Directorate. The main subject in the study is the irrigation interval of 2 and 4 days. Sub-topics are 4 different irrigation water levels (Kp1 = 0.75, Kp2 = 1.0, Kp3 = 1.25 and Kp4 = 1.50). Amount of irrigation water were determined by using class A pan. Depending on the study subjects, a total of 440-1064 mm year⁻¹ irrigation water was applied. On the other hand, evapotranspiration values varying between 461-1115 mm year⁻¹ were calculated in two years. Pepper yields varied between 12.41-15.43 tons da⁻¹. The research topics were determined to vary between water use efficiency (WUE) 11.38-22.44 kg da-1 mm-1 and irrigation water use efficiency (IWUE) 11.85-23.69 kg da-1 mm-1. At the end of the study, if the pepper plant was irrigated by drip irrigation method in the greenhouse

conditions of Eskisehir, it was determined that the irrigation interval was appropriate for 2 days. It is determined that the 1.25 amount of accumulated evaporation from the class A pan as irrigation water level which is suitable for pepper yield and quality.

Key Word: Yield, Drip Irrigation, WUE, IWUE

Giriş

Dünyadaki nüfusun hızla artması, doğal kaynakların tahrip edilmesi ve küresel iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlar neticesinde; yağışlarda düzensizlikler oluşmuştur. Buna bağlı olarak mevcut su kaynaklarına olan ihtiyacı daha fazla artırmaktadır. Bu artış sebebiyle tarımsal üretim için gerekli olan suyun karşılanamaması gelecek için kaçınılmaz bir sonuç/sorundur. Artan nüfusun gıda gereksiniminin yeterli düzeyde karşılanabilmesi ise gelecekte diğer önemli bir sorundur. Bu nedenle, verimi arttıran ancak uygulanan sulama suyundan tasarruf sağlayan yöntemlerin uygulanması ve geliştirilmesi çok önemlidir. Sulama amacıyla tasarlanan ve doğadaki bitkilerin besin döngüsünün temelini oluşturan; uygulanacak sulama suyu ölçüsü ve bitki su tüketim değerleri hem tarımsal hem de birçok projenin hayata geçirilmesinde en temel bilgiyi oluşturur. Bu sebeple sulama projelerinin uygun bir şekilde planlanması ve işletilmesi yörede yetiştirilen bitkilerin mevsimsel ve sezonluk bitki su tüketimlerinin tam olarak belirlenmesine bağlıdır. (Jensen ve ark. 1990; Burman ve Pochop 1994).

Az yağış olan yerlerde yetiştirilen bitkilerin gelişimini sağlamak ya da istenilen verimi almak için, noksan olan su bitkiye sulama ile verilmesi gerekir. Suya karşı hassas bitkilerin bilhassa sebzelerin sulanmasında birçok faktörün birlikte değerlendirilmesi gereklidir. Sebzelerin sulanmasında; uygun sulama yöntemini, sulama zamanını ve sulama suyu miktarını saptamak oldukça zordur. Oysa geleneksel sulamalarda üreticiler geçmiş yıllardaki deneyimlerinden yararlanarak sulama işini gerçekleştirmektedirler (Taş ve Kırnak, 2011). Gereğinden fazla ya da bilinçsiz yapılan sulamalar; bitki köklerinin gelişmesine ve toprak mikroorganizma faaliyetlerinin üzerine olumsuz etkileri olmakla beraber bitkilerin topraktan ihtiyacı olan gerekli besin maddelerinin alınmasını engellemektedir. Ayrıca aşırı sulama sonucu taban suyunda yükselme, toprak tuzluluğu, bitki verimlerinde azalmalar ve erozyonla toprakların yok olmasına sebep olmaktadır.(Tezcan ve Kaman, 2018). Sera koşullarında klasik damla sulama ile su

yastıklarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, Demre çeşidi sivri biberde, beyaz, mavi ve siyah su yastıklarında verim değerleri sırası ile 7.37, 7.4 ve 7.14 ton da⁻¹, damla sulamada ise 5.25 ton da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Yalova Çarliston çeşidinde ise bu değerler sırasıyla 5.6, 5.7 ve 6.0 ton da⁻¹ iken, damla sulamada ise 4.47 ton da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mevsimlik bitki su tüketim değerleri, su yastıklarında 461 mm ve damla sulamada ise 584 mm olarak belirlenmiştir (Demirkaya ve Gerçek, 2013). Tezcan ve Kaman (2018) Antalya'da serada üretici koşullarını simule ederek iki farklı biber çeşidinde yaptıkları çalışmada toplam 927 mm'lik sulama suyu uygulamışlardır. Denemede kullanılan Köylüm F1 çeşidinde 5.9 ton da⁻¹ ve Özgülcan F1 çeşidinde ise 5 ton da⁻¹ verim elde edildiği bildirilmektedir. Sulama suyu miktarının belirlenmesi; bilhassa suyun iktisatlı kullanımının zorunlu olduğu kurak ve yarı kurak yörelerde daha fazla önem arz etmektedir. Sulamada istenen faydanın sağlanabilmesi için, şartlara uygun sulama metodunun seçilmesi, bu metodun icap ettirdiği sulama yönteminin tasarlanması, tesis edilmesi, yöntemin şartlara ve hedeflere uygun bir biçimde bitkinin gereksinim duyduğu suyu, zamanında verilmesi gerekmektedir. Eskişehir'de sebze tarımı yapılan alanlarda domates ve hıyardan sonra biber yetiştiriciliği üçüncü sırada yer almaktadır. Yalnız bölge çiftçisinin sulama ve sulama programı mevzusunda kafi derece de bilgisi olmaması sebebiyle beklenen randıman ve nitelikli ürün alamamaktadır.

Bu çalışma ile Eskişehir yöresinde, serada yetiştirilen biber bitkisinin sulama programı oluşturularak farklı sulama suyu miktarlarının, biber verim ve kalitesine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmanın Alanı ve İklim Özellikleri

Deneme, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak Su Yerleşkesinde (39°46' K, 30°36' D ve rakım: 785 m) yürütülmüştür. Eskişehir ilinde iklim, karasal iklim özelliğinde olup, yazlar kurak ve sıcak, kışlar ise soğuktur. Eskişehir Meteoroloji İl Müdürlüğünden elde edilen uzun yıllar (1927-

2017) bazı meteorolojik parametrelerin ortalaması Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı üzere; yıllık sıcaklık ortalaması, 12.6°C’dir. En soğuk ay 2.95°C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 22.7°C ile Ağustos ayıdır. Ortalama yıllık yağış miktarı 353 mm’dir. Ortalama oransal nem %68 civarındadır. Oransal nem değerleri çoğunlukla kış aylarında yüksek olarak gerçekleşirken havanın ısınması sonucu yaz aylarında düşüş göstermektedir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 3.08 m s⁻¹ ve ortalama güneşlenme süresi en fazla Temmuz ayında 11.2 saat ve

yıllık ortalaması ise 6.68 saat olarak gerçekleşmektedir.

Denemenin yapıldığı 2018 ve 2019 yıllarında araştırma alanına yakın iklim istasyonunda ölçülen sıcaklık, yağış ve nem parametreleri dikkate alındığında, uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu belirlenmiştir. En soğuk ay olan ocakta, 2018 yılında 1.6 °C ve 2019 yılında ise Şubat ayında 3.4 °C olarak sıcaklık ölçülmüştür. Yağış olarak 2018 yılında 440.6 mm ve 2019 yılında ise 376.2 mm olarak ölçülmüştür. Nem oranı ise 2018 yılında yıllık ortalama %74.4 ve 2019 yılında ise %71.9 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 1. Eskişehir ili uzun yıllar meteorolojik verileri (1927-2017)

Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	-0.2	1.2	4.9	10.2	15.0	18.8	21.5	21.4	17.1	11.9	6.4	2.0	10.9
Ort. Buhar Basıncı (Mb)	923	917	919	921	922	921	920	922	923	888	825	825	902.1
Ort. Oransal Nem (%)	82	78	71	64	64	60	55	56	60	68	76	82	68
Top. Yağış Ort. (mm)	40.1	32.8	35.1	38.6	44.6	33.1	12.8	8.7	15.8	28.2	30.2	46.0	366
Ort. Rüzgar Hızı (m saniye ⁻¹)	3.8	3.9	3.4	2.9	3.0	3.2	3.5	3.4	2.9	2.5	2.1	3.2	3.08
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2.6	3.8	5.3	6.4	8.5	10.2	11.2	10.7	8.7	6.2	4.3	2.3	6.68
2018													
Ort. Sıcaklık (°C)	1.6	5.8	9.3	13.8	16.7	19.9	22.2	23	18.5	13.2	7.8	2.3	15.3
Top. Yağış (mm)	29.9	41.6	41.1	9.5	92.5	73.8	60.1	14.6	1	10.3	20.3	45.9	440.6
Oransal Nem (%)	86.3	82.4	73.2	61.6	74.9	69.6	65.7	63.1	65.6	77.4	82.4	91	74.4
2019													
Ort. Sıcaklık (°C)	4.3	3.4	6.3	9.5	16.5	20.9	21.3	22.3	18.1	14.2	7.9	2.5	12.3
Top. Yağış (mm)	60.2	50.1	13.4	23.7	42.2	45.7	33.5	2.4	4	18	22.8	60.2	376.2
Oransal Nem (%)	91	79.6	64.5	69.3	65.1	67.9	62.3	61	62.1	70.1	76.2	93.9	71.9

Toprak Özellikleri

Araştırma topraklarının sulama açısından önemli olan özellikleri Tüzüner (1990)’da verilen yöntemlerle analiz edilmiş Çizelge 2’de sunulmuştur. Deneme alanını topraklarının organik madde miktarları %0.73-1.11 arasında, tarla kapasitesi %34.2-39.52, solma noktası %22.10-24.73 ve hacim ağırlıkları ise 0.98-1.0 g

cm⁻³ aralığında değişim sergilemektedir. Toprak pH’sı 7.9-8.1 arasındadır. Toprağın elektriksel iletkenlik değeri (ECe) 0.6-0.7 dS/m arasında değişim sergilemektedir. Deneme sahasında çift silindir infilometre yöntemiyle ile yapılan infiltrasyon testi sonucunda toprağın infiltrasyon hızı 11 mm/h olarak saptanmıştır.

Çizelge 2. Araştırma yeri toprakların bazı fiziksel özellikleri

Parametre	Derinlik (cm)			
	0-30	30-60	60-90	90-120
pH	7.8	7.9	7.9	7.8
Toplam Tuz (%)	0.134	0.132	0.128	0.121
EC (dS/m)	0.7	0.6	0.6	0.6
CaCO ₃	21.71	24.61	28.95	29.05
Org. Mad. (%)	1.01	0.73	1.08	1.11
Bünye	Kum (%)	30	32	29
	Silt (%)	27	34	22
	Kil (%)	43	34	49
	Bünye Sınıfı	C	C	C
Tarla Kapasitesi (%)	39.52	38.15	36.4	34.2
Solma Noktası (%)	24.73	24.19	22.2	22.1
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	0.98	1.0	0.99	0.99

Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyu Enstitü arazisi içerisinde mevcut derin kuyudan sağlanmıştır. Kullanılan sulama suyu Tüzüner (1990)'da verilen yöntemlerle analiz edilmiş ve

bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Sulama suyunun elektriksel iletkenlik (ECi) değeri 1 dS m⁻¹, pH: 7.4 ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) 1.24 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Deneme Alanında Kullanılan Sulama Suyuna Ait Bazı Analiz Sonuçları

Kasyonlar (meq l ⁻¹)		Anyonlar (meq l ⁻¹)		Diğer bazı analiz sonuçları	
Na ⁺	2.65	CO ₃ ⁻²	0.0	pH	7.4
K ⁺	0.03	HCO ₃ ⁻	4.40	EC (dS/m)	1.00
Ca ⁺²	4.15	Cl ⁻	1.45	B (mg/l)	0.0
Mg ⁺²	4.90	SO ₄ ⁻²	5.88	RSC	-
Toplam	11.73		11.73	SAR	1.24

Araştırmada Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Sulama sistemi: Araştırmada kullanılan damla sulama sistemi; pompa birimi, kontrol birimi ve su iletim hatlarından oluşmuştur. Kontrol birimi; gübre tankı, kum çakıl filtresi, elek filtresi, manometre, vanalar ve dozaj pompasından meydana gelmiştir. İletim birimi; ana boru, lateral borular ve damlatıcılardan oluşmuştur. Sistemde; ana boru hattı olarak 75 mm çaplı, 6 atm. basınca dayanıklı PE borular, lateral hatlarda 16 mm çapında, 0.5 mm et kalınlığında çok yıllık kullanımlı PE borular kullanılmıştır. Lateral borular ise 40 cm de bir damlatıcı olmak üzere, 1 atm çalışma basıncında saatte 4 litre su verebilen, lateral üzerine boylamasına geçik (in-line) basınç ayarlı damlatıcılar kullanılmıştır. **A Sınıfı Buharlaşma Kabı:** Denemede, buharlaşma miktarları, zeminden 15 cm yüksekte olacak şekilde bir ahşap iskele üzerine yerleştirilmiş, 120.7 cm çapında, 25.5 cm yüksekliğinde, galvanizli çelikten yapılmış üstü açık bir silindirik şekilde olan A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Buharlaşma miktarı, kabın üst seviyesinden itibaren 5 cm'lik kısmı boş kalacak şekilde su ile doldurulan kaptan eksilen su miktarı, havuz içerisindeki ölçüm çubuğunun üst seviyesine kadar su ilave edilerek ölçülmüştür. İlave edilen su miktarı, mm birimi cinsinden günlük buharlaşma miktarı olarak kabul edilmiştir. **Bitki Çeşidi:** Araştırmada sivri biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidi kullanılmıştır. **Sera:** Araştırmada kullanılan sera, ısıtmasız ve 14x21x3.5 m ebatlarında polietilen örtülü olup toplam 1029 m² alana sahiptir.

Metot

Araştırma, iki sulama aralığı (2 ve 4 gün) ile 4 ayrı sulama düzeyi (Kp1=0.75, Kp2=1.0,

Kp3=1.25, Kp4=1.50) konuları dikkate alınarak tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak 2018 ve 2019 yıllarında iki sezon boyunca yürütülmüştür. Ana parselleri sulama aralığı ve alt parselleri ise sulama suyu seviyeleri oluşturmuştur. Parseller ve bloklar aralarında 1.2 m boşluk kalacak şekilde düzenlenmiştir. Fideler 50 cm de bir sıra arası ve 40 cm de bir sıra üzeri olacak şekilde dikim yapılmıştır. Konulara ait tekerrürler; parsel alanları 4'er m² ve her parselde 30'ar bitki olacak şekilde dizayn edilmiştir. Hasatta her bir parselin kenarındaki 18'er bitki kenar etkisi olarak ayrılmış olup, artakalan 12 bitkiden yapılan hasat dikkate alınmıştır. Araştırma konuları bloklara rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever 1984).

Tarımsal İşlemler

Sera toprağı, Mart ayında rotovatorle sürüm işlemi yapılarak fidelerin şaşırtılmasına hazır hale getirilmiştir. Toprak hazırlama işlemi tamamlandıktan sonra fideler deneme desenine göre, mart ayında parsellere şaşırtılmıştır. Araştırma süresince toplam her ana parselde 3500 g A.N %33, 540 g MAP, 600 mg wuxal, 100 ml TKİ humas ve 100 ml sıvı kükürt gübre uygulaması yapılmıştır. Yabancı otlarla mücadele çapalama yöntemiyle yapılmış olup, hastalık ve zararlılarla karşı (yaprak biti, akar v.b.) konu uzmanlarının önerileri doğrultusunda tarımsal ilaçlar kullanılmıştır.

Uygulanan Sulama Suyu Miktarı

Araştırmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır. İlk sulamada topraktaki var olan nemi tarla kapasitesi düzeyine çıkaracak şekilde sulama suyu tatbik edilmiş ve akabinde fide kökleri gelişinceye kadar (iki hafta müddetince) bütün konulara eşit miktarda (81 mm) sulama

suyu tatbik edilmiştir. Bitkilerin adaptasyonu sağlandıktan sonra konulu sulamalara geçilmiştir. Sulama suyu miktarı, sera içerisine yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığılımlı açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Sulama suyu miktarı hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Kanber ve ark., 1994).

$$I = E_{pan} \cdot k_p \quad (1)$$

Eşitlikte; I, Parsele uygulanan sulama suyu (mm), E_{pan} , Açık su yüzeyinden meydana gelen birikimli buharlaşma miktarı (mm), k_p , deneme konusuna ilişkin pan katsayısını ifade etmektedir. Verilen sulama suyu uygulama süresinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Eylen ve ark., 1986).

$$T = \frac{I \cdot A}{q \cdot n} \quad (2)$$

Eşitlikte; T, sulama suyu uygulama süresi (saat), I, uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), A: parsel alanı (m²), q: işletme basıncındaki damlatıcı debisi (litre saat⁻¹), n: parseldeki damlatıcı sayısı (adet).

Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Araştırmada gerek sulama suyu hesaplanmasında gerekse bitki su tüketiminin hesaplanmasında etkili kök derinliği olarak 60 cm toprak derinliği dikkate alınmıştır (Walker ve Skogerboe 1987).

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3)$$

Eşitlikte; ET, bitki su tüketimi (mm), I, periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P, periyot boyunca düşen yağış (mm), C_p , kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm), D_p , derine sızma kayıpları (mm), R_f , deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS , kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimi (mm) ifade etmektedir.

Araştırma sahasında taban suyu olmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı farz edilerek C_p değeri dikkate alınmamıştır. Basıncılı sulama sistemi kullanıldığı için yüzey akış miktarları ve kontrollü sera ortamı olması nedeniyle de yağış değerleri de ihmal edilmiştir (Kanber 1997). D_p değerini kontrol etmek maksadıyla profilin 30, 60, 90 ve 120 cm derinliklerinden yaklaşık ayda bir sefer toprak örnekleri alınarak izleme yapılmıştır.

Sulama programlarının değerlendirilmesi

Araştırma neticesinde elde edilen verilerin ekonomik olarak değerlendirilebilmesi için, uygulanacak sulama suyu ve bitki su tüketimi değerleri ile hasat verimi arasındaki bağlantıdan faydalanılarak su-üretim işlevi aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Howell ve ark. 1990).

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \quad (4)$$

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \quad (5)$$

Eşitliklerde; WUE: su kullanım randımanı (kg da⁻¹mm⁻¹); E_y : ekonomik verim (kg da⁻¹); ET: bitki su tüketimi (mm); IWUE: sulama suyu kullanım randımanı (kg da⁻¹mm⁻¹) ve I: toplam sulama suyu miktarını (mm) ifade etmektedir.

İstatistiksel analizler

Araştırmada bulunan verilerin istatistikî değerlendirmelerinde, sulama düzeyi ile verim ve verim faktörleri arasındaki bağlantının değerlendirilmesinde Jump paket programından faydalanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bitki Su Tüketimi

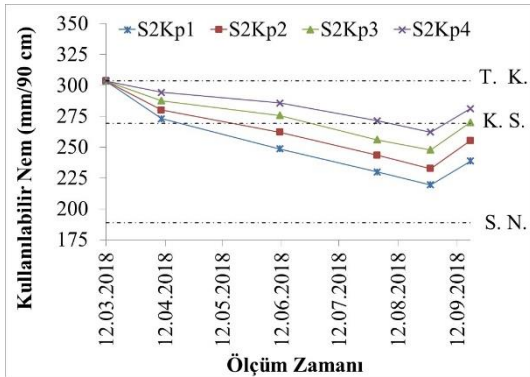
Araştırma süresince deneme konularına tatbik edilen sulama suyu oranları ve konuların bitki su tüketim değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir. Üretim sezonunda bitkilere 2018 yılında 532-1064 mm ve 2019 yılında ise 440-881 mm arasında değişen miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Bitki su tüketim değerleri ise konulara uygulanan sulama suyu miktarına ve sulama aralığına bağlı olarak değişmiş olup 2018 yılında 556-1115 mm ve 2019 yılında ise 461-914 mm arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu düzeyleri dikkate alındığında en az uygulama Kp1 konularında olup 2018 yılında 532 mm ve 2019 yılında 440 mm sulama suyu uygulanmıştır. En fazla sulama suyu ise Kp4 konularında gerçekleşmiş olup 2018 yılında 1064 mm ve 2019 yılında ise 881 mm sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek bitki su tüketim değerleri her iki üretim yılında da en fazla sulama suyu uygulanan Kp4 konularından (2018 yılında 1115 mm ve 2019 yılında 914 mm), en düşük bitki su tüketimi ise Kp1 konularından (2018 yılında 556 mm ve 2019 yılında 461 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4. Deneme konularında serada yetiştirilen biberin sezonluk su tüketimi (mm)

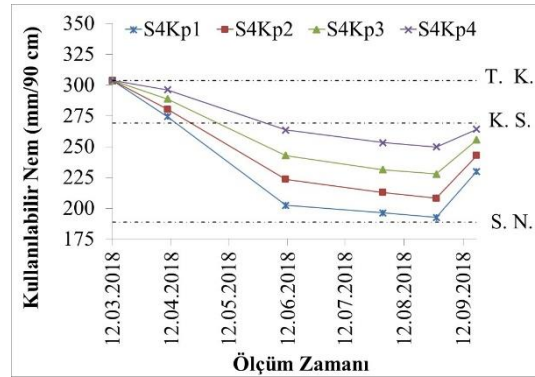
Konular	Uygulanan Sulama Suyu Miktarı (mm)		Bitki Su Tüketimi (mm)	
	2018	2019	2018	2019
S2Kp1	532	440	562	461
S2Kp2	709	587	746	616
S2Kp3	886	734	931	763
S2Kp4	1064	881	1115	914
S4Kp1	532	440	556	463
S4Kp2	709	587	744	615
S4Kp3	886	734	925	762
S4Kp4	1064	881	1102	910

Her iki araştırma yılında da her sulama konusundan, sulama öncesi 120 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve bunlardan yararlanılarak etkili kök bölgesi (90 cm) nem değişim grafikleri hazırlanmıştır. 2018 yılı için her iki sulama aralığına ait hazırlanan nem değişim grafiği Şekil 1’de gösterilmiştir. Söz konusu grafikten de görüldüğü gibi elverişli kapasitenin %30’nun tükettirildiği koşullarda iki günlük sulama aralığında tüm konular denemenin sonuna doğru bir dönem kritik seviyenin (KS) altına inmişlerdir. Ancak S2Kp4

konusu denemenin sonuna doğru (Ağustos sonuna doğru çok kısa bir süre) kritik seviyenin altına inmiştir. Ancak Eylül başında tekrar kritik seviyenin üzerine çıkmıştır. S2Kp3 konusunda, Temmuz başından kritik seviyenin altına inerek toprak nemi Eylül başında kritik seviyeye yükseliyor. Benzer değişim S2Kp2 ve S2Kp1 konularında da bulunmaktadır. Söz konusu her iki konuda da Mayıs ayından itibaren kök bölgesi nemi kritik seviyenin altında seyretmiş ancak söz konusu konular araştırma sonunda kritik seviyeye ulaşamamıştır.



Sulama aralığı 2 gün olan konu



Sulama aralığı 4 gün olan konu

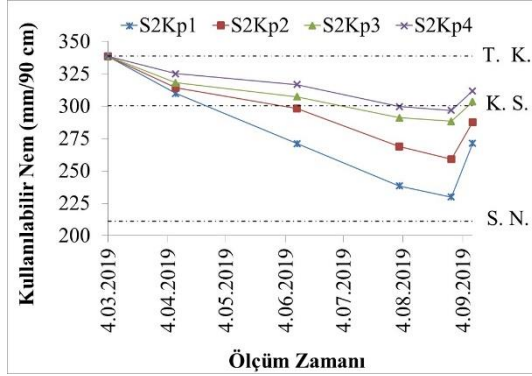
Şekil 1. 2018 yılı sulamalar öncesi toprak nemindeki değişimi

Dört günlük sulama aralığında da durum iki günlük sulama aralığındakine benzerdir. Bu sulama aralığında S4Kp1 ve S4Kp2 konuları Nisan sonu itibarıyla kritik seviyenin altına inmiştir. S4Kp3 konusu Mayıs itibarıyla ve S4Kp4 konusu da Haziran ayı itibarıyla kritik seviyenin altına düşmüştür. Dört günlük sulama aralığında Eylül başı itibarıyla S4Kp1 konusu solma noktasına değin düşerken, bitki kök bölgesi nem açığı S4Kp2 konusunda da solma noktasına kadar yaklaşmıştır. Bu durumun en önemli nedeni söz konusu dönemde sıcaklıklar ve dolayısıyla bitki su tüketiminin artmasıdır. Araştırmada 2019 yılında belirlenen kök bölgesi

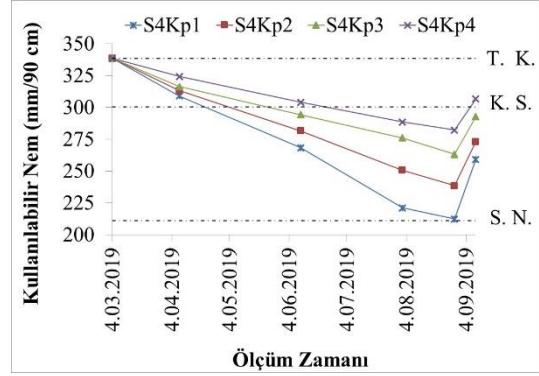
nem değişimleri 2018 yılındaki değişime benzemektedir. İki günlük sulama aralığındaki S2Kp4 konusu, Ağustos sonuna doğru kritik seviyeye kadar düşmüş, sonrasında tekrar yükselmiştir. S2Kp3 konusu da Temmuz ayından itibaren kritik seviyenin hemen altına inmiş ancak S2Kp4 konusunda olduğu gibi denemenin sonuna doğru Eylül ayında kritik seviyenin üzerine çıkmıştır. S2Kp2 ve S2Kp1 konularındaki değişimde 2018 yılındakine benzer şekilde gerçekleşmiştir. S2Kp1 konusunda Nisan ortasında S2Kp2 konusunda ise Haziran ayı itibarıyla kritik seviyenin altına inmiş ve özellikle S2Kp1 konusu solma noktasına yaklaşmıştır.

Dört günlük sulama aralığında ise konular 2018 yılındaki dört günlük sulama aralığındaki konulara benzer şekilde bir değişim göstermiştir. Haziran ortası itibariyle tüm sulama suyu konuları kritik seviyenin altına inmişlerdir. En yüksek düşüş 2018 yılında olduğu gibi S4Kp1 ve S4Kp2 konularında oluşmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde her iki deneme yılında stres koşulları dikkate

alındığında, iki günlük sulama aralığındaki bitkiler, dört günlük sulama aralığında olanlara göre daha az strese girdikleri belirlenmiştir. Sulama suyu seviyeleri dikkate alındığında ise her iki sulama aralığında da Kp1 ve Kp2 konuları solma noktasına yaklaşırken Kp4 ve Kp3 konuları kritik seviye civarında değişim sergilemiştir.



Sulama aralığı 2 gün olan konu



Sulama aralığı 4 gün olan konu

Şekil 2. 2019 Yılı sulamalar öncesi toprak nemindeki değişim

Şekil 1 ve 2'deki grafiklerden açık bir şekilde görüldüğü gibi; bitkinin su tüketiminin yüksek olduğu aylarda doğal olarak toprak nemi hızla azalmaktadır. Su stresi açısından en az baskının olduğu konu S2Kp4 ve S2Kp3 konuları olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, başka araştırmacılar (Kang ve ark., 2001 ve Taş ve Kırnak, 2011) tarafından elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Su Kullanım Randımanı

Su kullanım randımanı en yüksek değeri S2Kp1 konusunda $22.44 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ile 2019 yılında, en düşük değeri ise yine 2019 yılında S4Kp4 konusunda $11.38 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ belirlenmiştir (Çizelge 5). Sulama suyu seviyeleri dikkate alındığında en yüksek WUE değerleri (2018 yılında $21.56 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve 2019 yılında da $22.44 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) Kp1 konusundan elde edilmiştir. Sulama aralığı bakımından 2 günlük sulama aralığındaki Kp1 konusu dört günlük sulama aralığından az bir farkla yüksek olarak belirlenmiştir.

Ayrıca sulama suyu kullanım etkinliğinde en yüksek değer 2018 yılında S2Kp1 konusunda $22.76 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve 2019 yılında aynı konuda $23.69 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En düşük IWUE değeri ise 2018 yılında S2Kp4 konusunda $11.93 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve 2019 yılında S4Kp4 konusunda $11.85 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak

belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen WUE ve IWUE değerleri, Taş ve Kırnak (2011)'in Şanlıurfa'da tarla koşullarında yapmış oldukları çalışmadan elde edilen sonuçlar ile ve Demirkaya ve Gerçek (2013)'in Kayseri'de sera şartlarında yapmış oldukları çalışmadan elde ettikleri sonuçlardan yüksek olarak belirlenmiştir. Şanlıurfa koşullarındaki çalışma, tarla şartlarında bölgedeki yaygın yetiştiriciliği yapılan biber popülasyonunun kullanılmasından dolayı, Kayseri koşullarında yapılan çalışmada ise sulama uygulamaları ile çeşit farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Verim

Çalışma konularından her iki araştırma yılından elde edilen verim değerleri istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yıllar bazında karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Ancak uygulama konuları arasındaki fark %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu öneme bağlı olarak yapılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları grup ortalamalarıyla birlikte Çizelge 6'da gösterilmiştir. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek verim S2Kp3 konusundan $15.43 \text{ ton da}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Bunu S2Kp2 konusu $14.86 \text{ ton da}^{-1}$ olarak takip etmektedir. En düşük verim S4Kp1 ($11.83 \text{ ton da}^{-1}$) ve S2Kp1 ($12.41 \text{ ton da}^{-1}$)

konularında elde edilmiştir. S2Kp4 konusuna uygulanan sulama suyu fazlalığının verimde düşüğe neden olduğu belirlenmiştir. Fazla su nedeniyle, bitki kök bölgesinin yeterli oranda havalanmaması ve besin elementlerinin yıkanması nedeniyle söz konusu verimde düşüğe neden olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın yapıldığı koşullarda, sulama suyu

seviyesinin, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın iki günlük toplam değerinin %75'inin ve %150'sinin uygulandığı koşullarda verimde ciddi kayıplar oluşmaktadır. Dört günlük sulama aralığı dikkate alındığında ise durum farklıdır. En yüksek verim Kp4 konusundan 13.88 ton da⁻¹ olurken bunu Kp2 ve Kp3 konuları takip etmektedir.

Çizelge 5. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanları

Konular	WUE (kg da ⁻¹ mm ⁻¹)		IWUE (kg da ⁻¹ mm ⁻¹)	
	2018	2019	2018	2019
S2Kp1	21.56	22.44	22.76	23.69
S2Kp2	19.85	19.82	20.90	20.87
S2Kp3	16.51	16.51	17.36	17.35
S2Kp4	11.38	12.16	11.93	12.74
S4Kp1	21.15	21.15	22.11	22.10
S4Kp2	17.33	16.75	18.18	17.58
S4Kp3	14.98	14.87	15.64	15.52
S4Kp4	11.69	11.44	12.11	11.85

Çalışma sonunda elde edilen verim değerleri dikkate alındığında, hem Demirkaya ve Gerçek (2013)'in Kayseri ilinde sera şartlarında yapmış oldukları çalışmadan hem de Taş ve Kırnak (2011)'in Şanlıurfa koşullarında açık arazide yapmış oldukları çalışmadan elde ettikleri sonuçlardan ve Tezcan ve Kaman (2018)'in Antalya'da sera koşullarında yapmış oldukları çalışmadan yüksek olarak belirlenmiştir. Kayseri koşullarında yapılan çalışmada sulama uygulamalarındaki, çeşitteki ve toplam üretim periyodundaki farklılıklardan

kaynaklandığı düşünülmektedir. Şanlıurfa ilinde yürütülen çalışma açık arazi koşullarının yanında bölgedeki yaygın yetiştiriciliği yapılan biber popülasyonunun kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Tezcan ve Kaman (2018)'in Antalya ilinde sera koşullarında yapmış oldukları çalışmada başta kullanmış oldukları sulama ve gübreleme programına ek olarak kullandıkları çeşit farklılıklarından meydana geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Deneme konularından elde edilen iki yıllık ortalama verimler

Konular	Verim (ton/da)
S2Kp1	12.41 ^c
S2Kp2	14.86 ^{ab}
S2Kp3	15.43 ^a
S2Kp4	13.18 ^{bc}
S4Kp1	11.83 ^c
S4Kp2	12.82 ^{bc}
S4Kp3	12.75 ^{bc}
S4Kp4	13.88 ^{abc}

Bitki Boyu

Çalışma konularında ölçülen bitki boylarına yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki araştırma yılından elde edilen sonuçların, yıllar bazında farklı olmadığı belirlenmiştir. Ancak uygulama konuları arasındaki fark, %1 önem seviyesinde önemli olarak belirlenmiştir.

Deneme konularından elde edilen verilere yapılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ve konuların grup ortalamaları ile birlikte Çizelge 7'de verilmiştir. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek bitki boyu S2Kp3 konusunda 121.17 cm olarak ölçülmüştür. Bunu S2Kp4 konusu 98.17 cm

olarak takip etmektedir. En düşük bitki boyu S4Kp1 konusunda 59.17 cm olarak belirlenmiştir. İki günlük sulama aralığında 3 farklı sınıf oluşurken dört günlük sulama aralığında iki farklı sınıf yer almıştır. Verimde olduğu gibi bitki boyu bakımından da S2Kp4 konusuna uygulanan sulama suyu fazlalığı bitki boyunu azaltmıştır. Benzer azalma dört günlük

sulama aralığında da görülmektedir. S4Kp4 konusunda iki yıllık ortalama 76.50 cm olarak ölçülen bitki boyu S4Kp3 konusunda ortalama 80 cm olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Taş ve Kırnak (2011) ile Tezcan ve Kaman (2018)'in elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 7. Deneme konularında ölçülen iki yıllık ortalama bitki boyları

Konular	Bitki Boyu (cm)
S2Kp1	77.00 ^c
S2Kp2	93.67 ^b
S2Kp3	121.17 ^a
S2Kp4	98.17 ^b
S4Kp1	59.17 ^d
S4Kp2	72.67 ^c
S4Kp3	80.00 ^c
S4Kp4	76.50 ^c

Meyve Çapı

Çalışma konularından ölçülen meyve çaplarına yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki araştırma yılından elde edilen sonuçların, yıllar bazında farklılık göstermediği belirlenmiştir. Uygulama konuları arasında belirlenen farklılık, %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı olarak belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen verilere yapılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ve konuların grup ortalamaları ile birlikte

Çizelge 8'de verilmiştir. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek meyve çapı S2Kp3 konusunda 19.07 mm olarak belirlenmiştir. Bunu S2Kp4 konusu 17.50 mm ile takip etmektedir. En düşük meyve çapı S4Kp1 konusunda 15.83 mm olarak belirlenmiştir. Genel olarak artan sulama aralığı meyve uzunluğunda azalmaya neden olmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Tuna (2014)'nın Tekirdağ ilinde açık alanda yapmış olduğu çalışma ile uyum göstermektedir.

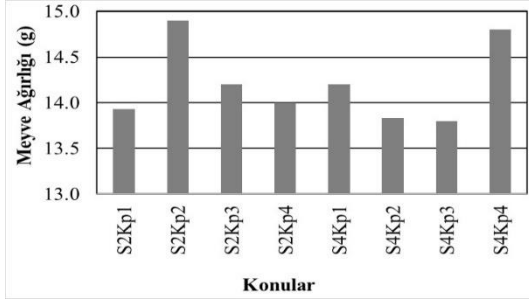
Çizelge 8. Deneme konularında ölçülen iki yıllık ortalama meyve çapları

Konular	Meyve Çapı (mm)
S2Kp1	16.40 ^{ab}
S2Kp2	16.03 ^b
S2Kp3	19.07 ^a
S2Kp4	17.50 ^{ab}
S4Kp1	15.83 ^b
S4Kp2	16.00 ^b
S4Kp3	15.90 ^b
S4Kp4	16.60 ^{ab}

Meyve Ağırlığı

Çalışma konularından ölçülen meyve ağırlıklarına yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki araştırma yılından elde edilen sonuçların, yıllar ve konular arasında farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen ortalama meyve ağırlığı verilerinden yararlanılarak hazırlanan grafik Şekil 5'de verilmiştir. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek meyve ağırlığı S2Kp2 konusunda 14.9 g olarak hesaplanmıştır. Bunu

S4Kp4 konusu 14.8 g ile takip etmektedir. En düşük meyve ağırlığı S4Kp2 ve S4Kp3 konularında 13.8 g olarak belirlenmiştir. Sulama aralığı ve sulama suyu seviyelerindeki değişim meyve ağırlıklarında anlamlı sayılabilecek bir değişim meydana getirmemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Tuna (2014)'nın Tekirdağ ilinde açık alanda yapmış olduğu çalışmadan elde ettiği sonuçlarla uyum göstermektedir.



Şekil 5 Meyve ağırlığındaki iki yıllık ortalama verilere göre değişim

Sonuçlar

Bitkisel üretimde doğru bir sulama programının kullanılması, başta verim ve kalitenin artırılmasının yanında, üretimde kullanılan sulama suyu ve bitki besin elementlerinden tasarruf edilirken, aynı zamanda da üretim maliyetlerinde azalma ve çevrenin korunması gibi birçok konuda ciddi boyutta katkılar sağlar. Araştırma sonunda elde edilen verilere dayanarak; Eskişehir ilinde önemli oranda yetiştiriciliği yapılmakta olan biberin sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılabilir. Gelen buharlaşmanın (Epan) 1.25 katının uygulanması belirtilen biber bitkisi açısından son derece yararlı bir uygulama olacaktır. Belirlenen bu miktar, damla sulama yöntemiyle iki günde bir olacak şekilde uygulanması her açıdan üretim için doğru bir uygulama olacağı değerlendirilmektedir.

[&]Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Burman R, Pochop LO. 1994. *Evaporation, Evapotranspiration and Climatic Data*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Demirkaya, M., Gerçek S., 2013. Farklı Renkli Su Yastıklarının Sera Koşullarında Biberin (*Capsicum annum L.*) Verimi ve Su Kullanma Etkinliği Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 19 (2013) 281-288.
- Eylen, M., Kanber, R., Tok, A., 1986. *Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri İle Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi*. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tarsus, 135. 77. 39 s.
- Howell TA, Cuenca RH, Solomon, KH., 1990. Crop Yield Response. in Management of Farm Irrigation System, Eds. Gj, Hoffman, Ta, Howell, Kh, Solomon. St. Joseph, Mich.: Asae.

Jensen ME, Burman RD, Allen RG., 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70., Am. Soc. Civil Engrs., New York, NY, 360 p.

Kanber, R., Köksal, H., Önder, S., Eylen, M., 1994. Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Veri, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkileri. J. of Agriculture and Forestry 20 (1996) 163-172.

Kanber, R. 1997. *Sulama*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, Adana, 530 s.

Kang, S., Zhang, L., Hu, X., Li, Z., Jerie, P., 2001. An Improved Water Use Efficiency For Hot Pepper Grown Under Controlled Alternate Drip Irrigation on Partial Roots. Scientia Horticulturae 89 (2001): 257-267.

Taş İ, Kırnak H., 2011. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (*Capsicum annum L.*) Sulama Programı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa.

Tezcan, A., Kaman H., 2018. Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi. Çukurova J. Agric. Food Sci. 33(2): 73-82.

Tuna, L., 2014. Bitki Su Tüketimi Bileşenlerinin ve Sulama Zamanı Planlamasının Biber (*Capsicum annum L.*) Yetiştiriciliği Üzerinde Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış).

Tüzüner A., 1990. *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü-Ankara, 375 s.

Walker, S.W., Skogerboe, G.V., 1987. *Surface Irrigation: Theory and Practice*. Prentice. Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 375 s.

Yurtsever, N., 1984. *Deneysel İstatistik Metotları*. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No:56, Ankara .

Araştırma Makalesi

Yetiştirme Sistemlerinin Beyaz Hindilerin Karkas verimlerine ve Hindi Etinin Genel Beğeni Düzeylerine Etkileri

Hakan İNCİ

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bingöl Türkiye

hakaninci2565@hotmail.com

Geliş Tarihi: 30.04.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.06.2020 Kabul Tarihi: 05.06.2020

Öz

Bu çalışma, kapalı ve serbest dolaşımli sistemlerde yetiştirilen beyaz hindilerin karkas ağırlıklarının, yenilebilir iç organ ağırlıklarının ve yetiştirme sistemlerine göre etlerin duyu analizi ve genel beğeni ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemede günlük yaşta toplam 90 adet hindi palazı, kapalı sistem (K1), %50 yem + mera (K2) ve Mera (K3) gruplarına 3 tekrerrülü olacak şekilde şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. K1, K2 ve K3 gruplarının 17. hafta sonundaki karkas ağırlıkları erkek + dişi karışık (ED) olarak sırasıyla; 9252.10 g, 6979.20 g ve 5953.40 g olarak bulunmuştur ($P<0.05$). Hindi etine ait görünüş, renk, koku, lezzet ve genel beğeni gibi kalite özellikleri bakımından ise K1, K2 ve K3 gruplarının, aynı şartlarda pişirilen hindi etleri arasında genel beğeni düzeylerine ait puanlar, sırasıyla 8.00 ± 0.32 , 9.00 ± 0.16 ve 9.47 ± 0.16 olarak hesaplanmıştır. K3 ve K2 sisteminde yetiştirilen hindilerin etleri K1 sistemde yetiştirilen hindilerin etlerinden daha fazla beğenilmiştir. ($P<0.05$). Sonuç olarak, hindi yetiştiriciliğinde meraya dayalı yetiştiricilikte; K1 sisteminde elde edilen karkas ağırlığına kısmen yakın değerlere ulaşılabildiği, K2 ve ilk sekiz haftadan sonra tamamen mera şartlarında (K3) büyütmenin karkas özellikleri ve hayvan sağlığı açısından daha fazla tercih edildiği saptanmıştır. Bunun yanı sıra K1, K2 ve K3 olmak üzere 3 farklı yetiştirme sisteminde üretilen etler arasında en yüksek beğeni düzeyini K3 grubunun aldığı belirlenmiştir. Beğeni açısından ikinci sırayı K2 grubu almıştır. Yapılan lezzet testi sonuçlarına göre K3 grubunun K1 sisteminde yetiştirilen gruba oranla duyu analizi ve genel beğeni ve kalite özellikleri bakımından daha yüksek beğeni düzeyine ulaştığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yetiştirme sistemi, beyaz hindi, karkas verimi, mera.

Effects of Breeding Systems on Carcass yields of White Turkeys and General Likes of Turkey Meat

Abstract

This study was carried out to determine the carcass weights, edible internal organ weights of the white turkeys grown in closed and free range systems, and the sensory analysis and general appreciation quality characteristics of the meats according to the rearing systems. In the experiment, a total of 90 1-day-old turkey chick were randomly distributed to the closed system (K1), 50% feed + pasture (K2) and Pasture (K3) groups with 3 repetitions in the daily age. Carcass weights of groups K1, K2 and K3 at the end of the 17th week were male + female mixed (ED), respectively; 9252.10 g, 6979.20 g and 5953.40 g were found ($P < 0.05$). In terms of quality characteristics such as the appearance, color, smell, taste and general taste of turkey meat, the scores of general taste of turkey meat of K1, K2 and K3 groups cooked under the same conditions; respectively, 8.00 ± 0.32 , 9.00 ± 0.16 and 9.47 ± 0.16 . The meat of turkeys raised in the K3 and K2 system is more appreciated than the meat of turkeys raised in the K1 system ($P < 0.05$). As a result, in turkey farming, pasture-based farming; It was determined that values close to the weight of the carcass obtained in the K1 system can be reached, and after the first eight weeks, the growth in purely pasture conditions (K3) is more preferred in terms of carcass characteristics and animal health. In addition, it was determined that the K3 group received the highest taste among the meats produced in 3 different breeding systems, K1, K2 and K3. K2 group took the second place in terms of likes. According to the taste test results, it was found that the K3 group reached a higher level of appreciation in terms of sensory analysis and general taste quality characteristics compared to the group grown in the K1 system.

Key words: Breeding system, white turkey, carcass yield, pasture.

Giriş

Çağımızda insan sağlığını tehdit eden ve hayvansal kaynaklı gıdalarla alınan kolesterolün özellikle kırmızı et tüketiminden kaynaklanıyor olması, insanları beyaz et tüketimine yönlendirmiştir. (Hall 1996; Cömert 2004; Anonim 2014;). Türkiye’de hayvansal protein kaynaklarımıza alternatif olabilecek ve endüstri haline gelmiş olan kanatlı yetiştiriciliği içinde tavuk ve özellikle hindi yetiştiriciliği protein açığımızın kapatılmasında önem kazanmıştır (Kırkpınar ve Mert 2004; Ekinci 2015; Karakaya ve İnci, 2014; İnci ve ark., 2018). Özellikle 1990’lı yıllarda kanatlı etinin diğer hayvan türlerine göre daha ekonomik üretiliyor olması, piliç

üretiminde büyük entegrasyonların kurulması ve sözleşmeli üretim modelinin gelişmesiyle yıllık %10 düzeyinde üretim artışının sağlandığı tavukçuluk sektörü, beyaz et kaynağı olarak talep görmüştür (Anonim 1999). Bu durumda bir ölçüde piliç eti ve son yıllarda hindi etine olan talebi arttırmıştır. Gerek hayvansal ürün mamullerini çeşitlendirmek gerekse kaliteyi yükseltmek gerekliliği açısından Türkiye’de hayvansal protein açığının kapatılması için piliç etine alternatif olarak hindi eti üretimine hız verilmiştir. (Koçak, 1984; Anonim, 2007; Eratalar, 2008; Ekinci, 2015). Çizelge 1’ de Hindi etinin diğer etlerin besin madde içerikleri ile karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 1. Hindi etinin diğer etlerin besin madde içerikleri ile karşılaştırılması (100 g’da)

Besin İçeriği	Kanatlı Türü		Diğer Türler	
	Hindi Eti	Piliç Eti	Koyun Eti	Siğir Eti
Protein (g)	20,4	18,6	14	20
Yağ (g)	8	15,1	18	12
Enerji (kcal/kg)	160	215	228	194

Kaynak: (Anonim, 2007; Eratalar, 2008)

Türkiye’de hindicilik, 1995’li yıllara kadar sadece geleneksel olarak mera hindiciliği tipinde olup, Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı üretme istasyonlarında üretilen hindi palazlarının (Bronz ırk) yetiştiricilere dağıtılması şeklinde sürdürülmüştür. Türkiye’de hindi varlığı dünyada sayılı ülkeler arasındadır. Buna karşın, entansif hindi eti üretimi son yıllarda gelişme gösterebilmiştir. (Anonim 2006; Eratalar 2008; İnci ve ark 2013). Son yıllarda Türkiye’nin yem kaynaklarına ithalat yoluyla ödediği yüksek düzeydeki döviz sebebiyle ucuz ve doğrudan insan beslenmesinde kullanılmayan yem kaynaklarının bulunmasına yönelik çalışmalar giderek ağırlık kazanmıştır (Blake, 1993). Diğer hayvan türlerinde olduğu gibi hindi yetiştiriciliğinde de masrafların büyük çoğunluğunu yem giderleri oluşturmaktadır. Bu yüzden hindilerin dengeli beslenmesinde hangi yemin ne kadar ve nasıl verileceğinin iyi bilinmesi gerekir (Özkan ve Ergül, 1974; Sipahi, 2010). Yem giderlerinin yüksek olması nedeniyle son yıllarda tamamen kapalı olarak yapılan yetiştirme sistemlerine alternatif olarak mera hindiciliği ya da otlatmaya dayalı sistemler geliştirilmeye başlanmıştır. Mera hindiciliğinin de hayvanlar çok kısa bir süre kümeste büyütüldükten sonra meraya çıkarıldıkları için

yem masraflarından büyük bir tasarruf sağlanmaktadır (Anonim, 2006).

Bu araştırma, kapalı ve serbest dolaşımli sistemlerde yetiştirilen beyaz hindilerin karkas ağırlıklarının, yenilebilir iç organ ağırlıklarının ve yetiştirme sistemlerine göre etlerin duyusal analiz ve genel beğeni ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Araştırmanın hayvan materyalini ticari bir işletmeden satın alınan 90 adet bir günlük hindi civcivi oluşturmuştur. Hindi palazları kapalı sistem (K1), %50 yem + mera (K2) ve Mera (K3) gruplarına 3 tekerrürlü olacak şekilde şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Hindilere verilen farklı dönemlerdeki yemler kuru madde, enerji ve diğer besin maddeleri bakımından hindilerin yaklaşık ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde düzenlenmiştir. Deneme gruplarının yem karmaları, yem hammaddelerinin ham besin maddesi analiz sonuçlarına göre ve hindilerin besin maddesi gereksinimleri NRC (1983) değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Hindilere ilk 8 hafta boyunca %26-28 ham protein ve 2800-2900 kcal/kg ME içeren başlatma yemi, 9’uncu haftadan 14’üncü hafta

sonuna kadar %20-23 ham protein ve 2900-3000 kcal/kg ME içeren büyütme yemi, 15' inci haftadan denemenin tamamlandığı 17'inci hafta sonuna kadar ise %20-23 ham protein ve 3000-

3200 kcal/kg ME içeren yemle beslenmişlerdir (Çizelge 3). Çizelge 2'de K2 ve K3 gruplarındaki hindilerin yararlandığı meranın besin madde içeriği verilmiştir.

Çizelge 2. Mera besin madde içerikleri

H. Protein (%)	Ham Selüloz (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)	Kuru Madde (%)	M. Enerji (kcal/kg)
14.85	31.5	2.4	9.6	87	1900

Hindiler ilk haftadan sonra gruplara ayrılarak, 1. grup tamamen içerde ve entansif şartlarda, 2. grup çıkımdan sekizinci haftanın sonuna kadar entansif şartlarda yetiştirilmiştir ve daha sonra tamamen dışarıda yetiştirilmiş ve mera döneminde ilave olarak 1. grubun tükettiği

yemin %50'si verilmiştir, 3. grup ise, çıkımdan sekizinci hafta sonuna kadar içeride entansif şartlara göre yetiştirilmiş ve sekizinci haftadan sonra tamamen dışarıda ve mera şartlarında beslenmiş ve ek yem verilmemiştir.

Çizelge 3. Denemede kullanılan rasyonların besin madde içerikleri

Besin Maddeleri	0-8 hafta	9-14 hafta	15-17 hafta
Ham Protein (%)	26-28	20-23	16-19
Ham Selüloz (%)	6-7	8	6-7
Nem (%)	12	12	12
Ham Kül (%)	8	8	8
Kalsiyum (%)	1.0-1.5	0.8-1.2	1.0-1.5
Fosfor (%)	0.8	0.65	0.8
Lizin (%)	1.3-1.6	0.72	1.3
Metiyonin (%)	0.4-0.6	0.19	0.38
Tuz (%)	0.35	0.35	0.35
ME (kcal/kg)	2800-2900	3000-3100	3200

Deneme Haziran ve Ekim döneminde yürütülmüştür. Deneme süresince tamamen entansif şartlarda yetiştirilen hindiler, tel örgülerle çevrili ve altlıklı yer bölmelerinde barındırılmışlardır. Mera grupları ise ilk sekiz hafta boyunca yine aynı kümeste barındırılmış ve daha sonra meraya çıkarılmışlardır. Karkas ağırlığı ve karkas özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, her gruptan 10'ar adet olmak üzere toplam 30 adet hayvan kesilmiştir. Karkas ağırlıkları, karkas parçaları (but, göğüs, kanat, sırt, boyun) ve yenilebilir iç organ ağırlıkları (taşlık, karaciğer, kalp) alınmıştır. Karkas öğelerine ayırma işlemi "Kentucky" yöntemine göre uygulanmış olup, etlerin lezzet testi için ise duyuşal analiz yapılmıştır. Duyuşal analiz için, deneme gruplarına ait karkasların göğüs ve but parçalarından rastgele seçilen 10'ar adedi, ayrı ayrı kaplarda fırında aynı şartlarda pişirilmiştir.

Piştirilen göğüs ve but parçalarının etleri aynı şekilde numaralandırılmış tabaklara bırakılmıştır. 20-50 yaş grubu arasından seçilen, 15 paneliste duyuşal analiz hakkında bilgi verilmiş ve panelistler birbirini etkilemeyecek şekilde oturtulmuştur. Ayrı ayrı tabaklarda servis yapılan hindi eti tattırılmış, dağıtılan formlara (Çizelge 4) tabak numaralarını yazarak, genel beğenilerini, etinin lezzetini, kokusunu, rengini, görünümünü değerlendirerek 1'den 10'a kadar puan vermeleri istenmiştir (Özdemir, 2007) İncelenen özelliklere ait veriler SAS (1988) istatistik paket programında analiz edilmiştir. Üç grubun arasındaki farklar hesaplanırken F testi, iki grubun arasındaki farklar için T testi uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik derecelerinin tespitinde ise Duncan testi kullanılmıştır.

Çizelge 4. Duyusal analiz için hazırlanan form

Özellikler	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Görünüm										
Renk										
Koku										
Lezzet										
Genel Beğeni										

10: en yüksek 1: en düşük

Bulgular

Karkas Verimi ve Karkas Özellikleri

K1, K2 ve K3 gruplarına ait karkas ağırlıkları erkeklerde sırasıyla; 9876.00±22316.7700.20±223.16 ve 6387.40±223.16 g olmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05) bulunmuştur. Dişilerde karkas ağırlıkları aynı sırayla; 8628.20±248.40, 6258.20±248.40 ve 5519.40±248.4 g olarak bulunmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05) olmuştur. Yine sırayla; erkek + dişi karışık cinsiyette 9252.10±165.44, 6979.20±165.44 ve 5953.40±165.4 g ve muamele gruplarının karkas ağırlıkları arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05) bulunmuştur. On yedi hafta sonunda K1, K2 ve K3 gruplarına ait hindilerin karkas randımanları arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak bulunmuştur. Muamele gruplarının erkek + dişi karışık cinsiyette ortalama randımanları sırayla; %81.51±2.35, %75.98±2.35 ve %76.52±2.35 olarak saptanmıştır. But ağırlıkları arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak saptanmıştır. K1, K2 ve K3 gruplarında erkek hindilerin sırayla; 2472.00±84.63, 2029.20±84.63 ve 1800.80±84.63 g olarak bulunmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak saptanmıştır. Dişilerde aynı sırayla; 1988.80±50.18, 1507.00±50.18 ve 1445.00±50.18 g olarak saptanmış, kapalı sistem grubunun diğer muamele gruplarına göre ortalamalar arasındaki farklılığının önemli (P<0,05) olduğu bulunmuştur. K1, K2 ve K3 gruplarında sırayla; erkek + dişi karışık cinsiyette 2230.40±48.78, 1768.10±48.78 ve 1622.90±48.78 g olup, ortalamalar arası farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu saptanmıştır. Muamele gruplarının göğüs ağırlıkları incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu gözlenmiştir. K1, K2 ve K3 gruplarının erkek hindileri sırayla; 3468.00±79.66 g, 2682.20±79.66 g ve

1908.20±79.66 g bulunmuş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak saptanmıştır. Dişilerde aynı sıraya göre; 3239.00±108.40, 2235.60±108,40 ve 1719.00±108,40 g olarak bulunmuş, erkek + dişi karışık cinsiyette sırayla; 3353.50±67.42, 2485.90±67.42 ve 1813.60±67.42 g olarak bulunmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak bulunmuştur. K1, K2 ve K3 gruplarında ortalama kanat ağırlıkları incelendiğinde, kapalı sistemde yetiştirilen hindilerin diğer muamele gruplarında yetiştirilenlere göre ortalamaları arasındaki farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu bulunmuştur. Sırayla erkek + dişi karışık cinsiyette 1108.80±19,58, 879.40±19.58 ve 828.80±19.58 g olup ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak saptanmıştır. Sırt ağırlıkları bakımından K1, K2 ve K3 grupların ortalamaları sırasıyla; erkeklerde 2159.00±76.25, 1648.60±76.25 ve 1379.80±76.25 g olmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) bulunmuştur. Dişilerde sırayla; 2003.20±88.84, 753.40±88.84 ve 1301.40±88.84 g olarak saptanmış ve muamele grupları arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) bulunmuştur. Karışık cinsiyette incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olarak bulunmuştur. Karaciğer ağırlıkları incelendiğinde, muamele grupları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. K1, K2 ve K3 gruplarının erkek + dişi karışık cinsiyette ortalama ağırlıklar sırayla; 109.00±4.58, 118.90±4.58 ve 113.90±4.58 g olarak saptanmıştır. Yetiştirme sistemlerinin taşlık ağırlıkları arasındaki farklılıkların önemli (P<0,05) olduğu saptanmıştır. Serbest dolaşimli sistemlerde bulunan hindilerin taşlık yapısının daha iyi geliştiği gözlenmiştir. K1, K2 ve K3 gruplarının erkek + dişi karışık cinsiyette sırayla; 120.60±6.13, 129.90±6.13 ve 143.80±6.13 g olarak saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Muamele gruplarına ait hindilerin 17 hafta sonundaki karkas özellikleri ve yenilebilir iç organ ağırlıkları (g)

	Cins	K1		K2		K3		P
		X±Sx	n	X±Sx	n	X±Sx	n	
Karkas Ağırlığı, g	E	9876.00±223.16a	5	7700.20±223.16b	5	6387.40±223.16c	5	*
	D	8628.20±248.40a	5	6258.20±248.40b	5	5519.40±248.40b	5	*
	K	9252.10±165.44a	10	6979.20±165.44b	10	5953.40±165.44c	10	*
Karkas Randımanı, %	E	82.27±3.31a	5	75.05±3.31b	5	74.78±3.31b	5	*
	D	80.67±1.77a	5	77.16±1.77b	5	78.64±1.77b	5	*
	K	81.51±2.35	10	75.98±2.35b	10	76.52±2.35b	10	*
But Ağırlığı, g	E	2472.00±84.63a	5	2029.20±84.63b	5	1800.80±84.63b	5	*
	D	1988.80±50.18a	5	1507.00±50.18b	5	1445.00±50.18b	5	*
	K	2230.40±48.78a	10	1768.10±48.78b	10	1622.90±48.78c	10	*
Göğüs Ağırlığı, g	E	3468.00±79.66a	5	2682.20±79.66b	5	1908.20±79.66c	5	*
	D	3239.00±108.40a	5	2235.60±108.40b	5	1719.00±108.40c	5	*
	K	3353.50±67.42a	10	2458.90±67.42b	10	1813.60±67.42c	10	*
Kanat Ağırlığı, g	E	1259.40±31.47a	5	1005.40±31.47b	5	941.80±31.47b	5	*
	D	958.20±23.46a	5	753.40±23.46b	5	715.80±23.46b	5	*
	K	1108.80±19.58a	10	879.40±19.58b	10	828.80±19.58b	10	*
Sırt Ağırlığı, g	E	2159.00±76.25a	5	1648.60±76.25b	5	1379.80±76.25c	5	*
	D	2003.20±88.84a	5	1407.60±88.84b	5	1301.40±88.84b	5	*
	K	2081.10±57.36a	10	1528.10±57.36b	10	1340.60±57.36c	10	*
Kalp Ağırlığı, g	E	49.40±2.34a	5	37.40±2.34b	5	30.80±2.34b	5	*
	D	37.80±1.65a	5	29.80±1.65b	5	24.60±1.65c	5	*
	K	43.60±1.43a	10	33.60±1.43b	10	27.70±1.43c	10	*
Karaciğer Ağırlığı, g	E	125.60±7.84a	5	133.20±7.84a	5	128.60±7.84a	5	Önz
	D	92.40±5.39a	5	104.60±5.39a	5	99.20±5.39a	5	Önz
	K	109.00±4.58a	10	118.90±4.58a	10	113.90±4.58a	10	Önz
Taşlık Ağırlığı, g	E	114.40±10.01b	5	137.80±10.01ab	5	157.20±10.01a	5	*
	D	126.80±5.38a	5	122.00±5.38a	5	130.40±5.38a	5	Önz
	K	120.60±6.13b	10	129.90±6.13a	10	143.80±6.13a	10	*

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. P: Önem düzeyi, *: P<0,05, Önz: Önemsiz, n: Hayvan sayısı, E: Erkek, D: Dişi, K: Erkek +Dişi

Duyusal Analiz

Hindi etine ait görünüş, renk, koku, lezzet ve genel beğeni gibi kalite özelliklerinin tüketici tarafından beğenilme düzeyinin değerlendirilmesi amacıyla düzenlenmiş olan duyusal analiz testinin sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Genel puanlamada gruplar ortalama olarak 8-9,5 arasında (çok iyi) puan almışlardır. K1, K2 ve K3 olmak üzere 3 farklı ortamda

yetiştirilen ve aynı şartlarda pişirilmiş olan hindi etleri arasında genel beğeni düzeyinde sırasıyla 8.00±0.32, 9.00±0.16 ve 9.47±0.16 puanlar almışlardır. K3 ve K2 sisteminde yetiştirilen hindilerin etleri K1 sistemde yetiştirilen hindilerin etlerinden daha fazla beğenilmiştir ve ortalamalar arasındaki fark önemli (P<0,05) bulunmuştur.

Çizelge 6. Deneme gruplarına ait hindi etlerinin bazı genel beğeni kriterleri ve fiziksel özellikleri

Özellikler	Yetiştirme Sistemleri		
	K1 (X±Sx)	K2 (X±Sx)	K3 (X±Sx)
Görünüş	8.40±0.23b	9.27±0.18a	9.53±0.16a
Renk	7.67±0.15b	8.40±0.19a	8.80±0.24a
Koku	7.87±0.27b	8.60±0.19a	8.80±0.24a
Lezzet	7.80±0.36b	8.80±0.20a	9.33±0.21a
Genel beğeni	8.00±0.32b	9.00±0.16a	9.47±0.16a

Tartışma ve Sonuç

Kanatlı hayvanlarda et içerisinde en önemli kısımları but, göğüs ve kanat oluşturmaktadır. Muamele gruplarına ait hindilerin karkas ağırlıkları, K1, K2 ve K3 grupları için erkeklerde sırasıyla; 9876±223.16, 7700.20±223.16 ve 6387.40±223,16 g ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05), dişilerde yine aynı sırayla 8628.20±248.40, 6258.20±248.40 ve 5519.40±248.4 g ve ortalamalar arasındaki farklılıklar K2 ve K3 grupları arasında önemsiz, K1 grubu ile diğerleri arasında önemli (P<0,05) bulunmuştur. Erkek + Dişi karışık cinsiyette ise karkas ağırlıkları sırayla; 9252.10±165.44, 6979.20±165.44 ve 5953.40±165.44 g ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) olmuştur. Hindilerin karkas ağırlıklarının yetiştirme sisteminden önemli düzeyde etkilendiği gözlenmiştir. But ağırlıkları bakımından erkeklerde K2 ve K3 grupları arasındaki farklılık önemsiz, K1 sistem grubu ile diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemli (P<0,05) bulunmuştur. Göğüs ağırlığı bakımından muamele gruplarına ait bulgular arasındaki farklılıklar erkek, dişi ve erkek + dişi karışık cinsiyet bakımından önemli (P<0,05) bulunmuştur. Kanat ağırlığı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar K2 ve K3 grupları arasında önemsiz, Kapalı sistem grubu ile diğerleri önemli (P<0,05) olmuştur. Karaca ve ark (1991) hindilerde büyütme döneminde meraya dayalı yetiştirmenin gerek yem tüketimi, gerekse karkas kalitesi bakımından daha avantajlı olduğu, karkas ağırlığı bakımından ise kapalı sisteme yakın değerler elde edildiğini bildirmişlerdir. Aksoy ve ark (1996), Bronz hindilerin olatmaya dayalı besi uygulamasında istenilen büyüklükte karkas ağırlığına ulaşıldığını ve yem maliyetinde önemli oranlarda azalmaların gözlendiğini açıklamışlardır. Şengül ve ark (1999), entansif ve yarı entansif şartlarda, 16 haftalık besi dönemi boyunca yetiştirilen Bronz hindilerin canlı ağırlıklarına ait bulgular arasındaki farklılığın önemli düzeyde olmadığını, meraya çıkarılan hindilerin sürekli kümeste beslenenlere oranla daha az yem tükettiklerini ve hindilerin meradan oldukça iyi yararlandıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Aksoy ve ark (1996), Şengül ve ark (1999) ve Karaca ve ark (1991)'nin bildirdikleri sonuçlarla büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Porkhorst and Mountrey (1998), hindilerin uygun mevsim koşullarında mera ortamında büyütülmesinde Kapalı sisteme nazaran daha fazla canlı ağırlık kazandıklarını, uygun mera koşullarında yemden

yararlanma, büyüme gelişme gibi performans değerlerinin istenilen düzeylerde olabildiğini belirtmişlerdir.

Gatchalian (1999) ve Özdemir (2007) kanatlı etlerinin duyu analizi bakımından değerlendirilmesinde üzerinde durulması gereken kriterler arasında görünüş, tat, koku, yapı ve işitme duyuyla tespit edilen puanlamaların bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda uygulanan lezzet değerlendirmesi, Peryam and Pilgrim (1957), Xu (1999), Poste (1990), Turhan (1992) ve Reilly and York (2001) tarafından açıklandığı şekilde yapılmıştır. Hindi etlerinin görünüş, renk, koku, lezzet ve genel beğeni gibi kalite özelliklerinin tüketici tarafından beğenilme düzeyi değerlendirildiğinde; K1, K2 ve K3 olmak üzere 3 farklı yetiştirme sisteminde üretilen etler arasında en yüksek beğeni düzeyini K3 grubunun aldığı belirlenmiştir. Beğeni açısından ikinci sırayı K2 grubu almıştır. Özer ve Özbey (2013) 'de entansif ve yarı entansif sistemde beslenen Beyaz hindilerde yapılan lezzet testi sonuçlarına göre merada beslenen yarı entansif grubun entansif gruba oranla daha iyi olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, hindi yetiştiriciliğinde tamamen kapalı sistemlerin giderler göz önüne alındığında avantajlı olmayacağı, uygun mevsim ve mera koşullarında tamamen mera şartlarında ya da münavebeli içeri dışarı sistemlerinin uygulanmasıyla büyük oranda avantaj sağlanabileceği söylenebilir. Bunun yanı sıra meraya dayalı yetiştiricilikte kapalı sistemlerde elde edilen karkas ağırlığına yakın değerlere ulaşılabilirdiği, %50 yem + mera ve ilk sekiz haftadan sonra tamamen mera şartlarında büyütmenin karkas özellikleri, lezzet ve genel beğeni gibi kalite özellikleri açısından daha fazla tercih edildiği söylenilebilir.

Kaynaklar

- Aksoy, Ş., Aksoy, T., İşcan, N., Tekirdağ ilindeki olatmaya dayalı hindi besiciliğinde maliyet analizi, I. Ulusal Zootekni Kongresi, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, Antalya, 29(2): 48-54, 1996.
- Anonim, 2014. Hindi Yetiştiriciliği, Uluslararası Tarım ve Gıda Konfederasyonu.
- Anonim, 2006. Kanatlı verileri yıllığı, Besd-Bir, Ankara,
- Anonim, 2007. Tarımsal işletmeler genel müdürlüğü bilgi belge merkezi (TİGEM),
- Anonim, 1999. TC Başbakanlık DPT. 8. beş yıllık kalkınma planı. Hayvancılık Ö.i.K. Kanatlı kümes hayvanları yetiştiriciliği grubu, 6. Bölüm. s; 75-92. "Hayvancılık ekonomisi grubu", 9. Bölüm. s; 134. Ankara, 1999.

- Blake, IP., 1993. Tavukçuluk artıklarının değerlendirilme yöntemleri, Uluslararası Tavukçuluk Kongresi 93, İstanbul. 106-107,
- Cömert, N., 2004. Mısır-soya esaslı etlik erkek hindi yem karmalarına katılan avilamycin, bio-moss, cylactin, yucca schidigera ekstraktının besi performansı, kesim sonuçları ile bazı kan ve bağırsak parametreleri üzerine etkileri, (Basılmamış Doktora Tezi)
- Ekinci, Y., 2015. Batman ili entansif koşullarında yapılan hindi yetiştiriciliğinin genel yapısı, B.Ü. Fen Bilimleri Enst. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)
- Eratalar, SA., 2008. Beyaz hindilerde yerleşim sıklığının performans, karkas kalitesi ve bazı stres parametrelerine etkisi, (Basılmamış Doktora Tezi),
- Gatchalian, MM., 1999. Quality assesment through statistically based sensory evaluation methods, The TQM Magazine, 11(6): 389–396,
- Hall, S., 1996. Turkeys turned meat-machines”, (www.earthsave.ca)
- İnci, H., Taysı, R., Sevinç, EH., 2013. Bingöl ili hindi yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve sorunları”, Tr. Doğa ve Fen Derg.-Tr.J.Nature Sci., 2(1): 85-89,
- İnci, H., Küçükbayrak, U., Karakaya, E., Aydın, A. 2018. Diyarbakır İli Hindi Yetiştiriciliğinin Yapısı. Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1(1): 20-32.
- Karaca, O., Vanlı, Y., Demirel, M., Eratak, S., Çetin, M., Aydın, A., 1991. Bronz ırkı hindilerin kapalı ve açık yetiştirme koşullarında gelişme ve karkas özellikleri üzerine araştırmalar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Van,
- Karakaya E., İnci, H. 2014. Bingöl İli Merkez İlçesi Hane Halkının Kanatlı Eti Tüketim Tercihleri. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014, Cilt 28, Sayı 1, 53-64
- Kırkpınar, F., Mert, S., 2004. Etlik hindi üretiminin temel ilkeleri, Hasad Hayvancılık Dergisi, 2(9): 24-27,
- Koçak, Ç., 1984. Hindi yetiştiriciliği, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın No; 7, Ankara,
- Özdemir, G., 2007. Kaya kekliklerinin (*Alectoris graeca*) yer ve kafes sistemlerinde büyüme, besi performansı ve karkas özellikleri, F.Ü. Sağlık Bilimleri Est. (Doktora Tezi),
- Özer, H., Özbey, O., 2013. Beyaz ve bronz hindilerin (*Meleagris gallopavo*) entansif ve yarı entansif şartlarda bazı verim özellikleri: II. kesim ve karkas özellikleri, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi 27(3): 135-140,
- Özkan, K., Ergül, M., 1974. Kasaplık piliç karmalarında soya küspesi yerine pamuk tohum küspesi kullanılma imkanları, *Ege Üni. Zir. Fak. Dergisi*. 11(1): 147-157,
- Peryam, DR. and Pilgrim, FJ., 1957. Hedonic scale method for measuring food preferences, *Food Technology*, 11; 9–14,
- Porkhorst, CR, Mountrey, GS., 1998. Poultry meat and egg production, Newyork, NY,
- Poste, LM., 1990. A Sensory perspective of effect of feeds on flavour in meats, poultry meats”, *Journal of Animal Science*, 68; 4414–4420
- Reilly, TI. and York, RK., 2001. Guidance on Sensory Testing and Monitoring of Seafood for Presence of Petroleum Taint Following an Oil Spill, NDAA Technical Memorandum NOS OR&R, No:9. Washington, USA,
- Sipahi, C., 2010. Entansif hindi yetiştiriciliği işletmelerinde kârlılık ve verimlilik analizleri, Hayvan Sağlığı Ekonomisi Ve İşletmeciliği Anabilim Dalı Doktora Tezi. Türkiye Cumhuriyeti. Ankara Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü
- Şengül, T., Yurtseven, S., Polat, T., 1999. Entansif ve yarı entansif koşullarda (Özel Olarak Tesis Edilmiş Hindi Mer’alarında) yetiştirilen bronz hindilerin besi performansları ve karkas özellikleri yönünden karşılaştırılması, *Turk J Vet Anim Sci*, 23(3): 489-493
- Turhan, K., 1992. Potasyum sorbat ve laktik asitin vakum paketlenmiş tavuk etlerinin raf ömrüne etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi ABD. Ankara.
- Xu, L., 1999. The removal of phenolic compounds for the production of high quality canola protein isolates, Graduate Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, University of Toronto. Canada.

Sulama Suyu Tuzluluğunun Sakız Fasulyesinin Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi*

Neslihan AKÇAMAN¹, İsmail TAŞ^{2*}

¹Manisa Ziraat Odası, Manisa

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: tas_ismail@yahoo.com

Geliş Tarihi: 05.05.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.06.2020 Kabul Tarihi: 22.06.2020

Öz

Çalışma, sakız fasulyesinin [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] sulama suyu tuzluluğuna olan hassasiyetini belirlemek amacıyla saksılarda, sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışma bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 8 sakız fasulyesi genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Sulama suyu olarak SAR değeri 3'den düşük olacak şekilde elektriksel iletkenlik değerleri (ECi) 0.35, 5, 15 ve 30 dS m⁻¹ olan tuzlu sulama suları kullanılmıştır. Artan sulama suyu tuzluluğu bitkilerde olumsuzluklara neden olmuştur. Saksı başına tane verimi 1.39-10.39 gram ve bitki boyu 18.61-80.68 cm arasında değişim göstermiştir. Artan sulama suyu tuzluluğu bitki kök bölgesi tuzluluğunda artışa neden olmuştur. Bitki kök bölgesindeki toprak tuzluluğu (ECe) değerleri 0.67-53.16 dS m⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sakız fasulyesi, sulama suyu tuzluluğu, tuzluluk indeksleri

Effect of Irrigation Water Salinity on Some Plant Characteristics of Cluster Bean

Abstract

The study was conducted in pots at greenhouse conditions to determine the sensitivity of the cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] to irrigation water salinity. The experiment was planned in completely randomized design in split plots with three replicates. A total of eight cluster bean genotypes used as the material in the study. Saline irrigation water was used prepared as to have final Sodium Absorption Ratio (SAR) of below 3 and electrical conductivity (ECi) value 0.35, 5, 15 ve 30 dS m⁻¹ as irrigation water. Increasing irrigation water salinity has caused negativities in plants. The grain yield per pot varied from 1.39 to 10.39 g and the plant height varied from 18.61 to 80.68 cm. Increased irrigation water salinity has resulted in an increase in salinity in the plant root zone. Soil salinity (ECe) values in the plant root zone varied between 0.67-53.16 dS m⁻¹.

Keywords: Guar, Irrigation water salinity, Salinity Index

Giriş

Bitkisel üretim alanlarında tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi olan tuzluluk problemleri, toprak verimliliğini olumsuz bir şekilde etkilemekte, ürün verimi ve kalitesini sınırlandırmaktadır. Yanlış sulama uygulamaları, sulamanın düşük kalitede sularla yapılması ve drenajın yetersiz olması, toprak tuzluluğunu arttıran nedenler arasındadır. Bitki su ihtiyacının karşılanmasında, suyun miktarının yeterliliği yanında kalitesinin de uygun olması gereklidir. Sulama suyu kalitesi, kurak ve yarı

kurak bölgelerde dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Gittikçe artan toprak tuzluluğuna en önemli neden, sulama suyu tuzluluğudur. Sulama suyu kalitesinin gün geçtikçe kötüleşmesi bitki verimlerini olumsuz etkilemektedir. Tuzlu topraklarda normal gelişme gösteren, tuzluluğa toleransı yüksek bitki genotiplerinin seçilmesi ve ıslah yoluyla yeni genotiplerin geliştirilmesi ve üreticilere bunların önerilmesi, kalıcı ve tamamlayıcı diğer yöntemlere nazaran daha ekonomik bir

yöntemdir (Epstein ve ark., 1980; Fooland, 1996; Daşgan ve ark., 2006).

Sakız fasulyesi, gıda ve endüstriyel üretimlerde kullanılan galaktomannan sakızının önemli bir kaynağıdır. Tropik ve yarı tropik bölgelere en iyi şekilde adapte olabilmiş bitkilerdendir. Hindistan, Pakistan ve ABD' de yaygın olarak yetiştirilen, yaz sezonunda tek yıllık olarak üretilen bir bitkidir. Tuzluluk için yüksek toleransa sahiptir (Ashraf ve ark., 2005; Francois ve ark., 1990) ve atmosferdeki azotu düzenleyebilme yeteneğine sahiptir (Wetselaar, 1967; Elsheikh ve Ibrahim, 1999). Kuraklık ve tuzluluğa dayanımı yüksek olması nedeniyle yarı kurak bölgelerde değerli alternatif bir bitkidir (Losavio ve ark., 1995). 31 adet sakız fasulyesi genotipi kullanılarak yapılan bir çalışmada, sulama suyu kalitesinin düşük olduğu bölgelerde alternatif yem bitkisi olarak önerilmektedir (Rasheed ve ark., 2015). Farklı seviyelerde ECi değerlerine sahip sulama sularıyla sulanan guar genotiplerinin, çimlenme hızı için eşik değer 8 dS m^{-1} , çimlenme gücü eşik değer 12 dS m^{-1} olarak belirlenmiştir (Akçaman ve ark., 2017). Bu çalışmalar dikkate alındığında sakız fasulyesinin tuzluluğa karşı dayanıklı olduğu gözlenmektedir.

Kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı alternatif bir bitki olarak önerilen guar bitkisinin 8 genotipi, sulama suyu tuzluluğu koşullarında alternatif bir bitki olarak üretilebilirliğini belirleme amacıyla yürütülen bu çalışmada,

sulama suyu SAR değeri 3'den küçük olacak şekilde ve farklı ECi değerlerine sahip (0.35 , 5 , 15 ve 30 dS m^{-1}) olan sulama suları kullanılarak sera koşullarında saksılarda guar genotipleri yetiştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma, 2016 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesinin ısıtmasız serasında, kontrollü şartlarda ve 20 litre hacme sahip saksılarda yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan topraklar, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesinde yer alan ormanlık alanından temin edilmiştir. Söz konusu toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgede görüldüğü gibi topraklar tuzsuz olup kumlu killi tın bünyeye sahiptir. Denemede kullanılan topraklar, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve bakır konsantrasyonu bakımından yeterli iken fosfor, potasyum, demir ve çinko konsantrasyonu bakımından yetersizdir. Toprağın hacim ağırlığı 1.50 g cm^{-3} , tarla kapasitesi % 20.3 ve solma noktası değeri %8.6'dır. Saksılara eşit miktarda olacak şekilde 2 mm elek açıklığına sahip elekten elenmiş toprak doldurulmuştur. Saksılarda taban suyu oluşumunu engellemeye yönelik olarak serbest drenaj koşulları oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Birim	Değer	Derece
pG 1:2,5		8.03	Alkalin
EC	%	0.03	Tuzsuz
Kireç	%	7.02	Orta kireçli
Organik madde	%	0.1	Çok az
Bünye	Kil	%	24
	Kum	%	70
	Silt	%	6
Fosfor	ppm	5.76	Yetersiz
Potasyum	ppm	69.13	Yetersiz
Kalsiyum	ppm	2716.05	Yeterli
Magnezyum	ppm	456.34	Yeterli
Sodyum	ppm	21.07	Yeterli
Demir	ppm	1.74	Yetersiz
Çinko	ppm	0.07	Yetersiz
Bakır	ppm	1.21	Yeterli
Tarla Kapasitesi	%	20.3	
Solma Noktası	%	8.6	
Hacim Ağırlığı	g/cm^3	1.50	

Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Sulama suyunun elektriksel iletkenlik değeri $350 \mu \text{ mhos cm}^{-1}$, pH: 7.9 ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) 0.4 olarak belirlenmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi kontrol konusuna uygulanan sulama suyu, özellikleri bakımından sorun oluşturmayacak içeriktedir.

Çizelge 2. Sulama suyu kimyasal analiz sonuçları

Elementler	Birimi	Miktar
EC	$\mu \text{ mhos cm}^{-1}$	350
pG		7.9
SAR		0.4
Sodyum (Na)	meq L^{-1}	0.44
Kalsiyum (Ca)	meq L^{-1}	2.05
Magnezyum (Mg)	meq L^{-1}	0.6
Potasyum (K)	meq L^{-1}	0.07
Fosfor (P)	mg L^{-1}	0.019
Aliminyum (Al)	mg L^{-1}	0.034
Bor (B)	mg L^{-1}	0.005
Mangan (Mn)	mg L^{-1}	0.002
Demir (Fe)	mg L^{-1}	0.022
Nikel (Ni)	mg L^{-1}	0.045
Bakır (Cu)	mg L^{-1}	0.002
Çinko (Zn)	mg L^{-1}	0.054

Araştırmada Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Denemede topraklar elenip saksılara konulduktan sonra her saksıya 3 adet tohum ekilmiştir. Tüm genotipler çimlenip 3. yaprakları çıktıktan sonra tekleme yapılmıştır. Denemede taban gübresi olarak di amonyum fosfat (DAP) gübresi kullanılmıştır. İlk çiçeklenme ve ilk meyve oluşumunda ise amonyum nitrat (AN) gübresi kullanılmıştır. Gübreler her saksıya 2 g gelecek şekilde 20 litre suda çözülüp, her bir saksıya 150 ml sulu gübre çözeltisi verilmiştir. Denemede ihtiyaç duyulduğunda havalandırma amaçlı saksıların yüzeyindeki kaymak tabakası kırılmış ve yine ihtiyaç halinde yaprak biti v.b zararlılara karşı ilaçlama yapılmıştır.

Metot

Araştırma Konuları

Araştırmada farklı düzeyde tuzlu sulama sularının farklı sakız fasulyesi hatlarına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada farklı tuz kaynakları kullanılarak (Na_2CO_3 , MgCl_2 , CaCl_2) 4 farklı EC’ye sahip (0.35, 5, 15 ve 30 dS m^{-1}) sulama suları, SAR değeri 3’den küçük olacak

şekilde hazırlanmış ve uygulanmıştır. Deneme 4 farklı sulama suyu tuzluluğu uygulaması, 8 guar genotipi bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Sulama suyu miktarının belirlenmesinde Cemek ve ark. (2004)’nin önerileri doğrultusunda 100 ml’lik beherler seranın içerisine üç farklı noktada olacak şekilde yerleştirilmiştir. Hesaplama üç kaptan olan buharlaşmanın ortalaması sulama suyu miktarının belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Söz konusu beherlerden olan buharlaşma 1 no’lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmış ve yine aynı araştırmacıların önerileri doğrultusunda 1.16 (1.15-1.17 arasında) ile düzeltilerek sulama suyu miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Belirtilen şekilde hesaplanan sulama suyu miktarı her saksıya hassas ölçü silindiriyle saksı toprağında herhangi bir erozyona neden olmayacak biçimde uygulanmıştır.

$$I = \text{Epan} \times k_p \times D_k \quad (1)$$

I: Sulama suyu miktarı (ml)

Epan: Açık su yüzeyi buharlaşması (ml)

k_p : Pan katsayısı (1.0)

D_k : Düzeltme katsayısı (1.16)

Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Araştırma sonunda, hasadın bitiminde saksılardan toprak örnekleri saksı burgusu yardımıyla alınmıştır. Toprak örnekleri hava kuru hale geldikten sonra 2 mm’lik elekten geçirilmiş ve saturasyon için 100 g tartılarak saturasyon çamuru hazırlanmıştır. 24 saat bekletilen saturasyon çamurlar vakumlu saturasyon ekstraksiyon seti yardımıyla süzükleri çıkartılmıştır. Çamur süzüklerinde sodyum, kalsiyum, magnezyum, klor ve bikarbonat analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇOBİLTUM) laboratuvarında katyonlar (Na, Ca, ve Mg) ICP kullanılarak, bikarbonat ve klor ise titrik yöntemle belirlenmiştir. Toprak bünyesi, Bouyoucos (1951) tarafından verilen esaslara göre hava kuru hale getirilerek 2 mm’lik elekten elenmiş toprak içindeki kum, silt ve kil miktarlarının Stockes yasası prensibine göre belirlenmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası, basınçlı plaka aleti kullanılarak, bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosfer basınçta tuttuğu nem miktarlarının saptanmasıyla ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik değeri saturasyon çamurundan ekstrakte edilen süzükte

elektrokondiktivi metre ile ölçülmüştür. pH değeri ise cam elektrotlu pH-metre ile saturasyon ekstraktında ölçülmüştür.

Tuzluluk İndeksleri

Çalışma kapsamında, Rasheed ve ark. (2015) tarafından geliştirilen ve aşağıda detaylı şekilde açıklanan tuzluluk indisleri hesaplanmıştır. Konuları kontrol konusu dikkate alınarak Bitki Boyu Tuzluluk Stres İndeksi (BBTSİ), Yaş Ağırlık Tuzluluk Stres İndeksi (YATSİ) ve Kuru Ağırlık Tuzluluk Stres İndeksi (KATSİ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. Kuru ağırlıklar 68 °C’de etüvde kurutularak elde edilmiştir.

$$BBTSİ = \frac{\text{Stres şartları altında bitki boyu}}{\text{Kontrol konusunun bitki boyu}} \quad (2)$$

$$YATSİ = \frac{\text{Stres şartları altında yaş ağırlık}}{\text{Kontrol konusunun yaş ağırlık}} \quad (3)$$

$$KATSİ = \frac{\text{Stres şartları altında kuru ağırlık}}{\text{Kontrol konusunun kuru ağırlık}} \quad (4)$$

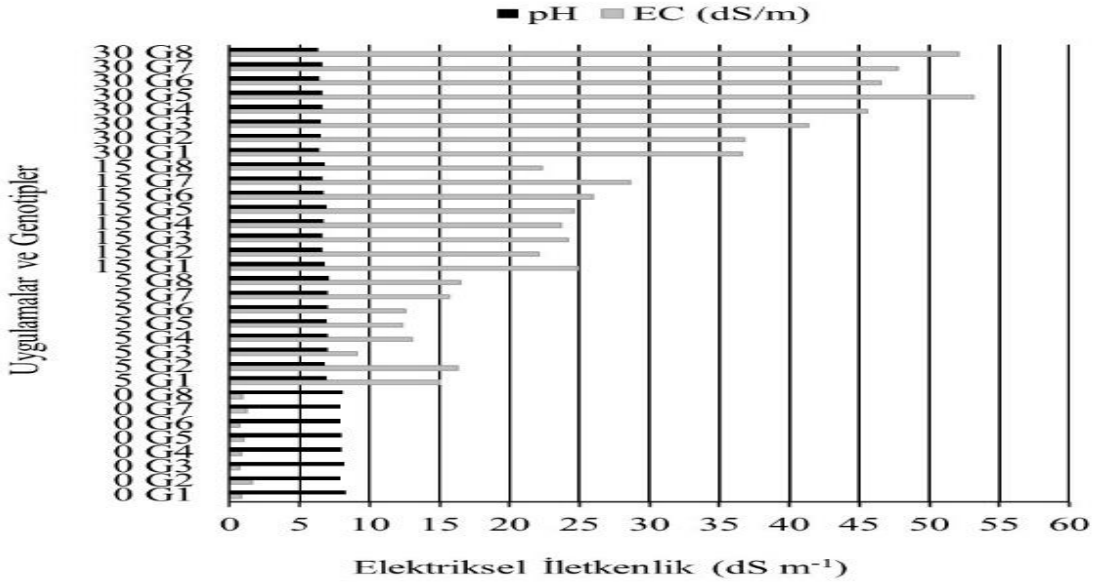
İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen sonuçlar JMP programı kullanılarak istatistikî olarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Elektriksel İletkenlik, pH ve Toprak İyonu İçeriğindeki Değişimler

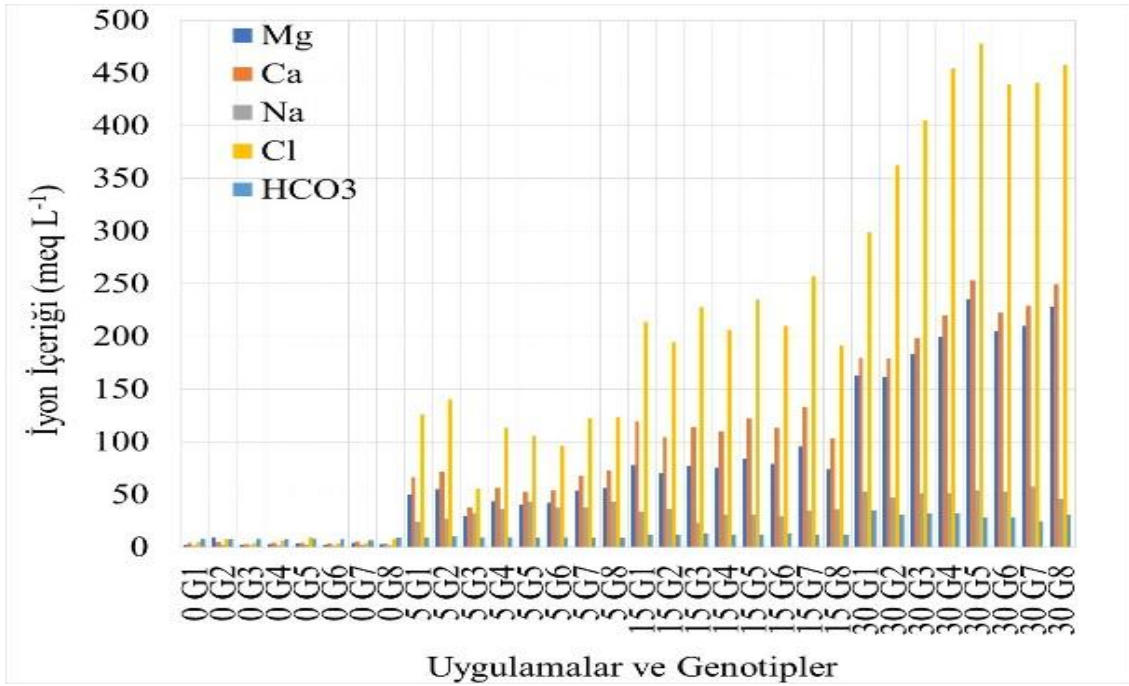
Uygulamada artan ECi seviyesine bağlı olarak toprakların ECE değerleri de artış göstermiştir. En yüksek EC değeri Şekil 1’den de görüldüğü gibi 30 dS m⁻¹ konusuna (53.16 dS m⁻¹) ait olup, en düşük değer ise kontrol konusuna (0.67 dS m⁻¹) aittir. Benzer şekilde toprak pH değerleri 6.35-8.26 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki kök bölgesi Ece ve pH değerlerindeki değişim

Uygulamalar sonucunda toprakların iyon içeriğindeki değişim Şekil 2’de gösterilmiştir. Söz konusu şekilden de görüleceği gibi Ca, Mg ve Na katyonları dikkate alındığında artan ECi değerine bağlı olarak artış göstermiştir. Sulama suyu tuz çözeltileri hazırlanırken SAR değerinin 3’den küçük ve Ca/Mg oranının ise yaklaşık 2 olması için Ca tuzu en fazla olmak üzere, sonrasında sırasıyla Mg ve Na tuzları kullanılmıştır. Bu iyonlardaki artışın sebebi sulama sularının hazırlanmasında Ca, Mg ve Na içerikli tuzların kullanılmasıdır. Buna göre Ca değeri 3.21-253.27 meq L⁻¹ ; Mg değeri 2.35-235.47 meq L⁻¹; Na değeri 1.38-57.74 meq L⁻¹

arasında değişim sergilemiştir. Buna neden Taş ve ark. (2017)’de de belirtildiği gibi bitkinin Ca’sı besin elementi olarak alması olarak alınması olarak değerlendirilmiştir. Ca bitkinin beslenmesi için gerekli olan temel elementlerden bir tanesidir. Aynı durum Mg için de geçerli olup, ECi’deki artışla birlikte o da artış göstermiştir. Bitki kök bölgesindeki Mg değişimi 2.05 - 235.47 meq L⁻¹ aralığında gerçekleşmiştir. Benzer durum Na iyonu için de geçerli olup ECi’nin artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Bitki kök bölgesindeki Na değişimi 1.38 - 57.74 meq L⁻¹ aralığında gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Toprak iyonu içeriğindeki değişim

Şekil 2 incelendiğinde Sulama suyu EC'sindeki artışa bağlı olarak Cl ve HCO₃ anyonları da artış göstermiştir. Cl ve HCO₃ anyonlarına baktığımızda ise onlarda katyonlarda olduğu gibi tuz içeriğinin artış göstermesine bağlı olarak artış göstermiştir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için bitki kök bölgesinde hem anyonların hem de katyonların dengeli bir şekilde bulunması istenir. Anılan tuzların artışına bağlı olarak Cl birikimi fazla olmuştur. Konuların klor içeriği 3.71-477.77 meq L⁻¹ arasında değişmiştir. Keating ve Fisher (1985)'in çalışmalarında belirttiği üzere Cl birikimine bağlı olarak verimde düşüşler meydana gelmiştir. Bikarbonat içeriği artan sulama suyu EC seviyesine bağlı olarak bitki kök bölgesinde hafif bir artış göstermiştir. HCO₃ değeri 6.89-35.41 meq L⁻¹ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Sulama suyu tuz konsantrasyonuna bağlı olarak toprak iyon içeriğindeki artış, Yurtseven ve Güngör (1990); Yurtseven ve Sönmez (1996); Yurtseven ve Öztürk (2001); Yurtseven ve ark., (2002) Özkay ve ark., (2014) ve Taş ve ark., (2017)'nin yapmış oldukları çalışmalarla uyum göstermektedir.

Baklada Tane Ağırlığı

Uygulanan sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak sakız fasulyesi genotiplerinin, bakla toplam tane ağırlıkları farklılık göstermiştir. Söz

konusu farklar %1 önem düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı olarak belirlenmiştir. En yüksek baklada tane ağırlığı hem kontrol konusunda hem de 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 4 no'lu genotipte sırasıyla 18.287 ve 6.317 g saksı⁻¹ olarak ölçülmüştür. 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 2.16 g saksı⁻¹ ile 1 no'lu genotipte belirlenmiştir (Çizelge 3). 30 dS m⁻¹ tuz konusunda ise bitkiler henüz gelişme döneminde kuruduğu için bakla geliştirememiş ve buna bağlı olarak hasat yapılamamıştır. Ayrıca, söz konusu konu istatistiksel analize dahil edilmemiştir.

En düşük toplam bakla tane ağırlığı her üç uygulamada da 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. Sırasıyla kontrolde 4.097 g saksı⁻¹, 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 1.747 g saksı⁻¹ ve 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 0.34 g saksı⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin istisnasız tüm genotipleri üzerinde etkili olduğu ve artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak bakla toplam tane ağırlığının azaldığı görülmektedir. Artan sulama suyu tuz seviyesi bitkide gelişmeyi engellemiş, baklaların küçük kalmasına ve ürün kayıplarına sebep olmuştur. Elde edilen sonuçlar Francois ve ark., (1990)'nin guarda ve Coşkun ve ark., (2016)'nin buğdayda bulmuş olduğu sonuçlarla uyumludur.

Çizelge 3. Uygulamaların bakla tane ağırlığına etkisi

Konular (dS m ⁻¹)	Toplam Bakla Tane Ağırlıkları (g saksı ⁻¹)
0.35 G1	5.593 cde*
0.35 G2	14.927 ab
0.35 G3	13.137 abc
0.35 G4	18.287 a
0.35 G5	9.457 bcd
0.35 G6	8.84 bcde
0.35 G7	4.097 de
0.35 G8	6.413 bcde
5 G1	2.457 de
5 G2	5.247 cde
5 G3	4.663 cde
5 G4	6.317 cde
5 G5	4.257 de
5 G6	2.473 de
5 G7	1.747 de
5 G8	1.763 de
15 G1	2.16 de
15 G2	1.403 de
15 G3	1.147 de
15 G4	1.117 de
15 G5	1.48 de
15 G6	1.13 de
15 G7	0.34 e
15 G8	0.64 de

Bakla Sayısı

Sakız fasulyesi yetiştiriciliğinde önemli unsurlardan birisi de bakla sayısıdır. Sulama suyu tuzluluğu, bitkinin bakla sayılarında farklılığa neden olmuştur. Söz konusu farklılıklar %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4 incelendiğinde en az bakla sayısı kontrol konusunda 1 no'lu genotipte (28 adet), 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde yine 1 no'lu genotipte (10 adet) ve 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 7 no'lu genotipte (4 adet) belirlenmiştir. En yüksek ise kontrol ve 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 4 no'lu genotipte sırasıyla 78 ve 30 adet olarak belirlenirken, 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte 12 adet olarak belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin artışına bağlı olarak bakla sayısında azalmalar görülmektedir. Sulama suyu tuzluluğunun bitkilerdeki bakla sayısını etkilediği anlaşılmaktadır. Bakla sayısının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Francois ve ark. (1990)'nin sakız fasulyesi konusunda yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 4. uygulamaların ortalama bakla sayısına etkisi

Konular (dS m ⁻¹)	Ortalama Bakla Sayısı (adet)
0.35 G1	28 bcde*
0.35 G2	54 ab
0.35 G3	39 bcde
0.35 G4	78 a
0.35 G5	41 bcd
0.35 G6	51 ab
0.35 G7	37 bcde
0.35 G8	47 abc
5 G1	10 de
5 G2	22 bcde
5 G3	20 bcde
5 G4	30 bcde
5 G5	18 bcde
5 G6	20 bcde
5 G7	21 bcde
5 G8	18 bcde
15 G1	12 cde
15 G2	9 de
15 G3	8 de
15 G4	11 cde
15 G5	9 de
15 G6	10 de
15 G7	4 e
15 G8	5 de

Baklada Tane Sayısı

Uygulanan farklı seviyelerdeki sulama suyu tuzluluğu, bakla tane sayısında farklılığa neden olmuştur. Bu farklılık istatistiksel açıdan %1 önem seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur. En yüksek ortalama bakla tane sayısı kontrol ve 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 4 no'lu genotip sırasıyla 354 ve 183 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 1 no'lu genotipte 73 adet olarak ölçülmüştür. En düşük değerler ise kontrol ve 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 7 no'lu genotipte sırasıyla 67 ve 38 adet olarak belirlenmiştir. 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 8 no'lu genotipte 17 adet olarak belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk seviyeleri tüm genotipler üzerinde etkili olduğu ve ECi seviyesi artışına bağlı olarak bakla tane sayısının azaldığı görülmektedir. Bakla tane sayısının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ahmad ve Sandhu'nun (1988) fasulyede yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 5. Uygulamaların bakla tane sayısına etkisi

Konular (dS m ⁻¹)	Bakla Tane Sayısı Ortalaması (adet)
0.35 G1	133.666 bcdef*
0.35 G2	300.666 ab
0.35 G3	216.000 abcd
0.35 G4	354.666 a
0.35 G5	222.666 abc
0.35 G6	144.666 bcdef
0.35 G7	67.333 cdef
0.35 G8	96.000 cdef
5 G1	54.666 def
5 G2	117.666 cdef
5 G3	90.666 cdef
5 G4	183.000 bcde
5 G5	106.666 cdef
5 G6	56.333 cdef
5 G7	38.000 ef
5 G8	40.000 ef
15 G1	73.000 cdef
15 G2	55.666 cdef
15 G3	38.000 ef
15 G4	63.666 cdef
15 G5	46.666 ef
15 G6	29.333 ef
15 G7	13.333 f
15 G8	17.000 ef

Bitki Yaş Ağırlığı

Hasattan hemen sonra alınan bitki yaş ağırlıklarına sulama suyu tuzluluğunun etkilediği ve konular arasındaki farkların %1 önem seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde en düşük yaş ağırlık değeri tüm uygulamalarda 4 no'lu genotipte belirlenmiştir. Söz konusu genotipte belirlenen ortalama bitki yaş ağırlığı kontrol konusunda 12.463 g, 5 ds m⁻¹ ECi seviyesinde 4.030 g ve 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 2.933 g olarak ölçülmüştür. En yüksek yaş ağırlıklar ise kontrol ve 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte, 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. Ölçülen yaş ağırlık değerleri sırasıyla kontrol konusunda 49.150 g, 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 26.663 g ve 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 7.426 g'dır. 30 dS m⁻¹ ECi seviyesinde genotiplerin tamamı fide gelişme döneminde etkilenip kurumuşlardır. Bu nedenle bakla alınamamış olsa da biomas olarak dikkate alınmış ve değerlendirmeye dahil edilmiştir. Bu ECi seviyesinde en yüksek yaş ağırlık 8 no'lu

genotipte 0.436 g olarak ölçülürken en düşük 1 no'lu genotipte 0.30 gr olarak belirlenmiştir. Sulama suyunun artan EC değeri tüm genotipleri olumsuz olarak etkilemiştir. Artan dozla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı görülmektedir. Bitki yaş ağırlığının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ashraf ve ark. (2002) ve Ashraf ve ark. (2005) sakız fasulyesi genotiplerinde yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 6. Uygulamaların bitki yaş ağırlığına etkisi

Konular (dS m ⁻¹)	Bitki Yaş Ağırlığı Ortalaması (g)
0.35 G1	49.150 a*
0.35 G2	16.216 bcdefg
0.35 G3	29.890 b
0.35 G4	12.463 cdefghi
0.35 G5	25.923 bcd
0.35 G6	14.536 cdefghi
0.35 G7	22.133 bcde
0.35 G8	20.533 bcdef
5 G1	26.663 bc
5 G2	11.556 defghi
5 G3	19.483 bcdefg
5 G4	4.030 hı
5 G5	10.256 efghi
5 G6	6.843 fghi
5 G7	12.986 cdefghi
5 G8	9.820 efghi
15 G1	4.353 hı
15 G2	4.693 ghı
15 G3	5.976 fghi
15 G4	2.933 hı
15 G5	5.853 fghi
15 G6	4.686 ghı
15 G7	7.426 efghi
15 G8	4.220 hı
30 G1	0.030 ı
30 G2	0.050 ı
30 G3	0.070 ı
30 G4	0.050 ı
30 G5	0.050 ı
30 G6	0.080 ı
30 G7	0.116 ı
30 G8	0.436 ı

Bitki Kuru Ağırlığı

Uygulamaların, bitki kuru ağırlıklarında meydana getirdiği farklar istatistiksel bakımdan %1 önem seviyesinde anlamlı olarak belirlenmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde ortalama en yüksek bitki kuru ağırlığı kontrol (30.28 g) ve 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde (9.406 g) 1 no'lu genotipte belirlenmiştir. 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 2.800 g olarak 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. En düşük bitki kuru ağırlıkları ise

kontrol konusunda 6 no'lu genotipte (8.503 g), 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte (2.876 g) ve 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise 8 no'lu genotipte (1.573 g) belirlenmiştir. Artan sulama suyu tuzluluk seviyeleri genotipler üzerinde etkili olduğu ve doz artışıyla birlikte bitki kuru ağırlığının azaldığı görülmektedir. Bitki kuru ağırlığının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ashraf ve ark. (2002) ve Ashraf ve ark. (2005) sakız fasulyesi genotiplerinde yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

Çizelge 7. Uygulamaların bitki kuru ağırlığına etkisi

Konular (dS m ⁻¹)	Bitki Kuru Ağırlığı Ortalaması (g)
0.35 G1	30.280 a*
0.35 G2	9.180 bcdefg
0.35 G3	16.736 b
0.35 G4	8.643 cdefgh
0.35 G5	13.866 bc
0.35 G6	8.503 cdefgh
0.35 G7	12.243 bcd
0.35 G8	11.613 bcde
5 G1	9.406 bcdef
5 G2	5.350 defghi
5 G3	6.403 cdefghi
5 G4	2.876 fghi
5 G5	4.433 efghi
5 G6	2.896 fghi
5 G7	4.676 defghi
5 G8	3.866 efghi
15 G1	2.206 fghi
15 G2	1.456 ghi
15 G3	2.173 fghi
15 G4	1.753 fghi
15 G5	2.426 fghi
15 G6	1.990 fghi
15 G7	2.800 fghi
15 G8	1.573 ghi
30 G1	0.503 ı
30 G2	0.276 ı
30 G3	0.743 ı
30 G4	0.533 ı
30 G5	0.473 ı
30 G6	0.473 ı
30 G7	0.950 Gı
30 G8	1.260 Gı

Bitki Tuzluluk Stres İndeksleri

Rasheed ve ark., (2015)'de verilen esaslara göre yapılan stres indeks hesaplamaları Çizelge 8'de gösterilmiştir. Söz konusu çizelgeden de görüldüğü gibi sulama suyu tuz seviyeleri artışı, bitki boyunda azalmalara sebebiyet vermiştir. Araştırmaya ilişkin

belirlenen Bitki Tuzluluk Stres İndeksleri Çizelge 10'da sunulmuştur. Bitki boyu tuzluluk stres indeksi parametresine bakıldığında en düşük stres, sulama suyu tuzluluğunun en düşük olduğu konu olan 5 dS m⁻¹ ECi seviyesi belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu tanelik genotipte 0.77 olarak belirlenmiştir. En fazla stres ise 4, 6 ve 8 no'lu genotiplerde 0.56 olarak belirlenmiştir. 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde en düşük stres 6 no'lu genotipte 0.40 olarak belirlenirken, en fazla stres ise 4 no'lu genotipte 0.28 olarak belirlenmiştir. Sulama suyu EC'sinin en fazla olduğu 30 dS m⁻¹ tuz konusunda ise stresten en az etkilenen genotip 0.34 ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen genotip ise 0.19 indeks değeri ile 3 ve 5 no'lu genotipler olmuştur.

Çizelge 8. Stres indeks sonuçları

Konular	BBTSİ*	YATSİ**	KATSİ***
5G1	0.75	0.54	0.31
5G2	0.77	0.71	0.58
5G3	0.63	0.65	0.38
5G4	0.56	0.33	0.31
5G5	0.58	0.40	0.32
5G6	0.56	0.47	0.34
5G7	0.57	0.59	0.38
5G8	0.56	0.48	0.33
15G1	0.35	0.09	0.07
15G2	0.36	0.29	0.16
15G3	0.32	0.20	0.13
15G4	0.28	0.24	0.20
15G5	0.31	0.23	0.18
15G6	0.40	0.32	0.23
15G7	0.38	0.34	0.23
15G8	0.32	0.21	0.14
30G1	0.20	0.02	0.01
30G2	0.21	0.03	0.02
30G3	0.19	0.04	0.03
30G4	0.21	0.06	0.05
30G5	0.19	0.03	0.02
30G6	0.25	0.06	0.04
30G7	0.26	0.09	0.08
30G8	0.34	0.17	0.11

*BBTSİ: Bitki boyu tuzluluk stres indeksi

**YATSİ: Yaş ağırlık tuzluluk stres indeksi

***KATSİ: Kuru ağırlık tuzluluk stres indeksi

Yaş ağırlık tuzluluk stres indeksi dikkate alındığında, en düşük stres 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu genotipte 0.71 indeks değeri hesaplanmıştır. En fazla stres ise 4 no'lu genotipte 0.33 indeks değeri ile belirlenmiştir. 15 dS m⁻¹ ECi seviyesinde en düşük stres 7 no'lu genotipte 0.34 indeks değeri belirlenirken, en fazla stres ise 1 no'lu genotipte 0.09 hesaplanmıştır. Sulama suyu EC'sinin en fazla olduğu 30 dS m⁻¹ ECi seviyesinde ise stresten en az etkilenen genotip 0.17 indeks değeri ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen genotip ise 0.02 indeks değeri ile 1 no'lu genotip olmuştur. Kuru ağırlık tuzluluk stres indeksi parametresine bakıldığında en düşük stres 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinin olduğu konularda belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m⁻¹ ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu genotipte 0.58 indeks değeri ile belirlenmiştir. En fazla stres ise 1 ve 4 no'lu genotiplerde 0,31 indeks değeri ile belirlenmiştir. 15 dS m⁻¹ tuz konusunda en düşük stresi 6 ve 7 no'lu genotiplerde indeks değeri 0.23 olarak belirlenirken, en fazla stres ise 1 no'lu genotipte 0.07 olarak belirlenmiştir. 30 dS m⁻¹ ECi seviyesinde stresten en az etkilenen genotip 0.11 indeks değeri ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen ise 0.01 indeks değeri ile 1 no'lu genotip olmuştur.

Sonuç

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, sakız fasulyesinin sulama suyu tuzluluğuna dayanıklı ve sulama suyu kalitesinin düşük olduğu alanlarda yetiştiricilik açısından alternatif bitki olarak üretilebileceği düşünülmektedir. Yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılan arpa, buğday, şeker pancarı ve çeltik gibi bitkiler ile kıyaslandığında, bitki sulama suyu ve toprak tuzluluğuna karşı toleranslı olarak değerlendirilmektedir. Ancak sulama suyu tuz konsantrasyonlarının içeriğine dikkat edilmelidir. Sulama suyunda artan tuz yükü bitki veriminde düşmelere, baklaların küçük kalmasına ve bu sebeple ürün kaybına neden olabilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan tuz konsantrasyonlarının tümü guar genotiplerinde verim ve kaliteyi düşürücü etki yaptığı saptanmıştır. Sulama suyu ve toprak tuzluluğuna toleransı çeşit geliştirmede istenen özelliklere göre çalışmada kullanılan dayanıklı genotipler seleksiyonda kullanılabilir.

Teşekkür

* Yüksek lisans tezinden üretilmiştir. FYL-2016-1033 nolu BAP projesi olarak ÇOMÜ BAP birimince desteklenmiştir.

* Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Ahmad M., Sandhu G.R., 1988. Response of Legumes to Salt Stress: Effect on Growth and Nitrogen Status of Soybean. Pakistan J. Agric. Res., Vol. 9, No. 4.
- Akçaman N., Taş İ., Coşkun Y., 2017. Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Sakız Fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*)'nin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, Cilt 4(2): 130-137.
- Ashraf M.Y., Akhtar K., Sarwar G., Ashraf M., 2002. Evaluation of Arid and Semiarid Ecotypes of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for Salinity (NaCl) Tolerance. Journal of Arid Environments, 52:473-482.
- Ashraf M.Y., Akhtar K., Sarwar G., Ashraf M., 2005. Role of Rooting System in Salt Tolerance Potential of Different Guar Accessions. Agron. Sustain. Dev, 25 (2005) 243-249.
- Bouyoucos G.J., 1951. A Recalibration of Gydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Cemek B., Kara T., Apan M., Taşan M., 2004. Sera Koşullarında A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Küçük Buharlaşma Kaplarından Buharlaşan Su Miktarı Arasındaki İlişkiler. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 18(2):13-24.
- Coşkun Y., Taş İ., Yeter T., 2016. Effects of different irrigation water salinity levels on germination of diploid, tetraploid and hexaploid wheat. Journal of International Scientific Publications. Agriculture & Food. 4:1314-8591.
- Daşgan G.Y., Koç S., Ekici B., Aktaş GH., Abak K., 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz stresine Tepkileri. Alatarım, 5(1): 23-31.
- Elsheikh E.A.E., Ibrahim K.A., 1999. The effect of Bradyrhizobium Inoculant on Yield and Seed Quality of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). Food Chemistry, 65:183-187.

- Epstein E., Nortlyn J.D., Rush D.W., Kingbury R.W., Keller D.B., Cunnigham G.A., Wrona A.F., 1980. Saline Culture of Crops: A Genetic Approach Sci., 210:399-404.
- Fooland M.R., 1996. Genetic Analysis of Salt Tolerance During Vegetative Growth in Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Plant Breeding, 115: 245-250.
- Francois L.E., Donovan T.J., Maas E.V., 1990. Salinity Effects on Emergence, Vegetative Growth and Seed Yield of Guar. Article in Agronomy journal 82(3).
- Keating B.A., Fisher M.J., 1985. Comparative Tolerance of Tropical Grain Legumes to Salinity. Aust. J. Agric. Res., 36:373-383.
- Losavio N., Infantino A., Vonella V., 1995. Guar: Una Potenziale Coltura Industriale Dell'area Mediterranea. Informatore Agrario, 39:41-43.
- Özkay F., Kıran S., Taş İ., Kuşvuran Ş., 2014. Effects of Copper, Zinc, Lead and Cadmium Applied with Irrigation Water on Some Eggplant Plant Growth Parameters and Soil Properties. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1(3):377-383.
- Rasheed Z.M., Ahmad K., Ashraf M., Al-Qurainy F., KGan S., Ur Rahman Athar H., 2015. Screening Of Diverse Local Germplasm Of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) For Salt Tolerance: A Possible Approach To Utilize Salt-Affected Soils. Pak. J. Bot., 47(5):1721-1726.
- Taş İ., Coşkun Y., Yeter T., Yıldırım Y.E., Görgişen C., Özkay F., 2017. Düşük SAR'a ve Yüksek Elektriksel İletkenliğe Sahip Sulama Sularının Toprak İyon İçeriğine Etkisi. V. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli.
- Wetselaar R., 1967. Estimation of Nitrogen Fixation by Four Legumes in a Dry Monsoonal Area of North-Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 7:518-522.
- Yurtseven E., Güngör Y., 1990. Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 14:555-561.
- Yurtseven E., Sönmez B., 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Domates Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 20(1):27-33.
- Yurtseven E., Öztürk G.S., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(3):1-8.
- Yurtseven E., Çaycı G., Sevimay C.S., Öztürk A., Parlak M., Yalçın L., 2002. Tuzluluk ve Su Miktarlarının Macar Fiği (*Vicia pannonica*, Crantz) Verimi ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi: I. Yıkama Uygulanmayan Koşul. A:Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8(1):1-6.

Comparison of the Morphometric Characteristics of Some Species of the Genus *Microtus* Schrank, 1798 (Mammalia: Rodentia) in the Central Anatolia Region of Turkey

Serdar GÖZÜTOK^{1*}, İrfan ALBAYRAK²

¹Department of Wildlife Ecology and Management, Faculty of Agricultural and Natural Sciences, University of Bolu Abant İzzet Baysal, Gölköy Campus, 14030, Bolu, Turkey

²Department of Biology, Faculty of Science and Arts, University of Kırıkkale, 71450, Yahşihan, Kırıkkale, Turkey
*Corresponding Author: serdargozutok@ibu.edu.tr

Received: 19.05.2020 Revised in Received: 11.06.2020 Accepted: 12.06.2020

Abstract

The aim of this study was to determine and compare some morphometric characteristics of *Microtus* species occurring in the central Anatolia, Turkey. This study is based on 209 specimens of *Microtus* spp. collected the central Anatolia between 2003 and 2010. Some features concerning pelage coloration, cranial characters, tooth morphotype, and baculum morphology of the species were recorded to determine and evaluate their taxonomic characteristics. It was determined that four species of the genus *Microtus* occur in the study area, including *Microtus dogramacii*, *Microtus guentheri*, *Microtus hartingi*, and *Microtus mystacinus*. *Microtus hartingi* has been found to be widespread throughout central Anatolia. *Microtus guentheri* is located in the type locality and nearby provinces. *M. guentheri* and *M. hartingi* were not found to be sympatric. Among species, *M. hartingi* has the longest hind foot and *M. mystacinus* has the longest tail. The UPGMA trees were constructed for each sex, using skull and external measurements of *Microtus* specimens. As a result, *M. dogramacii* and *M. guentheri* being the most similar, and *M. mystacinus* is the sister species to these. But, it was determined that *M. hartingi* is distinctively from the these species.

Keywords: *Microtus*, Cricetidae, taxonomy, Turkey, morphometric

Orta Anadolu Bölgesindeki *Microtus* Schrank, 1798 (Mammalia: Rodentia) Cinsine Ait Bazı Türlerin Morfometrik Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Öz

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde bulunan *Microtus* türlerinin bazı morfometrik karakterlerini belirlemek ve karşılaştırmaktır. Bu çalışma 2003 ila 2010 yılları arasında Orta Anadolu'daki çeşitli yerlerden elde edilen 209 *Microtus* spp. örneğine dayanmaktadır. Türlerin taksonomik karakteristiklerini belirlemek için kürk rengi, kafatası özellikleri, diş morfolojileri ve baculum morfolojileri ile ilgili bazı özellikler kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma alanında *Microtus* cinsine ait dört tür, *Microtus dogramacii*, *Microtus guentheri*, *Microtus hartingi* ve *Microtus mystacinus* tespit edilmiştir. *Microtus hartingi* Orta Anadolu bölgesinin genelinde yaygın olarak bulunmaktadır. *M. guentheri* tip yeri ve yakınındaki illerde tespit edilmiştir. *Microtus guentheri* ve *M. hartingi* simpatrik olarak bulunmamaktadır. Türler arasında *M. hartingi* en uzun ard ayak uzunluğuna ve *M. mystacinus* en uzun kuyruk uzunluğuna sahiptir. Her tür ve her eşey için kafatası ve diş ölçüleri kullanılarak UPGMA ağacı oluşturulmuştur. Çalışmamız sonucunda *M. dogramacii* ve *M. guentheri*'nin birbirine en çok benzeyen türler olduğu, *M. mystacinus*'un bu türlere yakın olduğu ve *M. hartingi*'nin bu türlerden ayırt edici şekilde farklı olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: *Microtus*, Cricetidae, taksonomi, Türkiye, morfometrik

Introduction

The genus *Microtus* represents one of the best known cases of rapid mammalian radiation

resulting in about 65 extant species distributed throughout the Palearctic and Nearctic regions (Chaline et al., 1999; Jaarola et al., 2004). Turkey is

rich in terms of the number of species, including some endemic ones. Several *Microtus* species were described as new species from Anatolia, including *Microtus guentheri* from Kahramanmaraş by Danford and Alston (1880), *Microtus majori* and *Microtus roberti* from Trabzon by Thomas (1906), *Microtus pontius* from Bayburt by Miller (1908), *Microtus lydius* from İzmir by Blackler (1916), *Microtus dogramacii* from Amasya by Kefelioğlu and Kryštufek (1999), *M. anatolicus* from Konya by Kryštufek and Kefelioğlu (2001), and *Microtus elbeyli* from Kilis by Yiğit et al., (2016). Kryštufek and Vohralík (2005) gave distribution records in Anatolia of nine species of the genus *Microtus*, which they included in the subfamily Arvicolinae of the family Muridae. These species were divided into three main groups, including pine voles (subgenus *Terricola*), and *arvalis* and *socialis* groups (subgenus *Microtus*). *M. subterraneus*, *M. daghestanicus*, and *M. majori* were assigned to the pine vole group, *M. rossiaemeridionalis*, and *M. obscurus* were recorded in the *arvalis* group, and *M. guentheri*, *M. anatolicus*, *M. dogramacii*, and *M. socialis* were recorded in the *socialis* vole group. Musser and Carleton (2005) recorded the following *Microtus* species from Turkey: *M. anatolicus*, *M. arvalis*, *M. daghestanicus*, *M. dogramacii*, *Microtus guentheri*, *M. socialis*, *M. subterraneus*, *M. majori*, and *M. levis*. Selçuk et al., (2018) carried out a geometric morphometrics analysis of the skulls of *M. anatolicus*, *M. dogramacii*, *M. guentheri*, and *M. levis*. However, the taxonomic status and distribution of *Microtus* species in Asia Minor is still under discussion. The aim of this study is to determine some diagnostic morphological characteristics of *Microtus* species in the Central Anatolia region of Turkey.

Material and Methods

This study was based on 209 specimens belong to genus *Microtus* obtained between September 2003 and June 2010 in the Central

Anatolia region of Turkey. The study area is shown on the map in Figure 1. Specimens were obtained from live traps and snap traps. Following Thomas (1905), in addition to weight and four standard external measurements, 15 cranial and dental measurements were taken from each specimen using Vernier calipers. Specimens were preserved as conventional museum specimens following Mursaloğlu (1965). Fusion of the basisphenoid sutures, degree of tooth wear, fur colour, and field notes were used to define adulthood in species. Only adult specimens were used for morphological comparison and evaluation.

Determination of pelage coloration was made according to Ridgway (1886) and bacula was prepared according to Lidicker (1968). The occlusal patterns of molar teeth were evaluated following Niethammer and Krapp (1982). Variance analyses between the males and females specimens were made according to Parker (1979). Morphometric data were evaluated using the Rectangular Matrix prepared in the NTSYS-pc package program (ver 2.2). UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages), Maximum Parsimony and Maximum Likelihood trees were constructed using morphometric data used to determine morphological similarity of the species to each other (Swofford, 2002). In statistical analyses, $p \leq 0.05$ was used as the significance level. For each measurement minimum and maximum values, arithmetic mean and standard deviations were calculated. The specimens are deposited at the Bolu Abant İzzet Baysal University, Agriculture and Natural Sciences Faculty, Wildlife Ecology and Management Department.

Results

Four species of *Microtus* were recorded in the study area, including *M. dogramacii*, *M. guentheri*, *M. hartingi*, and *M. mystacinus*. The distribution of *Microtus* specimens in the study area is shown in Figure 1.

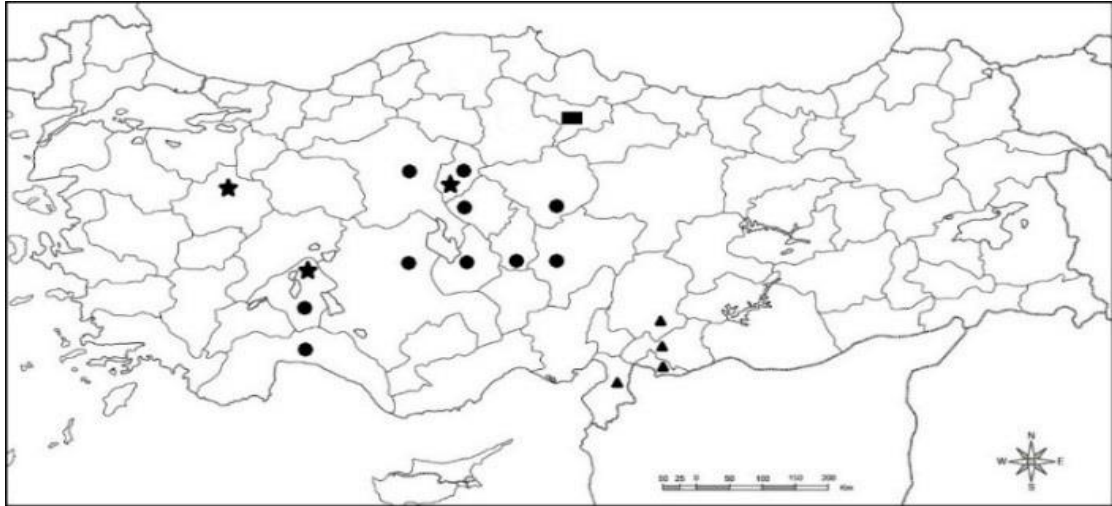


Figure 1. The *Microtus* specimens' localities in Central Anatolia (■: *M. dogramacii*, ▲: *M. guentheri*, ●: *M. hartingi*, ★ : *M. mystacinus*)

***Microtus dogramacii* Kefelioğlu and Kryštufek, 1999**

The baculum length is 2.47-2.51 mm and the proximal width is 1.12-1.14 mm. The proximal part of the baculum is triangular and has a rounded tip. The shaft narrows proximally to distally,

slightly expanding near the distal part to form a knob shaped tip. The dorsal surface of the proximal part has a small pit and pronounced cupping ventrally with ridges at its borders (Figure 2). Skull has a light concavity from frontal to anterior at the interorbital region (Figure 3).



Figure 2. Bacula of *Microtus* species (D: *M. dogramacii*, G: *M. guentheri*, H: *M. hartingi*, M: *M. mystacinus*, from left to right: dorsal view, ventral view, and lateral view).

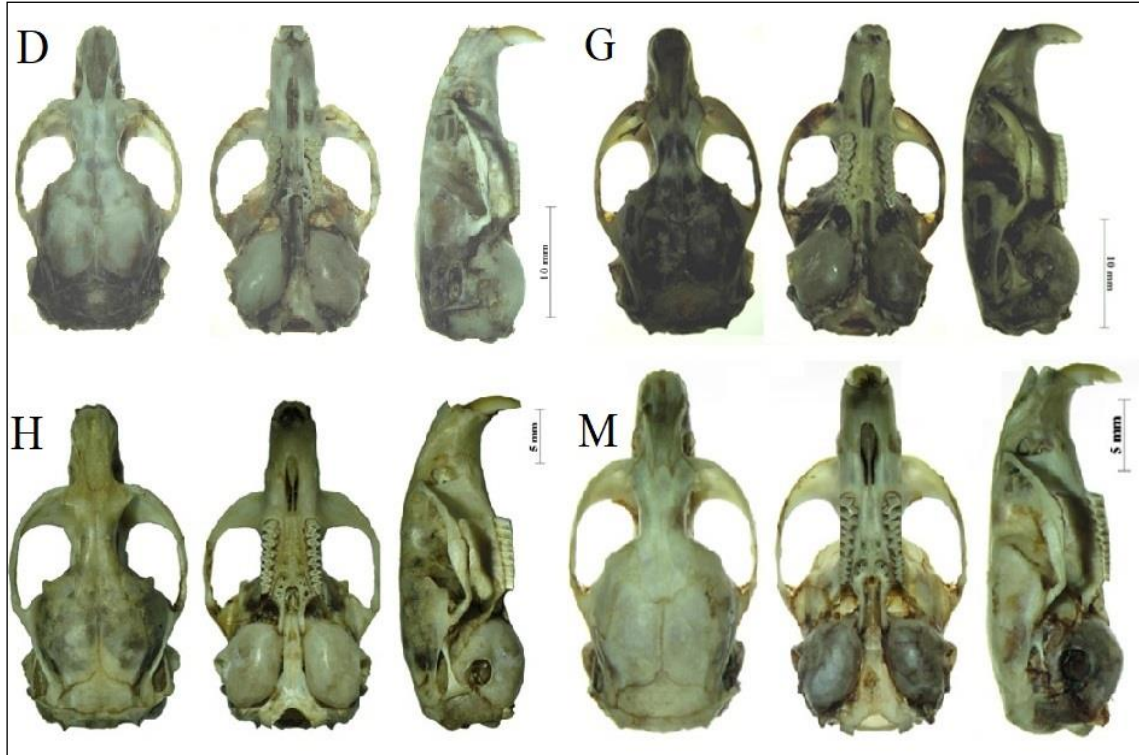


Figure 3. Skulls of *Microtus* species (D: *M. dogramacii*, G: *M. guentheri*, H: *M. hartingi*, M: *M. mystacinus*, from left to right: dorsal view, ventral view, and right lateral view)

In adult specimens, dorsal pelage coloration from the tip of the nose to the root of the tail is pale reddish light brown and the ventral colour is

pale off-white. Tooth morphotypes of *Microtus* spp. and their percentages in our specimens are shown in Table 1.

Table 1. Morphotypes and percentages of M³ and M² of *Microtus* species (M³: third upper molar, M²: second upper molar)

Species	Morphotypes					
	M ³				M ²	
	Duplicata	Normal	Simplex	Complex	Agrestis	Non-Agrestis
<i>M. dogramacii</i>	67% n = 4	33% n = 2	0	0	100% n = 6	0
<i>M. guentheri</i>	26% n = 14	69% n = 37	3.7% n = 2	0	92% n = 49	8% n = 4
<i>M. hartingi</i>	27% n = 60	70% n = 151	1% n = 3	2% n = 4	98% n = 215	2% n = 3
<i>M. mystacinus</i>	48% n = 13	52% n = 14	0	0	96% n = 26	4% n = 1

External and skull measurements and body weights of adults of *M. dogramacii* are recorded in Table 2.

***Microtus guentheri* (Danford and Alston, 1880)**

The baculum length is 2.69-2.75 mm, the proximal width is 1.29-1.48 mm and the distal width is 0.42-0.44 mm. The proximal part of the baculum is triangular and there is a depression in the median line along the length of the baculum. The tip of the distal part is pointed and looks like a

knob (Figure 2). The dorsal profile of the skull is convex (Figure 3). In adult specimens, dorsal pelage coloration from the nose tip to the tail root is pale blackish brown. The ventral colour varies from pale greyish off white to slightly whitish grey. The dorsal and ventral colours merge gradually on the flanks. External and skull measurements and body weights of adult *Microtus guentheri* are recorded in Table 3.

Table 2. Summary data of weight (g), external and cranial measurements (mm) of adult *Microtus dogramacii* (♂♂, ♀♀) (n: number of individuals, r: range, m: mean, ± Sd: standard deviation)

Measurements	n	r	m	± Sd
Head and body length	3	101-118	109.6	8.50
Total length	3	130-141	136.6	5.85
Tail length	3	23-29	27	3.46
Hind foot length	3	16-19	17.6	1.52
Ear length	3	12-14	13.3	1.15
Weight	3	39-46	41.6	3.78
Occipitonasal length	2	25.8-27.2	26.5	0.96
Condylbasal length	2	25.5-26.9	26.2	0.97
Palatal foramina length	3	4.3-4.5	4.4	0.13
Palatal length	3	12.6-13.5	13.1	0.49
Basilar length	2	22.7-23.9	23.3	0.84
Nasal breadth	3	2.7-3.0	2.8	0.15
Interorbital breadth	3	3.7-4.1	3.9	0.20
Braincase breadth	2	7.3-7.8	7.5	0.31
Zygomatic breadth	3	15.0-16.1	15.5	0.52
Nasal length	3	7-7.5	7.3	0.30
Diastema length	3	7.2-8.1	7.6	0.43
Height of braincase	2	10.2-10.5	10.3	0.24
Maxillary tooththrow length	3	5.6-6.1	5.8	0.22
Mandible length	3	15.2-16.2	15.7	0.53
Mandible tooththrow length	3	5.6-6.1	5.8	0.26
Tail length /Head and body length (%)	3	19.4-28.7	24.8	4.79

Six specimens were examined from Amasya: Boyalı village (4♂♂, 2♀♀)

Table 3. Summary data of weight (g), external and cranial measurements (mm) of adult *Microtus guentheri* (♂♂, ♀♀) (n: number of individuals, r: range, m: mean, ±Sd: standard deviation)

Measurements	n	r	m	±Sd
Head and body length	58	95-130	106.1	7.12
Total length	58	116-165	134.6	9.40
Tail length	58	21-39	28.5	3.15
Hind foot length	58	13-20	18.6	1.09
Ear length	58	11-19	13.8	1.22
Weight	57	25-52.5	33.4	5.74
Occipitonasal length	46	25.1-29.5	27.1	1.05
Condylbasal length	47	24.8-29.6	26.8	1.06
Palatal foramina length	58	3.9-5.5	4.5	0.27
Palatal length	59	12.8-18	13.8	0.76
Basilar length	46	22.5-26	24.0	0.92
Nasal breadth	57	2.4-3.4	2.9	0.21
Interorbital breadth	57	3.4-4	3.7	0.13
Braincase breadth	45	5.2-7.2	6.1	0.44
Zygomatic breadth	53	14.2-18.1	15.4	0.79
Nasal length	57	6.2-9.1	7.3	0.56
Diastema length	59	7.2-8.7	7.9	0.34
Height of braincase	45	9.8-11.6	10.6	0.37
Maxillary tooththrow length	60	5.4-6.7	6.1	0.26
Mandible length	61	15.1-18.4	16.5	0.66
Mandible tooththrow length	61	5.3-6.6	5.9	0.23
Tail length /Head and body length (%)	58	21.6-32	26.8	2.33

Sixty-three specimens examined from Gaziantep: Islahiye (24♂♂, 3♀♀), Hatay: Hassa (5♂♂, 2♀♀), Kahramanmaraş: Türkoğlu (13♂♂, 6♀♀) and Kilis: Musabeyli (10♂♂).

***Microtus hartingi* Barrett-Hamilton, 1903**

The baculum length is 2.76-2.85 mm and the proximal width is 1.01-1.4 mm. The proximal part of the baculum is oar-shaped and in a number of specimens, there is a slight recess in the middle of this part. From the proximal end to the middle of the baculum, the width decreases continuously and then it extends parallel to the distal tip. The distal tip is slightly pointed and knob-like. (Figure 2). The dorsal profile of the skull is slightly domed

(Figure 3). In adult specimens dorsal pelage coloration from the nose tip to the tail root is pale light brown. The ventral colour varies from light grey to yellowish off-white. The dorsal and ventral colours merge gradually on the flanks. External and skull measurements and body weights of adult *Microtus hartingi* are recorded in Table 4. Owing to statistical differences, measurements of the sexes are given separately (Table 4).

Table 4. Summary data of weight (g), external and cranial measurements (mm) of adult *Microtus hartingi* (♂♂, ♀♀) (n: number of individuals, r: range, m: mean, ±Sd: standard deviation)

Measurements	Male				Female			
	n	r	m	±Sd	n	r	m	±Sd
Head and body length	100	95-135	112	8.98	63	96-135	115.9	9.20
Total length	100	125-170	144.5	11.42	63	128-169	147.8	10.09
Tail length	100	24-45	31.9	4.40	63	25-43	31.9	3.79
Hind foot length	100	20-24	21.2	0.84	63	18-23	20.8	1.05
Ear length	98	11-16	13.6	1.27	62	10-17	13.2	1.58
Weight	99	28-67	43.6	9.11	63	23.5-89	48.6	12.90
Occipitonasal length	80	22-31.3	28.5	1.58	54	25.4-31.5	28.9	1.34
Condylbasal length	80	22-31	28.1	1.51	55	24.9-31	28.4	1.42
Palatal foramina length	103	3.7-10.1	4.9	0.63	72	4-6.2	4.9	0.43
Palatal length	103	11.1-16	14.4	0.78	72	12-16.6	14.4	0.87
Basilar length	80	19.4-27.8	25.1	1.39	55	22-27.5	25.4	1.28
Nasal breadth	104	2.7-3.9	3.2	0.22	71	2.8-5.5	3.3	0.33
Interorbital breadth	97	3.5-4.1	3.7	0.13	71	3.4-4	3.7	0.12
Braincase breadth	88	5.5-13.4	8.8	3.06	61	5.2-13.5	8.7	3.16
Zygomatic breadth	92	13.1-19.7	16.5	1.12	62	13.8-18.8	16.9	1.00
Nasal length	103	6.6-9.3	8.1	0.56	71	6.6-9.4	8	0.59
Diastema length	103	6-9.6	8.4	0.56	72	6.9-9.6	8.4	0.58
Height of braincase	76	9.9-13	11.4	0.50	49	9.5-12.2	11.4	0.45
Maxillary toothrow length	105	5.7-7.3	6.4	0.35	73	5.7-7.1	6.4	0.35
Mandible length	104	13.8-19.2	17.4	0.99	73	13.4-19.8	17.4	1.14
Mandible toothrow length	107	5.6-7.4	6.3	0.39	73	5.7-7.1	6.4	0.33
Tail length/Head and body length (%)	100	21-38.4	28.4	3.63	63	20.8-38.3	27.6	3.88

One hundred and thirteen specimens were examined from Aksaray: Güzelyurt (7♂♂, 4♀♀), Yapılcan village (1♀), Ankara: Akyurt (1♂, 1♀), Gölbaşı (3♀♀, 1♀), Kalecik (5♀♀), Antalya: Korkuteli (4♂♂, 4♀♀), Isparta: Süleyman Demirel University Campus (1♀, 2♂♂), Eğirdir (1♀), Keçiborlu (4♀♀), Kırıkkale: Delice (2♂♂), Tatlıcak village (4♂♂), Yahşihan: Kırıkkale University Campus (2♂♂, 1♀), Aşağımahmutlar village (1♀), Kırşehir: Kaman (2♂♂), Hamit

(4♂♂, 10♀♀), Akçaağıl (2♂♂), Kayseri: Yeşilhisar (1♂, 1♀), Konya: Bozkır (1♂), Cihanbeyli (1♀), Nevşehir: Ürgüp (33♂♂, 7♀♀) and Yozgat: Sorgun (1♂, 1♀).

In this study, pelage coloration, cranial and external measurements and baculum morphology of the *Microtus guentheri* specimens from the type locality were found to be clearly different compared to specimens from the Central Anatolia region. *M. lydius* described by Blackler (1916) from İzmir and *Microtus lydius ankaraensis* described by

Yiğit and Çolak (2002) from Ankara are similar to our specimens from Central Anatolia in terms of external and cranial morphometric measurements and baculum morphology. Moreover, *M. lydius* from İzmir with its longer tail and greyish-white abdomen has been demonstrated to be different from *M. guentheri*. However, *M. lydius* was accepted as a junior synonym of *M. guentheri* by Musser and Carleton (2005) and Kryštufek et al., (2010).

In this study it was concluded that the specimens from Central Anatolia are *M. hartingi*, the type locality for which is Larissa, Greece and which was described before *M. lydius*. Based on the priority rule, it was concluded that the name of the species should be *M. hartingi*. Kryštufek et al., (2009) constructed a phylogeny of social voles, using a sequence analysis of the mitochondrial cytochrome b gene. This analysis showed that *M. guentheri* was composed of two allopatric sibling species, and *M. guentheri* was reported to have been distributed in Syria and Israel, whereas *M. hartingi* was distributed in the Balkans and Anatolia. This study also reported *M. guentheri* (west) samples from Anatolia, including Kırşehir, Antalya, Isparta, and from the Balkans, including Macedonia and Greece. In our study species differentiation was made by using external and

skull measurements, pelage coloration and baculum morphology (Figure 3). Osborn's (1962) specimens of *M. hartingi* were similar to specimens from Thrace and Anatolia, so that these specimens may also belong to *M. hartingi*.

***Microtus mystacinus* (de Filippé, 1865)**

The baculum length is 2.45-3.0 mm and the proximal width is 1.53-1.86 mm. The proximal part of the baculum is triangular. The distal tip is somewhat rounded. The shaft is expanded laterally from about the middle of the shaft to the distal tip (Figure 2). Processes of interparietal bones extend through the interorbital region to back parts of nasals (Figure 3). In adults, dorsal pelage coloration from the nose tip to the tail root is light greyish brown and the ventral colour is light yellowish off-white or greyish off-white. The dorsal and ventral colours merge gradually on the flanks. External and skull measurements and body weights of adult *Microtus mystacinus* are recorded in Table 5. Owing to statistical differences, measurements for each sex are given separately (Table 5).

Twenty-seven specimens were examined from Isparta: Aksu, Yılanlı village (8♂♂, 7♀♀), Kırıkkale, Sulakyurt (2♂♂), Bahşılı (8♂♂, 1♀) and Kütahya: Bölcek village (1♂).

Table 5. Summary data of weight (g), external and cranial measurements (mm) of adult *Microtus mystacinus* (♂♂, ♀♀) (n: number of individuals, r: range, m: mean, ±Sd: standard deviation)

Measurements	Male				Female			
	n	r	m	±Sd	n	r	m	±Sd
Head and body length	14	96-121	109	7.92	8	100-121	108	6.85
Total length	14	139-165	153.5	9.21	8	142-165	151.3	8.23
Tail length	14	39-49	44.5	3.08	8	39-47	43.3	2.72
Hind foot length	14	18-20	19	0.83	8	17-20	19	1.07
Ear length	14	9-17	13	1.84	8	9-16	13.5	2.07
Weight	14	25.5-46.5	34	6.32	8	25-35	29.6	3.53
Occipitonasal length	15	24.7-28.1	25.7	0.89	7	23.9-25.3	24.7	0.43
Condylbasal length	15	24.2-27.1	25.3	0.78	7	23.5-25.5	24.5	0.68
Palatal foramina length	16	3.9-4.8	4.2	0.28	8	3.9-4.6	4.3	0.25
Palatal length	17	12.1-13.4	12.7	0.34	8	12.1-12.9	12.6	0.27
Basilar length	15	21.1-24.3	22.4	0.76	7	20.7-22.1	21.6	0.49
Nasal breadth	17	2.5-3.1	2.9	0.15	8	2.6-3	2.8	0.20
Interorbital breadth	17	3.3-3.8	3.6	0.12	8	3.2-3.8	3.5	0.21
Braincase breadth	15	5.7-11.9	9.4	2.31	7	6.1-10.9	7.6	2.10
Zygomatic breadth	17	13.7-15.4	14.3	0.55	7	13.6-14.6	14	0.33
Nasal length	17	6.4-8.2	7.2	0.59	8	6.5-7.3	6.9	0.33
Diastema length	17	6.7-7.7	7.1	0.28	8	6.6-7.2	6.9	0.20
Height of braincase	15	8.2-10.5	9.7	0.55	7	9.4-9.8	9.6	0.13
Maxillary tooththrow length	17	5.5-6.1	5.7	0.15	8	5.5-6	5.7	0.14
Mandible length	17	14.4-16.1	15.2	0.47	8	14.7-15.9	15.2	0.38
Mandible tooththrow length	17	5.4-6	5.7	0.17	8	5.5-5.9	5.7	0.15
Tail length /Head and body length (%)	14	36.3-48.0	40.9	3.63	8	36.3-45	40.2	2.86

Discussion

Numerous studies have been conducted in Anatolia to solve the complexity of the taxonomic status of the genus *Microtus*, resulting in a variety of often conflicting arrangements, e.g. [(Misonne (1957), Lehmann (1966), Çağlar (1967), Felten et al., (1971) Kurtonur (1975), Doğramacı (1989), Kefelioğlu (1995), Yiğit and Çolak (1998), Yiğit and Çolak (2002), Jaarola et al., (2004), Yiğit et al., (2006), Gözütok and Albayrak (2009), Yorulmaz et al., (2013), Arslan and Zima, 2014; Markov et al., 2014)]. This study has clarified the taxonomic status of *Microtus* spp, in Central Anatolia and provided diagnostic morphological characteristics to distinguish between the four identified species.

M. dogramacii was recorded from Aksaray and Konya except in the type locality (Jaarola et al., 2004). In this study, it was noted that *M. dogramacii* is similar to *M. guentheri* and the bacula of both are smaller than those of other species and have different morphologies. There are no differences between the external and cranial measurements and given by Kefelioğlu and Kryřtufek (1999) and Kryřtufek and Vohralík (2005) and those of our specimens from the type locality. However, Kryřtufek and Vohralík (2005) recorded the Duplicata morphotype in M³ and the Agrestis morphotype in M² in half of their specimens, whereas our specimens have Duplicata and Normal morphotypes in M³, and all have the Agrestis morphotype in M².

Neuhäuser (1936) noted that *M. g. guentheri* was distributed in the provinces of Kahramanmaraş, Mersin, Ankara, Yozgat, Tokat, İstanbul, Sinop, Samsun, and *M. g. lydius* was recorded from the provinces of İzmir, Muğla, Afyon, Isparta, Kütahya, and Eskişehir. Ellerman (1948) recorded *M. g. guentheri* from Kahramanmaraş and *M. g. lydius* from İzmir. Ellerman and Morrison-Scott (1951) accepted *M. lydius* as a subspecies of *M. guentheri* in their revision of mammals of the Palaearctic region.

Yiğit and Çolak (2002) recorded *M. guentheri* from Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep (Nizip), Kilis and *M. lydius* from İzmir and Aydın. *M. lydius ankaraensis* was described as a new subspecies from Ankara, and distribution records of this subspecies were given from Ankara, Denizli, Kütahya, Eskisehir, Afyon, Burdur, Beysehir, Ankara, Kırıkkale and Kırşehir. *M. guentheri* differs from the other *Microtus* species from Central Anatolia in that it has the smallest ratio of tail length to head and body length and its baculum has a different shape. *M. guentheri* was described by Danford and Alston (1880) from Kahramanmaraş and hence our topotype

specimens belong to the nominate subspecies *M. g. guentheri*, which was confirmed by comparison skull measurements, and non-metric characters (tail features, pelage coloration and number of plantar tubercles on the hind feet). No differences were found when compared with the data for *M. g. guentheri* given by Kefelioğlu (1995), Çolak et al., (1997) and Yiğit and Çolak (2002). The specimens taken from Kahramanmaraş and Mersin by Danford and Alston (1880) and Kefelioğlu (1995) were also included in *M. g. guentheri*. Our *M. guentheri* specimens from Kahramanmaraş, Gaziantep, Kilis, and Hatay differ in terms of smaller body size, pelage coloration, and baculum morphology from *M. hartingi* in Central Anatolia. *Microtus guentheri* has often been recorded by other authors from Central Anatolia, but these specimens may actually belong to *M. hartingi*.

M. l. ankaraensis was described by Yiğit and Çolak (2002) and differs from *M. g. guentheri*. *M. lydius* is actually a junior synonym of *M. hartingi*. Therefore *M. l. ankaraensis* should also belong to this species, which is confirmed from distributional records, baculum morphology and external and skull morphometric data.

The data for *M. g. hartingi* given by Ondrias (1965) are consistent with our samples and these specimens were found to be on average larger than ours. There are no differences between the measurements of our specimens of *M. g. guentheri* and those of Ondrias (1965). Similarly, there are also no differences between the external and skull morphometric measurements and baculum morphology of our *M. guentheri* specimens and those of Çolak et al., (1997). Yiğit et al., (2012) examined the phenotypic characteristics of the Guentheri group. These authors recorded that the non-agrestis morphotype was found in M² in all specimens of *M. guentheri* from Bulgaria, Turkish Thrace and Western Anatolia and Normal, Simplex, Duplicata and Complex morphotypes were found in M³. Consequently, they recorded that specimens from Bulgaria and Turkish Thrace could not be identified as *M. guentheri* and specimens from Western Anatolia should be *M. lydius* (= *M. hartingi*). In our *M. guentheri* specimens 92% (n=49) have the non-Agrestis morphotype for M² and 8% (n=4) have Agrestis morphotypes. For M³, 26% (n=14) have the Duplicata morphotype, 69% (n=37) the Normal morphotype, and 3.7% (n=2) the Simplex morphotype in our *M. guentheri* specimens. In contrast, M³ in our *M. hartingi* specimens from the Middle Anatolia Region have 27% (n=60) Duplicata morphotype, 70% (n=151) Normal morphotype, 1% (n=3) Simplex morphotypes and 2% (n=4) Complex morphotype.

In addition, the baculum morphology of *M. lydius*, reported by Yiğit et al., (2012), is similar to that of our *M. hartingi* specimens.

Markov et al., (2014) analysed 32 qualitative non-metric skull characters in *M. lydius lydius*, *M. l. ankarensis*, *M. guentheri guentheri*, and *M. hartingi strandzensis* from Anatolia and the Balkan Peninsula. Based on these skull characters, the highest degree of similarity was found between *M. l. lydius* and *M. l. ankarensis*. *M. g. guentheri* was closer to *M. h. strandzensis* than to *M. l. lydius* and *M. l. ankarensis*. In our study, *M. hartingi* and *M. guentheri* are easily distinguishable based on statistical analysis of external and skull morphometric measurements.

Although Selçuk et al., (2018) noted that *M. guentheri* has the largest skull, condylobasal length and occipitonasal length were larger in our specimens of *M. hartingi*.

Our *M. mystacinus* specimens differ from other *Microtus* species that they have the longest tails (36-48% of the head and body length), six plantar tubercles on the hind foot, and the interparietal processes extend through the interorbital region to posterior of the nasals. Synonyms of *M. mystacinus* include *M. subarvalis*

Meyer, Orlov & Skholl, 1969, *M. epiroticus* Ondrias, 1966, *M. rossiaemeridionalis* Ognev, 1924, and *M. levis* Miller, 1908 (Mahmoudi et al., 2014; 2017).

No differences were observed between the data for *M. epiroticus* given by Kefelioğlu (1995) and our data for *M. mystacinus*. However, the measurements given by other researchers could not be compared for *M. arvalis* and *M. levis*, because these specimens were not reliably identified using karyological data. There are no differences between the external and skull measurements and diagnostic characters of our specimens of *M. levis* and those of Ognev (1964), Mažeikytė et al., (1999), Massing (1999), Kefelioğlu, (1995).

Selçuk et al., (2018) reported that there was no sexual dimorphism in *M. levis* based on multivariate analysis of external and skull morphometrics, but inter-sexual differences were found in our specimens from skull measurements. In our study based on average values, *M. mystacinus* has the shortest conylobasal length and occipitonasal length. *M. hartingi* has the longest hind foot length and *M. mystacinus* has the longest tail length in our study (Figure 4; Figure 5).

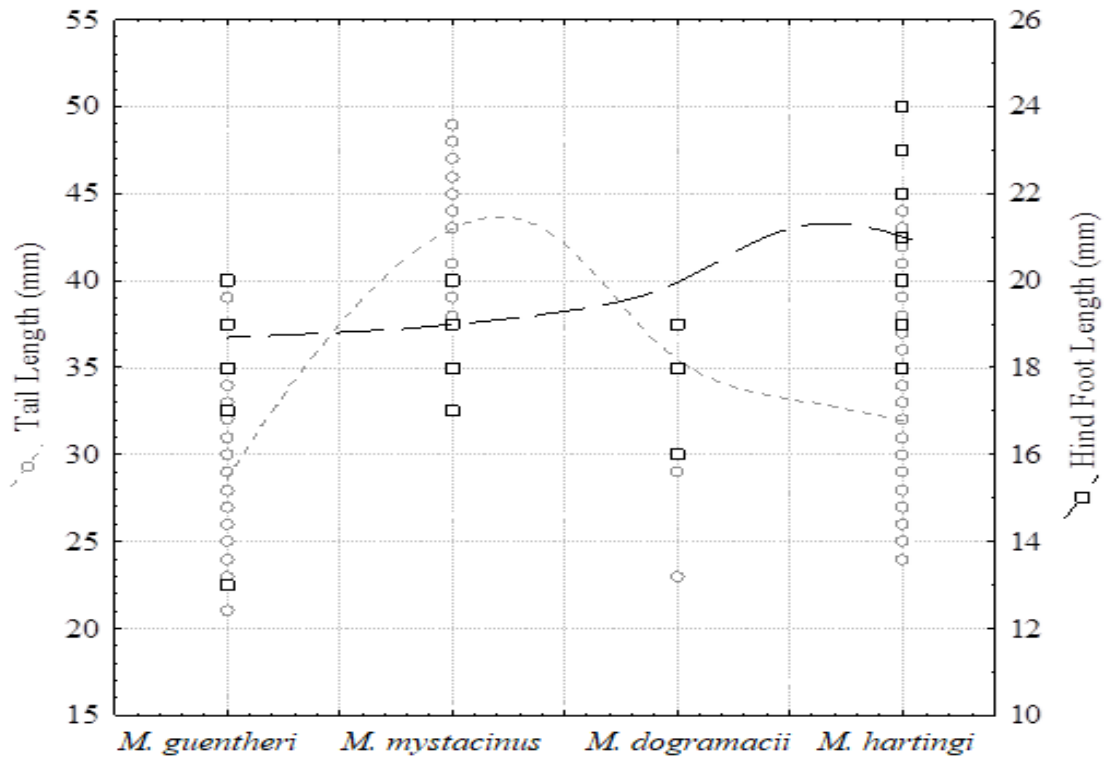


Figure 4. Scatterplot of hind foot length against tail length (in mm) of *Microtus* species from Central Anatolia

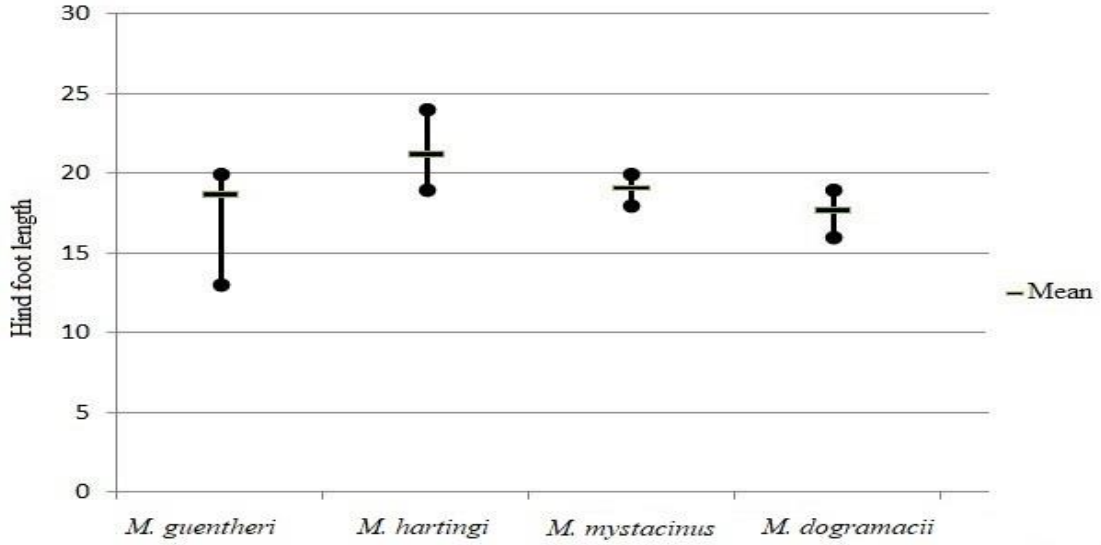


Figure 5. Comparison of hind foot lengths (in mm) of *Microtus* species from Central Anatolia

The UPGMA trees constructed for each sex, using skull and external measurements of specimens belonging to the genus *Microtus* from

the Central Anatolia Region of Turkey, are shown in Figure 6.

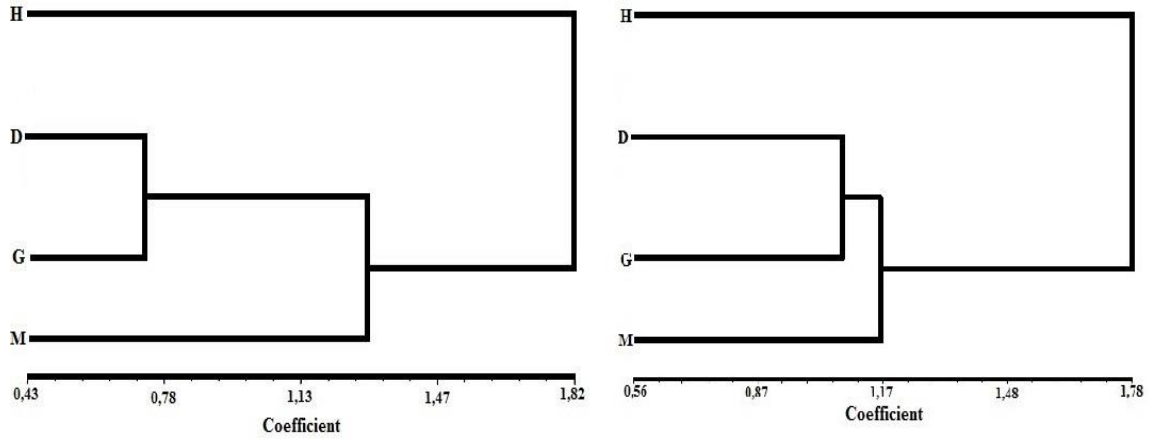


Figure 6. UPGMA tree constructed using morphometric characteristics of male specimens (left) and female specimens (right) of *Microtus* species (H: *M. hartingi*, G: *M. guentheri*, M: *M. mystacinus*, D: *M. dogramacii*) Each sex shows a similar pattern of morphological similarity between species, with *M. dogramacii* and *M. guentheri* being the most similar, *M. mystacinus* is the sister species to these and *M. hartingi* is the most distinctively different.

Acknowledgement

We thank Dr. A. C. Kitchener for reading the entire manuscript in its original form. This study was a part of the Ph. D. thesis of Serdar Gözütök.

References

- Arslan, A., and Zima, J. 2014. Karyotypes of the mammals of Turkey and neighbouring regions: A review. *Folia Zoologica*, 63 (1): 1-62.
- Blackler, W.F.G. 1916. On a new species of *Microtus* from Asia Minor. *The Annals and*

Magazine of Natural History; Zoology, Botany, and Geology, 8th ser (17): 426-427.

- Chaline, J., Brunet-Lecomte, P., Montuire, S., Viriot, L., and Courant, F. 1999. Anatomy of the arvicoline radiation (Rodentia): Palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. *Annales Zoologici Fennici*, 36: 239-267.

Çağlar, M. 1967. Türkiye'nin Gömülgen Fareleri (Microtin). *Türk Biyoloji Dergisi*, 17: 103-117.

Çolak, E., Yiğit, N., Sözen, M., and Özkurt, Ş. 1997. Distribution and taxonomic status of the

- genus *Microtus* (Mammalia: Rodentia) in Southern Turkey. *Israel Journal of Zoology*, 43 (4): 391-396.
- Danford, C.G., and Alston, E.R. 1880. On the Mammals of Asia Minor. Part II. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 50-64.
- Doğramacı, S. 1989. Türkiye Memeli Faunası. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi* 1(3): 107-136.
- Ellerman, J.R. 1948. Key to the Rodents of South-West Asia in the British Museum Collection. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 118 (3): 765-816.
- Ellerman, J. R., and Morrison-Scott, T.C.S. 1951. *Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758-1946*. London: British Museum (Natural History). Department of Zoology, 1-810.
- Felten, H., Spitzenberger, F., and Storch, G. 1971. Zur Kleinsäugerfauna West Anatoliens. Teil I, *Senckerbergiana Biologica* 52(6): 393-424.
- Gözütok, S., and Albayrak, İ. 2009. Biology and ecology of the species of the Genus *Microtus* (Schrank, 1798) in Kırıkkale province (Mammalia: Rodentia). *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 3 (3): 94-101.
- Jaarola, M., Martinkova, N., Gunduz, I., Brunhoff, C., Zima, J., Nadachowski, A., Amori, G., Bulatova, N., Chondropoulos, B., Fragedakis-Tsolis, S., Gonzalez-E., Jorge López-Fuster, M., Kandaurov, A., Kefelioğlu, H., Mathias, M. L., Villate, I., and Searle, J. 2004. Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33 (3): 647-663.
- Kefelioğlu, H., 1995. The taxonomy of the genus of *Microtus* (Mammalia: Rodentia) and its distribution in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 19: 35-63.
- Kefelioğlu, H., and Kryštufek, B. 1999. The taxonomy of *Microtus socialis* group (Rodentia: Microtinae) in Turkey, with the description of a new species. *Journal of Natural History*, 3: 289-303.
- Kryštufek, B., and Kefelioğlu, H. 2001. Redescription and species limits of *Microtus irani*, Thomas, 1921, and description of a new social vole from Turkey (Mammalia: Arvicolinae). *Bonner Zoologische Beiträge: Herausgeber: Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig Bonn*, 50 (1-2): 1-14.
- Kryštufek, B., and Vohralík, V. 2005. *Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae*. Koper Slovenia: University of Primorska Science and Research, 1-292.
- Kryštufek, B., Bužan, E. V., Vohralík, V., Zareie, R., and Özkan, B. 2009. Mitochondrial cytochrome b sequence yields new insight into the speciation of social voles in south-west Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 98: 121-128.
- Kryštufek, B., Vohralík, V., Zima, J., Koubínová, D., and Bužan, E.V. 2010. A new subspecies of the Iranian Vole, *Microtus irani* Thomas, 1921, from Turkey (Mammalia: Rodentia). *Zoology in the Middle East*, 50 (1): 11-18.
- Kurtonur, C. 1975. New records of Thracian Mammals. *Saugetierkunde Mitt*, 23: 14-16.
- Lehmann, E. 1966. Taxonomische bemerkungen zur Saegerausbeute der Kummerloeve'schen Orientreisen 1953-1965. *Zoologie Beitrage* 12: 251-317.
- Lidicker, W.Z. 1968. A phylogeny of New Guinea rodent genera based on phallic morphology. *Journal of Mammalogy*, 49 (4): 609-643.
- Mahmoudi, A., Darvish, J., Aliabadian, M., Khosravi, M., Golenishchev, F., and Kryštufek, B. 2014. Chromosomal diversity in the genus *Microtus* at its southern distributional margin in Iran. *Folia Zoologica Praha*, 4: 290-295.
- Mahmoudi, A., Kryštufek, B., Darvish, J., Aliabadian, M., Tabatabaei Yazdi, F., Yazdani Moghaddam, F., and Janžekovič, F. 2017. Craniometrics are not outdated: Interspecific morphological divergence in cryptic arvicoline rodents from Iran. *Zoologischer Anzeiger. A Journal of Comparative Zoology*, 270. 9-18.
- Markov, G., Yiğit, N., Çolak, E., Kocheva, M., and Gospodinova, M. 2014. Epigenetic diversity and similarity of the voles of "Guentheri" group (Mammalia: Rodentia) in Anatolian Peninsula and South-Eastern part of the Balkan Peninsula. *Acta Zoologica Bulgarica*, 66: 159–164.
- Mažeikytė, R., Baranauskas, K., Morkūnas, V., and Mickevičius, E. 1999. Distribution of the sibling vole (*Microtus rossiaemeridionalis* Ognev, 1924) (Rodentia, Cricetidae) in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 9 (1): 3-15.
- Massing, M. 1999. The skull of *Microtus levis* (Arvicolidae, Rodentia). *Folia Theriologica Estonica*, 4: 76-90.
- Miller, G.S. 1908. The recent voles of the *Microtus nivalis* group. (*Microtus pontius* sp. n). *The*

- Annals and Magazine of Natural History; Zoology, Botany, and Geology* 1: 102-103.
- Misonne, X. 1957. Mammiferes de la Turquie Sud-Orientale et du nord de La Syrie. *Mammalia*, 21: 53-67.
- Musser, G.G., and Carleton, M.D. 2005. *Family: Cricetidae*. In: Wilson DE, Reeder DM (editors). *Mammals Species of the World A Taxonomic and Geographic Reference*. Third ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, pp. 955-1189.
- Mursaloğlu, B. 1965. *Bilimsel Araştırmalar için Omurgalı Numunelerinin Toplanması ve Hazırlanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları Basımevi.
- Neuhäuser, G. 1936. Die Muriden von Kleinasien. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 11: 161-236.
- Niethammer, J., and Krapp, F. 1982. *Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 2/I. Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft, 1-640.
- Ognev, S.L. 1964. *Mammals of U.S.S.R. and adjacent countries (Rodents)*. Jerusalem: Israel program for scientific translations, 1-508.
- Ondrias, J. 1965. Contribution to the knowledge of *Microtus guentheri hartingi* from Thebes, Greece. *Mammalia*, 29 (4): 489-506.
- Osborn, D.J. 1962. Rodents of the Subfamily Microtinae from Turkey. *Journal of Mammalogy*, 43: 515-529.
- Parker, R.E. 1979. *Introductory Statistics for Biology*. London: Cambridge University Press, 1-222.
- Ridgway, R. 1886. *A nomenclature of colours for naturalists and compendium of useful knowledge for ornithologists*. Boston: Little, Brown and Company, 1-129.
- Selçuk, A.Y., Kaya, A., and Kefelioglu, H. 2018. Geomorphometric differences among four species of *Microtus* in Turkey (Mammalia: Rodentia). *Zoology in the Middle East* 64 (1): 1-11.
- Swofford, D.L. 2002. PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony (* and other methods) ver 4. Massachusetts: Sinauer Associates Sunderland.
- Thomas, O. 1905. Suggestions for the Nomenclature of the Cranial Length Measurement and of the Cheek-Teeth of Mammals. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 18: 191-196.
- Thomas, O. 1906. On new Insectivores and Voles. *The Annals and Magazine of Natural History*, 17: 415-421.
- Yiğit, N., and Çolak, E. 1998. Contribution to the geographic distribution of rodent species and ecological analyses of their habitats in Asiatic Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 22: 435-446.
- Yiğit, N., and Çolak, E. 2002. On the distribution and taxonomic status of *Microtus guentheri* (Danford and Alston, 1880) and *Microtus lydius* Blackler, 1916 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 26: 197-204.
- Yiğit, N., Gharkheloo, M.M., Çolak, E., Özkurt, Ş., Bulut, S., Kankılıç, T., and Çolak, R. 2006. The karyotypes of some species (Mammalia: Rodentia) from Eastern Turkey and Northern Iran with a new record, *Microtus schidlovskii* Argyropulo, 1933, from Eastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 459-464.
- Yigit, N., Markov, G., Colak, E., Kocheva, M., Saygili, F., Yuce, D., and Cam, P. 2012. Phenotypic features of the “guentheri” group Vole (Mammalia: Rodentia) in Turkey and Southeast Bulgaria: evidence for its taxonomic detachment. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64 (1): 23-32.
- Yiğit, N., Çolak, E., and Sözen, M. 2016. A new species of voles, *Microtus elbeyli* sp. nov., from Turkey with taxonomic overview of social voles distributed in southeastern Anatolia. *Turkish Journal of Zoology*, 40: 73-79.
- Yorulmaz, T., Zima, J., Arslan, A., and Kankılıç, T. 2013. Variations in C-heterochromatin and AgNOR distribution in the common vole (*Microtus arvalis* sensu lato) (Mammalia: Rodentia). *Arch. Biol. Sci.*, 65: 989-995.
- Zima, J., Červený, J., Hrabě, V., Král, B., and Šebela, M. 1981. On the occurrence of *Microtus epiroticus* in Rumania (Arvicolidae, Rodentia). *Folia Zoologica*, 30 (2): 139-146.

Bazı Bakla (*Vicia faba* L.) Çeşitlerinde Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi

Fatma BAŞDEMİR¹, Zübeyir TÜRK², Sibel İPEKEŞEN^{3*}, Murat TUNÇ³, Seval ELİŞ³, B. Tuba BİCER³

¹Harran Üniversitesi Ceylanpınar Meslek Yüksekokulu, Şanlıurfa

²Dicle Üniversitesi Tarım Meslek Yüksekokulu, Diyarbakır

³Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

Sorumlu Yazar: sibelisikten@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.12.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.03.2020 Kabul Tarihi: 07.05.2020

Öz

Bu araştırma bazı bakla çeşitlerinde (Filiz-90, Eresen-87, Salkım) gübre uygulamalarının (kontrol, azot, fosfor, organik ve bakteri) verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmak amacıyla 2018-2019 yılları arasında iki yıl süreyle Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Gübreler; 4 kg/da azot, 8 kg/da fosfor, organik gübre 150 g/da, bakteri ise tavsiye miktarı üzerinden uygulanmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Tohum ekimi her iki yılda da Şubat ayının ilk haftasında, bitki hasadı Haziran ayında yapılmıştır. Araştırmada; gübre uygulamaları bitki boyu, tek bitki ağırlığı, bakla ağırlığı, bitkide bakla ve tane sayısı, biyolojik verimi ve tane verimini önemli ölçüde etkilemiştir. Uygulamaların baklada tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve hasat indeksi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında fosfor uygulaması diğer uygulamalara göre bitki boyu, bitkide tane sayısı, bitki ağırlığı ve bitkide tane verimini önemli ölçüde etkilemiştir. Tane verimi kontrol grubunda 214.7 kg/da, fosfor uygulamasında 205.0 kg ile yüksek, bakteri uygulaması 179.8 kg/da ile düşük bulunmuştur. Çeşitler arasında tane verimi Eresen 87 çeşidinde 183.2 kg/da ile Filiz-90 çeşidinde 241.2 kg/da arasında değişmiştir.

Anahtar kelimeler: Bakla, *Vicia faba*, gübreleme, azot, fosfor, verim

Effect of Fertilizer Treatments on Yield and Yield Components of Some Faba Bean (*Vicia faba* L.) Varieties

Abstract

This research was carried out to investigate the effect of fertilizer applications (nitrogen, phosphorus, organic, bacteria) on yield and yield components on some faba bean varieties (Filiz-90, Eresen-87, Salkım) at Dicle University Faculty of Agriculture in the experiment area over two years in 2018-2019. Fertilizers were applied at 40 kg ha⁻¹ nitrogen, 80 kg ha⁻¹ phosphorus, 1500 g ha⁻¹ organic fertilizer and bacteria over the recommended amount. The experiment was arranged at randomized complete blocks in split plots design with three replications. Seed sown was performed at the beginning February and plants were harvested in June at both two years. The effects of the treatments on plant height, plant and pod weight, number of pods and seed per plant, biological yield and seed yield were significant. The effects of the applications on number of pods in capsule, 100 grain weight and harvest index were found insignificant. Among applications phosphorus treatment had a significant effect on plant height, seed number, plant weight and seed yield. The highest grain yield was 2147 kg ha⁻¹ in the control group and 2050 kg ha⁻¹ in phosphorus treatment, and low grain yield was in bacteria treatment with 1798 kg ha⁻¹. Grain yield among cultivars ranged from 1832 kg ha⁻¹ in Eresen 87 to 2412 kg ha⁻¹ in Filiz-90.

Keywords: Faba bean, *Vicia faba*, fertilization, nitrogen, phosphorus, yield

Giriş

Çiçekli bitkilerin en büyük üçüncü familyası olan baklagiller (Leguminosae) dağılımı bakımından kozmopolit, biçim bakımından çeşitli, ayrıca ekolojik, tarımsal ve bilimsel açıdan büyük bir

öneme sahiptir (Doyle, 1994). Bununla birlikte hem insan hem de hayvan beslenmesinde önemli bir protein kaynağıdır ve dünyanın birçok yerinde ekim nöbetinin göz ardı edilmeyen bir bileşenidir (Mwanamwenge ve ark., 1998). Yaklaşık 650 cins

ve 20.000 türü içinde barındıran baklagillerin yağ amaçlı tarımı yapılan türlerinin (yerfistiği ve soya) dışında; ülkemizde bezelye (*Pisum sativum* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), mercimek (*Lens culinaris* Medik), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), börülce (*Vigna sinensis* L.) ve bakla (*Vicia faba* L.) türlerinin yemeklik tane baklagil olarak yetiştiriciliği yapılır ve hepsi tek yıllıktır.

Bakla (*Vicia faba* L.), erken neolitik dönemde kültüre alınan, dünyanın en eski baklagillerinden biridir. Hindistan'dan Batı Akdeniz ülkelerine kadar tarih öncesi çağlardan beri geniş alanlarda bakla yetiştirildiği bilinmektedir (Cubero, 1973, 1974). Ürünün Akdeniz menşeli olması ve geleneksel tarım sistemlerinde çok işlevli olması Akdeniz havzasının tarımında baklaya özel bir değer sağlamaktadır (Saxena, 1991).

Bakla bitkisi ekim alanı ve üretim miktarı bakımından mercimek, nohut ve fasulyeden sonra gelmesine rağmen verim açısından bezelyeden sonra ikinci sırada yer alır. Baklanın iri ve küçük taneli iki formu vardır. Büyük taneli baklalar (*Vicia faba* L. var. majör) Suriye, Filistin, Tunus, Cezayir, Fas, Yunanistan ve Türkiye'nin güney kısmında; küçük taneli baklalar (*Vicia faba* L. var. minör) ise İran, Türkmenistan, Afganistan ve Kuzey Hindistan'da toplanmıştır (MEGEP, 2013). *Vicia faba* türünün tüm özelliklerini gösteren çeşitlerin daha yaygın olduğu doğu bölgesi (Afganistan- Doğu Akdeniz arası) baklanın orijini olarak belirtilmektedir (Geçit ve ark., 2002). Ülkemizde çoğunlukla Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilmektedir. Kuru bakla üretimi en çok Çanakkale ve Balıkesir illerinden sağlanmakta olup taze bakla üretimi ise Mersin, Antalya, İzmir, Balıkesir, Hatay ve Aydın illerinde yapılmaktadır (Erincik, 2010).

Bakla, nüfusun fakir kesimlerinin tahıl ağırlıklı gıdalarını tamamlayıp zenginleştirilmesi ve ekonomik durumu daha iyi olanların yiyeceklerine çeşitlilik ve lezzet getirmesi amacıyla tüketilen, insan beslenmesinde ucuz ve kaliteli bir protein kaynağıdır (Saxena, 1991). Özellikle et tüketiminin yetersiz düzeyde olduğu gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde protein açığını kapatmakta, gelişmiş ülkelerde ise besin değeri açısından et tüketmeyenler tarafınca ilgi odağı halindedir. Ayrıca bakla tane ve sapları karma hayvan yeminde enerji değeri yüksek bir besin kaynağı olarak kullanılmakta ve bu sayede et ve süt üretiminde önemli bir girdi sağlamaktadır.

Bakla, *Rhizobium* bakterileriyle gerçekleştirdiği simbiyotik ilişki özelliği sayesinde havada serbest halde bulunan azotu toprağa kazandırma yeteneğine sahiptir. Hatta baklagiller arasında toprağa en fazla azot bağlayan bitki bakladır (Erincik, 2010, Yıldırım ve Özaslan-Parlak,

2016). Yeşil gübrenin uygulanmasına dayalı gerçekleştirilen üretim sistemlerinin toprağa kazandırdığı mikrobiyal artış ile azot ve potansiyel nitrifikasyon oranı; hayvan gübresi ve mineral gübrelerin uygulandığı üretim sistemlerinin kazandırdığından daha fazladır (Chirinda ve ark., 2008). Özellikle son dönemlerde azotlu gübre fiyatlarındaki artışlar da göz önünde bulundurulduğunda bakla bitkisinin ekonomik açıdan önemli bir tarımsal girdi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Nuruzzaman ve ark. (2005), tarımda uygulanan fosforlu (P) gübrelerin önemli bir kısmının, "artık fosfor" olarak adlandırılan çeşitli P bileşikleri formunda toprakta kaldığını, Baklagillerin bu artık fosforu kök sıvıları vasıtasıyla harekete geçirebileceğini ve kendi gelişimleri ile sonraki tahıl yetiştiriciliği için yarayışlı fosfor miktarını artırmaya çalıştığını bildirmişlerdir. Elkoca ve Kantar (2001), El-Gizawy ve Mehasen (2009) ve Hashemabadi (2013), fosfor uygulamasının baklada azot fiksasyonunu, nodül oluşturma ve bitki gelişimi üzerine olumlu etkide bulunduğunu, ayrıca tane verimi ve protein oranını artırdığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar baklanın ihtiyacı olan azotu fiksasyon yoluyla toprağa bağladığını, toprakta bulunan ve yarayışsız halde olan fosforu kullanabileceği forma dönüştürebildiğini bildirmektedirler.

İnsan-doğa ilişkisi tarih öncesi çağlardan beri süregelen bir ilişkidir. Ancak bu ilişki son 300 yıldır süregelen ilişkinin aksine son derece yıkıcı, tahrip edici bir mahiyet kazanmıştır. İnsanı doğanın bir parçası, bir tamamlayıcısı olarak tanımlayan bu bakış açısı yerini daha farklı bir algılama biçimine bırakmıştır. İnsan doğanın bir parçası değil, onun hükümdarıdır artık ve bu hükümdarlık insana, doğanın üstünde istediği gibi tasarrufta bulunma hakkını kazandırmıştır. Böylece insan doğadan sınırsız ölçüde faydalanabilmiş, ona istediği zaman ve istediği şekilde müdahale etmiştir. Bu algılama biçimi bilimsel ve sosyal alanların tümünde olduğu gibi tarımsal alanda da karşılığını bulmuştur. Toprakta maksimum seviyede faydalanma düşüncesi toprağa ve bitkilere dışardan suni müdahalelerde bulunma gereksinimini doğurmuştur. Suni müdahaleler bazen kimyasal ilaçlar ve gübrelerle bazen de tek tip üretim sistemleriyle bariz bir görünüm kazanmıştır. Günümüzde ise ayyuka çıkan birçok problem bizi oldukça tedirgin etmektedir. Küresel ısınma, asit yağmurları, toprak kayıpları, hava kirliliği, çölleşme vb. doğa olayları, bize tekrar doğaya boyun eğme, ona uygun biçimde davranma zorunluluğunu gerekli kılmıştır.

Havayı, suyu ve toprağı tahrip etmeden, kirlilemeden en uygun biçimde ondan yararlanma

düşüncesi günümüzdeki önemli konulardan birisidir. Özellikle yeni tarımsal üretim sistemleri olan organik tarım, iyi tarım uygulamaları ve sürdürülebilirlik bu hassasiyeti dikkate alarak bir tür bilinçlendirme faaliyeti yürütmektedir. Bu kavram ve uygulamalarda; hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren, esas itibarıyla sentetik kimyasal ilaçların ve gübrelerin kullanımının yasaklandığı, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini arttırma, miktar artışı değil ürünün kalitesinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır (Karakurt, 2009). Bu düşünceden hareketle gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, organik, mineral ve biyolojik bitki besleme ürünlerinin bakla bitkisine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Uygulama alanında yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı kumlu-killi bünyeli olup, pH değeri 7.19 hafif alkali, tuzluluk oranı, organik madde miktarı ve fosfor bakımından oldukça düşüktür. Denemenin gerçekleştirildiği 2018-2019 yıllarına ait iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir. 2018 yılı yetiştirme mevsiminde Şubat ayından Nisan ayına kadar yağış toplamda 146.8 mm ile kurak, ancak Mayıs ayı 157.8 mm ile oldukça yağışlı geçmiştir. Yetiştirme mevsimi boyunca ortalama sıcaklık (Şubat-Mayıs) 11.9 °C olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında Şubat ayından Nisan ayına kadar toplam 365.2 mm, Mayıs ayında ise 45.8 mm yağış gerçekleşmiştir. Şubat-Mayıs ayları arasında ortalama sıcaklık 11.35 °C olmuştur. İki yetiştirme mevsimi karşılaştırıldığında; 2018 yılının Şubat-Nisan ayları kurak ve sıcak, Mayıs ayı ise yağışlı geçmiş 2019 yılı ise tam tersi bir iklim hakim olmuştur.

Çizelge 1. Diyarbakır ili 2018-2019 yılları iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nem (%)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Ocak	5.2	3.8	86.6	67.6	77.3	81.7
Şubat	7.6	5.4	86.4	77.4	74.5	77.0
Mart	12.3	8.2	11.6	135.2	63.2	74.9
Nisan	15.9	11.8	48.8	152.6	53.0	78.4
Mayıs	19.4	20.1	157.8	45.8	67.5	58.5
Haziran	26.5	28.3	14.4	1.0	37.9	32.5
Temmuz	31.2	30.3	0.0	0.07	24.2	24.8
Ortalama	16.87	15.41			56.8	61.1
Toplam			405.6	479.67		

Denemede üç farklı bakla çeşidi (Eresen 87, Filiz 99 ve Salkım) ve beş farklı gübre formu (kontrol, fosfor (TSP:%44), azot (üre:%46), organik ve bakteri) kullanılmıştır. Çeşitler Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden, Rhizobium bakterisi (*Rhizobium leguminosorum*) Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü’nden temin edilmiştir. Organik gübre olarak ticari organik gübre (toplam organik madde: %45, organik karbon: %20, organik azot (N: %6, serbest aminoasitler: %3.5 ve pH:6-8) kullanılmıştır.

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak, parseller 4 m uzunluğunda 4 sıra ve sıra arası 40 cm olarak düzenlenmiştir. Tohumluk miktarı metrekarede 50 tohum üzerinden hesaplanmıştır. Gübreler 4 kg/da azot ve 8 kg/da fosfor üzerinden, organik gübre tavsiye miktarı üzerinden 150 g/da uygulanmıştır. Organik gübre

toz halinde olup tohuma %10’luk şekerli su çözeltisi ile yapıştırılmıştır. Bakteri uygulaması 100 kg tohuma 1.0 kg bakteri hesabıyla, tohuma %10’luk şekerli su çözeltisi ile yapıştırılmış ve 1 saat içinde ekilmiştir. Tüm uygulamalar ekimle birlikte yapılmıştır. Ekimler, 7 Şubat 2018 ve 11 Şubat 2019 tarihlerinde elle yapılmıştır. 2018 yılı Şubat, Mart ve Nisan ayları sıcak ve yağışsız geçtiğinden dolayı bitkilere 10 günde bir kez yağmurlama sulama ile su verilmiştir. Yabancı otlarla mücadele elle yapılmıştır. Yüksek nem ve yüksek sıcaklık ortamda yabancı ot yoğunluğunu arttırmıştır. Özellikle Mayıs ayında yağış ve hava sıcaklığının yükselmesi bu yabancı otların mücadelesini zorlaştırmış her hafta elle mücadele yapılmıştır. Çiçeklenme öncesi tarihten başlamak üzere bitkilerin üzerinde yaprak biti (*Aphis fabae*) yoğun bir şekilde gözlenmiş ve etkili maddesi 210 g/l Imidacloprid+90 g/l Beta-cyfluthrin olan ilaçla mücadele yapılmıştır.

Denemeler her iki yılda da Haziran ayı ortalarında elle hasat edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizi MSTAT C paket programında yapılmıştır. Yıllar ayrı ayrı verilmemiş birleştirilmiş analiz sonuçları verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar için Duncan testi (0.05) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada baklada farklı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi incelenmiştir.

Bitki boyu için uygulamalar arasında fark önemli bulunmuştur. Bitki boyu değerleri 56.6 cm ile 62.8 cm arasında değişmiştir. Azot (62.8 cm), fosfor (62.4 cm) uygulaması kontrolden (59.7 cm) farksız bulunurken, organik gübre ve bakteri uygulaması kontrolden düşük bulunmuştur. Yıllar arasındaki fark önemli bulunmuş, en yüksek değer 69.8 cm

olarak denemenin birinci yılında saptanmıştır (Çizelge 2). Bitki boyu çevre koşullarından etkilenen bir özelliktir. 2018 yılı Mayıs ayındaki yağışlar bitki boyunu olumlu bir yönde etkilemiştir. Bakla bitkisi indeterminate büyüme özelliğine sahip olduğu için uygun yağış ve sıcaklık bitki boyunu arttırmıştır. Elkoca ve Kantar (2003), yabancı nohuttan izole edilmiş *Rhizobium leguminosarum ssp. ciceri* suşu ile yapılan aşılamanın nohutun bitki boyunu olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise azotlu ve fosforlu gübreler bakteri uygulamasına kıyasla bitki boyunda önemli artışlar sağlamıştır. Benzer şekilde Batırca ve ark. (2017) fasulye bitkisine uygulanan azot ve fosfor gübrelerinin bitki boyuna önemli katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Baklada farklı gübre uygulamalarının bitki boyu ve bitki ağırlığına etkisi

	Bitki boyu (cm)				Bitki ağırlığı (g)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	59.1	60.8	59.0	59.7 ab	23.0 fg	31.9 bc	32.0 bc	28.9 bc
Azot	61.6	63.7	63.2	62.8 a	29.4 cd	27.5 de	33.6 b	30.2 b
Fosfor	62.9	63.6	60.7	62.4 a	36.9 a	32.8 b	27.4 de	32.4 a
Organik	56.6	59.5	56.9	57.6 b	28.6 d	33.5 b	23.2 fg	28.4 c
Bakteri	57.2	57.1	55.2	56.5 b	29.5 cd	25.1 ef	20.8 g	25.1 d
Ortalama	59.5	60.9	59.0		29.5 a	30.1 a	27.4 b	
Yıl	69.9 a	49.8 b			36.0 a	22.0 b		

Bitki ağırlığı bakımından uygulamalar, çeşit, çeşit × gübre interaksyonu arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek değer 32.4 g ile fosfor ve 30.2 g ile azot uygulaması olurken en düşük değer 25.2 g ile bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Filiz-90 (29.5 g) ile Eresen-87 (30.19 g) birbirlerinden farksız ve en yüksek değerleri gösterirken en düşük değeri Salkım çeşidi göstermiştir. Filiz 90 çeşidinde en yüksek bitki ağırlığı 36.9 g ile fosfor uygulamasından elde edilirken, en düşük ağırlık 23.0 g ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Eresen-87 çeşidinde organik gübre (33.5 g) ve fosfor (32.8 g) uygulamaları kontrolden (31.9 g) farksız bulunmuştur. Salkım çeşidinde azot (33.6 g) kontrolden (32.0 g) farksız çıkmıştır. Yıllar arasındaki fark önemli olup en yüksek değer (36.0

g) 1. yılda görülmüştür (Çizelge 2). Yaptığımız çalışmada fosfor uygulamasının bitki ağırlığını artırdığını tespit etmemize karşın Şahin ve Temiz (2018), fasulyeye uyguladıkları bakteri ve azot uygulamalarından bakteri ve bakteri + 4 kg/da azot uygulamalarının bitki ağırlığını artırdığını tespit etmişlerdir.

Bakla sayısı bakımından uygulamalar arasındaki fark önemli, çeşit, çeşit × gübre interaksyonu önemsiz, yıllar arasındaki fark önemli bulunmuştur. Azot (6.1 adet), fosfor (6.6 adet) ve organik (6.0 adet) uygulamaları, kontrolden (6.1 adet) farksız ancak bakteri (4.9 adet) uygulamasından yüksek bulunmuştur. Yıllar arasında en yüksek değer 7.5 adet ile 1. yılda elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Baklada farklı gübre uygulamalarının bitkide bakla ve baklada tane sayısına etkisi

	Bitkide bakla sayısı (adet)				Baklada tane sayısı (adet)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	5.5	6.2	6.5	6.1 a	3.0	3.2	2.8	3.0
Azot	7.3	5.7	6.1	6.4 a	3.0	3.0	3.3	3.1
Fosfor	7.4	6.6	5.8	6.6 a	3.3	2.9	2.9	3.0
Organik	6.2	6.5	5.4	6.0 a	3.3	2.9	2.6	2.9
Bakteri	5.7	4.3	4.7	4.9 b	3.5	3.1	2.7	3.1
Ortalama	6.4	5.8	5.7		3.2 a	3.0 ab	2.9 b	
Yıl	7.5 a	4.5 b			3.2	2.8		

Baklada tane sayısı bakımından uygulamalar, çeşit × gübre etkisi ve yıllar arasındaki fark önemsiz, çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Filiz-90 (3.2 adet) ve Eresen 87 (3.0 adet) çeşitlerinde yüksek Salkım çeşidinde düşük (2.9 adet) bulunmuştur (Çizelge 3). Mayıs ayı bitkide bakla ve tohum oluşumuna denk geldiği dönemdir. Bu dönemde oluşan yağışlar bu karakterler üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Bir başka çalışmada bakla bağlama döneminde yapılan sulamaların bitkide tane sayısını %53.3-128.1 oranında arttırdığını bildirmişlerdir (Kalender ve Şakar 2001).

Bitkide tane sayısı bakımından uygulama ve çeşit × gübre etkisi önemli, çeşitler arasındaki farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek tane sayısı fosfor (15.3 adet), en düşük tane

sayısı bakteri (11.8 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Azot (13.0 adet) ve organik gübre (13.1 adet) uygulamaları kontrolden (13.6 adet) farksız bulunmuştur. Filiz-90 çeşidinde en yüksek tane sayısı 19.8 adet olup fosfor uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değer ise kontrol uygulamasında görülmüştür. Eresen-87 çeşidinde en yüksek tane sayısı (15.4 adet) fosfor uygulamasından en düşük tane sayısı (11.6 adet) bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Bununla birlikte Salkım çeşidinde en yüksek tane sayısı azot uygulamasından elde edilmekle beraber; azot uygulaması ile kontrol arasında herhangi bir fark görülmemiştir (Çizelge 4). Altunkaynak ve Ceyhan (2018), fasulyenin tane verimi üzerinde bakteri uygulamasına kıyasla azot uygulamasının önemli artışlar sağladığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Baklada farklı gübre uygulamalarının bitkide tane sayısı ve bitkide bakla ağırlığına etkisi

	Bitkide tane sayısı (adet)				Bitkide bakla ağırlığı (g)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	11.2 bc	14.4 bc	15.1 b	13.6 ab	14.5 de	20.3 bc	20.9 abc	18.5 a
Azot	13.6 bc	10.3 c	15.4 b	13.1 ab	19.6 bc	14.6 de	20.3 bc	18.1 a
Fosfor	19.7 a	15.4 b	11.4 bc	15.5 a	25.0 a	20.5 bc	16.4 cde	20.6 a
Organik	14.5 bc	14.1 bc	10.7 bc	13.1 ab	19.7 bc	21.8 ab	17.8 b-e	19.7 a
Bakteri	14.1 bc	11.7 bc	9.9 c	11.9 b	18.7 bcd	14.7 de	13.3 e	15.5 b
Ortalama	14.7	13.1	12.4		19.4	18.4	17.7	
Yıl	16.0 a	10.8 b			25.0 a	12.0 b		

Bakla ağırlığına yönünden uygulama, çeşit, çeşit × gübre etkisi önemli bulunmuştur. Azot (18.1 g), fosfor (20.6 g) ve organik gübre (19.7 g) uygulamaları kontrol ile benzer bulunmuştur. Bakteri uygulaması 15.5 g ile en düşük değeri göstermiştir. Çeşitler arasında bakla ağırlıkları 13.3

g ile 24.9 g arasında değişmiştir. Filiz 90 çeşidinde en yüksek değer fosfor (24.9 g) uygulamasından, en düşük değer ise kontrolden (14.5 g) elde edilmiştir. Eresen-87 çeşidinde en yüksek değer organik (21.8 g) uygulamasından elde edilmiştir. Bununla beraber fosfor uygulaması (20.4 g) ile kontrol (20.9

g) arasında, azot (14.6 g) ile bakteri (14.6 g) uygulaması yakın değerler vermiştir. Salkım çeşidinde ise en yüksek değer 20.9 g ile kontrolden, en düşük değer 13.3 g ile bakteri uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4).

Bitkide tane verimi açısından uygulama, çeşit, çeşit × gübre interaksyonu önemli bulunmuştur. En yüksek tane verimi 17.0 g ile fosfor uygulamasından, en düşük tane verimi ise 12.6 g ile bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Aynı zamanda azot (15.2 g) ve organik gübre (14.6 g) uygulamaları kontrol uygulamasına yakın değerler göstermiştir. Çeşitler arasında en yüksek tane verimi 16.1 g ile Filiz-90 çeşidinden, en düşük tane verimini 13.9 g ile Salkım çeşidinden sağlanmıştır. Filiz 90 çeşidinde en yüksek değer fosfor uygulamasından (20.7 g) en düşük kontrolden (11.2 g) elde edilmiştir. Eresen 87 çeşidinde organik (17.4 g) ve fosfor (17.0 g) uygulamaları kontrol ile aynı etkide bulunmuştur. Salkım çeşidinde ise azot (16.7 g) uygulaması tane verimine kontrole yakın bir etkide bulunmuştur. Bitkide tane verimi yıllar arasındaki fark önemli olup 20.3 g ile ilk yıl ikinci yıla oranla yüksek

bulunmuştur (Çizelge 5). Yıllar arasındaki bu farklılıklar, iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. 2018 yılı yetiştirme döneminde; Şubat, Mart ve Nisan ayları oldukça kurak ve sıcak olduğundan deneme alanı düzenli olarak yağmurlama sulama ile sulanmıştır. Vejetasyon dönemi boyunca sulama suyu, güneşli günler, ılık hava ve Mayıs ayındaki bol yağışlar bitki gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. 2019 yılında; yetiştirme mevsiminin başlangıcında, Şubat, Mart ve Nisan aylarında yağmurlu ve bulutlu havalar ve düşük sıcaklıklar bitki gelişimini geciktirmiştir. Toprak sıcaklığının düşük olmasından dolayı tohum çimlenmesi ve çıkışı gecikmiştir. Düşük toprak sıcaklığından dolayı çıkış yapamayan tohumların çoğu toprak altında canlı kalamazlar. Sonuç olarak, parsel başına bitki sayısı azalmıştır. 2019 Mayıs ayı aşırı derecede kurak geçmiştir ve üretim dönemi boyunca bitkiler üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. 2019 yılında vejetasyon dönemi geç başlayıp yavaş bir şekilde ilerlemiştir. Son olarak, yetiştirme döneminde yaşanan kuraklık bitkinin gelişimini geciktirmiştir.

Çizelge 5. Baklada farklı gübre uygulamalarının bitkide tane verimi ve biyolojik verime etkisi

	Bitkide tane verimi (g)				Biyolojik verim (g)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	11.2 d	16.7 b	17.5 b	15.1b	626.6 a	477.5de	567.4 abc	557.2 a
Azot	17.5 b	11.5 d	16.7 b	15.2 b	517.7 cde	532.6 bcd	555.2 abc	535.2 a
Fosfor	20.7 a	17.0 b	13.4 cd	17.0 a	531.1 bcd	586.5 bc	522.5 cde	546.7 a
Organik	15.5 bc	17.4 b	11.0 d	14.6 b	602.3 ab	521.6 cde	511.1 cde	545.0 a
Bakteri	15.6 bc	11.3 d	10.8 d	12.6 c	398.1 f	518.1 cde	449.7 ef	455.3 b
Ortalama	16.1 a	14.8 ab	13.9 b		535.2	527.3	521.2	
Yıl	20.3 a	9.6 b			490.5	565.2		

Tane verimi açısından uygulama, çeşit, çeşit × gübre interaksyonu önemli bulunmuştur. En yüksek tane verimi 214.7 kg/da ile kontrol grubundan en düşük tane verimi ise 179.8 kg/da ile organik uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek tane verimi 241.2 kg/da ile Filiz-90 çeşidinden en düşük ise 183.2 kg/da ile Eresen 87 çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin tane verimi 183.2 - 241.2 kg/da arasında değişmiştir. Filiz-90 çeşidinde en yüksek tane verimi kontrol grubundan (241.2 kg/da) en düşük tane verimi bakteri uygulamasından (178.0 kg/da) elde edilmiştir. Eresen 87 çeşidinde en yüksek tane verimi 219.0 kg/da ile fosfor uygulamasından, en düşük tane

verimi 183.2 kg/da ile azot uygulamasından elde edilmiştir. Salkım çeşidinde ise en yüksek tane verimi 216.0 kg/da ile kontrol grubundan sağlanırken en düşük tane verimi 171.4 kg/da ile bakteri uygulamasından sağlanmıştır. Tane verimi bakımından yıllar arasındaki fark önemli olup 186.8-207.1 kg/da arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6). Parıldar (2018), kontrol ve azot uygulamalarının tane verimine olumlu etkide bulunduğunu organik gübrelerin ise tane verimine etkisinin olmadığını bildirmiştir. Buna karşın çalışmamızda kontrol ve fosfor uygulamalarının tane veriminde artışlar sağladığı belirlenmiştir.

Bakteri ve organik gübre uygulamalarının ise tane verimine etkisi olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 6. Baklada farklı gübre uygulamalarının tane verimi ve 100 tane ağırlığına etkisi

	Tane verimi (kg/da)				100 tane ağırlığı (g)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	241.2 a	187.0 def	216.0 bc	214.7 a	100.4	107.0	104.7	104.0
Azot	207.0 bcd	183.2 def	201.4 b-e	197.2 bc	90.6	107.7	108.3	102.2
Fosfor	201.0 b-e	219.0 ab	195.1 b-f	205.0 ab	100.2	108.9	105.7	104.9
Organik	184.6 def	186.0 def	193.4 b-f	188.0 cd	93.04	111.3	104.3	102.9
Bakteri	178.0 ef	189.8 c-f	171.4 f	179.8 d	99.2	109.9	105.0	104.7
Ortalama	202.4	193.0	195.4		96.7 b	108.9 a	105.6 a	
Yıl	207.1 a	186.8 b			119.4 a	88.1 b		

100 tane ağırlığı bakımından uygulama ve çeşit × gübre etkisi önemsiz, çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur. 100 tane ağırlığı 102.2 g (azot) ile 104.9 g (fosfor) arasında değişim göstermiştir. En yüksek 100 tane ağırlığı 108.9 g ile Eresen 87 çeşidinde, en düşük ağırlık ise 96.7 g ile Filiz 90 çeşidinden elde edilmiştir. Yıllar arasındaki fark önemli bulunmuştur. 100 tane ağırlığı birinci yıl 119.4 g, ikinci yıl ise 88.1 g elde edilmiştir. Tane dolum zamanı Mayıs ayı sonu ile Haziran ayı başlarına denk gelmektedir. Denemenin ikinci yılında Mayıs ayındaki düşük

yağış ve yüksek sıcaklık tanelerin küçük kalmasına neden olmuştur.

Hasat indeksi bakımından uygulama, çeşit ve çeşit × gübre etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların hasat indeksi %35.9-40.4 arasında değişim göstermiştir. Filiz-90 çeşidinde hasat indeksi %32.7-45.5, Eresen 87 çeşidinde %34.8-39.2, Salkım çeşidinde %36.0-38.7 arasında değişim göstermiştir. Hasat indeksi bakımından yıllar arasındaki fark %42.4 ile ilk yıl ikinci yıla (%33.7) kıyasla yüksek bulunmuştur (Çizelge 7).

Çizelge 7. Baklada farklı gübre uygulamalarının hasat indeksine etkisi

	Hasat indeksi (%)			
	Filiz 90	Eresen 87	Salkım	Ortalama
Kontrol	39.3	39.2	37.8	38.8
Azot	40.2	34.8	36.0	37.0
Fosfor	38.8	38.2	37.8	38.3
Organik	32.7	36.5	38.7	35.9
Bakteri	45.5	37.3	38.3	40.4
Ortalama	39.3	37.2	37.7	
Yıl	42.4 a	33.7 b		

Sonuç

Baklada gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada bitki boyu, bitkide bakla ve tane sayısı, bitki ağırlığı ve bitkide tane verimi üzerine fosfor uygulaması diğer uygulamalara göre önemli etkide bulunmuştur. Bitkide bakla sayısı verime etki eden önemli verim unsurlarından biridir. Bu özellik bakteri uygulamasında düşük, fosfor uygulamasında yüksek ancak kontrol grubuna

benzerdir. Tane verimi yönünden uygulamalar arasında farklılıklar önemlidir. En yüksek tane

verimi 214.7 kg/da ile kontrol grubunda olup 205.0 kg/da ile fosfor uygulaması takip etmiştir. En düşük tane verimi 179.8 kg/da bakteri uygulaması vermiştir. Çeşitler arasında en yüksek tane verimi 241.2 kg/da ile Filiz-90 çeşidinden, en düşük tane verimi ise 183.2 kg/da ile Eresen 87 çeşidinden elde edilmiştir. Uygulama alanı toprağı fosfor bakımından oldukça fakir olduğundan, denemede

uygulanan fosforlu gübreyle bitki olumlu cevap vermiştir. Deneme alanı toprağı organik madde bakımından düşük olmasına yüksek tane verimi 214.7 kg/da ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Organik gübrelerin genellikle verim üzerine etkisi tartışılmaktadır. Bu gübreler daha çok toprak özelliklerini olumlu etkilemektedir. Ayrıca bu gübrelerin bitkinin ileri gelişim devrelerinde verilmesi de bitkide bakla iriliğine etkisi olumludur. Bakteri ve azot uygulaması verimi arttırmamıştır. Bakterinin tohuma veya toprağı aşılanması ve azot çalışmalarında özellikle bakteri suşu ve azotlu gübrenin bitki ile çakışması söz konusu olmakta, bazen tane verimi olumsuz etkilenmektedir. Bakla yetiştiriciliğinde gübrelemenin verim için etkisi çok önemli olmasa bile fosforlu gübreler kaliteyi etkilemiştir.

Kaynaklar

- Altunkaynak A.Ö. ve Ceyhan E. 2018. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) farklı azot dozlarının ve bakteri aşılmasının tane verimi ve verim özellikleri üzerine etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi s(44), Diyarbakır.
- Batırca, M., Alatürk, F. ve Gökkuş, A. 2017. Gübrelemenin sakız fasulyesinin (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) ot verimi ve bazı özelliklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 79-87.
- Chirinda, N., Jorgen, O. and John, P. 2008. Effects of organic matter input on soil microbial properties and crop yields in conventional and organic cropping systems. Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Modena Italy, 18-20 June s: 56-59.
- Cubero, J. I. 1973. Evolutionary Trends in *Vicia faba* L. *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 43(2), 59-65.
- Cubero, J. I. 1974. On the Evolution of *Vicia faba* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 45(2), 47-51.
- Doyle, J.J. 1994. Phylogeny of the legume family: an approach to understanding the origins of nodulation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25(1), 325-349.
- El-Gizawy, N.K. Mehasen S.A.S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. *World Applied Sciences Journal*, 6(10), 1359-1365.
- Elkoca, E. ve Kantar, F. 2001. Baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonuna etki eden bazı faktörler/some factors affecting symbiotic nitrogen fixation in legumes. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2).
- Ercinik, Ö. 2010. Bazı ticari bakla çeşitlerinin bakla antraknozu etmeni *Ascochyta fabae* spg.'ye olan duyarlılıkları. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 95-98.
- Geçit, H., Kaydan, D. ve Kaya, M. D. 2002. Bakla (*Vicia faba* L.)'da ilk gelişme devresinde kök ve topraküstü organların durumu. *Ankara Üni. Zir. Fak. Tarım Bilim. Derg.*, 8, 192-196.
- Hashemabadi, D. 2013. Phosphorus fertilizers effect on the yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). *Annals of biological research*, 4(2), 181-184.
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yemeklik%20Dane%20Bkl agiller%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%20%28Bakla%20Ve%20Bezelye%29.pdf
- Kalender, 2018. Diyarbakır koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde sulamanın bitkisel ve tarımsal özelliklere etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s(91), Diyarbakır.
- Karakurt, E. 2009. Toprak verimliliği yönünden yeşil gübreler ve gübreleme. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18(1-2), 48-54.
- Mwanamwenge, J. and Loss, S.P., Siddique, K. H. M., Cocks, P. S. 1998. Growth, seed yield and water use of faba bean (*Vicia faba* L.) in a short-season Mediterranean-type environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(2), 171-180.
- Nuruzzaman, M., Lambers, H., Bolland, M. D. and Veneklaas, E. J. 2005. Phosphorus uptake by grain legumes and subsequently grown wheat at different levels of residual phosphorus fertiliser. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(10), 1041-1047.
- Parıldar, P. (2018). Farklı bitki besin elementlerinin bakla bitkisinin (*Vicia faba* L.) verim ve verim unsurlarına etkisi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s (92), Diyarbakır.
- Saxena M.C. 1991. Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes J.*, 10(1), 5-20.
- Yıldırım S. ve Öztaşlan-Parlak A. 2016. Tritikale ile bezelye, bakla ve fiğ karışım oranlarının belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 77-83.

İğdir Ekolojik Şartlarında Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerine Ait Ot Verimlerinin Belirlenmesi

Bilal KESKİN^{1*}, Süleyman TEMEL¹, Barış EREN²

¹İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir

²İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, İğdir

*Sorumlu yazar: bilalkeskin66@yahoo.com

Geliş Tarihi: 06.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.05.2020 Kabul Tarihi: 14.05.2020

Öz

Yonca (*Medicago sativa*) çeşitlerinin ot verimlerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Araştırma, İğdir Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanında tesadüfi bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 2017, 2018 ve 2019 yıllarında olmak üzere 3 yıl süreyle yürütülmüştür. Çalışmada, Başbağ, Kayseri, Gea, Elçi, Magna 601, İside, Savaş, Magnum V, Ezzelina, La Bella, Plato, Giulia, Prosementi, La Torre, Bilensoy 80, Queen, Sunter Emiliano, ve Gacer (yerel populasyon) çeşitlerinin yaş ot verimi, bitki boyu, kuru ot oranı ve kuru ot verimleri incelenmiştir. Ekim yılında 3 biçim, diğer yıllarda ise 4 biçim yapılmıştır. Yonca çeşitlerinin 3 yıllık sonuçlarına göre, yonca (*Medicago sativa*) çeşitlerinin bitki boyu 66.7–80.2 cm, yaş ot verimi 3966.0–6180.4 kg da⁻¹ kuru ot oranı %24.7–26.3 ve kuru ot verimi 979.7–1586.7 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek bitki boyu (80.2 cm) Bilensoy 80 çeşidinde, en yüksek yaş ot verimi (6180.4 kg da⁻¹) ve kuru ot verimi (1586.7 kg da⁻¹) Gacer çeşidinde ve en yüksek kuru ot oranı (%26.3) Sunter çeşidinde olurken, en düşük bitki boyu (66.7 cm), yaş ot verimi (3966.0 kg da⁻¹) ve kuru ot verimi (979.7 kg da⁻¹) Plato çeşidinde, en düşük kuru ot oranı ise (%24.7) Magnum V çeşidinde elde edilmiştir. Denemeye alınan tüm yonca çeşitlerinin ortalamalarına göre 2017 yılında 3929.1 kg da⁻¹, 2018 yılında 5707.3 kg da⁻¹ ve 2019 yılında ise 5252.9 kg da⁻¹ yaş ot verimleri alınmış olup en yüksek yaş ot veriminin alındığı yıl denemenin ikinci yılı olmuştur. İncelenen özellikler açısından bölgede uzun yıllardır yetiştiriciliği yapılan Gacer popülasyonu ile Prosementi, Bilensoy-80 ve İside çeşitlerinin bölge çiftçisi için tavsiye edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Medicago sativa*, yonca, çeşit, verim

Forage Yields of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties in Iğdir Ecological Conditions

Abstract

This study was carried out to determine the yields of alfalfa (*Medicago sativa*). The research was carried out in Iğdir University Agricultural Research and Application Center trial area in 2017, 2018 and 2019 with 3 replications according to randomized block experiment design for 3 years. In the study, forage yield, plant height, dry matter ratio and dry matter yield of Başbağ, Kayseri, Gea, Elçi, Magna 601, İside, Savaş, Magnum V, Ezzelina, La Bella, Plato, Giulia, Prosementi, La Torre, Bilensoy 80, Queen, Sunter Emiliano, ve Gacer (local population) varieties were investigated. Three harvest in alfalfa sowing year, other years were made four harvest. According to the 3-year results of alfalfa (*Medicago sativa*) varieties, plant height 66.7–80.2 cm, hay yield 3966.0–6180.4 kg da⁻¹, dry matter ratio 24.7–26.3% and dry matter yield 979.7–1586.7 kg da⁻¹ changed between. According to the results, forage yield (6180.4 kg da⁻¹) in Gacer variety, the highest plant height (80.2 cm) in Bilensoy 80 variety, dry matter ratio (26.3%) in Sunter variety, dry matter yield (1586.7 kg da⁻¹) in Gacer variety, the lowest plant height (66.7 cm) in Plato variety, forage yield (3966.0 kg da⁻¹) Plato variety, dry matter ratio (24.7%) Magnum V cultivar, dry matter yield (979.7 kg da⁻¹) in Plato variety were obtained According to the average of all the alfalfa varieties included in the experiment, forage yields were 3929.1 kg da⁻¹ in 2017 year, 5707.3 kg da⁻¹ in

2018 year and 5252.9 kg da⁻¹ in 2019 year, and the highest forage yield was obtained the second year of the experiment.

Key Words: *Medicago sativa*, Alfalfa, Variety, Yield

Giriş

Doğu Anadolu bölgesinde hayvanların yem ihtiyaçları çoğunlukla çayır ve mera alanlarından sağlanmaktadır. Çayır mera alanlarının bilinçsiz kullanımı, bu alanların verim ve kalitesini oldukça düşürmüştür. Meralar üzerindeki baskıların azaltılması adına tarla tarımı içerisindeki yem bitkileri ekim alanının ve birim alanda elde edilen verim kapasitelerinin artırılması gerekmektedir. Türkiye'nin 2019 yılında toplam tarım arazisi 37.712.000 ha olarak belirlenmiştir. Toplam tarım arazisi içerisinde ekilen alan ise 19.569.000 ha ve nadasa bırakılan arazi ise 3.387.000 ha olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 2019 yılına ait ekilen yonca arazisi 6.412.128 da alan, toplam ekilen yem bitkileri içerisinde (20.874.963 da) yaklaşık olarak %90.71'ini oluşturmaktadır. Yem bitkilerinin ekim alanı toplam tarım arazisi içerisinde oldukça düşüktür. Yem bitkilerinin toplam tarım arazisi içerisindeki oranı yaklaşık olarak %10.66 oranında olduğu görülmektedir (TÜİK, 2017). Ancak bu oran diğer gelişmiş ülkelerle kıyaslandığı zaman çok vahim bir tablo görülmektedir. Örneğin yem bitkilerinin tarım yapılan alandaki oranı Avusturya'da %61.6, İngiltere'de %38.4, İtalya'da ise %25.0, Fransa'da %30.3 olduğu görülmektedir (Altın, 1981; Altın, 1991; Şengül ve ark., 2003). Tarla tarımı içerisinde yem bitkilerinin üretim faaliyetlerine önem verilmesi gerekmektedir. Yem bitkilerinin ekim faaliyetlerinin verimli hale gelmesi için yüksek verim sağlayacak türlerin tespit edilmesi gerekmektedir.

Medicago cinsi 80-100 kadar türü içerisinde barındırmaktadır. Ancak bunlar içerisinde 8-9 bin yıl önce kültüre alınmış ülkemizde ve dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan tür adı yonca (*Medicago sativa*)'dır. Yonca besin değeri, verimliliği ve birçok ekolojik şartlara adapte olması nedeniyle önemli bir baklagil yem bitkisidir. Diğer yem bitkileri ile kıyaslandığında yonca bol ışıklı, sıcak ve kurak iklimlerde daha yüksek verim alınan bir bitkidir. Köklerinin derine inmesi nedeniyle kurak şartlara adaptasyonu fazladır. Yıllık yağış miktarı 350-450 mm olan bölgelerde kıraç şartlarda yetiştirilebilir ve yılda birçok kez biçim alınabilir (Açıkgöz, 2001; Tan, 2018).

Yonca hayvanların ve dolayısı ile insanların protein ihtiyacının karşılanmasında dünyada en önemli yem bitkisi olarak bilinmektedir (Gül ve Tan, 2013). Yonca aynı zamanda bir baklagil yem bitkisi olması nedeniyle toprakların verimliliğinin sürdürülmesinde ve derin kökleri sayesinde toprakların korunmasında önemli yere sahiptir. Birim alanda ot veriminin yüksek olmasının yanında protein verimi de yüksek olduğu yonca bitkisinin yeşil otu ve kuru otu doygunluk ve lezzet noktasında hayvanlar için önemlidir (Saruhan ve Kuşvuran, 2011; Çağan ve ark., 2015). Yoncanın tüm bu özelliklerinden dolayı yem bitkilerinin kraliçesi olarak isimlendirilmiştir (Kır ve Soya, 2008).

Çeşitlerin bölgeye uygunluğunu belirlemek için dormansi oranının bilinmesi gerekmektedir. Dormansi oranı yoncanın sonbahar gelişmesinin ve kış periyodunda uyuma süresinin göstergesidir (Özkan ve ark., 2015). Kış döneminde uykuya geçmeyen ve dormansi derecesi 8-11 arasında olan çeşitler (non-dormant) çok sıcak ve çöl iklimi gibi bölgelere uygundur. Akdeniz ikliminin hakim olduğu yerlerde 7-9, ılıman bölgelerde 5-7 ve kışları soğuk bölgelerde 1-4 dormansi derecesinden çeşitler kullanılmalıdır. Ülkemizde kullanılan Kayseri yoncasının dormansi değeri 4-5, elçi yoncasının ise 8'dir (Tan, 2018). Ülkemizde ekimi yapılan ve tescil almış Sunter, Gea, Ezzelina, Bilensoy-80, Prosementi, İside, Magnum V, Magna 601, La Bella, La Torre, Giulia gibi çeşitlerin dormansi değerleri 5 ile 7 arasında olan ılıman bölgeler için uygun olan çeşitlerdir.

Bu araştırma, hayvancılığın yaygın olarak yapıldığı Iğdır bölgesinde hayvanların kaba yem ihtiyaçlarının sağlanmasında önemli bir yeri olan yonca bitkisinin 19 genotipin Iğdır ekolojik şartlarındaki verimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Iğdır Üniversitesine ait Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanında 2017, 2018 ve 2019 yıllarında olmak üzere 3 (üç) yıl süreyle yürütülmüştür.

Deneme yerine ait uzun yıllar iklim verilerine göre, ortalama sıcaklık 12,4 °C,

toplam yağış miktarının 266.3 mm ve nispi nemin ise %54.6 olduğu görülmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla

12.4 °C, 15.1°C ve 14.0 °C, toplam yağış miktarı 220.8, 280.0 ve 158.4 mm, nispi nem miktarının ise %58.4, %60.0 ve %57.3 olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü bölgeye ait bazı iklim verileri (Anonim, 2017)

İklim verileri	Yıllar			Uzun Yıllar
	2017 yılı	2018 yılı	2019 yılı	(1978-2017 yılları)
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	12.4	15.1	14.0	12.4
Aylık Toplam Yağış (mm)	220.8	280.0	158.4	266.3
Aylık ortalama Nispi Nem (%)	58.4	60.0	57.3	54.6

Deneme alanına ait bazı toprak özellikler Çizelge 2’de verilmiştir. Yapılan analizlere göre, araştırma toprağı az tuzlu, orta alkali, organik içeriğı düşük, kireç içeriğı yüksek bulunmuştur.

Deneme toprağıının P, K, Ca ve Mg içeriğı sırasıyla 2.29, 1.66, 15 ve 6.2 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırmanın yürütüldüğü topraklara ait bazı özellikler

pH	Kireç %	EC (mS/cm)	Organik Madde %	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
8.45	10.7	1.43	1.06	2.29	1.66	15	6.2

Denemede 18’i tescilli (Başbağ, Kayseri, Gea, Elçi, Magna 601, İside, Savaş, Magnum V, Ezzelina, La Bella, Plato, Giulia, Prosementi, La Torre, Bilensoy 80, Queen, Sunter ve Emiliano) ve 1 adedi de bölge çiftçisinin Gacer yoncası olarak isimlendirdiğı bölge popülasyonu olmak üzere toplam 19 adet genotip kullanılmıştır. Deneme Tesadüfi Bloklar Deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel uzunluğu 3 m, parsel eni ise 1.75 m olarak belirlenmiştir. Bloklar arası 1.5 m, parseller arası ise 1 m boşluk bırakılmıştır. Yonca tohumları 10.04.2017 tarihinde el markörü kullanılarak ekimleri yapılmıştır. Ekim ile birlikte %21’lik amonyum fosfat gübresinden dekara saf olarak 4 kg azot gübresi ve %46’lık triple süper fosfat gübresinden dekara 8 kg saf fosfor gübresi uygulanmıştır. Diğer yıllarda ise sadece sonbaharda %46’lık triple süper fosfat gübresinden dekara 8 kg saf fosfor gübresi uygulanmıştır. Yonca (*Medicago sativa*) bitkisinin %10’u çiçeklendiğinde yaş ot hasatları yapılmıştır. Yoncanın ekildiğı birinci yıl (2017) 3 biçim, ikinci ve üçüncü (2018 ve 2019) yılda 4. biçim yapılmıştır. Her bir hasat döneminde parsellerde rasgele seçilen 10 bitki toprak yüzeyinden bitkinin uç noktasına kadar olan uzunluğu ölçülerek bitki boyu (cm)

belirlenmiştir. Bitki boyu belirlenmesinin ardından parsel başlarından 0.5 m ve parsel kenarlarından 1’er sıra kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra geriye kalan 3 sıra ve 2 m uzunlukta parseldeki yonca bitkileri orakla biçilmişlerdir. Her parselde hasat edilen yaş otlar tartılmış ve kg cinsinde dekara yaş ot verimleri belirlenmiştir. Kuru ot oranlarını belirlemek için her parselde ait yaş otlardan 500 gram örnek alınmış ve 70 °C’ye ayarlı kurutma dolaplarında ağırlıkları sabitleninceye kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra örnek olarak alınan yaş ağırlığa oranlanarak her bir parselde ait yonca bitkisinin kuru ot oranı belirlenmiştir. Kuru ot verimleri ise yaş ot ağırlıklarının kuru ot oranı ile çarpılması ve 100’e bölünmesiyle belirlenmiştir. Bitki boyu ve kuru ot oranı için yılda tüm biçimlerde elde edilen değerlerin ortalaması alınarak, yaş ot verimi ve kuru ot verimleri ise biçimlerin toplamı alınarak istatistiksel analizlere hazır hale getirilmiştir.

Deneme verileri SPSS 17.0 istatistik paket programına kullanılarak varyans analizleri hesaplanmış, yonca çeşitlerinde elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SPSS 1991).

Bulgular ve Tartışma**Bitki Boyu**

Yonca çeşitlerine ait bitki boyları Çizelge 3'te verilmiştir. Çeşitlerin ortalaması olarak 2017, 2018, 2019 ve üç yıllık ortalamaya göre bitki boyları sırasıyla 70.5, 76.9, 76.3 ve 74.6 cm olmuştur. Çeşitlerin ortalamasına göre, yonca bitkisinin tesis yılında (2017 yılı) bitki boyu 70.5 cm olurken, denemenin ikinci (2018 yılı) ve üçüncü yılı (2019 yılı)'nda bitki boyları birbirine yakın değerler elde edilmiştir. 2017 yılında Bilensoy 80, Ezzelina ve Gacer çeşitlerinin bitki boyları diğer çeşitlere göre yüksek bulunurken, 2018 yılında Bilensoy 80, Ezzelina, Gacer, Kayseri, İside, Elçi, Gea, Prosementi ve Sunter, 2019 yılında ise Prosementi, Ezzelina, Bilensoy 80, Gea, Gacer, İside, Kayseri, La Bella, Sunter ve Başbağ çeşitlerinin bitki boyları diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Üç yıllık ortalamaya göre Bilensoy 80, Ezzelina, Gacer, Prosementi, İside, Kayseri, Gea ve Başbağ çeşitlerinin bitki boyları diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Üç yıllık ortalamaya göre en düşük bitki boyları Plato ve Magnum V çeşitlerinde elde edilmiştir. Yeşil ve Şengül (2009), yaptıkları çalışmada bitki boyunda farklı ekotipler arasında önemli farklılıkların bulunduğunu, en düşük ve en

yüksek bitki boyunun 55.80-84.80 cm olarak değiştiğini belirlemiştir. Saruhan ve Kuşvuran (2011), Dicle Üniversitesi'nde bazı yonca çeşitlerinde yaptıkları çalışmada en düşük ve en yüksek bitki boyunu 53.91-63.47 cm olarak saptamışlardır. Şengül (2002), yoncada çeşitler arası ve farklı ekotiplere ait bitki boylarının 62.40-94.10 cm arasında değiştiğini belirlemiştir. Engin ve Mut (2017), Yozgat ilinde yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri bitki boyunun 57.5-90.0 cm arasında değiştiği bildirmiştir. Erzurum şartlarında yürütülen bir çalışmada yonca çeşitlerinin bitki boyları biçimlere göre 47.8 ile 94.7 cm arasında belirlenmiş olup, çeşitlerin bitki boyları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Şeker, 2003). Çukurova koşullarında yapılan bir çalışmada yoncanın bitki boyu 69.2 cm olarak belirlenmiştir (Gündel ve ark., 2014). Bitki boyundaki farklılıklar genetik olabildiği gibi çevresel faktörlerden de kaynaklanmaktadır. Nitekim, yonca çeşitleri arasındaki farkların genetik yapılarından dolayı oluşacağı gibi çevre şartlarından da kaynaklanabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Smith ve ark., 1989; Smith ve ark., 1991; Juan ve ark., 1993).

Çizelge 3. İğdır ekolojik şartlarında yetiştirilen yonca (*Medicago sativa*) genotiplerinin bitki boyları (cm)

Çeşitler	2017 yılı	2018 yılı	2019 yılı	Ortalama
Başbağ	70.6 def	75.8 b-e	77.7 a-e	74.5 a-e
Kayseri	70.5 defg	81.0 a-c	79.5 a-c	77.0 a-d
Gea	73.1 bcd	79.7 a-c	80.3 ab	77.7 a-c
Elçi	69.3 efg	79.8 a-c	74.4 d-f	74.5 c-e
Magna 601	68.2 fgh	71.4 ef	72.6 ef	70.8 f-g
İside	71.6 cdef	80.9 a-c	80.0 ab	77.5 a-c
Savaş	69.2 efg	76.1 b-e	71.4 fg	72.2 e-g
Magnum V	68.0 fgh	71.6 ef	66.6 h	68.7 gh
Ezzelina	75.7 ab	81.7 ab	81.1 ab	79.5 a
La Bella	69.8 defg	74.4 c-e	79.1 a-d	74.4 c-e
Plato	65.3 h	67.5 f	67.5 gh	66.7 h
Giulia	68.5 fgh	75.2 b-e	76.5 b-f	73.4 d-f
Prosementi	72.8 bcde	79.7 a-c	82.2 a	78.2 a-c
La Torre	71.6 cdef	76.3 b-e	76.4 b-f	74.7 c-e
Bilensoy 80	76.7 a	83.8 a	80.3 ab	80.2 a
Queen	67.2 gh	72.3 d-f	71.6 fg	70.4 fg
Sunter	68.1 fgh	78.5 a-d	78.8 a-d	75.1 b-e
Emiliano	68.4 fgh	75.0 b-e	74.6 c-f	72.7 ef
Gacer	74.5 abc	81.4 a-c	80.0 ab	78.6 ab
Yıl Ortalaması	70.5	76.9	76.3	74.6
F değeri	7.465**	4.37**	8.70**	10.59**

** %1 ihtimal seviyesinde önemlidir. Aynı sütunda benzer harflerdeki değerler arasındaki fark önemli değildir.

Yaş Ot Verimi (kg da⁻¹)

Denemede kullanılan çeşitlerin yaş ot verimleri Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde denemenin yürütüldüğü her üç yılda da çeşitlerin yaş ot verimleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin ortalaması olarak, denemenin 2017, 2018, 2019 ve üç yıllık ortalamaya göre sırasıyla 3929.1, 5707.3, 5252.9 ve 4963.1 kg da⁻¹ yaş ot verimleri elde edilmiştir. En yüksek yaş ot verimleri denemenin 2. yılında (5707.3 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Denemenin birinci yılında en yüksek yaş ot verimi (4984.7 kg da⁻¹) iside çeşidinde elde edilirken, ikinci yılda (2018 yılı) Gacer çeşidinde, üçüncü yılda (2019 yılı) ise Prosementi (6670.4 kg da⁻¹), Gacer (6596.0 kg da⁻¹) ve Bilensoy 80 (6296.7 kg da⁻¹) çeşitlerinde elde edilmiştir. Üç yıllık ortalamaya göre, yaş ot verimi yönünden en iyi performans gösteren çeşitlerin Gacer ve Prosementi çeşitlerinin olduğu görülmüştür. En düşük yaş ot verimleri ise her üç yılda ve üç yıllık ortalamada Plato çeşidinde bulunmuştur. Saruhan ve Kuşvuran (2011), Diyarbakır şartlarında bazı yonca çeşitlerinde yaptıkları çalışmada en yüksek yaş

ot verimini Yerel genotipte (4640 kg da⁻¹), en düşük yaş ot verimini ise Bilensoy (3515 kg da⁻¹) çeşidinde elde etmişlerdir. Altınok ve Karakaya (2002), yaptıkları bir çalışmada birinci yılda en yüksek ve en düşük yaş ot değerlerini 1644-1242 kg da⁻¹ oranlarında saptamışlardır. Şeker (2003), Erzurum şartlarında yürüttüğü çalışmada yonca çeşitlerinin tesis yılındaki verimlerinin diğer yıllara göre düşük olduğu, 4 yıllık ortalamaya göre 4735.6-5804.1 kg da⁻¹ arasında yaş ot verimi alındığı ve çeşitler arasında yaş ot verimi yönünden önemli farklar olduğu belirlemiştir. Sivas ekolojik şartlarında 6 çeşit yonca genotipi ile yürütülen bir araştırmada yaş ot verimlerinin 3519-7481 kg da⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Karaköy ve Saraç, 2018). Yonca bitkisi adaptasyon yeteneği sayesinde değişik iklim şartlarında yetişebilmesine rağmen verim noktasında değişkenlik gösterdiği ve araştırmada kullanılan yonca çeşitlerinin yaş ot verimlerinin 931-1359 g bitki⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Kır ve Soya, 2008). Çukurova koşullarında yapılan bir araştırmada yoncanın yaş ot verimi 5094.5 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Gündel ve ark., 2014).

Çizelge 4. İğdir ekolojik şartlarında yetiştirilen yonca (*Medicago sativa* L) genotiplerinin yaş ot verimleri (kg da⁻¹)

Çeşitler	2017 yılı	2018 yılı	2019 yılı	Ortalama
Başbağ	4013.3 efg	5223.5 gh	5446.1 c-f	4894.3 de
Kayseri	3778.6 fgh	6042.5 c-e	5214.6 c-g	5011.9 hg
Gea	3970.2 efg	5940.9 d-f	5164.5 c-g	5025.2 cd
Elçi	3152.5 kj	5624.9 e-g	4600.7 f-i	4459.4 f-h
Magna 601	3798.8 fgh	5283.4 gh	5725.8 bc	4936.0 c-e
İside	4984.7 a	6470.8 bc	5731.6 bc	5729.0. b
Savaş	3679.2 gh	5038.8 h	4043.4 hi	4253.8 hi
Magnum V	3300.0 ij	5069.3 h	4649.0 e-i	4339.4 gh
Ezzelina	4092.0 def	6072.0 c-e	5724.6 bc	5296.2 c
La Bella	4467.4 bc	5441.2 gh	4814.6 d-h	4907.7 c-e
Plato	2954.0 k	5048.2 h	3895.7 i	3966.0 i
Giulia	3970.2 efg	5363.4 gh	4293.0 hi	4542.9 e-h
Prosementi	4214.8 cde	6705.3 b	6670.4 a	5863.5 ab
La Torre	4395.4 bcd	5398.4 gh	4502.3 g-i	4765.4 d-f
Bilensoy 80	4412.8 bcd	6244.2 b-d	6296.7 ab	5651.2 b
Queen	3227.6 ikj	5488.5 f-h	5378.5 c-f	4698.2 d-g
Sunter	3497.2 hi	5482.2 f-h	5573.5 b-d	4850.9 de
Emiliano	4118.1 cdef	5181.2 gh	5483.4 b-e	4927.6 c-e
Gacer	4624.7 b	7320.5 a	6596.0 a	6180.4 a
Yıl ortalaması	3929.1	5707.3	5252.9	4963.1
F değeri	23.74**	16.44**	9.56**	22.24**

** %1 ihtimal seviyesinde önemlidir. Aynı sütunda benzer harflerdeki değerler arasındaki fark önemli değildir.

Kuru Ot Oranı (%)

Araştırmada kullanılan yonca çeşitlerinin kuru ot oranları 2017 yılında %23.6 ile %27.3, 2018 yılında %23.5 ile %25.8, 2019 yılında %24.9 ile %28.5 ve üç yıllık ortalamaya göre %24.7 ile %26.3 arasında değişmiştir. Üç yıllık ortalamaya göre en yüksek kuru ot oranı %26.3

ile Sunter çeşidinde, en düşük kuru ot oranı ise %24.7 ile Magnum V çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Bitki kuru ot oranlarının, Kır ve Soya (2008) tarafından Bornova koşullarında yonca bitkisinde elde ettikleri kuru ot oranları ile (%20.03-21.31) benzerlik gösterdiği görülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Iğdır ekolojik şartlarında yetiştirilen yonca (*Medicago sativa* L) enotiplerinin kuru ot oranı (%)

Çeşitler	2017 yılı	2018 yılı	2019 yılı	Ortalama
Başbağ	25.1 bcd	24.9 ab	27.9 a-c	25.9 a-c
Kayseri	24.8 bcd	24.2 bc	27.7 a-c	25.5 a-f
Gea	24.7 bcd	24.3 bc	28.5 a	25.9 a-d
Elçi	24.5 bcd	24.3 bc	28.3 ab	25.7 a-d
Magna 601	23.6 d	24.4 bc	27.2 a-c	25.1 c-f
İside	23.7 cd	24.1 bc	27.3 a-c	25.0 d-f
Savaş	23.6 d	25.2 ab	27.2 a-c	25.5 a-f
Magnum V	24.5 bcd	24.9 ab	24.9 d	24.7 f
Ezzelina	24.1 bcd	25.2 ab	28.0 a-c	25.8 a-d
La Bella	24.1 bcd	24.6 bc	27.1 a-c	25.3 b-f
Plato	23.7 cd	23.5 c	27.1 a-c	24.8 ef
Giulia	25.1 bcd	25.8 a	27.5 a-c	26.1 ab
Prosementi	25.9 ab	24.4 bc	26.4 b-d	25.6 a-e
La Torre	24.7 bcd	24.6 bc	27.3 a-c	25.5 a-f
Bilensoy 80	25.8 ab	24.6 bc	27.3 a-c	26.0 ab
Queen	25.9 ab	24.2 bc	26.3 cd	25.5 a-f
Sunter	27.3 a	24.6 bc	27.0 a-c	26.3 a
Emiliano	25.5 bc	24.9 ab	26.2 cd	25.6 a-f
Gacer	25.8 ab	24.4 bc	26.9 a-c	25.7 a-d
Yıl Ortalaması	24.9	24.6	27.2	25.6
F değeri	3.41**	1.99 *	2.23*	2.79**

** %1, *%5 ihtimal seviyesinde önemlidir. Aynı sütunda benzer harflerdeki değerler arasındaki fark önemli değildir

Kuru Ot verimi ($kg da^{-1}$)

Yonca çeşitlerinin kuru ot verimlerine ait değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Denemenin birinci yılında kuru ot verimleri 700.1-1193.3 $kg da^{-1}$, 2018 yılında 1184.5-1784.1 $kg da^{-1}$, 2019 yılında 1055.0-1781.7 $kg da^{-1}$ ve üç yıllık ortalamaya göre ise 979.7-1586.7 $kg da^{-1}$ arasında değişmiştir. Denemenin birinci yılında en yüksek kuru ot verimleri Gacer, İside, Bilensoy 80, La Torre ve Prosementi çeşitlerinde, ikinci yılında (2018 yılı) Gacer çeşidinde, üçüncü yılında Gacer, Prosementi, Bilensoy 80, Ezzelina, İside ve Magna 601 çeşitlerinde elde edilmiştir. Üç yıllık ortalamaya göre kuru ot verimi yönünden en iyi performans gösteren çeşitlerin Gacer ve Prosementi çeşitlerinin olduğu belirlenmiştir. Üç yıllık ortalamaya göre kuru ot verimi yönünden en düşük performans gösteren çeşidin Plato olduğu tespit edilmiştir. Erzurum şartlarında 4

yıl süreyle yürütülen bir araştırmada, çeşitlerin kuru ot verimlerinin 1101.7-1333.5 $kg da^{-1}$ arasında değiştiği ve çeşitler arasında kuru ot verimi yönünden önemli farklar olduğu belirlenmiştir (Şeker, 2003). Çukurova koşullarında yapılan bir araştırmada yoncanın kuru verimi 1135.0 $kg da^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Gündel ve ark., 2014). Sivas ekolojik şartlarında 6 çeşit yonca genotipi ile yürütülen bir araştırmada kuru ot verimlerinin 884-1766 $kg da^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Karaköy ve Saraç, 2018). Erzurum Pasinler ilçesi şartlarında 19 yonca çeşidi ile iki yıl yürütülen bir araştırmada çeşitlerin kuru ot verimleri 1445-1893 $kg da^{-1}$ arasında değiştiği ve yıllar arasında önemli farkların olduğu belirlenmiştir (Şengül ve ark., 2003). Erzurum şartlarında iki yıl süreyle yürütülen bir araştırmada yıl ve lokasyonların kuru ot verimine etkilerinin önemli olduğu ve çeşit/hatların kuru ot verimlerinin 1270.5-

1553.1 kg da⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir (Dumlu ve ark., 2017). Yozgat ilinde yapılan bir araştırmada 10 yonca çeşidinin kuru ot verimleri 1326.2-2508.9 kg da⁻¹ arasında tespit edilmiştir (Engin ve Mut, 2017). Diyarbakır şartlarında yürütülen bir araştırmada yonca

çeşitlerinin kuru ot verimleri 945-1266 kg da⁻¹ arasında tespit edilmiştir (Saruhan ve Kuşvuran, 2011). İzmir Bornova şartlarında yürüttükleri bir araştırmada 5 yonca çeşidinin kuru madde verimlerini 191.7-289.5 gr bitki⁻¹ arasında belirlenmiştir (Kır ve Soya, 2008).

Çizelge 6. İğdir ekolojik şartlarında yetiştirilen yonca (*Medicago sativa* L) genotiplerinin kuru ot verimleri (kg da⁻¹)

Çeşitler	2017 yılı	2018 yılı	2019 yılı	Üç yıllık ortalama
Başbağ	1007.0 def	1297.2 g-i	1518.0 b-e	1273.9 de
Kayseri	937.0 efgh	1459.4 c-e	1442.5 d-f	1278.6 de
Gea	980.7 defg	1445.2 d-f	1473.1 d-f	1299.0 de
Elçi	772.4 jk	1363.4 d-h	1302.3 e-h	1145.0 f-h
Magna 601	896.5 fghi	1289.4 g-i	1556.5 a-e	1247.0 ef
İside	1181.4 ab	1562.3 bc	1561.1 a-e	1436.0 bc
Savaş	868.3 ghij	1269.2 g-i	1120.4 h	1085.8 gh
Magnum V	808.5 ij	1261.2 hi	1159.0 h	1075.9 hi
Ezzelina	986.2 def	1528.9 b-d	1601.4 a-d	1372.5 cd
La Bella	1076.7 bcd	1337.7 f-h	1305.5 e-h	1240.0 ef
Plato	700.1 k	1184.5 i	1055.0 h	979.7 i
Giulia	996.5 def	1385.5 e-g	1180.1 gh	1187.8 e-g
Prosementi	1091.6 abcd	1633.4 b	1762.3 ab	1497.1 ab
La Torre	1085.7 abcd	1327.0 f-h	1231.5 f-h	1214.8 ef
Bilensoy 80	1138.5 abc	1537.7 b-d	1746.5 a-c	1474.9 bc
Queen	835.9 hij	1329.2 f-h	1418.7 d-g	1194.9 ef
Sunter	954.7 efg	1349.0 e-h	1505.3 c-e	1270.2 de
Emiliano	1050.1 cde	1289.4 g-i	1434.2 d-f	1257.4 ef
Gacer	1193.2 a	1784.1 a	1781.7 a	1586.7 a
Yıl ortalaması	977.0	1401.8	1429.2	1269.3
F değeri	15.37**	16.84**	7.90**	19.21**

** %1 ihtimal seviyesinde önemlidir. Aynı sütunda benzer harflerdeki değerler arasındaki fark önemli değildir

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre, yonca çeşitlerinin 3 yıllık sonuçlarına göre, bitki boyu 66.7–80.2 cm, yaş ot verimi 3966.0–6180.4 kg da⁻¹ kuru ot oranı %24.7-26.3 ve kuru ot verimi 979.7-1586.7 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Denemeye alınan tüm bitkilerde yoncanın tesis yılında 3 biçim diğer yıllarda ise 4 biçim alınmıştır. Bölgede uzun yıllardır ekimi yapılmakta olan yerel popülasyonun (Gacer), en yüksek verim özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Sertifikalı çeşitler arasında yaş ot ve kuru ot verimleri bakımından Prosementi, Bilensoy-80 ve İside çeşitlerinin de bölge çiftçisi için tavsiye edilebilir olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

Açıkgöz, E. 2001. Yembitkileri. (Yenilenmiş 3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme

Vakfı Yayın No: 182, Vipaş A. Ş. Yayın No: 58, İstanbul, 584 s.

- Altın, M., 1981. Çayır mer'a ve yaylaların Doğu Anadolu hayvancılığındaki yeri ve önemi. Doğu Anadolu Bölgesi Hayvan Yetiştiriciliği, İslahı ve Sorunları Semineri 12-13 Ocak 1981, Erzurum.
- Altın, M., 1991. Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Ders Kitapları. No 3.
- Altınok, S. ve Karakaya, A. 2002. Forage yield of different alfalfa cultivars under Ankara conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26(1), 11-16.
- Anonim. 2017. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara
- Çaçan, E., Aydın, A. ve Başbağ, M. 2015. Bingöl Üniversitesi Yerleşkesinde Yer Alan Bazı Baklagil Yem Bitkilerine Ait Kalite

- Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(1), 105–111.
- Dumlu, S.E., Çakal, Ş., Aksakal, E., Uzun, M., Özgöz, M.M., Terzioğlu, K., Uysal, P., Atıcı, M. ve Menteşe, Ö. 2017. Erzurum Ekolojik Koşullarında Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşit Adayının Performansının Belirlenmesi. Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 32(2): 55-61.
- Engin, B. ve Mut, H. 2017. Farklı Yonca Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(2), 212-219.
- Gül, Z.D. ve Mustafa, T. 2013. Baklagil Yem Bitkilerinin Silajlık Olarak kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(2), 189-193.
- Gündel, F.D., Karadağ, Y. ve Çınar, S. 2014. Çukurova Ekolojik Koşullarında Bazı Sıcak Mevsim Baklagil Yem Bitkilerinin Verim, Kalite ve Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31 (3): 10-19.
- Juan, N.A., Sheaffer, C.C. ve Barnes, D.K. 1993. Temperature and photoperiod effects on multifoliate expression and morphology of alfalfa. Crop Sci., 32:573-578.
- Karaköy, T. ve Saraç, H. 2018. Sivas Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Yonca Çeşitlerinin Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 5(4), 620–627.
- Kır, B. ve Soya, H. 2008. Kimi Mera Tipi Yonca Çeşitlerinin Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45 (1): 11-19.
- Özkan, U., Sevimay, C.S. ve Demirbağ, N.Ş. 2015. Yonca (*Medicago sativa* L.)' da Kış Dormansisi ve Ölçüm Metodu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 8 (1): 51-53.
- Saruhan, V. ve Kuşvuran, A. 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Bazı Yonca (*Medicago Sativa* L.) Çeşitleri ve Genotiplerinin Verim Performanslarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (2): 133-140.
- Smith, S.E., Al-Doss, A. ve Conta, D.M. 1989. Classification of the Middle Eastern alfalfa's based on analysis of agronomically important characteristic p.100 in Agron. Abst, ASA, Madison, WI.
- Smith, S.E., Al-Doss, A. ve Warburton, M. 1991. Morphological and agronomic variation North Africa and Arabian alfalfa's. Crop Sci., 31:1159-1163.
- SPSS. 1991. Statistical Package For The Social Sciences (SPSS/PC+). Chicago, IL.
- Şeker, H. 2003. Bazı Yeni Yonca Çeşitlerinin Erzurum Ekolojik Şartlarına Uyum ve Verim Denemesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (3): 217-221.
- Şengül, S. 2002. Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes. Online Journal of Biological Science, 2(7), 494-498.
- Şengül, S., Tahtacıoğlu, L. ve Mermer, A. 2003. Doğu Anadolu Bölgesi Şartlarına Uygun Yonca (*Medicago sativa* L) Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(4): 321-325.
- Tan, M. 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:256, s356.
- TÜİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri,
- Yeşil, M. ve Şengül, S. 2009. Türkiye'nin Değişik Yörelerinden Toplanan Yonca Ekotiplerinin Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 16(B): 1-6.

Tortum Gölü Zooplakton Faunasının Mevsimsel Değişimi Araştırılması[§]

Muhammet ARDAHANLI, Özden FAKIOĞLU*

Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar: ozden.fakioglu@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.05.2020 Kabul Tarihi: 28.05.2020

Öz

Bu çalışma Tortum Gölü'nde zooplankton faunasının belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Su ve zooplankton örnekleri Şubat 2017-Ocak 2018 tarihleri arasında ayda bir kez göl üzerinde seçilen 3 istasyondan alınmıştır. Gölün ortalama su sıcaklığı $9.74 \pm 2.89^{\circ}\text{C}$, çözülmüş oksijen $6.81 \pm 1.00 \text{ mg l}^{-1}$, pH 8.48 ± 0.12 ve elektrik iletkenliği $0.289 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ olarak ölçülmüştür. Tortum Gölü'nde, Rotifera (5) ve Artropoda (8) şubesine ait toplam 13 tür teşhis edilmiştir. Bu çalışmada, Kopepoda alt sınıfından *Acartia (Acartiura) clausi* %17 ile en fazla teşhis edilen tür olmuştur. Bu türü göldeki %15 ile zooplankton türlerine ait nauplius ve %13 ile *Eudiaptomus gracilis* takip etmiştir. Teşhis edilen türler içerisinde *Daphnia longispina* ve *Cyclops kolensis* %11, *Daphnia cucullata* ve *Brachionus sp.* %8, *Keratella cochlearis* %6, *Daphnia pulex* %5, *Filinia longiseta* ve *Polyarthra sp.* %2, *Asplanchna herricki* ve *Daphnia magna* %1 oranında tespit edilmiştir. Tortum Gölü'nün baskın zooplankton türleri *Eudiaptomus gracilis* ve *Acartia (Acartiura) clausi* iken *Asplanchna herricki* ve *Polyarthra sp.* en az sıklıkla rastlanılan türler olarak saptanmıştır. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değeri ortalama olarak hesaplanmış ve $(0.17 \text{ H}')$ istasyona bağlı değişimi $3\text{ist} > 2\text{ist} > 1.\text{ist}$ olarak sıralanmıştır. Margalef Çeşitlilik İndeksine göre en fazla çeşitlilik ağustos ayında 2. istasyonda, en az çeşitlilik ise Şubat ayında 1. ve 3. istasyonda tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma Erzurum İl sınırları içerisinde yapılan ilk zooplankton çalışması olmuştur. Bu çalışmanın, bölgedeki sucul alanların biyolojik özelliklerinin araştırılmasını önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, Topluluk, Zooplankton, Tortum Gölü

Seasonal Change Of Zooplankton Fauna In Tortum Lake

Abstract

This study was carry out to determinate of zooplankton fauna and seasonal change. Water and zooplankton samples were taken from 3 stations between February 2017- Januvery 2018 in Tortum Lake. The mean water temperature $9.74 \pm 2.89^{\circ}\text{C}$, the mean dissolved oxygen $6,81 \pm 1,00 \text{ mg L}^{-1}$, the mean pH 8.48 ± 0.12 and the mean electrical conductivity $0.289 \pm 0.03 \text{ mS cm}^{-1}$ was measured in the lake. A total of 13 species belonging to Rotifera (5) and Artropoda (8) were identified in Tortum Lake. In this study, *Acartia (Acartiura) clause* of sub class Copepoda was the most identified species with 17%. Nauplius with 15% and *Eudiaptomus gracilis* with 13% were followed this species. In this zooplankton community were detected *Daphnia longispina* and *Cyclops kolensis* 11%, *Daphnia cucullata* and *Brachionus sp.* 8%, *Keratella cochlearis* 6%, *Daphnia pulex* 5%, *Filinia longiseta* and *Polyarthra sp.* 2%, *Asplanchna herricki* and *Daphnia magna* 1%. *Eudiaptomus gracilis* and *Acartia (Acartiura) clausi* were the most dominant species, while *Asplanchna herricki* and *Polyarthra sp.* were the least frequency species. Shannon-Wiener Diversity Index values was calculated $0.17 \text{ H}'$ and it's depending on the stations were listed as $3\text{ist} > 2\text{ist} > 1.\text{ist}$. According to the Margalef Diversity Index, the highest diversity was detected in the second station in August and the least diversity in the first and third stations in February. As a result, this study was the first zooplankton study in Erzurum. This study is thought to encourage the investigation of biological researches of aquatic system in the region.

Keywords: Biodiversity, Community, Zooplankton, Tortum Lake

Giriş

Zooplankton ve fitoplankton toplulukları ile birlikte su ürünlerini oluşturan organizmalara doğrudan veya dolaylı besin sağlamak suretiyle doğal su ürünlerinin gelişmeleri üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Tatlı sularda ötrofikasyon çalışmalarında, suda meydana gelen değişimlerin ilk olarak fitoplankton ve zooplanktonik organizmalar üzerinde olduğunun ve bu organizmaların tür kompozisyonunu değiştirdiğinin ortaya koyulması göllerde zooplankton çalışmalarının yapılmasını daha önemli hale getirmiştir (İpek, 2015).

Ülkemizde zooplankton organizmaları üzerine yapılan çalışmalar çok eski tarihlere dayanmaktadır. Zooplankton üzerine yapılan ilk çalışma, Daday (1903)'ın Apolyont ve İznik Gölleri'nde yapmış olduğu çalışmadır. Bu çalışmayı 1905 yılında Vavra ve 1907 yılında Zederbauer and Brehm'in Sarı Göl'ün zooplanktonu üzerine yapmış oldukları taksonomik çalışmalar takip etmiştir (İpek, 2015). Ustaoglu (2015) Ülkemizdeki zooplankton çalışmalarını raporlamış ve zooplankton topluluklarına ilişkin 2015 yılına kadar yaklaşık 120 çalışmada 417 rotifer, 103 kladoser ve 141 kopepod türlerinin teşhis edildiğini bildirmiştir.

Tortum Gölü derin heyelan set gölüdür. Gölün batı yakası boyunca uzanan Erzurum-Artvin karayolu, kayalar yontularak açılmıştır (Altuner, 1982). Tortum Gölü'nün etrafı dağlarla çevrilidir. Tortum Gölü'nde fitoplankton ve bentik alg yapısı 1979-1981, 2002-2003, 2013-

2014 ve 2017-2018 dönemleri arasında incelenmiştir. Bu çalışmalarda gölün fiziko-kimyasal parametrelerinin yanı sıra fitoplankton topluluklarının tür kompozisyonları ve mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Çalışmalarda fitoplankton biyo çeşitliliğinin çok düşük olduğu bildirilmiştir. Gölün 1979-1981 yılında oligotrofik olarak tespit edilmişlerdir. Ancak 35 yılda gölün trofik düzeyinin mesotrofik seviyeye ulaştığı belirtilmiştir (Altuner, 1982; Kıvrak, 2006; Fakıoğlu ve ark., 2018a; Fakıoğlu ve ark., 2018b). Tortum Gölü'nde zooplankton topluluklarının çeşitliliği ve mevsimsel değişimine dair bir çalışma daha önce yapılmamıştır.

Bu çalışmada, Tortum Gölü'ndeki zooplankton topluluklarının tür kompozisyonunu ve mevsimsel değişimlerini araştırmak amacıyla yürütülmesi planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma sahası

Tortum Gölü, Erzurum'un kuzeydoğusunda yer alan doğal bir heyelan-set gölüdür. Göl 40°35'-40°39' K ve 41°38' D enlemlerinde olup Erzurum İli'ne uzaklığı yaklaşık 95 km'dir. Göl ortalama 8 km uzunluk ve yaklaşık olarak 0.7 km genişliğe sahiptir. Tortum Gölü derin heyelan set gölüdür ve ortalama derinliği 100 m olarak bildirilmiştir (Fakıoğlu ve ark., 2018b). Tortum Çayı, gölü besleyen en önemli kaynaktır (Kıvrak, 2006; Kıvrak ve Gürbüz, 2010). Tortum Gölü ve istasyonlara ait bilgiler şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tortum Gölü haritası ve istasyonlar

Saha çalışması ve örneklerin alınması

Tortum Gölü (Erzurum)'nde Şubat 2017-Ocak 2018 tarihleri arasında ayda bir kez 3 istasyondan su ve zooplankton örneği alınmıştır.

Zooplankton örneklerinin alınmasında 50 µm açıklığında ağa sahip plankton kepçesi ve kantitatif zooplankton ve su örnekleri almak için ise Ruttner su örnek alma aleti kullanılmıştır.

Örnekler epilimyon ve metalimyon tabakalarından alınan suların karıştırılması ile 2000 ml'lik polietilen örnek alma kaplarıyla, zooplankton kepçesi ile çekilen örnekler ise %4 formaldehit ilavesi ile muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve elektiriksel iletkenlik (EC) yerinde YSI marka multiparametre aleti ile yerinde ölçülmüştür.

Zooplankton teşhisi ve sayımı

Laboratuvara getirilen zooplankton türlerinin teşhisi ve fotoğraf çekimleri Zeiss marka binoküler mikroskop ve sayımları ise Zeiss marka stereo mikroskop altında yapılmıştır. Örneklerin tür teşhisinde, Thorp ve Covich (2001) kaynağından yararlanılmıştır.

Zooplankton sayımında 1000 ml'lik kaplardan homojen olacak şekilde 40 ml'lik örnek sayım küvetine dökülerek sayım işlemleri yapılmıştır. Her sayım 3'er kez tekrarlı olarak yapılmıştır. 1 m³ sudaki zooplankton sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Akbaş 1982; Cirik ve Gökpinar 1999):

$$1 \text{ m}^3 \text{deki birey sayısı (zooplankton/m}^3) = 1 \text{ cc'deki birey sayısı} / \pi \times r^2 \times h \times 10^6$$

r = Kepçe yarıçapı (cm)

h = Çekme derinliği (cm)

Sıklık (frekans)

Belli bir sahada birden fazla örnekleme yapıldığında bir türe ait bireylere her zaman rastlama olanağı yoktur. Çalışmada rastlanan örnekleme sayısının tüm örnekleme sayısına oranının yüzdesi, o türün sıklık derecesini gösterir (Kocataş, 2010).

Sıklık (F) = (N_a/N_n) x 100 (F: Frekans (Sıklık), N_a: A türünü içeren örnekleme sayısı)

N_n: Tüm örnekleme sayısı)

Baskınlık (dominans)

Dominans, organizmanın habitatu üzerindeki etkisi olarak tanımlanır. Bir türe ait bireylerin, tüm türlere ait toplam birey sayısı arasındaki oranın yüzde ifadesidir (Krebs, 1989). Dominans = (N_a / N_n) x 100 (N_a: A türüne ait birey sayısı, N_n: Tüm bireylere ait birey sayısı)

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H')

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_e p_i$$

pi: ni/n [(H': İndeks değerini, s: Tür sayısını ve pi: i. türe ait birey sayısının (ni) toplam birey sayısına (n) oranını göstermektedir (Krebs, 1989);

Kwak ve Peterson, 2007; James ve Aderaje, 2010)].

Margalef çeşitlilik indeksi (D_{mg})

$$D_{mg} = S - 1 / \text{Log}N$$

[(D_{mg}: İndeks değerini, S: Toplam tür sayısını ve N: Örnekte yer alan toplam birey sayısını göstermektedir (James ve Aderaje, 2010)].

İstatistik analizler

Tortum Gölü'ne yürütülen bu çalışmada seçilen 3 istasyonda aylara ve istasyonlara bağlı su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, elektrik iletkenliği değerlerinin istasyon ve mevsime bağlı değişimi ile zooplankton topluluklarının frekans değeri IBM SPSS 20 programında farklılık faktöriyel düzende Varyans Analizi (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplar arası farklılığın önem düzeyinin belirlenmesinde DUNCAN testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Tortum Gölü'nün bulunduğu havzadan dolayı mikro-klima özelliği göstermektedir (Duman, 2009). Bu nedenle göl hem derin hem de kış aylarında gölün üzeri buzla kaplı değildir. Tortum Gölü'ne ait su sıcaklığı kış aylarında ortalama 6°C ölçülmüştür. Bu çalışmada göl yüzeyinde kış aylarında donma gözlenmemiştir. Su sıcaklığı değeri aylara ve istasyonlara bağlı değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Su sıcaklığı değeri en düşük Şubat ayında 2. istasyonda (4.41±0.09°C), en yüksek su sıcaklığı değeri ise Ağustos ayında 1. istasyonda (15.4±8.08°C) tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Araştırma boyunca göldeki çözünmüş oksijen değeri aylara ve istasyonlara bağlı değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Çözünmüş oksijen değerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişiminde, en düşük değeri Eylül ayında 1. istasyonda (5.76±0.37 mg l-1) ve en yüksek değeri Nisan ayında 1. istasyonda (9.64±0.29 mg l-1) ölçülmüştür (Çizelge 1). Ortalama çözünmüş oksijen değeri 6.81±1.00 mg l-1 olarak tespit edilmiştir. Türk Çevre Mevzuatı Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflandırmasına göre II. sınıf kaliteli sular sınıfına girmektedir (Anonim, 2012).

Tortum Gölü'nde yürütülen bu çalışmada pH ve elektrik iletkenliği değerleri istasyonlara ve aylara bağlı değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). pH değeri en düşük Şubat 1. istasyon ve Nisan 3. istasyonda sırasıyla 8.30±0.07 ve 8.30±0.08

olarak tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri ise 8.71 ± 0.20 olarak Aralık 1. istasyonda saptanmıştır. Elektrik iletkenliği değeri ise 0.26 mS/cm ile 0.32 mS/cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek değeri geç sonbahar döneminde ölçülmüştür (Çizelge 1). Gölün ortalama pH değeri 8.48 ± 0.12 olarak ölçülmüştür. Tortum Gölü ortalama pH değerine göre Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflandırılmasına

(Anonim, 2012) göre I. sınıf kalite sular sınıfında yer almaktadır. Bu çalışmada, elektrik iletkenliği ortalama 0.289 ± 0.03 mS/cm olarak saptanmıştır. Gölde 2006 yılında yürütülmüş olan çalışmada elektrik iletkenliği değeri ortalama 308 μ S/cm bulunmuştur (Kıvrak, 2006). Dışarıya akıntısı olan doğal göllerde 100 - 1000 μ S/cm aralığında bir iletkenlik değerine sahiptir (Öztürk, 2014).

Çizelge 1. Tortum Gölü fiziko-kimyasal su kalite parametrelerinin aylara ve istasyonlara bağlı değişimi (ORT \pm SD, n=4)

Aylar	İstasyon	Su Sıcaklığı (°C)	Çözülmüş Oksijen (mg l ⁻¹)	pH	EC (mS/cm)
Şubat	1	$4.16 \pm 0.05^{Ag*}$	8.05 ± 0.87^{Aa}	8.30 ± 0.07^{Ce}	0.26 ± 0.00^{Ad}
	2	4.41 ± 0.09^{Ag}	7.69 ± 0.10^{Bb}	8.38 ± 0.04^{Af}	0.26 ± 0.00^{Ad}
	3	4.45 ± 0.13^{Ah}	7.98 ± 0.28^{Bb}	8.36 ± 0.02^{Be}	0.26 ± 0.00^{Ad}
Mart	1	6.02 ± 0.58^{Af}	6.63 ± 0.56^{Ac}	8.34 ± 0.08^{Be}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	2	6.50 ± 0.55^{Ae}	6.46 ± 0.26^{Ac}	8.42 ± 0.03^{Ae}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	3	5.73 ± 0.39^{Bg}	6.62 ± 0.06^{Ac}	8.42 ± 0.01^{Ad}	0.27 ± 0.00^{Ac}
Nisan	1	7.57 ± 0.90^{Ae}	9.64 ± 0.29^{Aa}	8.56 ± 0.07^{Ab}	0.28 ± 0.01^{Ab}
	2	6.97 ± 1.20^{Be}	8.26 ± 0.66^{Ba}	8.51 ± 0.07^{Bd}	0.28 ± 0.01^{Ab}
	3	6.87 ± 1.09^{Bf}	8.24 ± 0.55^{Ba}	8.30 ± 0.08^{Ce}	0.28 ± 0.01^{Ac}
Mayıs	1	10.5 ± 2.91^{Ad}	7.23 ± 0.54^{Ab}	8.47 ± 0.05^{Ac}	0.27 ± 0.02^{Bc}
	2	10.5 ± 2.46^{Ad}	7.25 ± 0.13^{Ab}	8.37 ± 0.07^{Bf}	0.28 ± 0.01^{Ab}
	3	9.95 ± 2.70^{Bd}	7.09 ± 0.43^{Ab}	8.35 ± 0.02^{Ce}	0.28 ± 0.01^{Ac}
Haziran	1	10.9 ± 2.92^{Ad}	7.32 ± 0.65^{Ab}	8.60 ± 0.14^{Aa}	0.25 ± 0.03^{Be}
	2	10.5 ± 2.99^{Ad}	6.73 ± 0.42^{Bc}	8.46 ± 0.01^{Cd}	0.26 ± 0.02^{Ad}
	3	10.4 ± 3.00^{Ad}	6.94 ± 0.56^{Bc}	8.51 ± 0.05^{Bd}	0.26 ± 0.02^{Ad}
Temmuz	1	14.9 ± 6.40^{Ab}	7.39 ± 1.33^{Ab}	8.54 ± 0.14^{Cb}	0.30 ± 0.04^{Ba}
	2	14.6 ± 6.20^{Ab}	6.90 ± 1.02^{Bc}	8.60 ± 0.14^{Aa}	0.31 ± 0.01^{Aa}
	3	14.4 ± 6.01^{Ab}	7.00 ± 0.35^{Ab}	8.57 ± 0.10^{Ba}	0.30 ± 0.01^{Bb}
Ağustos	1	15.4 ± 8.08^{Aa}	6.81 ± 1.17^{Ac}	8.43 ± 0.14^{Cd}	0.32 ± 0.03^{Aa}
	2	15.1 ± 7.55^{Aa}	6.89 ± 1.66^{Ac}	8.50 ± 0.07^{Ab}	0.31 ± 0.02^{Ba}
	3	15.2 ± 7.79^{Aa}	6.38 ± 1.42^{Ac}	8.44 ± 0.12^{Bd}	0.31 ± 0.02^{Ba}
Eylül	1	14.2 ± 5.98^{Ab}	5.76 ± 0.37^{Bd}	8.57 ± 0.14^{Bd}	0.32 ± 0.02^{Aa}
	2	14.2 ± 6.14^{Ab}	6.31 ± 0.52^{Ac}	8.52 ± 0.08^{Ab}	0.31 ± 0.02^{Ba}
	3	14.2 ± 6.16^{Ab}	6.37 ± 0.84^{Ac}	8.52 ± 0.07^{Aa}	0.32 ± 0.02^{Aa}
Ekim	1	11.2 ± 4.06^{Ac}	5.89 ± 0.44^{Bd}	8.55 ± 0.11^{Ab}	0.30 ± 0.02^{Aa}
	2	11.5 ± 4.03^{Ac}	6.00 ± 0.20^{Ad}	8.48 ± 0.05^{Cc}	0.30 ± 0.02^{Aa}
	3	11.4 ± 4.09^{Ac}	5.95 ± 0.28^{Bd}	8.51 ± 0.10^{Ba}	0.30 ± 0.02^{Ab}
Kasım	1	10.1 ± 2.80^{Ad}	5.77 ± 0.64^{Bd}	8.59 ± 0.14^{Aa}	0.29 ± 0.02^{Bb}
	2	10.1 ± 2.81^{Ad}	5.94 ± 0.53^{Bd}	8.49 ± 0.08^{Aa}	0.29 ± 0.01^{Bb}
	3	10.2 ± 2.77^{Ad}	6.13 ± 0.13^{Ac}	8.48 ± 0.11^{Cb}	0.30 ± 0.02^{Ab}
Aralık	1	6.65 ± 0.36^{Af}	6.14 ± 0.85^{Ac}	8.71 ± 0.20^{Aa}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	2	6.78 ± 0.41^{Ae}	6.39 ± 0.79^{Ac}	8.48 ± 0.07^{Bc}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	3	6.68 ± 0.37^{Ac}	6.35 ± 0.56^{Ac}	8.43 ± 0.03^{Cd}	0.27 ± 0.00^{Ac}
Ocak	1	4.83 ± 0.05^{Ch}	6.67 ± 0.51^{Ac}	8.52 ± 0.06^{Ab}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	2	5.80 ± 0.00^{Be}	6.57 ± 0.38^{Ac}	8.46 ± 0.01^{Bd}	0.27 ± 0.00^{Ac}
	3	7.78 ± 0.04^{Ae}	6.25 ± 0.46^{Ac}	8.46 ± 0.02^{Bc}	0.27 ± 0.00^{Ac}

*A,B,C: Büyük harfler her bir parametre için aynı aydaki istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı büyük harf taşıyan istasyonlar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$).

a, b, c, d...: Küçük harfler her bir parametre için aynı istasyondaki aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan aylar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Tortum Gölü'nde yürütülen çalışmada, Rotifera (*Asplanchna herricki*, *Brachionus* sp.,

Filinia longiseta, *Keratella cochlearis* ve *Polyarthra* sp.) ve Artropoda (*Daphnia*

longispina, *Daphnia cucullata*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Cyclops kolensis*, *Eudiaptomus gracilis* ve *Acartia (Acartiura) clausi* şubesine ait toplam 13 tür teşhis edilmiştir (Çizelge 2). Demirdöven Baraj Gölü'nde (Erzurum) yapılan bir çalışmada, Kopepoda'dan *Cyclops*

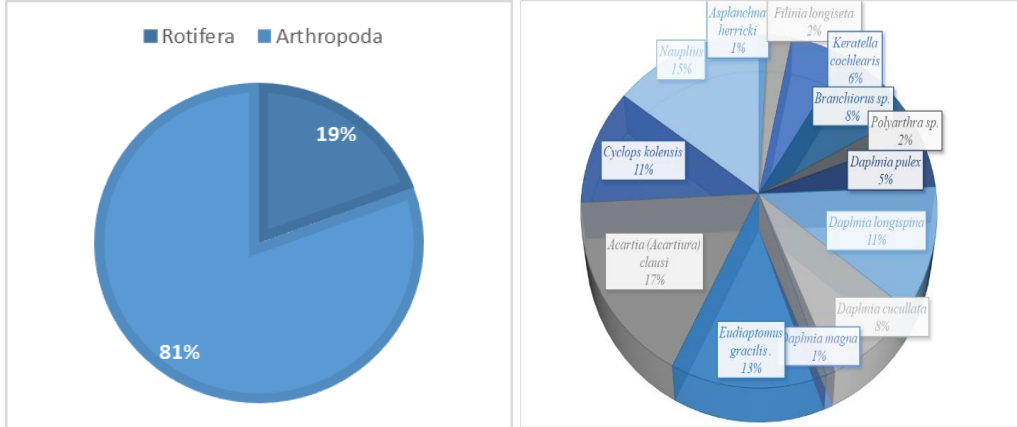
abyssorum, *Cyclops vicinus*, *Eudiaptomus vulgaris* ve *Metacyclops stammeri*, Kladosera'dan *Daphnia cucullata*, Rotifera'dan *Asplanchna priodonta*, *Kelicottia longispina* ve *Keratella cochlearis* türlerini yaz aylarında saptamışlardır (Dorak ve ark., 2019).

Çizelge 2. Tortum Gölü'nün zooplankton tür listesi

Şube : Arthropoda	Şube : Rotifera Cuvier, 1817
Alt Şube : Crustacea	Takım : Monogononta
Sınıf : Branchiopoda	Aile : Brachionidae
Takım : Kladosera	Cins : Brachionus
Aile : Daphniidae	Tür : <i>Brachionus</i> sp.
Cins : Daphnia	Cins : Keratella
Tür : <i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	Tür : <i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851
Tür : <i>Daphnia longispina</i> O.F.Müller, 1776	Aile : Asplanchnidae
Tür : <i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	Cins : Asplanchna
Tür : <i>Daphnia pulex</i> Leydig, 1860	Tür : <i>Asplanchna herricki</i> De Guerne, 1888
Alt Sınıf : Kopepoda	Aile : Filiniidae
Takım : Calanoida	Cins : Filinia
Aile : Acartidae	Tür : <i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg, 1834
Tür : <i>Acartia (Acartiura) clausi</i> Giesbrecht, 1889	Aile : Synchaetidae
Aile : Diaptominae	Cins : Polyarthra
Tür : <i>Eudiaptomus gracilis</i> G.O. Sars, 1863	Tür : <i>Polyarthra</i> sp.
Tür : Nauplius	
Takım : Collothecaceae	
Aile : Collothecidae	
Cins : Cyclops O.F. Müller, 1785	
Tür : <i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg, 1901	

Çalışma periyodu boyunca örneklenen zooplankton türlerinin %19'u Rotifera şubesinden ve %81'i Arthropoda şubesinden ki bu şubenin de %56'sını Kopepoda ve %25'ini Kladosera takımı oluşturmuştur. Ülkemizde yapılan çalışmalarda daha çok Rotifer şubesine ait türler teşhis edilirken (Altındağ ve Yiğit, 2004; Saler, 2004; Türkmen ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2009; Ustaoglu ve ark., 2010; Saler ve Alış, 2014; Velioglu ve Kırkağaç, 2017), bu çalışmada, Arthropoda şubesine ait bireylerin sayısının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Gölde teşhis edilen türleri dağılımına baktığımızda *Acartia (Acartiura) clausi* (%17) en fazla teşhis edilen tür olmuştur. Bu türü Nauplius (%15) ve *Eudiaptomus gracilis* (%13) takip etmiştir. Teşhis

edilen türler içerisinde *Daphnia longispina* ve *Cyclops kolensis* %11, *Daphnia cucullata* ve *Brachionus* sp. %8, *Keratella cochlearis* %6, *Daphnia pulex* %5, *Filinia longiseta* ve *Polyarthra* sp. %2, *Asplanchna herricki* ve *Daphnia magna* %1 oranında bulunmuştur (Şekil 2). Bunlardan *Keratella cochlearis* rotiferler içinde kozmopolit olarak sayılan bir türdür. Farklı ortam koşullarına adaptasyonu oldukça yüksektir. Bununla birlikte beş farklı tatlısu ekosisteminde mevsimsel zooplankton dağılımının incelediği çalışmada tür dağılımına en fazla etki eden etmenlerin elektrik iletkenliği ve çözünmüş oksijen miktarı olduğu ve bunları pH'nın takip ettiği bildirilmiştir (Buyurgan, 2013).



Şekil 2. Zooplankton türlerin sayısal dağılımı (%)

Bu araştırmada *Eudiaptomus gracilis* ve *Acartia (Acartiura) clausi* türleri hemen hemen bütün aylarda sıklıkla görülmüştür. *Eudiaptomus gracilis* sadece Ocak ayında, *Acartia (Acartiura) clausi* ise Şubat ayın da tespit edilmemiştir. Nauplius ise Mart, Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında sıklıkla görülmüştür. *Cyclops kolensis* Şubat, Eylül ve Aralık aylarında tespit edilmemiştir. *Daphnia longispina* Mayıs ve Aralık ayları hariç, *Daphnia pulex* nisan, Eylül ve Ekim ayları dışında sıklıkla saptanmıştır. *Daphnia magna* sadece Haziran ve Temmuz aylarında sıklıkla bulunmuştur. *Daphnia cucullata* Şubat,

Mart, Ağustos ve Aralık ayları dışında sıklıkla tespit edilmiştir (Çizelge 3). Ötrofik göllerin dominant türleri *Brachionus*, *Keratella*, *Polyarthra* ve *Filinia* cinsleridir (Güher, 2003; Kaya ve Altındağ, 2007). Yine ötrofik bir göl olan Mogan Gölü'nde yürütülen bir çalışmada zooplankton dağılımında pH'nın önemli derecede etkili olduğunu, alkali suları seven *Keratella* sp., *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus* ve *Trichocerca* sp. türlerine sıklıkla rastlanıldığını bildirmişlerdir (Velioglu ve Kırkağaç, 2017).

Çizelge 3. Zooplankton türlerinin aylara göre sıklık (frekans) dağılımı (%)

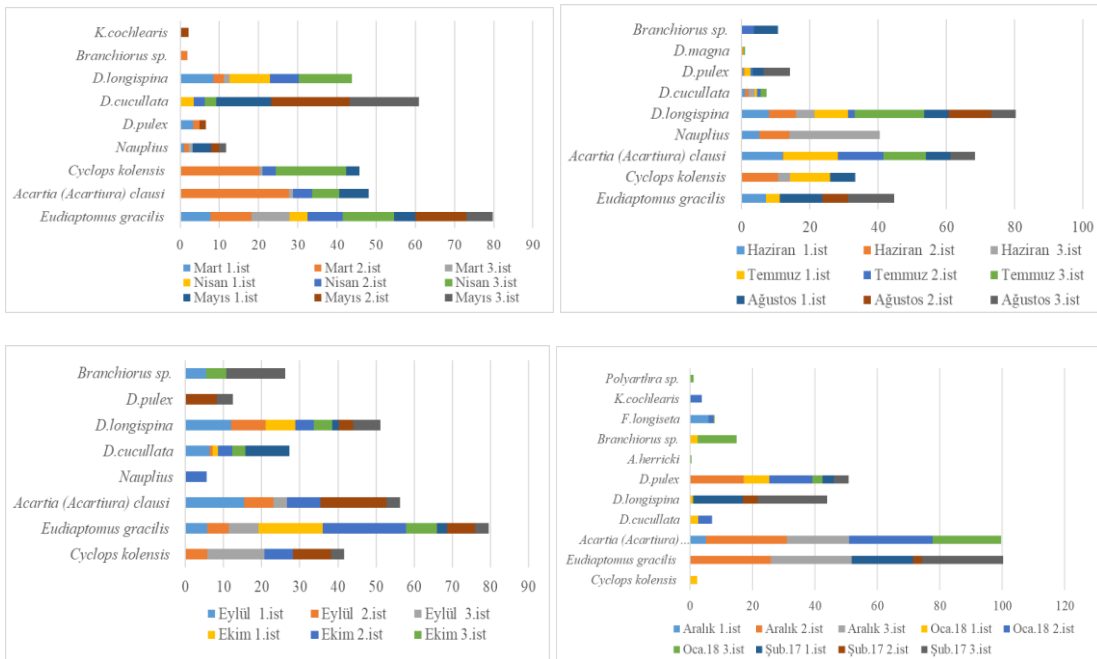
Türler	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
Artropoda												
<i>D.cucullata</i>			23.07	23.07	18.75	17.64		15.38	23.07	7.14		12.5
<i>D.longispina</i>	37.5	18.75	23.07		18.75	17.64	25	23.07	23.07	21.42		6.25
<i>D.magna</i>					6.25	11.76						
<i>D.pulex</i>	25	12.5		7.69	12.5	17.64	8.33			14.28	16.6	18.75
<i>Cyclops kolensis</i>		12.5	15.38	7.69	12.5	5.88	16.66		7.69	14.28		6.25
Nauplius		18.75		23.07	12.5				7.69			
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	35.5	18.75	23.07	23.07	6.25	5.88	25	23.07	23.07	21.42	16.6	
<i>Acartia (Acartiura) clausi</i>		12.5	15.38	7.69	12.5	17.64	16.66	23.07	7.69	14.28	50	12.5
Rotifera												
<i>Brachionus</i> sp.		6.25				5.88	8.33	7.69	7.69	7.14		12.5
<i>K.cochlearis</i>				7.69								6.25
<i>A.herricki</i>												6.25
<i>F.longisetata</i>											16.6	12.5
<i>Polyarthra</i> sp.												6.25

Bu çalışmada ilkbahar aylarında *Eudiaptomus gracilis* ve *D.cucullata* baskın türler

olarak bulunmuştur. Yaz aylarında *D. longispina* ve *Acartia (Acartiura) clausi*. sonbahar aylarında

daha çok kopepod türlerinin baskın türler olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında ise en baskın türler *Acartia (Acartiura) clausi* ve *Eudiaptomus gracilis* olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Rotifera faunası, mevsimsel ve perennial tür olmak üzere ikiye ayrılırken, mevsimsel türler yaz ve kış formu olmak üzere ikiye ayrılırlar. Perennial türler ise yaz başında maksimum artış gösterirken yaz sonu ve kış türleri arasında da yer almaktadır (Özhan, 2007). Rotiferlerin sucul sistemlerde şartların kötüleştiği dönemde fırsatçı türler olarak bilinmektedir (Gannon ve Stremberger, 1978). Kavşakkaya Baraj Gölü'nde yaz mevsimindeki baskın türler *Keratella*

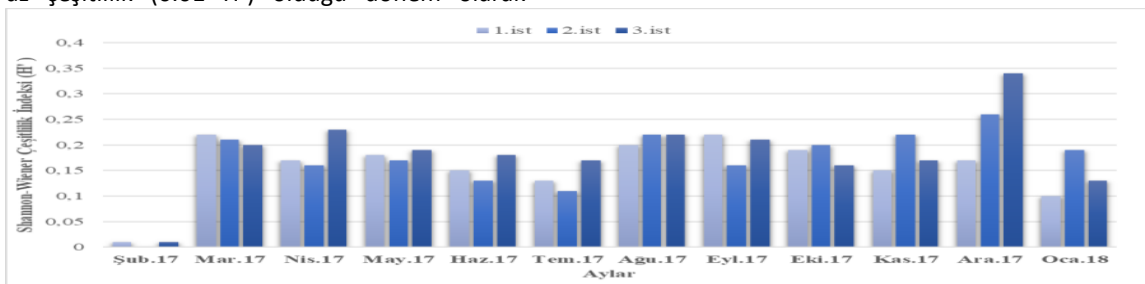
cochlearis, *Keratella tropica*, *Pompolyx sulcata* ve *Polyarthra dolichoptera*. sonbahar mevsiminde *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* ve *Cyclops* sp. ve kış mevsimindeki en fazla populasyon yoğunluğuna sahip türler ise *Cyclops* sp., *Notholca squamula* ve *Synchaeta oblonga* olarak bildirmişlerdir (Buyurgan, 2013). Tortum Gölü'nde yürütmüş olduğumuz araştırmamızda ise *Asplanchna herricki* ve *Polyarthra* sp. türlerine sadece kış aylarında rastlanılmıştır. Kopepod türleri ise benzer şekilde sonbahar ve kış aylarında baskın türler olmuşlardır.



Şekil 3. Tortum Gölü zooplankton topluluklarının baskınlık değerlerinin aylara ve istasyonlara bağlı değişimi (%)

Bu araştırmada zooplankton topluluklarının Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değerlerinin istasyona bağlı değişimi 3ist>2ist>1.ist şeklinde sıralanmıştır. Mevsime bağlı değişimi ise, Aralık en çeşitli (1.ist 0.17 H'; 2. ist 0.26 H'; 3. ist 0.34 H') dönem. Şubat ise en az çeşitlilik (0.01 H') olduğu dönem olarak

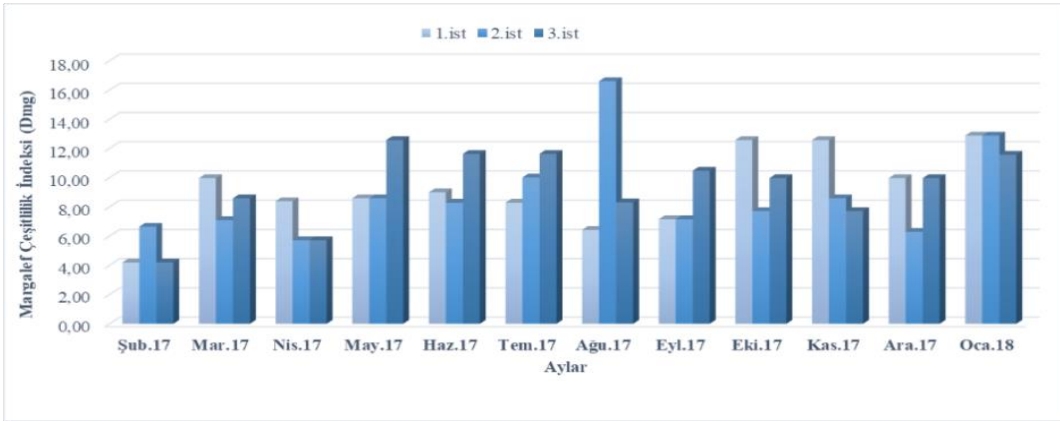
saptanmıştır (Şekil 4). Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değeri 1'in altında hesaplanmış ise ötrof seviyeyi, 3'ün üstünde hesaplanmış ise oligotrof seviyeyi gösterir (Öztürk, 2014). Bu bağlamda Tortum Gölü ötrofik ekolojik statüde yer almaktadır.



Şekil 4. Zooplankton toplulukları Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (H')nin aylara ve istasyonlara göre değişimi

Zooplankton çeşitliliğini Margalef Çeşitlilik İndeksine göre, en yüksek çeşitlilik Ağustos 2. istasyonda (16.61 D_{mg}), en az çeşitlilik ise Şubat ayında bütün istasyonlarda tespit edilmiştir. Tüm aylarda istasyonlara bağlı çeşitlilik sıralaması 3.ist>1.ist>2.ist olarak saptanmıştır (Şekil 5). Keban Baraj Gölü, Hazar Gölü ve Dedeyolu Gölü'nde zooplankton topluluklarına göre Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değerleri sırasıyla 1.81H', 1.47H' ve

1.51H' olarak tespit etmişlerdir. Bununla birlikte bu üç gölde Margalef Çeşitlilik İndeksi uygulanmış ve sırasıyla 2.24 D_{mg} , 2.26 D_{mg} ve 2.25 D_{mg} değerini saptamışlardır. Ayrıca bu göllerin çeşitliliğinin bahar aylarında en yüksek ve kış aylarında en düşük değerde olduğunu bildirmişlerdir (İpek, 2015). Tortum Gölü'nün Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi ve Margalef Çeşitlilik İndeksi değerleri sırasıyla ortalama 0.17 H' ve 9.11 D_{mg} olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Zooplankton toplulukları Margalef Çeşitlilik İndeksine (D_{mg})'nin aylara ve istasyonlara göre değişimi

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, Tortum Gölü gerek bazı kalite parametreleri gerekse zooplankton topluluklarının mevsimsel değişimine göre ötrofikleşme sürecinde olan bir göl olarak değerlendirilebilir. Bu çalışma hem Tortum Gölü için hem de Erzurum İli için ilk olma özelliğine sahiptir. Tatlı su kaynaklarının öneminin arttığı günümüzde sucul ekosistemlere ait biyolojik çalışmaların yapılması mevcut su kaynaklarımızın şu anki durumu hakkında bilgi vermesinin yanı sıra geleceği hakkında yapılması planlanan çalışmalara ışık tutması açısından dikkate değer olduğu düşünülmektedir.

*: Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Akbay, N. 1982. *Fitoplankton ve Zooplankton Hacim ve Ağırlıklarının (Biomass) Hesaplanmasında Geometrik Şekillerin Kullanılması*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Keban. 30s.

Altındağ, A. ve Yiğit, S. 2004. Beyşehir Gölü Zooplankton Faunası ve Mevsimsel Değişimi. *G.Ü Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 24 (3). 217-225.

Altuner, Z. 1982. Tortum Gölü Fitoplankton ve Bentik Algleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi (Basılmamış). 83s. Erzurum.

Anonim. 2012. Türkiye Çevre Mevzuatına göre kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Su Kalite Kriterleri. *Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Birinci Bölüm*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Sayı: 28483 Resmi Gazete. 26s.

Buyurgan, Ö. 2013. Beş Farklı Tatlı Su Ekosisteminin (Doğal Göl, Baraj Gölü, Gölet, Akarsu, Havuz) Zooplankton Faunasının Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi ve Kanonik Uyum Analizi (Cca) Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 135s. Ankara

Cirik S. ve Gökpınar Ş. 1999. *Plankton Bilgisi ve Kültürü* ders kitabı. Ege Üniversitesi Basım evi 2. Baskı. 274 s. İzmir.

Daday, E. 1903. *Mikroskopische Süßwassertiere aus Kleinasien. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien* 112. Abt. 1: 139-167.

Dorak, Z., Köker, L., Gaygusuz, Ö., Gürevin, C., Akçaalan, R., & Albay, M. 2019. Zooplankton biodiversity in reservoirs of

- different geographical regions of Turkey: composition and distribution related with some environmental conditions. *Aquatic Sciences and Engineering*. 34(1). 29-38.
- Duman. T.Y. 2009. The Largest Landslide Dam in Turkey: Tortum landslide. *Engineering Geology*. 104(1-2). 66-79.
- Fakioğlu. Ö.. Demir. Ş.M. ve Köktürk. M. 2014. Vertical Change of Same Physico-Chemical Parameters in Tortum Lake (Erzurum/Turkey). *Jornal of Animal and Veterinary Advances*. 13: 864-870.
- Fakioğlu. O.. Köktürk M.. A.S. Uzundumlu. H. Arslan. ve Atamanalp. M. 2018a. Planktonic-based assessment of the landside-dammed lake (Erzurum-Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17. no. 3: 503-515.
- Fakioğlu Ö.. Nuhoğlu A.. Acar. Ç. ve Eğercioğlu. M.N. 2018b. Derin Heyelan Set Gölü (Tortum Gölü)'nde Biyolojik ve Kimyasal Değişimlere Neden Olan Etkilerin Belirlenmesi. TÜBİTAK 3001 projesi (116Y261). 67s.
- Gannon. E. J. ve Stemberger. S.R. 1978. Zooplankton as indicators of water quality. *Trans Amer. Micros. Soc.* Vol.97. No. 1. 67-35.
- Güher. H. 2003. Mert.Erikli.Hamam ve Pedina(İğneada-Kırklareli) Göllerinin Zooplanktonik Organizmalarının Kommunité Yapısı. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi* . 2 (1). 51-62.
- İpek. N. 2015. Keban Baraj Gölü Yurtbaşı Mevkii Hazar Gölü ve Dedeyolu Göleti'nin zooplankton Faunası ve Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi s. 108
- James. B.K. ve Adejare. L.I. 2010. Nutrients and Phytoplankton Production Dynamics of a Tropical Harbor in Relation to Water Quality Indices. *Journal of American Science*. 6(9): 261-275.
- Kaya. M. ve Altındağ. A. 2007. Zooplankton Fauna and Seasonal Changes of Gelin Güllü Dam Lake (Yozgat-Türkey). *Zooloji Türk Dergisi*. 31 (4). 347-351.
- Kıvrak. E. 2006. Seasonal and Long Term Changes Of The Phytoplankton in The Lake Tortum in Relation to Environmental Factors. Erzurum. Turkey. *Biologia*. 4: 339-345.
- Kıvrak. E. ve Gürbüz. H. 2010. Tortum Çayı'nın (Erzurum) Epipelik Diyatomeleleri ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile İlişkisi. *Ekoloji*. 19 (74):102-109
- Kocataş. M. 2010. *Ekoloji. Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi. ISBN: 978-975-483-177-1. 597 s. İzmir.
- Krebs. C.J. 1989. *Ecological methodology* (No. QH541. 15. S72. K74 1999.). New York: Harper and Row.765p.
- Kwak. T. J. ve Peterson J.T. 2007. *Community indices. parameters. and comparisons*. Pages 677-763 İN C.S. Guy and M.L. Brown. Editors. Analysis and interpretation of freshwater fisheries data. American Fisheries Society. Bethesda. Maryland. ISBN-13: 978-1-888569-77-3.
- Özdemir Mis. D.. Aygen. C.. Ustaoglu. M.R. ve Balık. S. 2009. Tahtalı Baraj Gölü(İzmir)'nün Zooplankton Kompozisyonu. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi* . 26 (2). 129-134.
- Özhan. D. 2007. Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin Zooplankton Kompozisyonu İle Değerlendirilmesi Nönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 98 s. Malatya
- Öztürk. B.Y. 2014. "Apa Baraj Gölü Agleri Üzerine Araştırma (Çumra/Konya)". Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 236s.
- Saler. S. 2004. Keban Baraj Gölü (Çemişgezek Bölgesi) Rotifera Faunasının Mevsimsel Değişim Gözlemleri. *F.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* . 16 (4). 695-701.
- Saler. S. ve Alış. N. 2014. Zooplankton Of Hancağız Dam Lake (Gaziantep-Turkey). *Journal of Surver in Fisheries Sciences* . 1 (1). 36-45.
- Thorp. J.H. ve Covich. A.P. 2001. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic press.1073p. USA.
- Türkmen. M.. Naz. M. ve Dinler. Z. 2006. Gölbaşı Gölü'nün Zooplankton Tür Kompozisyonu ve Biyoması (Hatay-Türkiye). *E.Ü Su Ürünleri Dergisi* . 23 (1). 163- 167.
- Ustaoglu. M. R.. Balık. S.. Gezerler Şipal. U. ve Özdemir Mis. D. 2010. Buldan Baraj Gölü (Denizli) Planktonu ve Mevsimsel Değişimi. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi* . 27 (3). 113-120.

Ustaoglu. M.R. 2015. An updated zooplankton biodiversity of Turkish inland waters. *LimnoFish*. 1(3). 151-159.

Velioğlu. A. ve Kırkağaç. M.V. 2017. Mogan Gölü Zooplankton'un Mevsimsel Değişimi.

Turkish Journal of Aquatic Sciences . 3 (32). 146-153.

Non patojen *Fusarium* spp.'lerinin Nohutta *Fusarium* Solgunluğuna Karşı *in vitro* Koşullarda Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi[§]

Merve DİLMAÇ¹, Havva DİNLER^{2*}, Barış KAKI³

¹Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Uşak

²Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Uşak

³Uşak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Uşak

*Sorumlu yazar: havva.dinler@usak.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.03.2020 Düzeltme Tarihi: 14.05.2020 Kabul Tarihi: 22.05.2020

Öz

Dünyada ve ülkemizde nohut ekimi yapılan alanlarda son yıllarda dikkat çeken önemli hastalıklardan biri de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* Padwick (*Foc*)'in neden olduğu *Fusarium* solgunluğudur. Bu hastalık nedeniyle ülkemizde nohut ekim alanlarının yaklaşık % 40'ı bulaşık olup, ekonomik olarak önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Hastalıkla mücadelede dünya genelinde etkili ve pratik yöntemlerden biri de dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Ancak dayanıklı çeşit kullanımının etkililiği, *Foc*'ta patojenik ırkların ortaya çıkması ile kısıtlanmaktadır. Nohutta *Fusarium* solgunluğunun mücadelesinde dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile birlikte bakteriyel veya fungal antagonistler de kullanılarak biyolojik mücadele yoluyla hastalık baskılanabilir. Günümüzde non-patojen *Fusarium* izolatları ve farklı forma *speciales*'leri *Fusarium* solgunluk hastalıklarının biyolojik mücadelesi için umut verici bir stratejidir. Çalışma nohutta *Fusarium* solgunluğuna karşı nohut bitkilerinden izole edilen ve patojenisite denemesi sonucunda nonpatojen olan 110 *Fusarium* spp. izolatının *in vitro* koşullarda antagonistik etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış ve çalışmada ikili kültür metodu kullanılmıştır. İkili kültür metodu sonucunda 105 non-patojen *Fusarium* spp. izolatı Patates Dekstroz Agar (PDA) besi yerinde antagonistik etki göstermiştir. Non-patojen olan *Fusarium* spp. izolatlarının *Fusarium oxysporum*'un misel gelişimini en düşük ve en yüksek % 10.0-52.14 arasında engellediği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan non-patojen *Fusarium* izolatlarının *Fusarium oxysporum*'un misel gelişimini engellemiş olması nedeniyle, bu izolatlar solgunluk hastalığına karşı biyolojik mücadele çalışmalarında önemli bir potansiyel antagonist olarak kullanılabilirliğini düşündürmektedir. Ayrıca *F.oxysporum*'un misel gelişimini engellemede en yüksek antagonistik etki gösteren non-patojen izolatların *in vivo* koşullarda da denemesi sonucunda biyolojik mücadele çalışmalarında tek başına ya da diğer biyolojik ajanlarla kullanılması, hastalıkla mücadelede ümitvar sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Antagonistik etki, Biyolojik mücadele, *Fusarium oxysporum*, İkili kültür metodu, Non-patojen *Fusarium* spp.

Determining of the Antagonist Effects of Non pathogenic *Fusarium* spp. Againsts *Fusarium* in Chickpea Under *in vitro* Conditions

Abstract

One of the most significant diseases in the chickpea cultivation areas in recent years in the world and in Turkey is the *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* Padwick (*Foc*). Due to this disease, approximately 40% of the chickpea cultivation areas in Turkey are contaminated and this situation causes significant product losses economically. One of the most effective and practical methods for the control of the disease throughout the world is the use of durable varieties. But the efficiency of using durable varieties is limited by the emergence of pathogenic races in *Foc*. Together with the use of durable varieties in the control of *Fusarium* wilt in chickpea, bacterial or fungal antagonists can also be used and the control of the disease can be more successful through biological control. Today, non-pathogenic *Fusarium* isolates and different formae *speciales* are a promising strategy in the biological

control of the fusarium wilt diseases. The study was conducted to determine the antagonistic effects of 110 *Fusarium* spp. isolates, isolated from chickpea plants against Fusarium Wilt in Chickpea and found to be non-pathogenic as a result of pathogenicity test, under *in vitro* conditions and dual culture method was used in the study. As a result of dual culture method, 105 non-pathogenic *Fusarium* spp. isolates had an antagonist effect in Potato Dextrose Agar (PDA) medium. It was determined that non-pathogenic *Fusarium* spp. isolates prevented the mycelial growth of *F.oxysporum* with the rate of 10.0% as the lowest and 52.14 % as the highest. According to the results, as the non-pathogenic Fusarium isolates used in the study prevented the mycelial growth of pathogenic fungus, it was considered that these isolates can be used as an important potential antagonist in the biological control studies against wilt disease. Also, as a result of testing the non-pathogenic isolates, with the highest antagonistic effect in preventing the mycelial growth of *F.oxysporum*, under *in vivo* conditions, it is considered that its usage in the biological control studies individually or with the other biological agents may produce promising results in the control of the disease.

Key words: Antagonistic activity, Biological control, Dual culture method, *Fusarium oxysporum*, Nonpathogen *Fusarium* spp.

Giriş

Dünyanın hemen hemen her yerinde tarımı çok uzun zamanlardan beri yapılan yemeklik tane baklagiller arasında nohut (*Cicer arietinum* L.), insan ve hayvan beslenmesinde önemli bitkisel protein kaynaklarından birisidir. Nohut bitkisinin önemli stres faktörlerinden sıcağa, kurağa ve soğuğa dayanıklı olması, besince fakir topraklarda ürün verebilmesi ve kışlık tahıllarla ekim nöbetine girmesi nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir (Atasagun, 2009). Ayrıca nohut tüm bu özelliklerinin yanında baklagillerin genel özelliği olarak, köklerinde simbiyotik yaşam sürdürebilen *Rhizobium* bakterileri ile havadaki serbest azotu kullanabilmesi ve toprağı bu yönden zenginleştirmesi ve toprak verimliliğini artırması açısından önemli baklagiller arasında yer almaktadır (Hajarpour ve ark., 2014). Dünyada 14.564.399 ha alanda nohut üretimi yapılmakta olup, toplam 14.776.827 ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2020a). Dünyada nohut üretimi açısından Hindistan, Avustralya, Myanmar, Etiyopya'dan sonra Türkiye 470.000 ton üretim miktarı ile 5. sırada yer almaktadır. Ülkemizde Ege Bölgesi nohut üretim alanlarının % 11'ini, üretim miktarının ise yaklaşık % 8 'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2020b). Uşak İli Ege Bölgesi nohut üretim alanlarının yaklaşık % 51.11'ini oluşturmakta; Ulubey, Merkez ve Banaz ilçeleri başta olmak üzere bölgede 27.233 ton nohut üretilmektedir (Anonim, 2020b).

Ülkemizde iç tüketim ve ihracatımız için önemli bir yere sahip olan nohut üretimi ve verimi bazı faktörler tarafından etkilenebilmektedir. Dünya genelinde oldukça geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılmasına ve geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasına

rağmen mikro besin elementi noksanlıkları, soğuk, kuraklık, tuzluluk (Mahmoudi ve ark., 2007), ekim zamanı (Eser, 1978) gibi çeşitli abiyotik faktörler ve bazı biyotik faktörlerden kaynaklanan nohut hastalıkları da verimliliği doğrudan etkilemektedir. Bu patojenler fungal, bakteriyel ve viral kaynaklı olup, bunlar içerisinde fungal kaynaklı hastalıklar daha fazla yer tutmaktadır (Yiğit, 2001).

Nohut ekimi yapılan alanlarda son yıllarda dikkat çeken *Fusarium* solgunluğu (Haware ve ark., 1986) ile antraknoz hastalığı verim kaybına sebep olan en önemli biyotik stres faktörlerindedir (Singh ve Reddy, 1996; Landa ve ark., 2004; Arıcı ve Evsen, 2018). Nohut hastalıkları içerisinde *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr. f. sp. *ciceris* (Padwick) Matuo & K. Sato, (*Foc*)'in neden olduğu *Fusarium* solgunluğu hastalığı en büyük sorunlardan biri olmaktadır (Landa ve ark., 2004). *Fusarium* solgunluğu dünya genelinde nohutta % 10 ile % 15 arasında verim kaybına neden olmakta (Trapero-Casas ve Jimenez-Diaz, 1985) ve belirli koşullar altında bu kayıp % 100'e kadar ulaşabilmektedir (Jimenez-Gasco ve Jimenez-Diaz, 2003). Ekim alanlarında oldukça yaygın olan bu hastalık etmeninin, toprakta uzun süre hayatta kalması (en az 6 yıl) ve popülasyonlarında en az sekiz patojenik ırk (0, 1B/C, 2, 3, 4, 5, 6) oluşturması hastalığın mücadelesini daha da zorlaştırmaktadır (Haware ve ark., 1996).

Ürün rotasyonu, toprak solarizasyonu, temiz tohum kullanımı, uygun üretim alanı seçimi ve dayanıklı çeşit kullanımı *Fusarium* solgunluğunu önlemek için kullanılmakta ancak hastalığın kontrolünde tam olarak yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Jimenez-Diaz ve

ark., 2015). Ayrıca tüm dünyada patojene karşı etkili bir kimyasal mücadele programı da bulunmamaktadır (Martin, 2004). Bu nedenle son yıllarda dünyada yapılan çalışmalarda kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadele çalışmalarının hız kazandığı görülmektedir.

Dünya genelinde birçok bitkide *Fusarium* solgunluğunun biyolojik mücadelesinde, topraktan izole edilen antagonistik bakteri ve fungusların kullanılması ile ilgili çalışmalar son yirmi yıldır yapılmaktadır (Kaur ve ark., 2010). Bir çok araştırmacı tarafından da *Fusarium* solgunluğuna karşı *Fusarium oxysporum*'un non-patojen izolatları kullanılarak çalışmalar yapılmıştır (Benhamou ve ark., 2002; Shishido ve ark., 2005; Edel-Hermann ve ark., 2011; Aimé ve ark., 2013). *Fusarium* solgunluğunu biyolojik mücadelesinde sera ve tarla denemelerinde çok sayıda bitkide non-patojen *Fusarium* türlerinin hastalığı kontrol ettiği ifade edilmiştir (Mandeeel ve Baker, 1991; Larkin ve ark., 1996; Larkin ve Fravel, 1998; Katsube ve Alasaka, 1997; Honda ve Kawakub, 1998; Minuto ve ark., 1997a, b; Hervas ve ark., 1998; Fuch ve ark., 1999).

Fusarium genusunun çoğu türü doğada yüksek saprofitik potansiyele sahip ve bazıları patojenik olan önemli toprak kaynaklı etmenlerdir (Larkin ve Fravel, 1998; Patil ve ark., 2011).

Fusarium'un patojen türleri bitkilerde vasküler solgunluğa neden olup, konukçu bitki türlerine ve bazen de belirli çeşitlerde konukçuya özelleşme göstermektedirler. *Fusarium* türleri bitkide endofitik olarak kolonize olarak, kök ve bitki dokuları içine girerek penetrasyonu gerçekleştirmektedirler. Ancak non-patojen türler vasküler dokulara zarar vermez ve hastalık oluşturmazlar. Non-patojen *Fusarium* türlerinin, muz (Gerlach ve ark., 1999) fesleğen (Fravel ve Larkin, 2002), karanfil (Garibaldi ve ark., 1986), hıyar (Mandeeel ve Baker, 1991), sıklamen (Minuto ve ark., 1995), keten (Alabouvette ve ark., 1993), glayöl (Magie, 1980), kavun (Rouxel ve ark., 1979), domates (Lemanceau ve Alabouvette, 1991; Larkin ve Fravel, 1998; Patil ve ark., 2011), ıspanak (Katsube ve ark., 1994), çilek (Tezuka ve Makino, 1991) ve karpuz (Larkin ve ark., 1996; Raghunandan ve ark., 2014) dahil olmak üzere birçok bitkide *Fusarium* solgunluğuna karşı kullanıldığı rapor edilmiştir.

Domateste *Fusarium* solgunluğunu kontrol etmek amacıyla *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens*, *Pseudomonas fluorescens*,

Burkholderia cepacia, *Fusarium* spp. izolatlarının non-patojen ırklarının da bulunduğu birçok fungal ve bakteriyel antagonistlerin etkinlikleri birçok çalışmada denenmiştir. Antagonistlerin çoğunun *Fusarium* solgunluğunu azaltma potansiyeline sahip olduğu ancak non-patojen *Fusarium* izolatları kadar etkili ve sürdürülebilir bir etkiye sahip olmadığı ifade edilmiştir. Non-patojen *F.oxysporum* ve *F.solani* izolatlarının oldukça etkili antagonistler olduğu ve hastalığın gelişimini önemli derecede azalttığı (% 50-80) belirtilmiştir (Larkin ve Fravel, 1998). Farklı agroiklimatik bölgelerden izole edilen non-patojen *Fusarium* spp'nin etkili sonuçlarının olduğu birçok çalışma bulunmaktadır (Schneider, 1984; Paulitz ve ark., 1987; Larkin ve ark., 1993, 1996; Raghunandan ve ark., 2014). *F. oxysporum* ve *F. solani* türlerinin toprakta bulunan diğer *Fusarium* türlerine göre daha fazla engelleme etkisinin olduğu ve ayrıca bu non-patojen *F.oxysporum*'un etkili biyokontrol ırklarının sağlıklı bitkilerden izole edildiği ifade edilmiştir (Ogawa ve Komada, 1984; Postma ve Rattink, 1992). Non-patojen *Fusarium* türlerinin etki mekanizmaları arasında besin ve yer açısından rekabet ve uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) bulunmaktadır (Patil ve ark., 2011).

Nohut bitkisinin rizosfer bölgesinde yaşayan, saprofitik özellikteki bazı bakteri (*Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Paenibacillus* spp.) ve funguslar (patojen olmayan (NP) izolatlar) nohut solgunluğuna karşı biyolojik mücadelede etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Hervas ve ark., 1997; Hervas ve ark., 1998; Landa ve ark., 2001). Bu biyolojik etmenler içerisinde non-patojen *Fusarium* türleri, *Fusarium* solgunluğuna karşı biyolojik mücadelede en çok kullanılan antagonistler olarak bilinmektedir (Mandeeel ve Baker, 1991; Ogawa ve Komada, 1985; Paulitz ve ark., 1987). Saprofitik özellikteki *Fusarium* türleri, dünyanın her tarafına yayılmış olup, hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda bulunmaktadır. Non-patojen *Fusarium* türleri, bitki patojenlerine karşı rekabet, mikoparazitizm ve konukçu dayanıklılığını uyarma şeklindeki etki mekanizmalarını kullanmaktadır (Fravel ve ark., 2002).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda non-patojen *Fusarium* türlerinin, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda *Fusarium* solgunluğunu baskı altına almada kullanılan önemli antagonistler olduğu görülmüştür (Schneider, 1984; Tamietti ve Alabouvette, 1986; Paulitz ve ark., 1987;

Tamietti ve Pramotton, 1990; Larkin ve ark., 1993, 1996; Singh ve ark., 2002a, b). Yapılan bir çalışmada non-patojen *Fusarium* türleri domateste *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*'ye karşı sera koşullarında uyarıcı olarak denenmiş ve bu hastalığın biyolojik kontrolünü (%10.7-69,6) sağlamışlardır (Yiğit ve ark., 2007).

Yine yapılan başka bir çalışmada patlıcanda *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* karşı Acidobenzolar S methyl bitki aktivatörü (ASM) ile patlıcanda non-patojen olan *Fusarium oxysporum* izolatu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*; FOM) sera koşullarında denenmiş ve ASM VE FOM uygulamasının hastalık şiddetini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Altınok, 2009).

Thongkamngam ve Jaenaksorn (2017)'un yaptığı çalışmada non-patojen *Fusarium oxysporum* (F221-B) izolatının *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* (F221-R, F442-G) izolatlarının misel gelişimini sırasıyla % 42-38.8 oranında engellediğini tespit etmişlerdir.

Yapılan literatür taramaları da dikkate alındığında, son yıllarda nohutta solgunluğa sebep olan fungal patojenlerin tespiti ve tanımasına yönelik ülkemizde ve dünyada birçok araştırma yürütülmüştür. Ancak ülkemizde nohutta hastalığa neden olan patojen *Fusarium* türlerinin yanında non-patojen *Fusarium* türlerinin varlığı ve bunların kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadelede kullanım olanakları ile ilgili bir çalışma mevcut değildir. Dolayısı ile bu çalışma; hastalık etmenine karşı etkili bir kimyasal mücadele yönteminin olmaması nedeniyle hastalıkla mücadelede yeni stratejilerin geliştirilmesine ışık tutacaktır. Çalışmada Uşak ili (Merkez, Banaz, Ulubey ilçeleri) nohut üretim alanlarından non-patojen *Fusarium* spp. elde edilmiş ve elde edilen izolatların nohutta solgunluk hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum*'a karşı *in vitro* koşullarda antagonistik etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini hastalıklı nohut bitkilerinden izole edilen ve patojenisite çalışmaları sonucunda virülensi en yüksek *Fusarium oxysporum* (İ1T/18 izolatu, Uşak/Merkez) ile 110 non-patojen *Fusarium* spp. izolatu oluşturmaktadır. Çalışmada yer alan

Fusarium oxysporum ve *Fusarium* spp. izolatlarının makroskopik ve mikroskopik incelemelerle koloni rengi, makrokonidi, mikrokonidi, klamidospore, konidiofor ve fialid özellikleri dikkate alınarak teşhisleri yapılmıştır (Nelson ve ark., 1983).

Patojenisite testi

İzolasyonlar sonucu elde edilen 278 *Fusarium* spp. izolatu Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında çimlenmiş nohut tohumları üzerinde patojenisite testlerine tabi tutulmuştur. Bu amaçla; PDA üzerinde geliştirilmiş 10 günlük *Fusarium* spp. kültürlerinden 5 mm çapında mantar deliciyle alınan fungal diskler PDA içeren petrilerin merkezine yerleştirilerek 25±2°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Tohumlar % 1 sodyum hipoklorit (NaOCl) içerisinde 5 dakika yüzey sterilizasyona tabi tutulmuş ve steril saf su içerisinde 3 kez durulanmıştır. Daha sonra tohumlar, nemi alınmak üzere steril filtre kağıdı üzerinde kurutulmuş ve PDA üzerine 3'er adet olacak şekilde ekimleri yapılmıştır. Bu testlerde *Fusarium* solgunluğuna karşı hassas nohut çeşitlerinden ILC 482 kullanılmıştır. Petri kapları, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık koşullarda 25±2°C' de 10 günlük inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon periyodu sonrasında nohut tohumlarından gelişen kökçükler üzerinde belirtiler gözlemlenmiştir (Basbagci ve ark., 2019). Kökçüklerdeki lezyon uzunlukları dijital kumpas yardımıyla ölçülerek, lezyon uzunlukları kaydedilmiş ve lezyonlar 1-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Trapero Casas ve Jimenez-Diaz 1985; Peters ve Grau, 2002; Leisso ve ark., 2011).

Skala Değeri	Hastalık Tanımı
1	Çimlenmiş tohumların köklerinde hastalık belirtisi yok.
2	Çimlenmiş tohumların köklerinin <% 25 nekrotik
3	Çimlenmiş tohumların köklerinin % 25-50'si nekrotik
4	Çimlenmiş tohumların köklerinin % 50-75'i nekrotik
5	Tohumda çimlenme yok (hastalık nedeniyle) veya çimlenmiş tohumların köklerinin %75-100 'ü nekrotik

Çizelge 1. Uşak İli Merkez İlçesi nohut ekim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve skale değeri

İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skale Değeri	Patojenisite Sonuç	İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skale Değeri	Patojenisite Sonuç
Ş1T/1	0	-	Nonpatojen	Ş9T/13	0	-	Nonpatojen
Ş1T/10	19.44	2.66	Patojen	Ş10T/4	0	-	Nonpatojen
Ş1T/21	13.31	2.33	Patojen	Sus1T/1	0	-	Nonpatojen
Ş2T/1	0	-	Nonpatojen	Sus1T/2	0	-	Nonpatojen
Ş2T/3	21.80	3	Patojen	Sus2T/2	46.68	4.33	Patojen
Ş2T/3-1	20.95	2.66	Patojen	Sus2T/4	25.87	3	Patojen
Ş2T/4	30.33	3.33	Patojen	Sus3T/3	0	-	Nonpatojen
Ş2T/5	3.46	2	Patojen	Sus3T/4	49.83	4.66	Patojen
Ş2T/15	32.53	3.66	Patojen	Sus3T/5	8.61	2	Patojen
Ş3T/1	29.36	3.33	Patojen	Sus3T/6	0	-	Nonpatojen
Ş3T/3	5.86	2	Patojen	Sus3T/7	0	-	Nonpatojen
Ş3T/4	0	-	Nonpatojen	Sus5T/3	3.99	2	Patojen
Ş3T/5	0	-	Nonpatojen	Sus6T/1	36.78	4	Patojen
Ş3T/5-1	0	-	Nonpatojen	Sus6T/4	0	-	Nonpatojen
Ş3T/9	21.69	3	Patojen	Sus6T/11	37.88	4	Patojen
Ş3T/11	0	-	Nonpatojen	Sus6T/21	2.03	2	Patojen
Ş3T/14	26.33	3.33	Patojen	Y1T/9	0	-	Nonpatojen
Ş3T/17	0	-	Nonpatojen	Y1T/13	42.76	4.33	Patojen
Ş3T/19	39.11	4	Patojen	Y1T/17	0	-	Nonpatojen
Ş3T/26	7.66	2	Patojen	Y1T/18	33.51	3.33	Patojen
Ş3T/41	5.56	2	Patojen	Y3T/1	22.94	2.66	Patojen
Ş4T/2	13.89	2.33	Patojen	Y3T/2	32.43	3.33	Patojen
Ş4T/3	33.13	3.66	Patojen	Y3T/4	0	-	Nonpatojen
Ş5T/9	7.66	2	Patojen	Y3T/6	44.1	4.33	Patojen
Ş5T/10	50	4.66	Patojen	Y3T/19	41.53	4	Patojen
Ş5T/10-1	20.69	2.66	Patojen	Y4T/1	50.32	4.66	Patojen
Ş5T/11	25.37	3	Patojen	Y4T/2	0	-	Nonpatojen
Ş5T/13	23.74	3	Patojen	Y4T/7	0	-	Nonpatojen
Ş5T/14	25.55	3	Patojen	Y4T/8	23.14		Patojen
Ş5T/16	0	-	Nonpatojen	Y5T/1	41.25	4	Patojen
Ş6T/3	0	-	Nonpatojen	Y5T/3	0	-	Nonpatojen
Ş6T/7	6.66	2	Patojen	Y5T/6	0	-	Nonpatojen
Ş6T/8	17.23	2.66	Patojen	Y5T/11	0	-	Nonpatojen
Ş6T/9	20.03	2.66	Patojen	Y5T/12	9.66	2	Patojen
Ş6T/10	39.02	4	Patojen	Y6T/1-2	41.59	4	Patojen
Ş6T/12	0	-	Nonpatojen	Y6T/2	38.85	4	Patojen
Ş6T/13	14.33	2.33	Patojen	Y6T/3	0	-	Nonpatojen
Ş6T/14	0	-	Nonpatojen	Y6T/6	0	-	Nonpatojen
Ş6T/19	0	-	Nonpatojen	Y6T/8	0	-	Nonpatojen
Ş6T/21	0	-	Nonpatojen	Y6T/9	29.89	3.66	Patojen
Ş6T/27	35.38	4	Patojen	Y7T/5	25.46	3	Patojen
Ş6T/40	16.33	2.33	Patojen	Y7T/7	28.74	3.66	Patojen
Ş6T/43	5.08	2	Patojen	İ1T/3	2.03	2	Patojen
Ş6T/49	46.90	4.33	Patojen	İ1T/11	25.35	3	Patojen
Ş6T/92	11.96	2.33	Patojen	İ1T/14	45.79	4.33	Patojen
Ş7T/2	0	-	Nonpatojen	İ1T/15	46.41	4.33	Patojen
Ş7T/5	5.66	2	Patojen	İ1T/18	54.62	5	Patojen
Ş7T/16	0	-	Nonpatojen	İ2T/1	20.67	2.66	Patojen
Ş7T/18	0	-	Nonpatojen	İ2T/3	0	-	Nonpatojen
Ş7T/21	32.49	3.66	Patojen	İ2T/5	8.03	2	Patojen
Ş8T/2	2.57	2	Patojen	İ3T/1	33.25	3.66	Patojen
Ş8T/7	0	-	Nonpatojen	İ3T/4	23.98	3	Patojen
Ş8T/12	0	-	Nonpatojen	İ3T/5	0	-	Nonpatojen
Ş8T/16	32.04	3.66	Patojen	İ4T/1	38.67	4	Patojen
Ş9T/4	4.47	2	Patojen	İ4T/5	44.86	4.33	Patojen
Ş9T/8	27.36	3	Patojen	İ4T/8	4.8	2	Patojen
Ş9T/11	16.55	2.33	Patojen	İ4T/11	3.66	2	Patojen
Ş9T/12	20.7	2.66	Patojen	İ5T/5	7.66	2	Patojen

Çizelge 2. Uşak İli Ulubey İlçesi nohut ekim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve skala değeri

İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skala Değeri	Patojenisite Sonuç	İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skala Değeri	Patojenisite Sonuç
A1T/1	0	-	Nonpatojen	Ü1T/5	14.01	2.33	Patojen
A1T/2	0	-	Nonpatojen	Ü1T/6	0	-	Nonpatojen
A1T/4	0	-	Nonpatojen	Ü1T/9	25.52	3	Patojen
A1T/5	35.05	3.66	Patojen	Ü1T/19	0	-	Nonpatojen
A1T/8	0	-	Nonpatojen	Ü2T/1	21.50	2.66	Patojen
A1T/10	31.57	3.33	Patojen	Ü2T/2	18.57	2.66	Patojen
A1T/11	0	-	Nonpatojen	Ü2T/10	20.64	2.66	Patojen
A1T/15	24.18	3	Patojen	Ü2T/11	0	-	Nonpatojen
A1T/30	0	-	Nonpatojen	Ü2T/13	4.81	2	Patojen
A1T/34	19.87	2.66	Patojen	Ü2T/19	5.87	2	Patojen
A1T/35	0	-	Nonpatojen	Ü2T/22	6.99	2	Patojen
A1T/36	17.89	2.66	Patojen	Ü3T/7	0	-	Nonpatojen
A2T/1	38.67	4	Patojen	Ü3T/11	0	-	Nonpatojen
A2T/2	0	-	Nonpatojen	Ü4T/1	14.66	2.33	Patojen
A2T/3	16.90	2.33	Patojen	Ü7T/4	0	-	Nonpatojen
A2T/3-2	0	-	Nonpatojen	Ü7T/32	3.89	2	Patojen
A2T/5	10.67	2.33	Patojen	Ü9T/3	0	-	Nonpatojen
A2T/6	0	-	Nonpatojen	Ü9T/5	0	-	Nonpatojen
A3T/1	24.96	3	Patojen	Ü10T/2	17.37	2.33	Patojen
A3T/3	24.46	3	Patojen	Ü10T/3	27.18	3	Patojen
A3T/17	5.97	2	Patojen	Ü10T/4	0	-	Nonpatojen
A4T/3	24.04	3	Patojen	Ü10T/4-1	21.82	2.66	Patojen
A4T/7	23.52	3	Patojen	Ü10T/26	23.39	3	Patojen
A4T/8	0	-	Nonpatojen	Ü10T/27	21.66	2.66	Patojen
A4T/8-1	24.71	3	Patojen	Ü12T/1	19.75	2.66	Patojen
A4T/13	0	-	Nonpatojen	Ü12T/1-1	21.42	2.66	Patojen
A4T/15	17.88	2.66	Patojen	Ü12T/4	0	-	Nonpatojen
A4T/42	0	-	Nonpatojen	Ü13T/3	0	-	Nonpatojen
A5T/2	23.62	3	Patojen	Ü13T/7	30.78	3.33	Patojen
A5T/11	14.55	2.33	Patojen	K1T/1	10.81	2.33	Patojen
A6T/1	0	-	Nonpatojen	K1T/3	19.99	2.66	Patojen
A6T/7	0	-	Nonpatojen	K1T/5	25.13	3	Patojen
A6T/9	0	-	Nonpatojen	K4T/5	18.87	2.66	Patojen
A6T/13	31.97	3.33	Patojen	K5T/1	0	-	Nonpatojen
A6T/17	17.06	2.66	Patojen	K5T/7	0	-	Nonpatojen
A7T/3	16.91	2.33	Patojen	K5T/11	0	-	Nonpatojen
A7T/8	11.37	2.33	Patojen	K5T/16	16.27	2.33	Patojen
A8T/1	17.07	2.66	Patojen	K5T/21	0	-	Nonpatojen
A8T/6	22.32	3	Patojen	K6T/1	0	-	Nonpatojen
A9T/1	26.21	3	Patojen	K6T/2	16.65	2.33	Patojen
A9T/8	0	-	Nonpatojen	K6T/8	16.37	2.33	Patojen
A9T/11	0	-	Nonpatojen	K7T/12	0	-	Nonpatojen
A10T/9	26.09	3	Patojen	K7T/13	26.09	3	Patojen

Çizelge 3. Uşak İli Banaz İlçesi nohut ekim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve skala değeri

İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skala Değeri	Patojenisite Sonuç	İzolat No	Ortalama Lezyon Boyu (mm)	Ortalama Skala Değeri	Patojenisite Sonuç
Ç1T/1	15.44	2.33	Patojen	P2T/1	21.36	2.66	Patojen
Ç1T/1-1	0	-	Nonpatojen	P2T/8	11.35	2.33	Patojen
Ç1T/2	0	-	Nonpatojen	P3T/3	0	-	Nonpatojen
Ç1T/3	0	-	Nonpatojen	P3T/14	0	-	Nonpatojen
Ç2T/1	17.35	2.33	Patojen	P4T/3	18.04	2.66	Patojen
Ç2T/1-1	19.41	2.66	Patojen	P4T/4	0	-	Nonpatojen
Ç2T/2	0	-	Nonpatojen	P4T/6	0	-	Nonpatojen
Ç2T/3	0	-	Nonpatojen	P4T/12	20.84	2.66	Patojen
Ç2T/43	0	-	Nonpatojen	P4T/20	0	-	Nonpatojen
Ç2T/43-1	19.01	2.66	Patojen	P5T/1	19.99	2.66	Patojen
Ç2T/44	0	-	Nonpatojen	P5T/8	23.14	3	Patojen
Ç2T/45	16.35	2.33	Patojen	P6T/3	0	-	Nonpatojen
Ç3T/16	14.57	2.33	Patojen	P6T/7	30.91	3.33	Patojen
Ç3T/16-1	18.53	2.33	Patojen	P6T/9	0	-	Nonpatojen
Ç3T/18	0	-	Nonpatojen	P6T/13	0	-	Nonpatojen
Ç3T/30	0	-	Nonpatojen	P6T/15	8.37	2	Patojen
Ç3T/74	15.4	2.33	Patojen	P8T/2	11.33	2.33	Patojen
Ç5T/2	0	-	Nonpatojen	P8T/4	0	-	Nonpatojen
Ç5T/2-1	24.82	3	Patojen	P8T/10	0	-	Nonpatojen
Ç5T/6	0	-	Nonpatojen	P9T/4	18.47	2.66	Patojen
Ç5T/13	0	-	Nonpatojen	P9T/13	20.01	2.66	Patojen
Ç5T/13-1	9.44	2	Patojen	K1T/2	0	-	Nonpatojen
Ç6T/1	18.98	2.66	Patojen	K1T/3	16.79	2.33	Patojen
Ç6T/2	16.91	2.33	Patojen	K1T/11	0	-	Nonpatojen
Ç6T/3	0	-	Nonpatojen	K1T/14	19.85	2.66	Patojen
Ç6T/11	12.89	2.33	Patojen	K2T/1	16.52	2.33	Patojen
Ç7T/3	0	-	Nonpatojen	K2T/2	24.72	3	Patojen
Ç7T/10	35.83	4	Patojen	K2T/11	0	-	Nonpatojen
Ç7T/13	23.83	3	Patojen	K2T/23	0	-	Nonpatojen
Ç7T/16	16.15	2.33	Patojen	K2T/35	21.45	3	Patojen
Ç7T/24	0	-	Nonpatojen	K3T/1	0	-	Nonpatojen
Ç7T/28	13.82	2.33	Patojen	K3T/1-1	0	-	Nonpatojen
Ç7T/42	0	-	Nonpatojen	K3T/2	11.98	2.33	Patojen
P1T/1	13.52	2.33	Patojen	K3T/7	23.56	3	Patojen
P1T/3	14.89	2.33	Patojen	K4T/5	5.48	2	Patojen
P1T/9	0	-	Nonpatojen	K5T/4	0	-	Nonpatojen
P1T/20	12.57	2.33	Patojen	K5T/12	0	-	Nonpatojen
P1T/63	0	-	Nonpatojen	K5T/16	15.27	2.33	Patojen

İkili kültür metodu

Fusarium oxysporum'a karşı non-patojen *Fusarium* spp'nin antagonistik etkisi *in vitro* koşullarda Patates Dekstroz Agar (PDA) besi

ortamında ikili kültür yöntemi (Fungal Disk Yöntemi) kullanılarak belirlenmiştir (Thongkamngam ve Jaenaksorn, 2017). Bu amaçla hem non-patojen *Fusarium* spp. hem de

patojen *F. oxysporum* izolatının PDA besi yerinde geliştirilen 7 günlük kültürlerinden, 5 mm çapında mantar deliciyle ayrı ayrı diskler alınarak (petriye 5 cm boşluk olacak şekilde) yine PDA içeren steril petri kabının köşelerine ekimleri yapılmıştır. Kontrol petrilere ise sadece patojen fungusun ekimleri yapılmıştır. Ekimleri yapılan petri kaplarının etrafı streç film ile kapatılarak $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ' de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra kontrol petrisindeki patojenin ve ikili kültürde iki fungus arasında oluşan engelleme zonu (IZ) inokulasyonun 3., 5., 7. ve 9. günlerinde dijital kumpas yardımıyla ölçülerek değerlendirilmiştir. Her non-patojen-patojen fungus kombinasyonu için denemeler 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür (Thongkamngam ve Jaenaksorn, 2017). Engelleme yüzdesi: $((D1-D2)/D1) \times 100$
 D1: Kontroldeki patojenin koloni çapı
 D2: İkili kültürdeki patojenin koloni çapı formülüne göre hesaplanmıştır.

İstatistik analizler

Çalışmada antagonistik etkisi değerlendirilen non-patojen sayısının çokluğu (105 adet) ve tekrar sayısının azlığı (3) klasik varyans analizi tekniği ile çözüme imkan vermemektedir. Bundan dolayı her bir non patojen için karışık etkiler yöntemi kullanılarak şansa bağlı kesim (Random Intercepts) ve farklı günlerdeki antagonistik etkilerinin eğim (Random Slopes) parametreleri hesaplanmıştır. Non-patojenlerin antagonistik etkilerine göre sınıflandırılması, kesim noktaları ve farklı günlerdeki eğim parametreleri dikkate alınarak hiyerarşik Wards's kümeleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi sonucunda miseliyal gelişimi bakımından farklılaşmış üç grup elde edilmiştir. Bu üç grup ile kontrol grubu miseliyal gelişim ortalamaları, 3., 5., 7. ve 9. günlerin her biri için tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SAS 9.4 yazılımı ile Minitab 17.1 yazılımları kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Uşak İli nohut ekim alanlarından (Merkez, Ulubey ve Banaz ilçeleri) toplanan nohut bitkilerinden toplamda 278 adet *Fusarium* spp. izolatı elde edilmiş ve yapılan patojenisite çalışmaları sonucunda izolatların % 60.43'ünün (168) patojen, 110 izolatın ise patojen olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Uşak İli Merkez ilçeden izole edilen toplam 116 izolattan yaklaşık

% 33.6 (39 izolat)'sının nohut tohumlarının kökçüklerinde lezyon oluşturmadığı ve non-patojen olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Ulubey ilçesinden 86 *Fusarium* izolatının 35'i (% 40.7) ve Banaz ilçesinin ise 76 izolattan yaklaşık % 47.4'ünün (36 izolat) patojenisite çalışması sonucunda patojen olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 3).

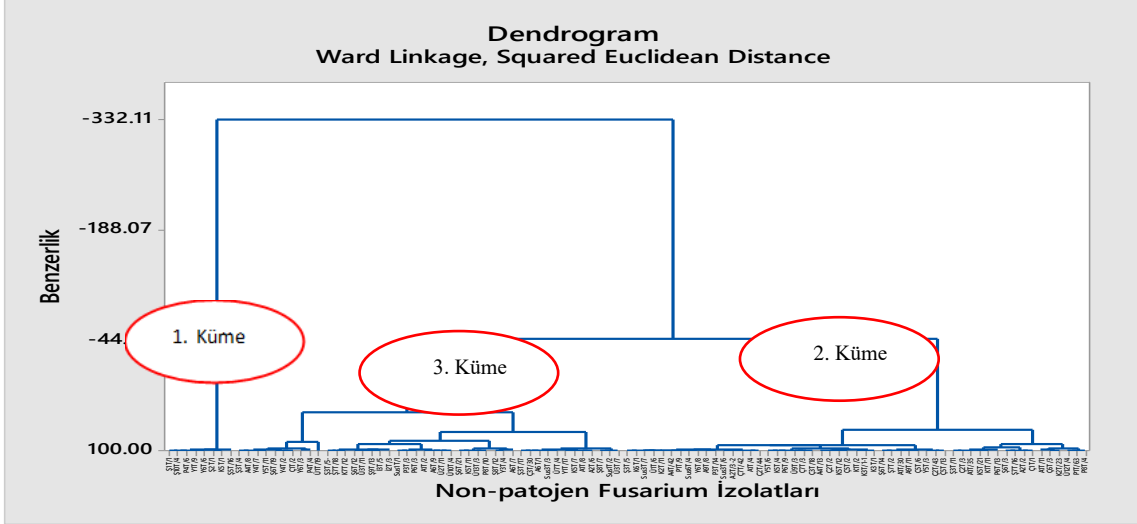
Ülkemizde yapılan surveylerde Ankara'da nohut ekim alanlarında en yaygın solgunluk patojeninin *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (% 49), kök patojeninin ise *Fusarium solani* (%34) olduğunu (Dolar, 1996) ve daha sonra 31 *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* izolatının farklı nohut çeşitlerinde (JG-62, C-104, JG-74, CPS-1, BG-212, WR-315, Annigeri, Chafa, L-550, 850-3/27) çeşit reaksiyonlarını belirlemiş ve bu bölgede patojenin 0, 2 ve 3 nolu ırklarının bulunduğu tespit etmişlerdir (Dolar, 1997). Demirci ve ark. (1999), Doğu Anadolu'da geliştirilen Aziziye-94 nohut çeşidinde, *Fusarium solani* f. sp. *pisi* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'i yaygın olduğunu ve bunlara ilaveten *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti* ve *Rhizoctonia solani* (AG-5) etmenlerinin görüldüğünü de gözlemlemişlerdir. Ülkemizde 15 farklı ilde nohut alanlarında yapılan survey çalışmasında, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. acuminatum*, *Macrophomina phaseolina* ve *Rhizoctonia solani*'nin solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olduğu saptanmıştır. İzolasyonlarda *F. oxysporum*'un en yaygın izole edilen patojen olduğu ve bunu *F. solani* ve *M. phaseolina*'nin takip ettiği bildirilmiştir (Bayraktar ve Dolar, 2009). Benzer şekilde; Bayraktar ve Dolar (2012), Türkiye'nin dört bölgesinden toplam sekiz ilden nohut üretim alanlarından *Fusarium oxyporum* f. sp. *ciceris* izole etmişler ve bu izolatlara karşı nohut çeşitlerinin (JG 62, C 104, JG 74, CPS 1, BG 212, WR 315, Annigeri, Chafa, L 550, 850-3/27) çeşit reaksiyonunu belirlemişler ve çalışma sonucunda sonucunda bu bölgelerde patojenin 0, 2 ve 3 nolu ırklarının bulunduğunu bildirmişlerdir. Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerini temsil eden izolatlar arasında 0 ve 2 nolu ırklar yaygın olarak bulunurken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise 0 ve 3 nolu ırkların yaygın olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Dubey ve ark. (2010), Hindistan'ın farklı bölgelerinden topladıkları nohut bitkilerinden izole ettikleri 246 *Fusarium* izolatını morfolojik özelliklerine tanılamışlar ve patojenisite testleri sonucunda bu izolatlardan 112' sinin nohutta

patojen olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* olduklarını bulmuşlardır.

Çalışmada virülensliği yüksek olan *Fusarium oxysporum* izolatu seçilmiş (İ1T/18) ve non-patojen olduğu belirlenen 110 *Fusarium* spp. izolatinin ikili kültür yöntemiyle antagonistik etkileri belirlenmiştir. Kontroldeki

F.oxysporum'un misel gelişimi petriyi kapladığı anda değerlendirme sonlandırılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, non-patojenler antagonistik etkilerine göre sınıflandırılmışlardır. Bu amaçla sonuçların istatistiksel açıdan yorumlanabilmesi için hiyerarşik Wards's kümeleme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının 3, 5, 7, ve 9. günlerdeki antagonistik etkilerine göre sınıflandırılması

Kümeleme analizi sonucunda miseliyal gelişimi bakımından farklılaşmış üç grup elde edilmiştir (Çizelge 4, 5 ve 6). Kümeler kesim noktaları ve farklı günlerdeki eğitim parametreleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çizelge 4'te I. Küme de bulunan non-patojen izolatlar (8 izolat) farklı zamanlarda (3, 5, 7 ve 9. günlerde) patojenin miseliyal gelişimini engellediği ve % engelleme oranlarının da (%10-27.24) daha düşük bulunması nedeniyle aynı küme (I. Küme) de yer almışlardır. Bu kümenin istatistiksel açıdan antagonist potansiyeli en düşük olan non-patojenleri kapsadığı görülmektedir. Oluşan her 3 küme de de engelleme yüzdesi aritmetik olarak artmış ve 9. günde her non-patojen için en iyi engelleme 9. günde kaydedilmiştir (Çizelge 4, 5 ve 6). Kümeleme analizi oluşan II. Küme antagonistik etki gösteren non patojenlerin yaklaşık % 50,5'ini oluşturmakta olup, bu kümede bulunan izolatların miseliyal gelişimin ölçüldüğü son günde (9. gün) patojene karşı % 23.32-35.38 engelleme etkisi gösterdiği kaydedilmiştir (Çizelge 5). II. Kümenin I. Kümeye göre daha yüksek antagonistik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4 ve 5). Çizelge 6'da kümeleme analizi sonucunda çalışmada kullanılan non-patojenlerin yaklaşık % 42'si III.

Kümede yer almış ve farklı günlerdeki miseliyal gelişim parametreleri değerlendirildiğinde diğer kümelerden daha yüksek antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir. 9. günde (son değerlendirme) elde edilen verilere göre, miseliyal gelişimi engelleme etkisi en düşük % 30.48, en yüksek ise % 52.14 olarak kaydedilmiştir. Bu küme içinde patojeni engelleme etkisi en yüksek izolat P8T/10 izolatu (% 52.14) olurken, diğer 15 non-patojen *Fusarium* izolatu (Ü1T/19, Ü2T/11, Ü3T/7, Ü3T/11, Ü7T/4, Ü10T/4, Ü13T/3, K5T/7, K5T/11, K7T/12, Ç1T/2, Ç3T/30, P3T/3, P4T/4, P6T/3) ise % 40.08-44.47 arasında engelleme etkisi göstermiştir (Çizelge 6). Patojen *Fusarium oxysporum*'un miseliyal gelişimini engelleme bakımından en iyi olduğu belirlenen III. Küme'deki non-patojenler için tekrar şansa bağlı kesim ve eğitim parametreleri hesaplanmış ve bu değerler yeniden kümeleme analizine tabi tutulmuştur.

A1T/1, Ü9T/5, Ç1T/3, Ç7T/24 ve P4T/20 izolatları bulaşma nedeniyle elden çıktığı için ikili kültüre alınamamıştır. Elde edilen sonuçlara göre non-patojen olan 105 *Fusarium* izolatu PDA besi ortamında ikili kültürde antagonistik etki gösterirken, bunlardan 87'si patojenin

büyümesini engellemiş ve besi ortamında daha hızlı gelişme göstermiştir. K5T/12, Ş6T/3, K5T/4, Ç1T/1, Ü7T/4, A6T/7, P8T/10, Sus3T/6, P6T/3, K2T/23, K5T/11, P6T/9, P3T/3, Y4T/2, Y4T/7, Ü3T/11, P4T/4, P1T/9, P3T/14, K5T/7, Ç3T/30, A4T/13, K2T/11, Ş3T/5, İ3T/5, K1T/11, Ş8T/12, İ2T/3, izolatları ise *F.oxysporum*'a karşı engelleme zonu oluşturmuştur (Çizelge 4, 5 ve 6). Çalışmada elde edilen 3 kümenin 3., 5., 7. ve 9. günlerdeki miseliyal gelişimleri varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve 3 kümede gruplanan non-patojen *Fusarium* izolatlarının miseliyal gelişim ortalamaları kontrol ile karşılaştırıldığında her 3 kümede kontrolden farklı bulunmuştur (Şekil 2, Çizelge 7). Her kümenin 3. gün miseliyal gelişim

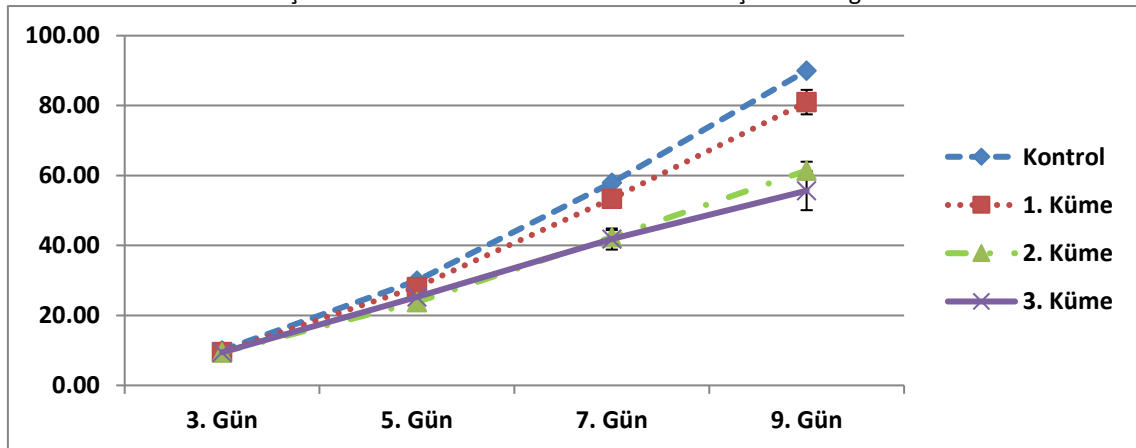
ortalamaları kontrolden farklı ancak istatistiksel olarak birbiri ile aynı grupta yer almıştır. Değerlendirmenin 9. gününde ise antagonist potansiyeline sahip olan bu 3 küme de istatistiksel açıdan farklı gruplarda bulunmuştur. En yüksek antagonistik etki gösteren III. Küme olurken (% 38.14), en düşük etki gösteren ise % 13.54 engelleme oranı ile I. Küme belirlenmiştir (Çizelge 7). Bir çok araştırmacı tarafından; çeşitli bitkilerde patojen olan *Fusarium* spp.'nin biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalarda saprofit veya non-patojen *Fusarium* izolatlarının kullanıldığı bilinmektedir (Shishido ve ark., 2005; Abeyasinghe, 2006; Nel ve ark., 2006; Kaur ve ark., 2007; Joshi ve ark., 2012).

Çizelge 4. Non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının (I. Küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolat	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG*	MGE (%)**	MG	MGE (%)	MG	MGE (%)	MG	MGE (%)
Ş1T/1	9.58±0.03	4.20	28.32±0.04	5.60	53.41±0.04	7.91	81.00±0.01	10.00
Ş2T/1	9.48±0.82	5.20	28.06±0.10	6.47	51.16±0.07	11.79	80.00±0.15	11.11
Ş5T/16	9.83±0.05	1.70	28.54±0.06	4.87	54.23±0.06	6.50	78.00±0.07	13.33
Ş10T/4	9.46±0.07	5.40	28.04±0.04	6.53	53.67±0.03	7.47	81.00±0.04	10.00
Y1T/9	9.31±0.11	6.90	27.37±0.05	8.77	53.18±0.05	8.31	79.00±0.03	12.22
Y6T/6	9.60±0.13	4.00	28.10±0.03	6.33	53.09±0.02	8.47	80.00±0.12	11.11
K5T/1	9.37±0.02	5.30	27.38±0.03	25.53	51.02±0.10	25.55	78.00±0.05	27.24
P4T/6	9.77±0.03	7.30	27.55±0.06	23.07	53.00±0.05	25.28	82.00±0.08	26.81
Genel	9.55±0.30	4.44	27.92±0.42	9.68	52.85±1.10	11.25	79.88±1.39	13.54

*MG: Misel Gelişim

**MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi



Şekil 2. Farklı kümelerde gruplanan non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişim (mm) eğrisi ve kontrol

Yapılan bir çalışmada nohutta *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* ırk 5'e karşı non-patojen *Fusarium oxysporum*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* biyolojik etmenleri ile tohum ve toprak uygulamalarının hastalığı baskı

altına almakla birlikte tohum verimini de arttırdığı ifade edilmiştir (Landa ve ark., 2004). Başka bir çalışmada ICCV 4 ve PV 61 kabulü nohut çeşitlerinin metilselüloz ile süspansedilmiş non-patojen *Fusarium oxysporum* (Fo 90105)

izolatı ile yapılan tohum uygulaması hastalık gelişimini geciktirdiği ve hastalık yoğunluğunu azalttığı sonucuna varmışlardır (Hervas ve ark, 1997). *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*'in oldukça şiddetli virulent ırkına karşı (*Foc* ırk 5), *Foc* ırk 0 ve non-patojen *Fusarium oxysporum*'un uyarıcı olarak kullanıldığı bir çalışmada ise non-patojen *Fusarium oxysporum*'un hastalığı baskılamada *Foc* ırk 0'dan daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Cachinero ve ark., 2002).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, çeşitli bitkilerin kök bölgesindeki topraklardan izole edilen *Fusarium* spp. patojenisite yapılmış ve domates, güvercin bezelyesi, nohut, yer fıstığı, kırmızı biber, karpuz, hintyağı otu ve muz bitkilerinden izole edilen izolatlar arasında 6 izolat non-patojen olarak bulunmuştur. Non-patojen izolatlar, saksı koşullarında patojen inokule edilmiş domates bitkilerinde hastalığın gelişimini azaltmış ve bitki gelişimi teşvik etmiştir. Bu non-patojen *Fusarium* izolatlarının bitkiler üzerindeki etkisinin belirlenmesi için büyüme parametrelerini (kök/sürgün uzunluğu ve ağırlığı) kaydetmişlerdir. Non-patojen *Fusarium* izolatları solgunluk hastalığının biyolojik mücadelesinde kullanılabilirliği belirtilmiştir (Patil ve ark., 2011). *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı Sri Lanka'da non-patojen üç *F. oxysporum* izolatının *in vitro* koşullarda antagonistik bir potansiyele sahip olduğu bulunurken (Abeyasinghe, 2006), benzer şekilde Hindistan'da (Karnataka) domatesin kök bölgesinden izole edilen 7 izolatın ise domates solgunluk etmenini *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı rekabet mekanizması ile *in vitro* koşullarda yaklaşık % 24-40 engelleme ile antagonistik potansiyeli olduğunu belirlemişlerdir (Patil ve ark., 2011).

Yapılan başka bir çalışmada, Karpuz solgunluğu hastalığına neden olan, *F. oxysporum* f. sp. *niveum*' a karşı non-patojen *Fusarium* (UAS NPFu-1, UAS NPFu-2, UAS NPFu-3, UAS NPFu-4, UAS NPFu-5, UAS NPFu-6, NBAlI NPFu-24 ve USDA Fo47) kültürlerinin ikili kültür yöntemiyle antagonistik etkisini belirlemişlerdir. İnokulasyondan 4 gün sonra yapılan ölçümlerde, USDA Fo47 (1.80 cm) ve UAS NPFu2 izolatında (1.70 cm) patojenin koloni çapı her iki izolatta en düşük kaydedilirken, patojenin kontrol petrisindeki koloni çapı 4.20 cm olarak ölçülmüştür. Non-patojen *Fusarium* izolatlarının antagonistik etkisinde yüzde engelleme oranlarında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. UAS NPFu2 (% 59.52) ve USDA Fo47 (% 57.14)

izolatlarının patojeni engelleme oranının en yüksek olduğu bulunmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı ifade edilmiştir. En düşük engelleme oranı % 40.47 ile UAS NPFu3 ve UAS NPFu4 izolatlarında kaydedilmiştir (Raghuandan ve ark., 2014). İnokulasyonun yedinci gününde, UAS NPFu2'ye (2.20 cm) ve bunu takiben USDA Fo47 izolatında (2.40 cm) patojenin miseliyal gelişiminin en küçük olduğunu kaydetmişlerdir. Kontrol petrisinde patojenin koloni çapını 5.80 cm olarak ölçmüşlerdir. İzolatların misel gelişimini engelleme potansiyelinde önemli farklılıklar olduğunu gözlemişlerdir. En yüksek engelleme UAS NPFu2 (% 62.06), bunu takiben UAS NPFu6 ve USDA Fo47 (% 58.62) izolatları olmuş ve ayrıca en düşük engelleme oranı UAS NPFu4 (% 37.93) izolatında olduğunu kaydetmişlerdir (Raghuandan ve ark., 2014). Mevcut çalışmada *in vitro* koşullarda non-patojen *Fusarium* spp.'nin patojen *Fusarium* izolatının gelişiminde önemli ölçüde engelleme gösterdiği, yer ve beslenme için rekabet mekanizması ikili kültür çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Entegre hastalık yönetiminde non-patojen *Fusarium* spp.'nin kullanılabilirliği için patojen *Fusarium* izolatına karşı sistemik uyarılmış dayanıklılığın diğer mekanizmaları ve biyo-etkinliği *in vivo* çalışmalarla belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir (Raghuandan ve ark., 2014). Benzer şekilde, Patil ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmada da, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin gelişimini non patojen türlerin engellediği ifade edilmiştir. Bu non-patojen *Fusarium* izolatları (Fu4, Fu3, Fu24 ve Fu25) patojenin gelişimini % 32-40 oranında engellediği ve en iyi etkiyi Fu25 izolatının gösterdiğini belirtmişlerdir.

Nohutta *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı non-patojen olan 110 *Fusarium* spp.'nin *in vitro* koşullarda antagonistik etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan non-patojen *Fusarium* izolatlarının *Fusarium oxysporum* 'un misel gelişimini farklı oranlarda engellediği bulunmuştur. O nedenle bu izolatların *in vivo* koşullarda da denenmesi ve ümit var sonuçlar elde edildiğinde ise, biyolojik mücadelede bu non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının potansiyel antagonist mikroorganizmalar olarak kullanılabilirliği ve hastalık yoğunluğunu baskı altına alabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. Non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının (II. Küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolot	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)
Ş3T/5	9.27±0.08	7.30	23.74±0.1	20.87	43.42±0.04	25.14	60.91±0.02	32.32
Ş3T/11	9.36±0.04	6.40	22.74±0.03	24.20	42.29±0.03	27.09	62.28±0.08	30.80
Ş6T/3	9.66±0.04	3.40	27.57±0.1	8.10	46.51±0.03	19.81	63.8±0.04	29.11
Ş6T/14	9.65±0.04	3.50	20.75±0.06	30.83	38.9±0.03	32.93	60.07±0.03	33.26
Ş7T/2	9.63±0.07	3.70	20±2.34	33.33	38.57±0.05	33.50	58.93±0.08	34.52
Ş7T/16	9.82±0.18	1.80	28.49±0.03	5.03	45.47±0.03	21.60	62.59±0.03	30.46
Sus3T/6	9.35±0.14	6.50	23.2±0.02	22.67	41.53±0.07	28.40	60.23±0.07	33.08
Sus3T/7	9.47±0.1	5.30	23.56±0.06	21.47	42.77±0.03	26.26	60±0.12	33.33
Sus6T/4	9.29±0.15	7.10	24.43±1.79	18.57	44.79±0.15	22.78	61.02±0.08	32.20
Y5T/3	9.48±0.11	5.20	21.96±1.76	26.80	41.22±0.05	28.93	62.86±0.05	30.16
Y5T/6	9.37±0.12	6.30	24.15±0.06	19.50	40.11±0.09	30.84	60.53±0.05	32.74
Y6T/8	9.19±0.1	8.10	24.17±0.09	19.43	44.82±0.03	22.72	61.33±0.04	31.86
A1T/4	9.4±0.09	6.00	22.81±0.27	23.97	42.05±0.05	27.50	60.9±0.04	32.33
A1T/11	9.15±0.06	8.50	25.72±0.03	14.27	46.17±0.05	20.40	64.97±0.09	27.81
A1T/30	9.51±0.09	4.90	21.05±0.08	29.83	39.78±0.05	31.41	58.16±0.07	35.38
A1T/35	9.47±0.07	5.30	24.86±0.05	17.13	43.54±0.06	24.93	63.95±0.1	28.94
A2T/2	9.34±0.08	6.60	26.29±0.05	12.37	43.63±0.1	24.78	62.87±0.07	30.14
A2T/3-2	9.5±0.11	5.00	22.78±0.03	24.07	42.15±0.08	27.33	60.11±0.05	33.21
A4T/13	9.69±0.08	3.10	24.59±1.71	18.03	42.06±0.06	27.48	60.17±0.04	33.14
A4T/42	9.35±0.11	6.50	22.5±0.04	25.00	43.18±0.1	25.55	59.71±0.06	33.66
A9T/8	9.88±0.03	1.20	23.56±0.06	21.47	43.24±0.07	25.45	58.82±0.05	34.64
A9T/11	9.48±0.05	5.20	21.78±0.1	27.40	40.36±0.07	30.41	59.25±0.05	34.17
Ü1T/6	9.56±0.01	4.40	23.65±0.04	21.17	42.92±0.04	26.00	59.85±0.12	33.50
Ü9T/3	9.87±0.03	1.30	25.76±0.1	14.13	43.27±0.11	25.40	62.63±0.04	30.41
Ü12T/4	9.47±0.04	5.30	22.34±0.06	25.53	43.18±0.11	25.55	65.48±0.07	27.24
K5T/21	9.46±0.04	5.40	24.59±0.42	18.03	42.88±0.11	26.07	62.95±0.07	30.06
K6T/1	9.33±0.06	6.70	23.17±0.11	22.77	43.33±0.05	25.29	60.31±0.03	32.99
Ç1T/1	9.4±0.01	6.00	27.16±0.06	9.47	44.14±0.06	23.90	62.66±0.07	30.38
Ç2T/2	9.63±0.06	3.70	25.15±0.95	16.17	41.39±0.1	28.64	59.4±0.03	34.00
Ç2T/3	9.26±0.07	7.40	23.49±0.07	21.70	43.22±0.04	25.48	63.53±0.09	29.41
Ç2T/43	9.59±0.01	4.10	21.82±0.03	27.27	40.73±0.06	29.78	60.94±0.14	32.29
Ç2T/44	9.6±0.05	4.00	21.98±0.06	26.73	41.9±0.03	27.76	60.77±0.04	32.48
Ç3T/18	9.78±0.06	2.20	24.53±0.09	18.23	42.01±0.09	27.57	61.65±0.05	31.50
Ç5T/2	9.47±0.02	5.30	25.13±0.9	16.23	42.1±0.03	27.41	58.99±0.03	34.46
Ç5T/6	9.55±0.03	4.50	21.77±1.29	27.43	40.61±0.08	29.98	60.08±0.03	33.24
Ç5T/13	9.53±0.07	4.70	21.53±0.05	28.23	39.97±0.05	31.09	60.59±0.07	32.68
Ç6T/3	9.42±0.04	5.80	28.23±2.96	5.90	47.07±0.08	18.84	67.91±0.06	24.54
Ç7T/3	9.4±0.02	6.00	25.19±0.03	16.03	42.18±0.06	27.28	61.93±0.08	31.19
Ç7T/42	9.15±0.08	8.50	22.24±2.29	25.87	42.03±0.08	27.53	60.03±0.02	33.30
P1T/9	9.51±0.04	4.90	22.64±0.74	24.53	43.38±0.1	25.21	59.56±0.06	33.82
P1T/63	9.27±0.04	7.30	23.08±0.36	23.07	43.34±0.06	25.28	65.87±0.04	26.81
P3T/14	9.34±0.02	6.60	22.44±0.05	25.20	41.59±0.06	28.29	58±0.04	35.56
P6T/9	9.29±0.04	7.10	25.19±0.04	16.03	40.88±0.07	29.52	62.09±0.02	31.01
P6T/13	9.38±0.06	6.20	24.89±0.03	17.03	42.73±0.08	26.33	65.25±0.05	27.50
P8T/4	9.47±0.05	5.30	22.96±0.2	23.47	44.58±0.05	23.14	66.85±0.12	25.72
K1T/2	9.42±0.03	5.80	23.48±1.18	21.73	40.03±0.07	30.98	58.42±0.05	35.09
K1T/11	9.29±0.02	7.10	24±0.09	20.00	43.13±0.05	25.64	61.96±0.08	31.16
K2T/11	9.36±0.03	6.40	23.84±0.06	20.53	43.49±0.07	25.02	60.09±0.04	33.23
K2T/23	9.41±0.05	5.90	26.33±0.93	12.23	46.67±0.07	19.53	69.01±0.05	23.32
K3T/1	9.38±0.04	6.20	24.26±0.61	19.13	39.11±0.07	32.57	58.73±0.09	34.74
K3T/1-1	9.67±0.04	3.30	23.57±1.72	21.43	40.22±0.04	30.66	58.93±0.07	34.52
K5T/4	9.35±0.02	6.50	24.67±1.14	17.77	40.84±0.06	29.59	60.17±0.03	33.14
K5T/12	9.25±0.07	7.50	24.2±2.15	19.33	40.97±0.06	29.36	58.45±0.07	35.06
Genel	9.46±0.18	5.40	23.85±1.95	20.50	42.46±1.95	26.79	61.44±2.51	31.73

Çizelge 6. Non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının (III. Küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolat	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG	MGE	MG	MGE	MG	MGE	MG	MGE
Ş3T/4	9.28±0.38	7.20	28.62±0.61	4.60	46.83±0.04	19.26	62.57±0.2	30.48
Ş3T/5-	9.37±0.11	6.30	28.01±0.04	6.63	46.89±0.07	19.16	61.38±0.08	31.80
Ş3T/17	9.52±0.07	4.80	26.94±0.04	10.20	46.51±0.1	19.81	60.76±0.09	32.49
Ş6T/12	9.27±0.17	7.30	25.84±0.04	13.87	45.61±0.16	21.36	60.66±0.04	32.60
Ş6T/19	9.39±0.08	6.10	26.43±0.03	11.90	44.66±0.08	23.00	60.49±0.04	32.79
Ş6T/21	9.79±0.11	2.10	25.32±0.03	15.60	44.89±0.1	22.60	60.27±0.04	33.03
Ş7T/18	9.33±0.03	6.70	27.03±0.18	9.90	46.95±0.05	19.05	60.07±31.71	33.26
Ş8T/7	9.33±0.14	6.70	26.9±1.94	10.33	42.46±0.07	26.79	59.94±0.05	33.40
Ş8T/12	9.42±0.07	5.80	25.26±0.03	15.80	45.43±0.07	21.67	59.76±0.03	33.60
Ş9T/13	9.73±0.04	2.70	25.64±0.24	14.53	44.31±0.04	23.60	59.27±0.15	34.14
Sus1T/1	9.49±0.08	5.10	26.95±0.04	10.17	44.47±0.07	23.33	58.83±0.04	34.63
Sus1T/2	9.28±0.21	7.20	26.99±1.3	10.03	42.03±0.03	27.53	58.34±0.04	35.18
Sus3T/3	9.23±0.15	7.70	25.86±1.7	13.80	40.66±0.07	29.90	58.13±0.04	35.41
Y1T/17	9.39±0.06	6.10	26.22±0.28	12.60	41.29±0.11	28.81	58±0.02	35.56
Y3T/4	9.88±0.07	1.20	27.63±0.01	7.90	40.14±0.05	30.79	57.67±0.03	35.92
Y4T/2	9.45±0.06	5.50	25.13±0.93	16.23	45.17±0.07	22.12	57.58±0.11	36.02
Y4T/7	9.51±0.04	4.90	24.99±0.06	16.70	42.06±0.04	27.48	57.54±0.05	36.07
Y5T/11	9.52±0.04	4.80	26.3±0.13	12.33	43.94±0.12	24.24	57.28±0.01	36.36
Y6T/3	9.5±0.07	5.00	26.5±0.04	11.67	40.61±0.03	29.98	57.03±0.04	36.63
İ2T/3	9.71±0.07	2.90	24.16±0.03	19.47	41.21±0.05	28.95	56.62±0.07	37.09
İ3T/5	9.39±0.08	6.10	23.01±1.02	23.30	41.54±0.06	28.38	56.31±0.06	37.43
A1T/2	9.35±0.12	6.50	27.08±0.04	9.73	42.11±0.09	27.40	56.23±0.04	37.52
A1T/8	9.56±0.11	4.40	28.03±0.48	6.57	40.16±0.12	30.76	56.03±0.04	37.74
A2T/6	9.42±0.08	5.80	28.76±0.04	4.13	43.29±0.08	25.36	55.45±0.02	38.39
A4T/8	9.68±0.01	3.20	23.59±0.08	21.37	40.19±0.04	30.71	55.27±0.06	38.59
A6T/1	9.13±0.03	8.70	20.96±0.04	30.13	38.19±0.09	34.16	55.08±1.85	38.80
A6T/7	9.78±0.06	2.20	28.05±0.47	6.50	43.25±0.04	25.43	54.63±0.06	39.30
A6T/9	9.57±0.08	4.30	26.73±1.48	10.90	44.23±0.07	23.74	54.49±0.07	39.46
Ü1T/19	9.81±0.02	1.90	26.92±0.31	10.27	40.62±0.03	29.97	53.93±0.05	40.08
Ü2T/11	9.47±0.07	5.30	22.6±1.38	24.67	40.58±0.05	30.03	53.89±0.05	40.12
Ü3T/7	9.37±0.11	6.30	25.23±0.02	15.90	43.34±0.06	25.28	53.81±0.04	40.21
Ü3T/11	9.26±0.13	7.40	21.74±0.06	27.53	38.49±0.08	33.64	53.67±0.13	40.37
Ü7T/4	9.2±0.15	8.00	22.76±0.05	24.13	39.91±0.06	31.19	53.49±0.04	40.57
Ü10T/4	9.76±0.12	2.40	23.49±0.11	21.70	40.57±0.05	30.05	52.71±0.12	41.43
Ü13T/3	9.19±0.03	8.10	27.32±0.07	8.93	45.56±0.1	21.45	52.7±0.07	41.44
K5T/7	9.65±0.12	3.50	25.6±0.04	14.67	36.17±0.09	37.64	51.61±0.09	42.66
K5T/11	9.24±0.01	7.60	23.1±0.05	23.00	40.12±0.07	30.83	51.57±0.06	42.70
K7T/12	9.6±0.08	4.00	24.05±0.07	19.83	37.84±0.13	34.76	51.48±0.06	42.80
Ç1T/2	9.45±0.03	5.50	22.83±0.85	23.90	39.68±0.2	31.59	51.45±0.06	42.83
Ç3T/30	9.32±0.05	6.80	24.4±0.05	18.67	38.99±0.13	32.78	50.29±0.07	44.12
P3T/3	9.43±0.17	5.70	21.77±2.88	27.43	36.88±0.08	36.41	49.99±0.05	44.46
P4T/4	9.28±0.03	7.20	22.31±0.03	25.63	38.68±0.07	33.31	49.99±0.03	44.46
P6T/3	9.21±0.12	7.90	20.67±0.07	31.10	34.6±0.09	40.34	49.98±0.02	44.47
P8T/10	9.48±0.05	5.20	23.7±0.06	21.00	40.13±0.11	30.81	43.07±0.04	52.14
Genel	9.45±0.21	5.50	25.26±2.22	15.80	41.85±3.01	27.84	55.67±5.57	38.14

Sonuç ve Öneriler

Dünya genelinde nohut üretimi yapılan birçok alanda *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'in (Padwick) Matuo ve K. Sato'nun neden olduğu *Fusarium* solgunluğu, tohum ve toprak kökenli olduğundan mücadelesi oldukça zor olduğu bilinmektedir. *Fusarium*'un farklı patojenik ırklarının olması ve herhangi bir adaptasyon durumunda yeni ırkların ortaya çıkma durumu dayanıklı çeşit kullanımını oldukça sınırlamaktadır. Patojene karşı etkili bir kimyasal mücadele programı da bulunmamakla birlikte; son yıllarda pestisitlerin insan, hayvan ve çevre üzerindeki tehlikeli etkileri konusunda endişeleri arttırmaktadır. Bunun yanı sıra pestisitlerin yoğun kullanımı, bu pestisitlere karşı patojen direncinde de artışa neden olabilmektedir. Hastalıkla mücadelede dünya genelinde en etkili ve pratik yöntemlerden biri de dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Ancak dayanıklı çeşit kullanımının etkililiği, *Foc*'ta farklı patojenik ırkların ortaya çıkması ile

kısıtlanmaktadır. Bu tür sorunlar, hastalıkların mücadelesinde biyolojik mücadele gibi alternatif yaklaşımların araştırılmasını teşvik etmektedir. Nohutta *Fusarium* solgunluğunun mücadelesinde dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile birlikte bakteriyel veya fungal antagonistlerde kullanılarak biyolojik kontrol yoluyla hastalıkla mücadelede başarı arttırılabileceği ifade edilmektedir. Günümüzde non-patojen *Fusarium* izolatları ve farklı forma *speciales*'leri *Fusarium* solgunluk hastalıklarının biyolojik mücadelesinde umut verici bir strateji olacaktır. Bu nedenle son yıllarda kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadele çalışmaları nohutta solgunluk hastalığını kontrol etmede ileri bir adım olarak düşünülebilir. Ülkemizde nohutta solgunluk hastalığının baskı altına alınmasında non-patojen *Fusarium* spp. türlerinin antagonist potansiyelinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 7. Farklı kümelerde gruplanan non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG(mm)*	MGE (%)**	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)
Kontrol	10.00±0.06 ^A	0.00	30.00±0.04 ^A	0.00	58.00±0.02 ^A	0.00	90.00±0.01 ^A	0.00
I. Küme	9.55±0.30 ^B	4.44	27.92±0.42 ^B	9.68	52.85±1.10 ^B	11.25	79.88±1.39 ^B	13.54
II. Küme	9.46±0.18 ^B	5.40	23.85±1.95 ^C	20.50	42.46±1.95 ^C	26.79	61.44±2.51 ^C	31.73
III. Küme	9.45±0.21 ^B	5.50	25.26±2.22 ^C	15.80	41.85±3.01 ^C	27.84	55.67±5.57 ^D	38.14

*MG: Misel Gelişim

**MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi

Elde edilen sonuçlara göre; non-patojen *Fusarium* spp. izolatlarının patojenin *in vitro* koşullarda misel gelişimini engelleyerek bir başarı sağlamış olması, daha sonra yapılacak çalışmalarda, bu izolatların *in vivo* koşullarda da *Fusarium oxysporum*'a karşı antagonist etkinliklerinin tespit edilmesi, patojene karşı kullandığı etki mekanizmalarının belirlenmesi ve ayrıca diğer antagonistlerle de kombinasyonlarının kullanılması çalışmanın önemini daha da arttıracaktır.

‡: Merve DİLMAÇ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Abeyasinghe, S. 2006. Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, the causal agent of root

and stem rot of *Cucumis sativus* by non-pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Ruhuna Journal of Science*, 1: 24-31.

Aime, S., Alabouvette, C., Steinberg, C. ve Olivain, C. 2013. The endophytic strain *Fusarium oxysporum* Fo47: A good candidate for priming the defense responses in tomato roots. *MPMI*, 26 (8): 918-926.

Alabouvette, C., Lemanceau, P. ve Steinberg, C. 1993. Recent advances in biological control of fusarium wilts. *Pesticide Sciences*, 37: 365-373.

Altınok, H.H. 2009. Activation of systemic disease resistance by acibenzolar-S-methyl and a non-pathogen *Fusarium oxysporum melonis* (FOM) strain against *Fusarium* wilt disease in eggplant seedlings. *J. Turk. Phytopath.*, 38 (1-3): 21-32.

- Anonim, 2020a. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (<http://www.faostat.fao.org>) (Erişim tarihi: 10 Ocak 2020).
- Anonim, 2020b. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, (<http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 10 Ocak 2020).
- Arıcı, Ş.E. ve Evsen, M.A. 2018. Nohut antraknozu (*Ascochyta rabiei*)'nun entegre hastalık yönetimi. *Erzincan Üniversitesi Erzincan University Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3): 488-498.
- Atasagun, M. 2009. Konya İlinde Nohut Antraknozu (*Ascochyta rabiei* (Pass) Labr.)' nun Durumu ve Mücadele Olanakları. Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Konya.
- Basbagci, G., Unal, F., Uysal, A. ve Dolar, S. 2019. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG-4 causing root rot on chickpea in Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17 (2):1007-1019.
- Bayraktar, H. ve Dolar, F.S. 2009. Genetic diversity of wilt and root rot pathogens of chickpea, as assessed by RAPD and ISSR. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 33: 1-10.
- Bayraktar, H. ve Dolar, F.S. 2012. Pathogenic variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* isolates from chickpea in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (2): 821-823.
- Benhamou, N., Garand, C. ve Goulet, A. 2002. Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to induce resistance against *Pythium ultimum* infection in cucumber. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (8): 4044-4060.
- Cachinero, J.M., Hervas, A., Jimenez-Diaz, R.M. ve Tena, M. 2002. Plant defence reactions against fusarium wilt in chickpea induced by incompatible race 0 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* and nonhost isolates of *F. oxysporum*. *Plant Pathology*, 51: 765-776.
- Demirci, E., Eken, C. ve Kantar, F. 1999. Pathogenicity of wilt and root rot pathogens of chickpea cv. Aziziye-94. *Journal of Turkish Phytopathology*, 28: 25-32.
- Dolar, F.S. 1996. Survey of chickpea disease in Ankara. Turkey. *International Chickpea and Pigeonpea*, 3: 33-34.
- Dolar, F.S. 1997. Determination of the races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Ankara province of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 26 (1): 11-15.
- Dubey, S.C., Singh, S.R. ve Singh, B. 2010. Morphological and pathogenic variability of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* causing chickpea wilt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43 (2): 174-190.
- Edel-Hermann, V., Aime, S., Cordier, C., Olivain, C., Steinberg, C. ve Alabouvette, C. 2011. Development of a strain specific real-time PCR assay for the detection and quantification of the biological control agent Fo47 in root tissues. *FEMS Microbiology Letters*, 322 (1):34-40.
- Eser, D. 1978. *Yemeklik Tane Baklagiller Ders Rotosu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara, 98s.
- Fravel, D.R. ve Larkin, R.P. 2002. Reduction of *Fusarium* wilt of hydroponically-grow basil by *Fusarium oxysporum* strain CS-20. *Crop Protection*, 21 (7): 539-543.
- Fravel, D., Olivain, C. ve Alabouvette, C. 2002. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytologist*, 157 (3): 493-502.
- Fuch, J.G., Moenne, L.Y. ve Defago, G. 1999. Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to protect tomato against fusarium wilts. *Biological Control*, 14: 105-110.
- Garibaldi, A., Brunatti, F. ve Gullino, M.L. 1986. Suppression of Fusarium wilt of carnation by competitive nonpathogenic strains of Fusaria. *Medical Fac Landbouw Rijksuniversiteit Gent*, 51 (2): 633-638.
- Gerlach, K.S., Bentley, S., Moore, N.Y., Aitken, E.A.B. ve Pegg, K.G. 1999. Investigation of Non-Pathogenic Strains of *Fusarium oxysporum* for Suppression of Fusarium Wilt of Banana in Australia, 28. In: Alabouvette C, ed. *Second International Fusarium Workshop*. Dijon, France:INRA-CMSE, 54.
- Hajarpour, A., Soltani, A., Zeinali, E. ve Sayyedi, F. 2014. Potential benefits from adaptation to climate change in chickpea. *TI Journals: Agriculture Science Developments*, 3 (7): 230-236.
- Haware, M.P., Nene, Y.L. ve Mathur, S.B. 1986. *Ascochyta blight*. Seed Borne Diseases of

- Chickpea. Technical Buletin from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, No:1, Denmark, 15s.
- Haware, M.P., Nene, Y.L. ve Natarajan, M. 1996. The survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in the soil in the absence of chickpea. *Phytopathologia Mediterranea*, 35 (1): 9-12.
- Hervas, A., Landa, B. ve Jimenez-Diaz, R.M. 1997. Influence of chickpea genotype and *Bacillus* sp. on protection from Fusarium wilt by seed treatment with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 631-642.
- Hervas, A., Landa, B., Datnoff, L.E. ve Jimenez-Diaz, R.M. 1998. Effects of commercial and indigenous microorganisms on Fusarium wilt development in chickpea. *Biological Control*, 13: 166-176.
- Honda, M. ve Kawakub, Y. 1998. Control of Fusarium basal rot of rakkyo (*Allium chinense*) by non-pathogenic *Fusarium moniliforme* and *Fusarium oxysporum*. *Soil Microorganisms*, 51: 13-18.
- Jimenez-Diaz, R.M., Castillo, P., del Mar Jimenez-Gasco, M., Landa, B.B. ve Navas-Cortes, J.A. 2015. Fusarium wilt of chickpeas: Biology, ecology and management. *Crop Protection*, 73: 16-27.
- Jimenez-Gasco, M.M. ve Jimenez-Diaz, R.M. 2003. Development of a specific polymerase chain reaction based assay for the identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6. *Phytopathology*, 93: 200-209.
- Joshi, M., Srivastava, R., Sharma, A. K. ve Prakash, A. 2012. Screening of resistant varieties and antagonistic *Fusarium oxysporum* for biocontrol of Fusarium wilt of chilli. *J. Plant Pathol. Microbiology*, 3 (5): 1-6.
- Katsube, K. ve Akasaka, Y. 1997. Control of *Fusarium* wilt of spinach by transplanting seedlings pretreated with non-pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Japanese Journal of Phytopathology*, 63: 389-394.
- Katsube, K., Akasaka, Y. ve Nakatani, F. 1994. Biocontrol of Fusarium wilt of spinach by using nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. 2. Investigation of inoculation methods. *Annals of Reporter Plant Protection North Japan*, 445: 72-75.
- Kaur, R., Kaur, J. ve Singh, R.S. 2010. Nonpathogenic *Fusarium* as a biological control agent. *Plant Pathology*, 9 (3): 79-91.
- Kaur, R., KauR, J., Singh, R.S. ve Alabouvette, C. 2007. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* by non-pathogenic *Fusarium* and fluorescent *Pseudomonas*. *Internartional Journal of Botany*, 3 (1): 114-117.
- Landa, B.B., Navas-Cortes, J.A., Hervas, A. ve Jimenez-Diaz, R.M. 2001. Influence of temperature and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on suppression of Fusarium wilt of chickpea by rhizosphere bacteria. *Phytopathology*, 91: 807-816.
- Landa, B.B., Navas-Cortes, J.A. ve Jimenez-Diaz, R.M. 2004. Integrated management of Fusarium wilt of chickpea with sowing date, host resistance, and biological control. *Phytopathology*, 94: 946-960.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L. ve Martin, F.N. 1993. Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. *Phytopathology*, 83: 1105-1116.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L. ve Martin, F.N. 1996. Suppression of fusarium wilt of watermelon by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a disease suppressive soil. *Phytopathology*, 86: 812-819.
- Larkin, R.P. ve Fravel, D.R. 1998. Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organism for control of Fusarium wilt of tomato. *Plant Disease*, 82: 1022-1028.
- Leisso, R., Miller, Z., Jacobsen, B. ve Burrows, M. 2011. Pathogenicity of *Fusarium* spp. to chickpea seed and seedlings (*Cicer arietinum* L.). *Canadian Journal of Plant Pathology*, 33(3): 400-409.
- Lemanceau, P. ve Alabouvette, C. 1991. Biological control of fusarium diseases by fluorescent *Pseudomonas* and non-pathogenic *Fusarium*. *Crop Protection*, 10: 279-286.
- Magie, R.O. 1980. Fusarium disease of gladioli controlled by inoculation of corms with non-pathogenic Fusaria. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 93: 172-175.

- Mahmoudi, H., Labidi, N., Ksouri, R., Gharsalli, M. ve Abdelly, C. 2007. Differential tolerance to iron deficiency of chickpea varieties and Fe resupply effects. *C.R. Biologies* 330: 237-246.
- Mandeel, Q. ve Baker, R. 1991. Mechanisms involved in biological control of Fusarium wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*, 81: 462-469.
- Martin, A. 2004. Yerli Nohut Çeşitlerinin *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* Irklarına Karşı Reaksiyonları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 42 s.
- Minuto, A., Migheli, Q. ve Garibaldi, A. 1995. Evaluation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control of Fusarium wilt of cyclamen. *Crop Protection*, 14: 221-226.
- Minuto, A., Minuto, G., Migheli, Q., Mocioni, M. ve Gullino, M.L. 1997a. Effect of antagonistic *Fusarium* spp. and of different commercial biofungicide formulations on Fusarium wilt of basil (*Ocimum basilicum* L.) *Crop Protection*, 16: 765-769.
- Minuto, A., Migheli, Q. ve Garibaldi, A. 1997b. Evaluation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control of fusarium wilt of cyclamen. *Crop Protection*, 14: 221-226.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N. ve Viljoen, A. 2006. The potential of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other biological control organisms for suppressing Fusarium wilt of banana. *Plant Pathology*, 55: 217-223.
- Nelson, P.E., Toussoun T.A. ve Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium* Species. An Illustrated Manual for Identification. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University Press, 193 pp.
- Nene, Y.L., Sheila, V.K. ve Sharma, S.B. 1996. *A World List of Chickpea and Pigeonpea Pathogens*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru 502 324, India, 27 s.
- Ogawa, K. ve Komada, H. 1984. Biological control of Fusarium wilt of sweet potato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Japanese Journal of Phytopathology*, 50: 1-9.
- Ogawa, K. ve Komada, H. 1985. Biological control of Fusarium wilt of sweet potato with cross-protection by prior inoculation with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 19 (1) :20-25.
- Patil, U., Sriram, S. ve Savitha, M.J. 2011. Evaluation of non-pathogenic *Fusarium* for antagonistic activity against *Fusarium* wilt of tomatos. *Journal of Biological Control*, 25 (2): 118-123.
- Paulitz, T.C., Park, C. S. ve Baker, R. 1987. Biological control of Fusarium wilt of cucumber with non-pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum*. *Canadian Journal of Microbiology*, 33 (5): 349-353.
- Peters, R.D. ve Grau, C.R. 2002. Inoculation with nonpathogenic *Fusarium solani* increases severity of pea root rot caused by *Aphanomyces euteiches*. *Plant Disease*, 86: 411-414.
- Postma, J. ve Rattink, H. 1992. Biological control of Fusarium wilt of carnation with a nonpathogenic isolate of *Fusarium oxysporum*. *Canadian Journal of Botany*, 70: 1199-1205.
- Raghunandan, B.L., Naik, L.K ve Shivaprakash, M.K. 2014. Studies on non-pathogenic *Fusarium* Spp. for their biocontrol activity against Fusarium wilt pathogen of watermelon under in vitro. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 48 (1): 16-23.
- Rouxel, F., Alabouvette, C. ve Louvet, J. 1979. Recherches sur la resistance des sols aux maladies. IV – Mise en evidence du role des *Fusarium* autochtones dans la resistance dun sol ala Fusariose vasculaire du Melon. *Annales de Phytopathologie*, 11: 199-207.
- Schneider, R.W. 1984. Effects of nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum* on celery root infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* and a novel use of the line weaver-burk double reciprocal plt technique. *Phytopathology*, 74: 646-653.
- Shishido, M., Miwa, C., Usami, T., Amemiya, Y. ve Johnson, K. B. 2005. Biological control efficiency of Fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo-B2 in different environments. *Phytopathology*, 95 (9): 1072-1080.
- Singh, K.B. ve Reddy, M.V. 1996. Improving chickpea yield by incorporating resistance to Ascochyta blight. *Theoretical Applied Genetics*, 92: 509-515.

- Singh, R.S., Kaur, J., Kaur, R. ve Alabouvette, C. 2002a. Effect of amendment with farm yard manure on biocontrol potentiality of non-pathogenic *Fusarium* against chickpea wilt. *Plant Disease*, 17: 207-207.
- Singh, R.S., Kaur, J., Kaur, R. ve Alabouvette, C. 2002b. The Role of nonpathogenic *Fusarium* in biocontrol of *Fusarium* wilts. University of Mysore, Mysore, 150-151.
- Tamietti, G. ve Alabouvette, C. 1986. Resistance de sols aux maladies: XIII-Role des *Fusarium oxysporum* non pathogenes dans les mecanismes de resistance dun sol de noirmoutier aux fuseieses vascularies. *Agronomie*, 6: 541-548.
- Tamietti, G. ve Pramotton, R. 1990. La receprivite des sols aux fusarioses vasculaires: Rapports entre resistance et microllore aotuchtone avec reference particuliere aux *Fusarium* non pathogens. *Agronomie*, 10: 69-76.
- Tezuka, N. ve Makino, T. 1991. Biological control of *Fusarium* wilt of strawberry by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolated from strawberry. *Annals of Phytopathology Society of Japan*, 57: 506–511.
- Thongkamngam, T. ve Jaenaksorn, T. 2017. *Fusarium oxysporum* (F221-B) as biocontrol agent against plant pathogenic fungi *in vitro* and in hydroponics. *Plant Protect. Science*, 53 (2): 85-95.
- Trapero-Casas, A. ve Jimenez-Diaz, R.M. 1985. Fungal wilt and root rot disease of chickpea in Southern Spain. *Phytopathology*, 75: 1146-1151.
- Yiğit, F. 2001. Common Names of some plant diseases and their causal agents. Selçuk üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya.
- Yiğit, F., Arıkan, K. ve Balaban, Y.Y. 2007. Patojen olmayan *Fusarium* türleri ile domateste *Fusarium* kök çürüklüğü hastalığının biyolojik kontrolü üzerinde bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (42): 59-63.

Allelopathic Effect of Jimson Weed (*Datura stramonium* L.) on Germination of Redrooted Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), Lamb's Quarters (*Chenopodium album* L.) and Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Seeds^a

Mustafa YORULMAZ¹, Reyvan YERGİN ÖZKAN*²

¹Van Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Science, Van/ TURKEY

²Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Dept, Van/ TURKEY

*Corresponding Author: reyvanyergin@yyu.edu.tr

Received: 29.03.2020 Revised in Received: 26.04.2020 Accepted: 05.05.2020

Abstract

In this study the effect of jimson weed (*Datura stramonium* L.), which has known with its allelopathic effects, on germination of two weeds, redrooted pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and lamb's quarters (*Chenopodium album* L.), which cause significant crop losses in crops, with a crop, sugar beet (*Beta vulgaris* L.). The study was conducted in Plant Protection department of Van Yuzuncu Yil University in 2019. Aqueous extracts of *D. stramonium* leaves that are collected on flowering stage were applied at rates of 5, 15, 30, 40, 50 and 60%. Germination of sugar beet inhibited 89% by 5 % aqueous extract and redrooted pigweed 55%. There was not observed any germination in all remaining concentration values, and 100% germination inhibition occurred. Although the effect was high against sugar beet, it's considered that the results obtained with new studies by different crop will contribute to the weed control, the use and development of biopreparats that are more sensitive to human health and the environment.

Keywords: Allelopathy, *Datura* spp., germination, management, weed

Kırmızı Köklü Horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.), Sirken (*Chenopodium album* L.) ve Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Şeytan Elması (*Datura stramonium* L.)'nin Allelopatik Etkisi

Öz

Bu çalışmada allelokimyasal etkiye sahip olduğu bilinen şeytan elması (*Datura stramonium* L.)'nin kültür alanlarında önemli verim kayıplarına yol açan kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.), sirken (*Chenopodium album* L.) yabancı otları ile şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) kültür bitkisinin çimlenmesi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nde 2019 yılında yürütülmüştür. *Datura stramonium* L.'un çiçeklenme döneminde toplanan yapraklarının su ekstraktı %5, 15, 30, 40, 50 ve 60 konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Denemede su ekstraktının %5'lik konsantrasyonunda şeker pancarında %89, kırmızı köklü horozibiği bitkisinde ise %55 oranında çimlenme inhibisyonu gözlenmiştir. Geri kalan bütün konsantrasyon değerlerinde çimlenme gözlenmemiş olup %100 çimlenme inhibisyonu gerçekleşmiştir. Şeker pancarına karşı yüksek inhibisyon gözlenmesine rağmen farklı kültür bitkilerinde yapılacak yeni çalışmalar ile birlikte elde edilen sonuçların özellikle yabancı otlarla entegre mücadeleye, insan sağlığı ve çevreye daha duyarlı olan biyopreparatların kullanılmasına, geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Allelopati, *Datura* spp., çimlenme, mücadele, yabancı ot

Introduction

Jimson weed (*Datura stramonium* L.) is a single or perennial herb that can be scaled 1-1.5 m, belonging to the Solanaceae family. *Datura* spp. is quite common in the flora of our country (Ceylan and Kaya, 1997). Since it is not very selective in terms of soil requirements, it grows as weeds on roadsides, abandoned areas and fields (Tepe, 2014).

Datura stramonium L. contains high levels of atropine, hyoscyamine and scopolamine. The alkaloid ratio in the plant varies according to the development period and organs of the plant. While the highest alkaloid rate in the leaf is in the beginning and in full flowering phases, this rate becomes the highest again in the development phase in the stem and root, and the alkaloid rates in these two organs decrease as the vegetation progresses. The total alkaloid amount in the leaves has been reported as 0.20-0.45% (Kirimer et al., 1991). Generally, the scopolamine ratio in the young period of the plant is higher than the rate of hyoscyamine. However, the rate of scopolamine decreases rapidly, and the rate of hyoscyamine increases until the full flowering period. In general, the ratio of hyoscyamine to scopolamine in this period is 1/2. The active substances of *Datura* species, atropine and scopolamine, are provided by import. Jimson weed has an important place in the pharmaceutical industry due to its active ingredients and is in the first place in terms of participating in drug production (Esendal et al., 2000).

All parts of the *Datura stramonium* L., including seeds, show allelopathic effects on many plants (Narwal and Tauro, 1994), preventing the germination and root growth (Zheng et al., 2007; You and Wang, 2011; Mishra, 2015), contain important secondary metabolites such as atropine and meteloidine (Aplin, 1976) as primarily being the scopolamine and hyocyanine. Ahmad et al. (2014) stated that the environmental effects of the plant were very dangerous due to this allelopathic potential that the jimson weed possessed, as well as it can cause great losses in many economically important cultivated plants. It has been stated that the case of 'Spinach Poisoning', that had happened in our country in recent days and mentioned in the press, has actually occurred as a result of mixing the jimson weed into the product (Anonymous, 2019).

In this study, it was aimed at determining the allelopathic effect of germination of cultivated plant of the jimson weed (*Datura stramonium* L.), which leads to significant yield losses in agricultural areas of the *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. weeds and *Beta vulgaris* L. It was also aimed that the results would be a step of the integrated weed control systems, to discover new bioherbicides and to contribute to the related literature.

Material and Method

Material

The main material of the study carried out between the years of 2018-2019 is the jimson weed (*Datura stramonium* L.). In determining the effect of this allelopathic plant on germination, the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) from the cultivated plants, redrooted pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and lamb's quarters (*Chenopodium album* L.) seeds which cause significant losses from weeds were used (Tepe, 2014; Tozlu and Zengin, 1997). Weed seeds were obtained from Tusba district of Van in July and August 2018, and the sugar beet seeds were obtained from Agro-tek seed growing firm. The leaves of the jimson weed, which is the main material of the study, were collected from Van, İzmir, Samsun, Manisa and Bursa provinces, where the population of the plant was intense in July and August 2019.

Method

Preparation of extracts

The leaves of the collected jimson weed plant were washed with distilled water, dried in the shade and then stored in paper pouches (Oueslati, 2003). Later on, the dried leaves of the plant were ground into the mill and cut into small pieces, passing through 0.5 mm sieves, the powdered and kept at room temperature.

During the preparation of extracts, 300 grams of the ground material was taken, mixed with 500 ml of distilled water then kept at room temperature at 200 rpm for 24 hours in an "orbital" shaker. The resulting mixture was passed through 4-layer sterile cheesecloth and centrifuged at 3500 rpm for 5 minutes. The mixture was passed through the filter paper then was used by passing through 0.45 µl filters using a sterile syringe (Ashrafi et al., 2008; Abbasi, 2012; Al-Malki, 2014).

Germination experiment

In the applications, 9 cm diameter glass Petri dishes with double layer of dry paper placed at the bottom were used. The trials were carried out by using 5 replicates and in each replication (in Petri dishes) 50 seeds from weeds and 30 seeds from sugar beet were used according to the random parcel trial pattern. The weed seeds, whose dormancies are broken, were first left in 1% sodium hypochlorite for 5 minutes, washed five times with pure water then used (Aydın and Tursun, 2010; Efil, 2012). The obtained aqueous extract was used at concentrations of 5, 15, 30, 40, 50, 60 %. For each petri dish, 5 ml of the prepared extracts were added and pure water was applied to the control Petri dishes at the same rate. The Petri dishes, which were then closed with parafilm, were left in incubators at 25°C for *Beta vulgaris* L. and at 30°C for *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. with optimum germination temperatures for 14 days, (Üremiş and Uygur, 1999; Gönen, 1999). Counts were made at the end of 14 days for all applications, and the seeds forming 0.5 cm germ tube were considered as germinated (Efil, 2012). The inhibition rate of applications on seeds was calculated using the equation below (Ellnain - Wojtaszek et al., 2003).

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{C-T}{C} \times 100$$

(Equality. 1)

T: the value obtained from the application

C: the value obtained from the control

Statistical analysis

Duncan multiple comparison test was applied in SPSS package program to compare averages (Anonymous, 2009).

Results and Discussion

The difference between the applications of aqueous extracts obtained from the leaves of jimson weed (*Datura stramonium* L.) plant was found statistically significant ($P < 0.05$). The 5% application of aqueous extract has a lower effect than the other applications. The remaining concentrations of 15, 30, 40, 50, 60% were found to be extremely effective, and there was not found any statistical difference between the effects of these concentrations. The inhibition rates of concentrations on the seeds as a result of applications were estimated according to Equality 1. The 5% dose among the concentrations has been less effective than other doses. Accordingly, the inhibition rate for *Beta vulgaris* L, *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. was found to be as 89, 55 and 100%, respectively. In all other doses administered, the 100% inhibition was obtained (Table 1). It has been observed that *C. album* seeds are very sensitive even to the lowest concentration of aqueous extracts.

Table 1. Results of different concentrations applied to test plants.

Concentrations (%)	<i>Beta vulgaris</i> *	<i>Amaranthus retroflexus</i> *	<i>Chenopodium album</i> *
	$\bar{x} \pm SE^{**}$ (Inhibition rate)	$\bar{x} \pm SE^{**}$ (Inhibition rate)	$\bar{x} \pm SE^{**}$ (Inhibition rate)
5	2.40±0.24 ^a %89	16.8±0.58 ^a %55	0.00±0.00 ^a %100
15	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^a %100
30	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^a %100
40	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^a %100
50	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^a %100
60	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^b %100	0.00±0.00 ^a %100
Control	22.00±1.14 ^c	38.00±1.58 ^c	36.20±2.17 ^b

*: The difference between the means indicated by different letters in the same column is important. ($p < 0.05$)

** : \bar{x} : Mean SE: Standard Error

As a result of these studies, it was seen that the utilized concentrations of jimson weed were extremely effective. In a similar study, the allelopathic effect of *Datura stramonium* L. on

the seed germination of *Triticum aestivum* L. was studied and treated with concentrations of 1:10, 1:20, 1:30, 1:40. As a result of the treatments, it was stated that *Datura*

stramonium L.'s concentration of 1:10 had an allelopathic effect on *T. aestivum*. In parallel, it was stated that it increased in the effectiveness due to the increase in concentration (Ahmad et al., 2014). Mishra (2015) used concentrations of 2.5, 5, 10, 15 and 20% in the study of investigating the inhibitory potential of aqueous extracts from *Datura stramonium* L leaves on seed germination of *Parthenium hysterophorus*. While the most effective result was obtained at 20% in the doses applied to the *D. stramonium* plant, it was stated that the other doses were effective from high dose to low dose, respectively.

Similarly, Javaid et al. (2008) reported that *D. metel*'s root methanol extract reduced seed germination by 31-50% in their study to determine the herbicide activity against the *Phalaris minor*. In another study conducted to determine the allelopathic effect of *D. stramonium* on the seed germination from extracts, 1, 2, 3, 4 and 5% concentrations were used against *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum*, *Zea mays* and *Triticum vulgare*. It was determined that 5% concentration dose had been the most effective from the applied doses and *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum*, *Zea mays* and *Triticum vulgare* germinates at the rate of 65.3, 83.8, 74.5, 54.3% were obtained, respectively (Dafaallah et al., 2017).

Elisante et al. (2013) used the extracts of *D.stramonium* obtained from its seed and leaf extracts against *Cenchrus ciliaris* and *Neonotonia wightii* plants. It was determined that it had an inhibitory effect on the plants tested. This effect was observed to increase as the concentration increased from 0% to 5% in both extract types. In the study in which the effect against *Phaseolus vulgaris*, *Vigna sinensis*, *Cajanus cajan* and *Medicago sativa* was investigated, the concentrations of 1, 2, 3, 4 and 5% of the aqueous extract were used. It was concluded that the 5% concentration had been the most effective dose compared to the control and that the results also had a direct relationship between the concentration and decrease in germination (Dafaallah et al., 2019).

Conclusion

No matter how important the jimson weed (*Datura stramonium* L.) has important alkaloids, it was found that it had caused a quite high inhibition aqueous extract even at low concentration of aqueous extract. When this situation is taken into consideration, it is

thought that *D. stramonium* plant will have an important place in the integrated weed control with its ability to prevent damage caused by pesticide use and to support modern agriculture and environmentally friendly practices. However, in order to reach definite judgments, it has been concluded that studies on the subject should be increased and similar studies should be continued in greenhouse or field conditions.

Acknowledgements

^aThis study is a part of the MSc thesis titled as the "Allelopathic effect of jimson weed (*Datura stramonium* L.) on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), lamb's quarters (*Chenopodium album* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.)" conducted with the Institute of Science of Van Yuzuncu Yil University and funded by the Main Scientific Research Projects Department (Project code: FYL-2019-8145) of the Van Yuzuncu Yil University.

References

- Abbasi, S. 2012. Antifungal activity of *Centaurea* species. *Scholars Research Library Annals of Biological Research*. 3 (7): 3258-3262.
- Ahmad, W., Alia, A. and Khan, F. 2014. Allelopathic effects of *Datura stramonium* on seed germination and seedling vigour of *Triticum aestivum* (variety GW 273). Department of Botany Rajeev Gandhi College Bhopal (M.P).
- Al-Malki, A.A.T. 2014. Effect aqueous extract of *Xanthium strumarium* L. and *Trichoderma viride* against *Rhizctonia solani*. *International Journal of Botany and Research*, 4 (6): 16.
- Anonymous, 2009. SPSS 17 for Windows, User's Guide. SPSS Inc. Chicago, IL.
- Anonymous, 2019. Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Istanbul Directorate Of Provincial Agriculture And Forestry, <https://istanbul.tarimorman.gov.tr/Duyuru/173/Ispanaktan-Kaynaklandigi-Iddia-Edilen-Zehirlenme-Vakalari-Hakkinda-Basin-Aciklamasi>. (Date of access: 01.02.2020).
- Aplin, T.E.H. 1976. Poisonous garden plants and other plants harmful to man in Australia. Department of Primary Industries and Regional Development.

- Ashrafi, Z.Y., Sadeghi, S. and Mashhadi, H.R. 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and growth of barley (*Hordeum spontaneum*). *Journal of Agricultural Technology*. 4: 219-229.
- Aydın, O. and Tursun, N. 2010. Determination of allelopathic effects of some plant originated essential oils on germination and emergence of some weed seeds. *KSU J. Nat. Sci.*, 13 (1): 11-17.
- Ceylan, A. and Kaya, N. 1997. Türkiye’de *Datura* ve *Atropa* türlerinin potansiyeli ve geleceği. V. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiri Kitabı, Ankara.
- Dafaallah, A.B., Hussein, Y.H. and Mustafa, W.N. 2017. Allelopathic effects of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) seed on seed germination and seedling growth of some poaceous crops. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences (SJAVS)*: 18 (2).
- Dafaallah, A.B., Mustafa, W.N. and Hussein, Y.H. 2019. Allelopathic effects of jimsonweed (*Datura stramonium* L.) seed on seed germination and seedling growth of some leguminous crops. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 3 (2), 321-331.
- Efil, F. 2012. Determination of Bio-Herbicidal Potentials of Sweet Marjoram (*Origanum majorana* L.) and Thyme (*Origanum syriacum* L.) Essential Oils and Hydrosols Against Weeds. Mustafa Kemal University, Institute of Natural and Applied Science, Master Thesis (Unpublished).
- Elisante, E., Tarimo, T.M. and Ndakidemi, A.P. 2013. *Datura stramonium* effect *Cenchrus ciliaris* and *Neonotonia wightii*, *American Journal of Plant Sciences* 4, 2332-2339.
- Ellnain-Wojtaszek, M., Kruczynski, Z. and Kasprzak, J. 2003. Investigation of the free radical scavenging activity of *Ginkgo biloba* L. leaves. *Fitoterapia*, 74: 1-6.
- Esendal, E., Kevseroğlu, K., Aytaç, S. and Özyazıcı, G. 2000. Effects of different levels of nitrogen on some characters of *Datura* collected from Samsun Environs. *Turk Journal Agricultural Forestry*, 24 (3), 9-333.
- Gönen, O. 1999. Determination of Germination Biology and Morphologic Characteristic to use Practical Identification with Computer of Summer Growing Weed Species in Çukurova Region of Turkey. Doctoral thesis (Unpublished).
- Javid, A., Shafique, S. and Shafique, S. 2008. Herbicidal activity of *Datura metel* L. against phalaris minor retz. *Pakistan Journal Weed Science Research*, 14 (3-4): 209-220.
- Kırimer, N., Altinel, B., Bozan, M., Koşar, M., Tuncel, A., Özmen, H. and Başer, C. 1991. Investigation of the effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on leaf yield and alkaloid amounts of *Datura stramonium* in Eskişehir, IX. Herbal Pharmaceutical Raw Materials Meeting, 177-187, Eskişehir/TURKEY
- Mishra, A. 2015. Allelopathy: Natural and an environment-friendly unique tool for weed control. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences (IJAREAS)*, 4: 26-31.
- Narwal, S.S. and Tauro, P. 1994. Allelopathic problems in Indian agriculture and prospects of research. *Allelopathy in Agriculture and Forestry. Scientific Publishers, Jodhpur*, 91 (5):37-57.
- Oueslati, O. 2003. Allelopathy in two Durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 96: 161-163.
- Tepe, I. 2014. *Weed Management*. Sidas Media, (031).
- Tozlu, E. and Zengin, H. 1997. Densities, prevalence and community formation conditions of weeds found in sugar beet fields in Erzurum region. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*. 28 (4): 625-636.
- Üremiş, İ. and Uygur, F.N. 1999. Minimum, optimum and maximum germination temperatures of some important weed species in the Çukurova Region of Turkey. *Turkish Journal of Weed Science* 2: 1-12.
- You, L.X. and Wang, S.J. 2011. Chemical composition and allelopathic potential of the essential oil from *Datura stramonium* L. *In Advanced Materials Research*. 233: 2472-2475.
- Zheng, X.F., Li, C.X., Lu, H. and Ren, C.H. 2007. Influence of alkaloid extracts from *Datura stramonium* L. on germination of several plant seeds. *Seed*. 4: 1-4.

Yemeklik Sakız Fasulyesinde Bitkide Tane Verimi Yönünden Genotip x Çevre İnteraksiyonunun Farklı Yöntemler ile İncelenmesi

Mevlüt AKÇURA^{1*}, Ahmet TURAN²

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

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: makcura@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.05.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.06.2020 Kabul Tarihi: 02.06.2020

Öz

Bu araştırma altı farklı çevrede yetiştirilen sebze tipi sakız fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*) genotiplerinin bitki tane verimi yönünden stabilitelelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada 12 adet genotip kullanılmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Genotiplerin bitki tane verimi yönünden stabilitelelerini belirlemek amacıyla $S^{(1)}$, $S^{(2)}$, $S^{(3)}$, $S^{(6)}$, $NP^{(1)}$, $NP^{(2)}$, $NP^{(3)}$, $NP^{(4)}$, W_i^2 , σ^2_i , s^2d_i , b_i , CV_i , $\theta_{(i)}$, θ_i , KR parametreleri kullanılmıştır. Ayrıca, kullanılan yöntemler arasındaki ilişkileri görsel olarak değerlendirmek için heatmap ve biplot oluşturulmuştur. Sonuç olarak Samen çeşidi ile SF10 ve SF2 genotiplerinin kullanılan yöntemlerinin çoğunluğuna göre en stabil olduğu, yöntemlerin aralarındaki ilişkiye göre de dört grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Birinci grubu bitki tane verimi ile b_i ve CV_i oluşturmuştur. Bu grup ile olumlu ve önemli ilişkiye sahip olan ikinci grupta ise s^2d_i , σ^2_i , θ_i ve W_i^2 yöntemleri yer almıştır. Tane verimi ile olumsuz ve önemli ilişkiye sahip olan ve tamamı parametrik olmayan yöntemlerden oluşan dördüncü grubu ise $S^{(6)}$, $NP^{(2)}$, $NP^{(3)}$, $NP^{(4)}$ ve KR yöntemleri oluşturmuştur. Sebze tipi sakız fasulyesinde bitki tane verimi yönünden stabil genotipleri belirlemek için çok sayıda yöntem kullanmak yerine her yöntem grubundan bir adet parametrenin kullanılması yeterli olacaktır. Öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Cyamopsis tetragonoloba*, sebze tipi sakız fasulyesi, bitkide tane verimi, stabilite

Investigation of Genotype x Environment Interaction with Different Methods in Grain Yield of Edible Cluster Bean

Abstract

This research was carried out to determine the stability of vegetable type cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) genotypes grown in different six environments in terms of plant grain yield. 12 genotypes were used in the study. Experiments were conducted randomized completed blocks design with replications. Among stability parameters such as $S^{(1)}$, $S^{(2)}$, $S^{(3)}$, $S^{(6)}$, $NP^{(1)}$, $NP^{(2)}$, $NP^{(3)}$, $NP^{(4)}$, W_i^2 , σ^2_i , s^2d_i , b_i , CV_i , $\theta_{(i)}$, θ_i and KR were used to determine the stability of genotypes in terms of plant seed yield. Besides, heatmap and biplots were created to evaluate the relationships between the methods used visually. As a result, it was determined that Samen variety and SF10 and SF2 genotypes were the most stable according to the majority of the methods used, and the methods formed four groups according to the relationship between them. The first group formed b_i , CV_i and plant seed yield. The second group, which has a positive and important relationship with the first group, includes the s^2d_i , σ^2_i , θ_i and W_i^2 parameters. Five non-parametric ($S^{(6)}$, $NP^{(2)}$, $NP^{(3)}$, $NP^{(4)}$, and KR) methods consisted of the fourth group, which has a negative and important relationship with grain yield. . Instead of using a large number of methods to determine stable genotypes in terms of plant grain yield in vegetable type cluster bean, it will be sufficient to use one parameter from each method group.

Key words: *Cyamopsis tetragonoloba*, edible cluster bean, stability, plant seed yield.

Giriş

Bitki ıslahının en önemli aşamalarından birisi başta tane verimi olmak üzere pek çok kantitatif özellik yönünden geliştirilen genotiplerin farklı çevrelere adaptasyonlarının belirlenmesidir (Sozen ve Karadavut, 2019). Bu amaçla ıslahçılar çoğu zaman farklı çevrelerde, bazı durumlarda ise tek çevrede sulama ve gübreleme ile oluşturdukları farklı ortamlarda denemeler yürütmektedirler. Farklı çevrelerde kurulan denemelerde ortaya çıkan genotip çevre interaksiyonu (GÇİ) nun istatistik analizi için tek değişkenli (parametrik veya parametrik olmayan) ve çok değişkenli farklı stabilite analiz yöntemleri geliştirilmiştir (Flores ve ark., 1998; Sozen ve Karadavut, 2018). Tek değişkenli stabilite analizlerinde GÇİ'yi yorumlamak için iki ana istatistiksel grup vardır. Birinci grup parametrik yöntemlerden oluşur. Parametrik analizler regresyon katsayısı (b_i ; Finlay ve Wilkinson, 1963), regresyondan sapma varyansı (S_d^2 ; Eberhart ve Russell, 1966), Wricke'nin ekovalans kararlılık indeksi (W_i^2 ; Wricke, 1962), Shukla'nın stabilite varyansı (σ_i^2 ; Shukla, 1972), çevresel değişim katsayısı (CV_i ; Francis ve Kannenberg, 1978), ortalama varyans (θ_i ; Plaisted ve Peterson, 1959), GE varyans bileşeni ($\theta_{(i)}$; Plaisted, 1960) ve verim stabilitesi indeksi (YS_i ; Kang, 1988) yöntemlerinden oluşur. Parametrik istatistikler ekonomik öneme sahip kantitatif özelliklerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Akçura ve ark., 2006; Sozen ve ark., 2018). Parametrik istatistiklerin etkin olabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması, varyansın homojen olması GÇİ'nin birleştirilmiş varyans analizinde istatistiksel olarak önemli olması gerekmektedir.

Tek değişkenli kararlılık analizlerinde ikinci grup ise parametrik olmayan yöntemlerdir (Akçura ve Kaya, 2008). Bu gruptaki yöntemlerde parametrik yöntemlerde olduğu gibi GÇİ'nin önemli, varyansların homojen ve verilerin normal dağılıma uygun olması zorunluluğu yoktur (Huhn, 1990). Parametrik olmayan stabilite analizleri, Nassar ve Huhn'un istatistikleri ($S^{(1)}$, $S^{(2)}$; Nassar ve Huhn, 1987), Huhn'in istatistikleri ($S^{(3)}$ ve $S^{(6)}$; Huhn, 1990), Thennarasu'nun istatistikleri ($NP^{(i)}$; Thennarasu, 1995), Kang'ın sıra toplamı (KR; Kang, 1988) ve Fox'un en üst sıra (en üst sıra; Fox ve ark., 1990) yöntemlerinden oluşmaktadır. Sıralı verilerden hesaplanan parametrik olmayan istatistikler, parametrik istatistiklere alternatiftir (Nassar ve Huhn, 1987). Bundan dolayı dayanıklılık ıslahı çalışmaları başta olmak üzere farklı çalışmalarda kolaylıkla kullanılabilir (Hocaoğlu ve ark., 2020). Parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin stabil genotipleri belirlemede incelenen kantitatif özelliğe bağlı

olarak güçlü ve zayıf yönleri vardır. Bu nedenle bitki ıslahçuları çoğu zaman hem parametrik hemde parametrik olmayan stabilite yöntemlerini aynı anda kullanmaktadırlar (Becker ve Leon, 1988; Sozen ve ark., 2017). Stabilite analiz yöntemlerinin kullanılabilirliği araştırmacıların analiz yaptıkları istatistik programlarına erişimine bağlı olarak da değişebilmektedir. Bu çalışmada, Pour-Aboughadreh ve ark., (2019) tarafından R programı tabanlı geliştirilen ve online olarak farklı stabilite istatistiklerini hesaplayan STABILITYSOFT programı kullanılmıştır (<https://manzik.com/stabilitysoft/>).

Sakız fasulyesi [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] [$2n = 14$] uluslararası literatürde guar ve küme fasulyesi (cluster bean) olarak bilinir. Tarımı yapılan bitkiler arasında oldukça farklı sektörlerde (petrol sanayisinden gıda sanayisine kadar) kullanılan sayılı bitkilerdendir. Sakız fasulyesi, temelde tohumunda %30-35 oranında bulunan sakız için yetiştirilen bir bitki—olmasına rağmen sebze amaçlı kullanılan tipleride vardır (Girish ve ark., 2012). Sebze olarak kullanılan tiplerin meyveleri uzun ve taneleri iridir. Araştırmada Türkiye de geliştirilmiş olan sebze tipi sakız fasulyesi genotipleri kullanılmıştır.

Çalışma, farklı çevrelerde yetiştirilen sebze tipi sakız fasulyesi genotiplerinin bitki tane verimi yönünden stabilitelelerini parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanarak değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Çalışmada materyal olarak Türkiye de geliştirilmiş olan 11 sebze tipi sakız fasulyesi hattı (SF1-SF11) ile Pakistan orijinli Samen çeşidi kullanılmıştır. Araştırma 2017 yılında Çanakkale, Balıkesir-Bandırma, Balıkesir-Burhaniye, İzmir-Bayındır lokasyonlarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemelerin ekimleri gerçekleştirilmeden önce her lokasyondan 0-30 cm derinlikte toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Merkez laboratuvarından analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Bandırma ve Bayındır lokasyonun tınlı, Burhaniye'nin kumlu-tınlı, Çanakkale'nin killi-tınlı toprak yapısında olduğu tespit edilmiştir. Deneme alanlarının organik madde içeriği Bandırma lokasyonunda %2.85, Burhaniye'de, %1.00, Bayındır'da, %1.11, Çanakkale'de, ise %1.34'tür. Deneme alanı topraklarının pH'sı ise 7 (Bayındır) ile 8.15 (Çanakkale) arasında değişmiştir. Ekim, Çanakkale ve Bandırma lokasyonunda Mayıs ayının ilk haftasında, Burhaniye ve Bayındır lokasyonunda Nisan ayının son haftasında gerçekleştirilmiştir. Parseller 2 m uzunluğunda, 40 cm sıra arası

mesafede dört sıradan oluşturulmuştur. Ekim el markörü ile açılan sıralara 10 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde ocak usulü (her ocak üç tohum olacak şekilde) ile yapılmıştır. Çıkış gerçekleştiği zaman seyreltme yapılarak her ocaktaki bitki sayısı teke düşürülmüştür. Denemelerde ekimle birlikte 3 kg/da saf azot ve 6 kg/da fosfor taban gübresi olarak verilmiştir. Çanakkale, Bandırma, Burhaniye-1 ve Bayındır lokasyonunda denemeler damla sulama ile 4 kez (her seferde yaklaşık 100 mm su) sulanmış, çıkıştan iki hafta sonra bir kez çapalanmıştır. Burhaniye lokasyonunda 5 gün (buharlaştırmanın tamamı) ve 10 gün sulama aralığında (buharlaştırmanın tamamı) sulama yapılan iki deneme daha kurulmuştur. Bu iki deneme de Burhaniye-2 ve Burhaniye-3 çevresi olarak değerlendirilmiştir. Bu iki deneme ile birlikte araştırma toplam altı çevrede (Çanakkale, Bandırma, Bayındır, Burhaniye-1, Burhaniye-2 ve Burhaniye-3) yürütülmüştür. Yabancı ot mücadelesi ekim öncesinde (Benfluralin aktif maddeli herbisit) ve çıkış sonrasında (bentazone aktif maddeli herbisit) fasulye için ruhsatlandırılmış olan herbisitler kullanılarak yapılmıştır. Her lokasyonda hasat işlemleri el, harman işlemleri ise parsel harman makinası/biçerdöver ile yapılmıştır. Denemelerde her parselden etiketlenerek ayrı ayrı hasat ve harman yapılan 10 adet bitkiden elde edilen tane verimlerinin ortalaması alınarak g bitki⁻¹ belirlenmiştir (Vir ve Singh, 2015). Her lokasyonda genotiplerde incelenen bitkide tane verimi değerlerine öncelikle SAS JMP programında birleştirilmiş varyans analizi

yapılmıştır. Lokasyonlara ait elde edilen ortalamaların daha sonra R tabanlı çalışan online STABILITYSOFT programı ile stabilite analizleri yapılmıştır (Pour-Aboughadreh ve ark., 2019). STABILITYSOFT programı ile 16 adet parametrik ve parametrik olmayan (θ_i =ortalama varyans komponenti; $\theta_{(i)}$ = Genotip çevre varyans komponenti; W_i^2 = ekovalans stabilite indeksi; b_i = regresyon katsayısı; Sd_i^2 = regresyondan sapma kareler ortalaması; σ_i^2 = stabilite varyansı; CV_i = çevresel değişim katsayısı; $S^{(1)}$ ve $S^{(2)}$ =Nassar ve Huhn'in parametrik olmayan istatistikleri; $S^{(3)}$ and $S^{(6)}$ = Huhn'in parametrik olmayan istatistikleri; $NP^{(1-4)}$ = Thennarasu'nun parametrik olmayan istatistikleri; KR = Kang'ın sıra toplamı) stabilite parametresi belirlenmiştir. Stabilite parametreleri arasındaki ilişkiler ise korelasyon analizi (Pour-Aboughadreh ve ark., 2019) ve biplot analizi (Yan, 2014) ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bitki tane verimine ait birleşik varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge de görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarından çevre, genotip ve genotip x çevre interaksyonu $P<0.001$ ihtimal düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde en yüksek açıklama oranına çevre (%59.2) sahip olurken, ikinci en yüksek açıklama oranına %27.9 ile genotip, en düşük açıklama oranına ise %12.6 ile genotip x çevre interaksyonu sahip olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bitki tane verimine ait birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F	Varyans (%)
Çevre (Ç)	5	469.43	509.6	<.0001	59.2
Blok(Ç)	12	0.86	0.9	0.51	
Genotip (G)	11	100.39	109.0	<.0001	27.9
Ç*G	55	9.13	9.9	<.0001	12.6
Hata	132	0.92			

*Belirtme katsayısı (R^2)=0.97, Değişim katsayısı (%CV)=9.16, Genel Ortalama=10.47 g

Genotiplerin çevreler üzerinden bitkide tane verimi ortalamaları, duncan ortalama grupları ile stabilite parametreleri Çizelge 2'de, sıra değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Genotiplerin bitkide tane verim değerleri- 7.55 g ile 15.44 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitkide tane verimi SF10 genotipinde 15.44 g (a grubu) belirlenmişken, bu genotipi 13.60 g (b grubu) ile SF11, 11.41 g (c grubu) ile SF4 takip etmiştir. En düşük bitkide tane verimine ise SF1 genotipinde 7.55 g (g grubu) olarak belirlenmiştir. İkinci sıradaki en düşük bitki

tane verimi ise 8.06 g (fg grubu) ile SF6 ve SF7 genotiplerinde belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen bitki tane verimleri Ashwini ve ark., (2019) tarafından sebze tipi sakız fasulyesi genotiplerinde belirlenen 6.83 g – 16.67 g değerleri ile benzerlik göstermiştir.

Farklı çevrelerde değişik bitkiler ile yürütülen denemelerde incelenen kantitatif özelliğin yüksek olması isteniyor ise, hem parametrik hem de parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin (b_i ve R_i^2 gibi 1.0'a göre kontrol

edilen katsayı niteliğindeki terimler hariç çoğunluğunda düşük değerlere sahip olan genotipler stabil olmaktadır (Becker ve Leon, 1988; Akçura ve Kaya, 2008; Akçura ve ark., 2006; Zaluski ve ark., 2020). Ancak, stabilite parametrelerinde düşük değerlere sahip olan genotiplerin incelenen özellik yada özellikler yönünden genel ortalamadan daha yüksek değerlere sahip olması gerekir (Akçura ve ark., 2006).

Parametrik stabilite analizlerinden W_i^2 ve σ_i^2 ye göre ortalamadan yüksek tane verimine sahip olan SF2 genotipi en stabil genotiptir (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Samen çeşidi ile SF4 ve SF2 genotipi ise

s^2d_i ve CV_i parametreleri yönünden stabil olmuşlardır. Regresyon katsayısı (b_i) parametrik stabilite analiz yöntemleri arasında en yaygın kullanılanıdır. Regresyon katsayısının istatistik değerlendirilmesi 1.0'a göre t testi kullanılarak karşılaştırma yapılır. Buna göre SF6, SF8, SF9 SF10 ve SF11 genotiplerinin regresyon katsayısı istatistiksel olarak 1.0'dan farklıdır. Regresyon katsayısına göre istatistiksel olarak 1.0'dan farklı olmayan katsayı değeri ile bitki tane verimi genel ortalamadan yüksek olan Samen çeşidi SF2 ve SF4 genotipleri stabildir. $\theta_{(i)}$ ye göre Samen ve SF2, θ_i ye göre ise SF11 ve SF10 genotipleri stabildir.

Çizelge 2. Yemelik sakız fasulyesi genotiplerinin bitki tane verimine ait stabilite parametreleri

Yöntemler	Genotipler											
	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	Samen
Y(g)	7.55g	11.05c	10.08de	11.41c	9.84e	8.06fg	8.06fg	8.47f	10.75cd	15.44a	13.60b	11.41c
$S^{(1)}$	1.73	1.20	1.93	2.20	0.87	1.67	0.93	4.13	3.20	0.33	4.60	1.60
$S^{(2)}$	2.27	1.07	2.57	3.37	0.70	1.90	0.67	12.27	7.07	0.17	18.30	1.87
$S^{(3)}$	4.86	0.64	1.79	2.06	0.64	3.80	1.25	14.15	4.24	0.07	10.76	1.12
$S^{(6)}$	3.43	0.56	1.02	1.10	0.73	2.80	1.50	3.85	1.68	0.14	2.59	0.72
NP ⁽¹⁾	1.17	1.17	1.83	2.83	2.00	4.50	1.50	4.50	3.50	3.17	5.17	2.67
NP ⁽²⁾	2.33	0.13	0.17	0.43	0.23	1.60	1.53	1.00	0.27	0.74	0.39	0.16
NP ⁽³⁾	0.76	0.16	0.27	0.42	0.41	1.82	0.66	1.09	0.45	0.36	0.61	0.35
NP ⁽⁴⁾	0.74	0.14	0.27	0.27	0.16	0.67	0.35	0.95	0.38	0.03	0.54	0.19
W_i^2	0.75	0.72	2.61	9.19	2.64	13.47	2.50	21.33	10.54	24.63	76.81	2.10
σ_i^2	-0.12	-0.13	0.32	1.90	0.33	2.93	0.29	4.81	2.23	5.61	18.13	0.20
s^2d_i	0.10	0.10	0.07	0.40	0.11	0.26	0.07	0.04	0.07	0.99	2.31	0.04
b_i	0.97	0.97	0.82	1.31	0.83	0.58	0.83	0.43	0.61	1.52	1.96	1.17
CV_i	46.66	31.97	29.53	42.09	30.77	26.90	37.17	18.62	20.57	36.39	53.81	36.99
$\theta_{(i)}$	3.33	3.33	3.29	3.15	3.29	3.05	3.29	2.88	3.12	2.81	1.67	3.30
θ_i	1.75	1.75	1.96	2.68	1.96	3.14	1.95	4.00	2.82	4.36	10.05	1.90
KR	14.00	6.00	12.00	11.00	14.00	20.00	14.00	19.00	14.00	12.00	14.00	6.00

θ_i =ortalama varyans komponenti; $\theta_{(i)}$ = Genotip çevre varyans komponenti; W_i^2 = ekovalans stabilite indeksi; b_i = regresyon katsayısı; Sd_i^2 = regresyondan sapma kareler ortalaması; σ_i^2 = stabilite varyansı; CV_i = çevresel değişim katsayısı; $S^{(1)}$ ve $S^{(2)}$ =Nassar ve Huhn'in parametrik olmayan istatistikleri; $S^{(3)}$ and $S^{(6)}$ = Huhn'in parametrik olmayan istatistikleri; NP⁽¹⁻⁴⁾ = Thennarasu'nun parametrik olmayan istatistikleri; KR = Kang'ın sıra toplamı; Y = bitki tane verimi (g)

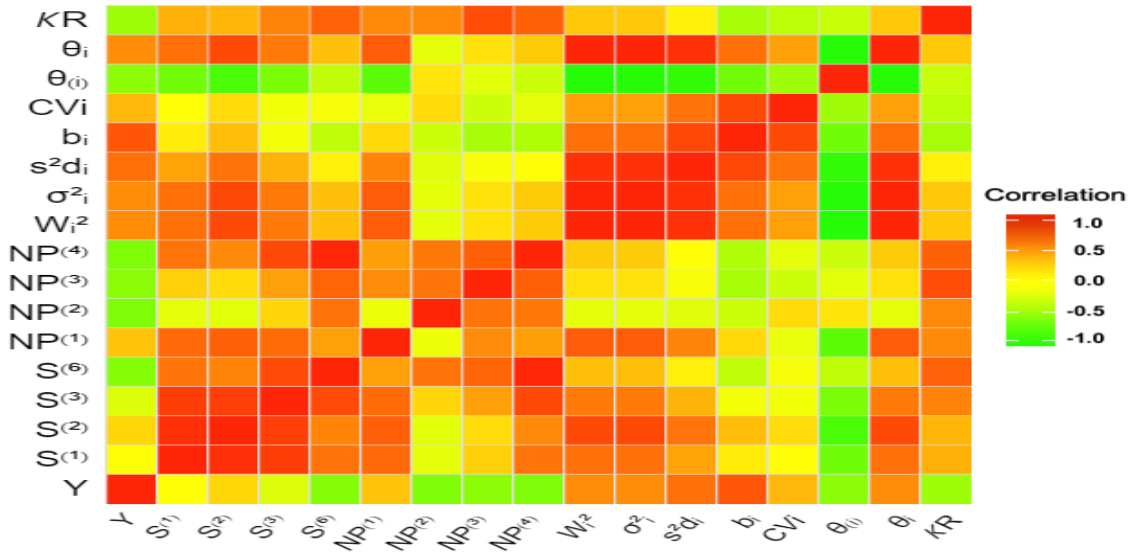
Çizelge 3. Genotiplerin stabilite yöntemlerinin sıra değerleri

Yöntemler	Genotipler											
	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	Samen
Y	12	5	7	4	8	11	10	9	6	1	2	3
S ⁽¹⁾	7	4	8	9	2	6	3	11	10	1	12	5
S ⁽²⁾	7	4	8	9	3	6	2	11	10	1	12	5
S ⁽³⁾	10	3	6	7	2	8	5	12	9	1	11	4
S ⁽⁶⁾	11	2	5	6	4	10	7	12	8	1	9	3
NP ⁽¹⁾	1	1	4	7	5	10	3	10	9	8	12	6
NP ⁽²⁾	12	1	3	7	4	11	10	9	5	8	6	2
NP ⁽³⁾	10	1	2	6	5	12	9	11	7	4	8	3
NP ⁽⁴⁾	11	2	6	5	3	10	7	12	8	1	9	4
W _i ²	2	1	5	7	6	9	4	10	8	11	12	3
σ _i ²	2	1	5	7	6	9	4	10	8	11	12	3
s ² d _i	7	6	4	10	8	9	5	1	3	11	12	2
CV _i	11	6	4	10	5	3	9	1	2	7	12	8
b _i	6	5	9	3	7	11	8	12	10	2	1	4
KR	6	1	4	3	6	12	6	11	6	4	6	1
θ _(i)	2	1	5	7	6	9	4	10	8	11	12	3
θ _i	11	12	8	6	7	4	9	3	5	2	1	10
Sıra Toplamı	116	51	86	109	79	139	95	146	116	84	147	66
Ortalama sıra	9.7	4.3	7.2	9.1	6.6	11.6	7.9	12.2	9.7	7.0	12.3	5.5
Sıra standart Sap.	3.8	3.0	2.0	2.1	1.8	2.7	2.5	3.8	2.4	4.2	3.9	2.3

Parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden S⁽¹⁾, S⁽²⁾, S⁽³⁾, S⁽⁶⁾ ve NP⁽⁴⁾ e göre en stabil olan genotip SF10 dur. NP⁽¹⁾, NP⁽²⁾, NP⁽³⁾ ve KR parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre ise en stabil olan SF2 genotipidir. Sıra toplamı ve sıra ortalaması yönünden Samen çeşidi ile SF2 genotipi en stabil olan genotiplerdir.

Farklı çevrelerde yürütülen denemelerde incelenen bitki tane verimi yönünden stabil genotipleri belirlemek amacıyla kullanılan yöntemler ile bitki tane verimi arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla oluşturulan heatmap Şekil 1’de verilmiştir. Renk değişimlerine göre

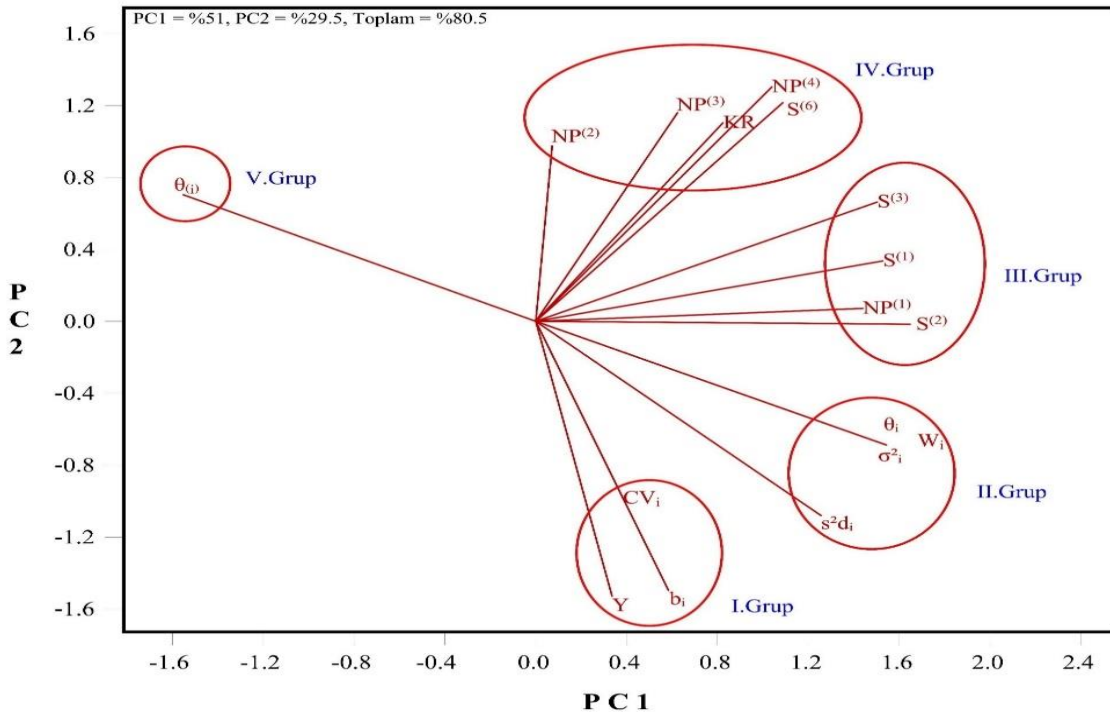
parametreler arasındaki ilişkilerin yönü ve derecesinin değiştiği bu yöntemde kırmızı renk korelasyon katsayısının 1.0 olduğunu, yeşil renk ise korelasyon katsayısının -1.0 olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, tane verimi (Y) ile parametrik yöntemlerden b_i ve s²d_i arasında olumlu ve önemli ilişki tespit edilmiştir. Temel olarak genotiplerin farklı çevrelerdeki verim sıralaması kullanılarak en yüksek değere sahip olan genotipe 1 verilerek hesaplan parametrik olmayan yöntemler ile tane verimi arasındaki en yüksek ilişkiler S⁽⁶⁾, NP⁽²⁾, NP⁽³⁾, NP⁽⁴⁾ ve KR arasında tespit edilmiştir.



Şekil 1. Stabilite yöntemleri ile bitki tane verimi (Y) arasındaki ilişkiler

Heatmap verileri kullanılarak stabilite parametrelerinin gruplandırılması amacıyla oluşturulan biplot Şekil 2’de verilmiştir. Biplot üzerinde yöntemler beş grup oluşturmuştur. Beklenildiği gibi tane verimi ile olumlu ve önemli ilişkiye sahip olan bi hemen hemen aynı vektör uzunluğuna sahip olarak aynı grupta yer almıştır. Bu grupta incelenen parametrelerden en düşük vektör uzunluğundan birisine sahip olan ve tane

verimi ile olumlu ancak önemsiz ilişkiye sahip olan CVi de yer almıştır. Birinci gruba en yakın olan ve bu gruptaki parametreler ile olumlu korelasyona sahip olan yöntemler (σ^2_i , s^2d_i , θ_i ve W_i) ikinci parametre grubunu oluşturmuştur. Tane verimi ile olumsuz ve önemli korelasyona sahip olan $S^{(6)}$, $NP^{(2)}$, $NP^{(3)}$, $NP^{(4)}$ ve KR yöntemleri ise IV. Grubu oluşturmuştur.



Şekil 2. Stabilite yöntemlerinin gruplandırılması

Sonuç

Sonuç olarak, (i) farklı sebze tipi sakız fasulyesi genotiplerin stabitelerini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmada Samen çeşidi ile SF10 ve SF2 genotiplerinin kullanılan yöntemlerin çoğunluğuna göre en stabil olduğu, (ii) yöntemler arasında birinci, ikinci grup ve dördüncü grupta yer alan yöntemlerin sebze tipi sakız fasulyesinde tane verimi için stabil genotiplerin belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Akcura, M., Kaya, Y., Taner, S., Ayrancı, R. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. *Plant Soil and Environment*, 52 (6), 254.
- Akcura, M., Kaya, Y. 2008. Non-parametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Genetics and Molecular Biology*, 31(4), 906-913.
- Becker, H. C., Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1–23.
- Eberhart, S. A. T., Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.
- Finlay, K. W., Wilkinson, G. N. 1963. Adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
- Fox, P., Skovmand, B., Thompson, B., Braun, H. I., Cormier, R. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47: 57-64.
- Francis, T. R., Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize: I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 1029-1034.
- Girish, M. H., Gasti, V. D., Mastiholi, A. B., Thammaiah, N., Shantappa, T., Mulge, R., Kerutagi, M. G. 2012. Correlation and path analysis for growth, pod yield, seed yield and quality characters in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25 (4), 498-502.
- Hocaoğlu, O., Akan, K., Akçura, M. 2020. Evaluating leaf rust reactions of pure bread wheat landrace lines using non-parametric statistics. *Phytoparasitica*, 48: 261-271.
- Huhn, M. 1990. Non-parametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, 47: 189-199.
- Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communication*, 16: 113-115.
- Nassar, R., Huhn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: tests of significance for non-parametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, 43: 45-53.
- Plaisted, R. I., Peterson, L. C. 1959. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. *American Potato Journal*, 36: 381-385.
- Plaisted, R. L. 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *American Potato Journal*, 37: 166-172.
- Pour-Aboughadareh, A., Yousefian, M., Moradkhani, H., Pocai, P., Siddique K. H. M. 2019. STABILITYSOFT: A new online program to calculate parametric and non-parametric stability statistics for crop traits. *Applications in Plant Sciences*, 7(1): e1211. doi:10.1002/aps3.1211.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29: 237-245.
- Sozen, O., Karadavut, U., Akcura, M. 2017. Determination of the some yield componenets of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in different environments. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 3 (5): 3755-3769.
- Sozen, O., Karadavut, U., Ozcelik, H., Bozoglu, H., Akcura, M. 2018. Genotype x Environment interaction of some dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Legume Research*, (41) 2: 189-195.
- Sozen, O., Karadavut, U. 2018. Determination of Genotype x Environment Interactions of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes by Using Diferent Stability Methods. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 24: 431-438.
- Sozen, O., Karadavut, U. 2019. Statistical Analysis Of Some Characters Affecting Yield In Chickpea Varieties Which Can Be Breeded In Arid Climate Conditions. *The Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 7 (4): 145-149.
- Thenarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. PhD thesis, PJ School, IARI, New Delhi, India.
- Vir, O., Singh, A. K. 2015. Variability and correlation analysis in the germplasm of cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] in hyper hot arid climate of Western India.

- Legume Research-An International Journal*, 38 (1), 37-42.
- 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.
- Załoski, 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.

Araştırma Makalesi

Tarım Arazilerindeki Zikzaklı Sınırların Kutupsal Ölçmelerle Düzgünleştirilmesi

Hüseyin İNCE¹ Nuri ERDEM^{2*} Yener TÜREN³ F. Engin TOMBUŞ⁴ İ. Murat OZULU⁵

¹Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Çorum,

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Osmaniye,

³Trakya Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Edirne,

⁴Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Çorum,

⁵Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Çorum,

*Sorumlu Yazar: nurierdem@osmaniye.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.03.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.06.2020 Kabul Tarihi: 05.06.2020

Öz

Kırsal kesimdeki tarım arazileri arasındaki sınırlar bazen zikzaklardan oluşmaktadır. İki komşu parsel arasındaki zikzaklı sınırlar ve yakın çevresi tarımsal ürün kaybına neden olmaktadır. Bu itibarla zikzaklı sınırların düzgünleştirilmesi önem arz etmektedir. Ülkemizde arazi toplulaştırmasının yapılmadığı yerlerde zikzaklı sınırların düzgünleştirilmesi konusu, harita mühendisliğinin çalışma alanlarından biri olmaya devam etmektedir. Literatürde; komşu parseller arasındaki zikzaklı sınırların çelik şerit metre ve prizma gibi basit ölçü aletleriyle düzgünleştirilmesi hakkında bilgiye yer verilmektedir. Parsellerin köşe noktalarının koordinatları bilindiğinde, konunun kutupsal ölçmelerle çözümüne ilişkin bilgilere rastlanılmamıştır. Genellikle tarım yapılan arazilerin sınırlarında çit, tel örgü, tahta perde gibi kalıcı işaretler yer almaktadır. Sınırlardaki bu kalıcı işaretlerden dolayı, sınırların kesişme noktalarına veya sınır üzerinde belirlenen bir noktaya ölçme aletinin kurulması mümkün değildir. Zikzaklı sınırın düzgünleştirilmesinde temel prensip, yeni oluşturulan sınır nedeniyle komşu parsellerin bir alan kaybına uğramamasıdır. Bu çalışmada; sınır düzgünleştirilmesi gereken komşu parsellerin köşe noktalarının koordinatları verildiğinde veya ilgili noktaların koordinatları kutupsal ölçmelerle hesaplanarak elde edildiğinde, zikzaklı sınırın, belirlenen bir istasyon noktasından kutupsal ölçmelerle nasıl düzgünleştirileceği incelenmiştir ve konuyla ilgili sayısal uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

Anahtar sözcükler: Alan dengelemesi, Arazi sınırı düzgünleştirilmesi, Kutupsal aplikasyon.

Smoothing of Zigzags Borders in Agricultural Lands with Polar Measurements

Abstract

The boundaries between the agricultural lands in the countryside are sometimes composed of zigzags. Zigzag borders between the two neighboring plots and their close surroundings cause loss of agricultural products. As such, it is important that the zigzag boundaries are properly positioned. In areas where land consolidation is not performed in our country, the issue of smoothing zigzag borders continues to be one of the fields of study of surveying engineering. In the measurement information literature; Information on smoothing the zigzag boundaries between adjacent parcels with simple measuring instruments such as steel tape measure and prism has been provided. When the coordinates of the corner points of the plots are known, no information regarding the solution of the subject with polar measurements has been encountered. Generally, there are permanent signs on the borders of the agricultural lands, such as fences, wires and woodcuts. Due to these permanent marks at the boundaries, it is not possible to install a measuring instrument at the intersection of the boundaries or at a point determined on the boundary. The basic principle in the smoothing of the zigzag boundary is that neighboring plots do not lose any area due to the newly created boundary. In this study; when coordinates of the corner points of neighboring parcels that need to smooth the border are given or the

coordinates of the respective points are calculated by calculating with polar measurements, how to smooth the zigzag boundary with polar measurements from a designated station point and numerical application on the subject has been done. Findings and opinions obtained at the end of the study are stated.

Keywords: Field compensating, Land border smoothing, Polar application method

Giriş

Kırsal kesimdeki tarım arazileri arasındaki sınırlar, genellikle zikzaklardan oluşmaktadır. Taneli tahılların ekim zamanında zikzaklı sınırlara ve yakın çevresine tarım makineleri tam olarak giremediği için, tarımsal ürün kaybına neden olmaktadır (Kara, 1980; Yıldız, 1983; Demirel, 2005; Çay, 2019). Bu itibarla zikzaklı sınırların düzeltilmesi gerekmektedir. Ülkemizde arazi toplulaştırmasının yapılmadığı yerlerde, tarımın yapıldığı parseller arasındaki zikzaklı sınırların düzeltilmesi konusu, harita mühendisliğinin uğraşı alanlarından biri olmaya devam etmektedir. Ölçme bilgisi literatüründe; komşu parseller arasındaki zikzaklı sınırların, çelik şerit metre ve prizma gibi basit ölçü aletleriyle düzleştirilmesi hakkında bilgiye yer verilmektedir (Kara, 1980; Yaşayan ve Atasoy, 1991; Şerbetçi ve Atasoy, 2000; Atasoy, 2014; Çay, 2019). Sınır düzleştirilmesine konu olan parsellerin köşe noktalarının koordinatları verildiğinde; literatürde sınır düzleştirilmesinin kutupsal ölçmelerle çözümüne ilişkin bilgilere rastlanılmamıştır. Plandaki noktaların araziye işaretlenmesinde (aplikasyonunda) yukarıda belirtilen ölçme yöntemlerinin kısaca avantajlarını ve dezavantajlarını burada belirtmek faydalı olacaktır. Dik koordinat yöntemi olarak da adlandırılan prizmatik yöntemde; belirlenen bir ölçü doğrusunun başlangıç kabul edilen noktasından itibaren dikyağı uzunluğu, çelik şeritmetre ile ölçülerek dikyağı noktası işaretlendikten sonra bu noktadan prizma (dik açılı araziye işaretlenmesinde kullanılan alet) ile ölçü doğrusuna dik olan doğrultu işaretlenir (haritacılıkta dik çıkma işlemidir). Dikyağı noktasından itibaren işaretlenen doğrultu yönünde, dikboyu çelik şerit metre ile ölçülerek noktanın yeri işaretlenir. Bu yöntemde dikboyu 30 metreyi aşıyorsa, prizma ile dik açının işaretlenmesindeki $\pm 2^{\circ}.5'$ lik hatadan dolayı, noktanın konum hassasiyeti azalmaktadır. Ölçme ve aplikasyon işleminde ölçmenin hızı da önem arz etmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi bu yöntemde bir noktanın aplikasyonu için, çelik şerit metrenin iki defa

kullanılması söz konusudur, bu da ölçünün hızını yavaşlatmakta işin maliyetini artırmaktadır. Ölçüde kullanılan jalonların boyları 2 m. olduğundan, ölçü doğrusunun uç noktaları arasındaki kot farkı 2 m.'yi aşıyorsa, bu durumda ölçü doğrusunu oluşturan jalonlardan birinin görüntüsü prizmada oluşmayacağı için ilgili nokta aplike edilemeyecektir. Bu yöntem, geçmişte, optik ve elektronik uzaklık ölçerler bulunmadan önce kullanılmakta idi. Sadece çelik şerit metrenin kullanıldığı bağlama yöntemiyle zikzaklı parsel sınırının düzeltilmesi konusu; görüş engeli olmayan bir yerde, ilk dengeleyici doğrunun komşu parsel sınırıyla kesiştiği noktaların arazide işaretlenmesi sonucunda, oluşan üçgenlerin kenarlarının ölçülerek alanlarının hesaplanmasını gerektirir. Komşu iki parselde alan kaybı olmayınca kadar çok sayıda deneme yanılma yöntemiyle hesap yapılması gerekir. Arazide görüş engeli varsa, ilk dengeleyici doğrunun komşu parsel sınırıyla kesiştiği noktaların işaretlenmesi dolayısıyla problemin çözümünü daha da güçleştirecektir. Bağlama yöntemi, dik koordinat yöntemi bulunmadan önce geçmişte uygulanan bir yöntem idi. Kutupsal koordinat yönteminde, aplike edilecek noktaya ait yatay açı aplike edildikten sonra, yardımcı eleman bu doğrultuya yönlendirilir, istasyon noktasından itibaren, aplike edilecek uzunluk kadar yaklaşık bir adımlama yapıldıktan sonra kesin doğrultuya sokulur, bir noktada reflektör tutularak, yatay uzunluk ölçülür, aplike edilecek uzunluk ile olan fark sıfır oluncaya kadar, çok kısa sürede deneme yanılma yöntemi ile noktanın yeri işaretlenir. Bu yöntemde bir noktanın işaretlenmesi; prizmatik yöntem ve bağlama yöntemine göre oldukça kısa sürelidir. Noktanın konum hassasiyeti bakımından belirtilen diğer yöntemlerden çok üstündür. Genellikle tarım arazilerinin sınırlarında, mülkiyet güvenliği için, tahta perde, çit, tel örgü gibi kalıcı işaretler yer almaktadır. Sınırlardaki bu kalıcı işaretlerden dolayı, sınırların kesişme noktalarına veya sınır üzerinde belirlenen bir noktaya ölçme aletinin kurulması mümkün değildir. Bu durumda sınır dışında tesis edilmiş

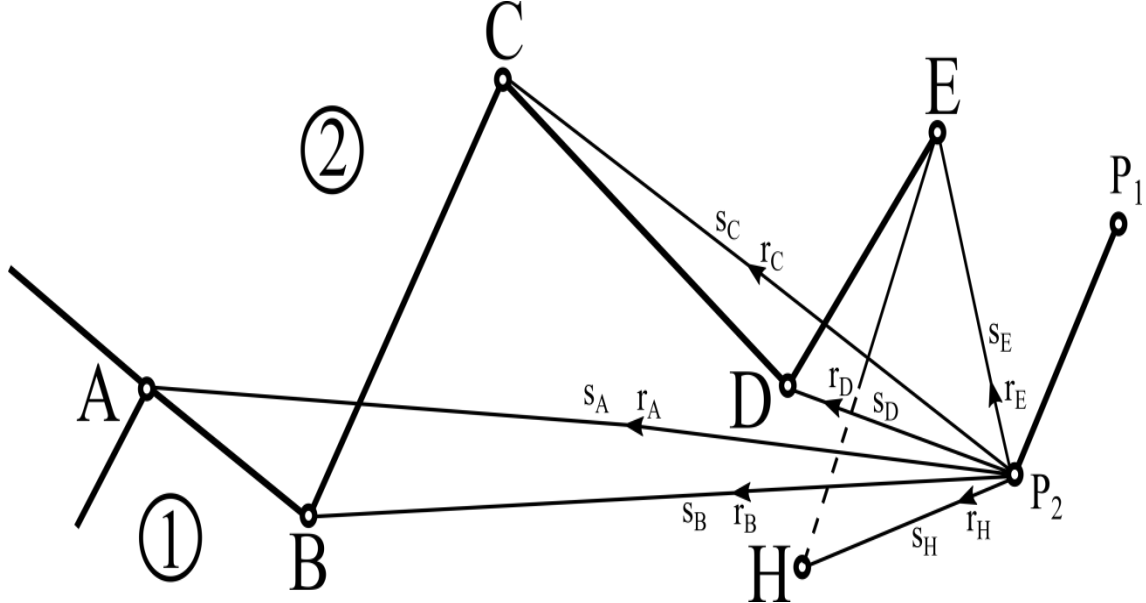
ve görüş engeli olmayan poligon noktalarından yararlanılır.

Zikzaklı sınırın düzgünleştirilmesinde temel prensip, yeni oluşturulan sınır nedeniyle komşu parsellerin bir alan kaybına uğramamasıdır (Benduch, 2016; Berk ve Ferlan 2016; Ochori ve Achola, 2015).

Bu çalışmada; sınır düzgünleştirilmesi gereken komşu parsellerin köşe noktalarının koordinatları verildiğinde veya bunlar kutupsal ölçmelerle hesaplanarak elde edildiğinde, zikzaklı sınırın, belirlenen bir istasyon noktasından kutupsal ölçmelerle nasıl düzgünleştirileceği incelenmiş ve konuyla ilgili sayısal uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

Materyal ve Metod

Zikzaklı Sınır Noktalarının Jeodezik



Şekil 1. Komşu parseller arasında zikzaklı sınırın kutupsal yöntemle ölçümü

Çizelge 1. P2 noktasından yapılan kutupsal ölçümler

D.N.	B.N.	Yatay Açık	Yatay Uzaklık
P2	P1	0.0000	-
	A	r_A	S_A
	B	r_B	S_B
	C	r_C	S_C
	D	r_D	S_D
	E	r_E	S_E
	H	r_H	S_H

P1 ve P2 noktalarının koordinatlarından yararlanılarak (P2 P1) semt açısı;

Konumlarının Belirlenmesi

Komşu parseller arasında zikzaklı olan sınır, düz bir doğru veya iki parçalı doğru şeklinde düzeltilebilir. Örnek olarak Şekil 1'de, 1 ve 2 nolu parseller arasındaki zikzaklı sınırı oluşturan noktaların (A, B, C, D, E) koordinatları varsa bu parselleri kapsayan sahaya ait 1/1000 ölçekli bir haritadan sayısallaştırılarak alınabilir. Sözü edilen haritanın ölçeği 1/2500 veya 1/5000 ise; bu haritalardan alınacak koordinatların, konum inceliği biraz kaba değerdedir. Bu durumda ölçme sahasına en yakın konumda yer alan jeodezik yer kontrol noktalarından (P1, P2) yararlanılır. P2 poligon noktasına alet kurulumu, P1 noktasına bağlantı yapılır ve sınır düzgünleştirilmesiyle ilgili parsellerin köşe noktalarına reflektör tutularak yatay açı, yatay uzaklık ölçümleri yapılır (Çizelge 1.)

$$(P_2P_1) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{P_2P_1}}{\Delta X_{P_2P_1}}\right) \quad (1)$$

bağıntısıyla elde edilir. P2 noktasından sınır köşe noktalarına giden semt açılarının hesabında; örnek olarak (P2 A) için aşağıda belirtilen kural bütün köşe noktaları için uygulanır.

$$[(P_2P_1) + r_A] > 400 \text{ ise } (P_2A) = (P_2P_1) + r_A - 400 \quad (2)$$

$$[(P_2P_1) + r_A] < 400 \text{ ise } (P_2A) = (P_2P_1) + r_A \quad (3)$$

(2) veya (3) bağıntılarıyla P2 noktasından sınır köşe noktalarına giden semt açıları hesaplandıktan sonra, sınır köşe noktalarının koordinatları

$$Y_A=Y_{P2}+S_A*\sin(P_2A), \quad X_A=X_{P2}+S_A*\cos(P_2A) \quad (4)$$

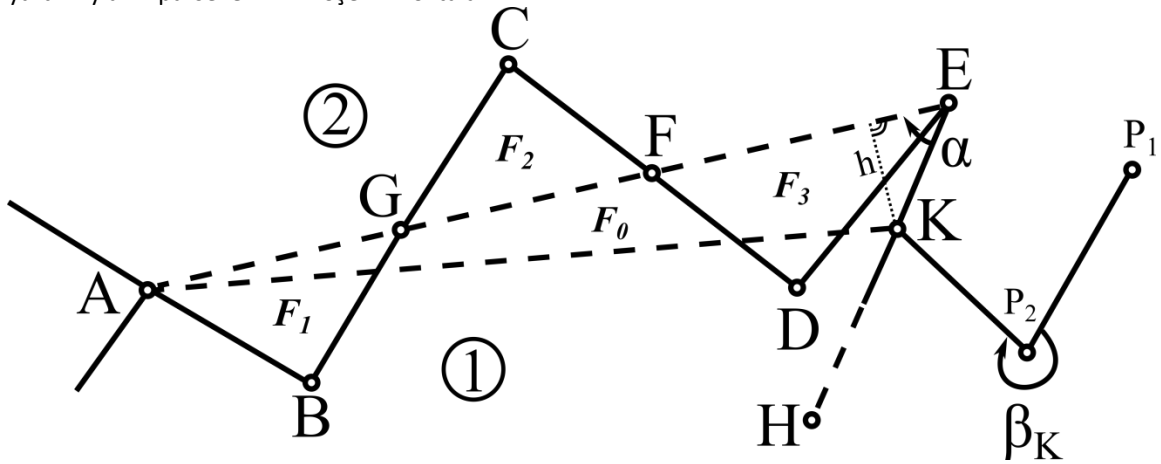
$$Y_E=Y_{P2}+S_E*\sin(P_2E), \quad X_E=X_{P2}+S_E*\cos(P_2E) \quad (5)$$

bağıntılarından elde edilir.

İlk Dengeleyici Doğruyla Sınırların Kesişme Noktalarının Koordinatlarının Elde Edilmesi

Şekil 2’de, 1 ve 2 nolu parseller arasında geçirilen ilk dengeleyici AE doğrusu ile BC ve CD sınırlarının kesiştiği F ve G noktalarının koordinatlarının elde edilmesi iki şekilde söz konusu olur. Birinci yöntemde; uygulamada haritacılıkla ilgili paket programlar (URL 1-4) yardımıyla parsellerin köşe noktalarının

koordinatları bilgisayar ortamına aktarılarak komşu parseller ve dengeleyici doğru belirlendikten sonra, dengeleyici doğrunun, komşu parsellerin ortak sınırlarıyla kesiştiği noktalar, bilgisayar ekranında iki doğrunun kesişme noktasının hassas elde edilmesiyle ilgili işlemlerle belirlenir. İkinci yöntem, hesap yöntemidir. Bunun için aşağıdaki işlemler yapılır. F noktası için tan(DF) ve tan(EF) eğim denklemleri oluşturulur.



Şekil 2. Komşu parseller arasında zikzaklı sınırın düzgünleştirilmesi

$$\tan(DF)=\frac{Y_F-Y_D}{X_F-X_D} \quad (6)$$

$$\tan(EF)=\frac{Y_F-Y_E}{X_F-X_E} \quad (7)$$

(6) ve (7) nolu denklemlerden Y_F için aşağıdaki eşitlikler oluşturulur.

$$Y_F=Y_D+(X_F-X_D)*\tan(DF) \quad (8)$$

$$Y_F=Y_E+(X_F-X_E)*\tan(EF) \quad (9)$$

(8) ve (9) denklemlerinde tan(EF) ve tan(DF) için

$$\tan(DF)=\tan(DC) \quad (10)$$

$$\tan(EF)=\tan(EA) \quad (11)$$

eşitlikleri yazılır. (10) ve (11) eşitlikleri dikkate alınarak (8) ve (9) denklemlerinden X_F için;

$$X_F=\frac{Y_E-Y_D+X_D*\tan(DC)-X_E*\tan(EA)}{\tan(DC)-\tan(EA)} \quad (12)$$

bağıntısı elde edilir.

G noktası için F noktasına benzer şekilde tan(BG) ve tan(EG) eğim denklemlerinden Y_G için;

$$Y_G=Y_B+(X_G-X_B)*\tan(BC) \quad (13)$$

$$Y_G=Y_E+(X_G-X_E)*\tan(EG) \quad (14)$$

bağıntıları oluşturulur ve $\tan(BG)=\tan(BC)$ (15)

$$\tan(EG)=\tan(EA) \quad (16)$$

eşitlikleri dikkate alınarak sadeleştirme işlemi yapılırsa X_G için

$$X_G=\frac{Y_E-Y_B+X_B*\tan(BC)-X_E*\tan(EA)}{\tan(BC)-\tan(EA)} \quad (17)$$

bağıntısı elde edilir.

(12) nolu bağıntıdan X_F bulunduktan sonra (8) ve (9) nolu bağıntılarda yerlerine yazılarak işlem yapılırsa, kontrollü olarak Y_F değeri elde edilir. Benzer şekilde (17) nolu bağıntıdan X_G elde edildikten sonra (13) ve (14) nolu bağıntılarda yerlerine yazılarak işlem yapılırsa kontrollü olarak Y_G değeri elde edilir.

İlk Dengeleyici Doğrunun Sağında Ve Solundaki Parçaların Alanlarının Hesaplanması

Şekil 2’de, 1 ve 2 nolu parseller arasında geçirilen ilk dengeleyici AE doğrusunun sağında ve solunda kalan parçaların alanları, ($F_1=F_{AGB}$,

$F_2=F_{GCF}$, $F_3=F_{FED}$), ilgili noktaların koordinatları ve II. Gauss Alan bağıntısına göre;

$$F_1=F_{AGB}=Y_A*(X_B-X_G)+Y_G*(X_A-X_B)+Y_B*(X_G-X_A) \quad (18)$$

$$F_2=F_{GCF}=Y_G*(X_F-X_C)+Y_C*(X_G-X_F)+Y_F*(X_C-X_G) \quad (19)$$

$$F_3=F_{FED}=Y_F*(X_D-X_E)+Y_E*(X_F-X_D)+Y_D*(X_E-X_F) \quad (20)$$

şeklinde ifade edilir (Özbenli, ve Tüdeş, 1985; Şerbetçi ve Atasoy, 2000; Shih, 1995).

Komşu Parseller Arasında Kesin Dengeleyici Doğruya Ait Elemanların Elde Edilmesi

Şekil 2 de iki komşu parsel arasında geçirilen ilk dengeleyici doğrunun sağında ve solunda kalan parçalar toplanır (ΣF), toplam değer ikiye bölünürse, komşu parsellerden eşit miktarda kayba uğrayan alan değeri (F_0) ortaya çıkar.

$$\Sigma F=F_1+F_2+F_3 \quad (21)$$

$$F_0=\frac{\Sigma F}{2} \quad (22)$$

Burada hesaplanan F_0 , geçirilen ilk dengeleyici doğru ile geçirilecek kesin dengeleyici doğru arasında kalan alan miktarıdır. Yani ilk dengeleyici doğrunun geçirilmesinde kazançlı çıkan parselden kesilmesi gereken alan miktarıdır. Örnek olarak Şek 2’de, 1 nolu parselden kesilip 2 nolu parsel verilmesi gereken miktardır. Eğer Şekil 2 ‘de A noktası sabit kabul edilirse, F_0 olarak oluşacak alan, üçgen alanı olur. Bu üçgenin tabanı AE kenarıdır ve h yüksekliği;

$$h=\frac{2F_0}{AE} \quad (23)$$

bağıntısından elde edilir. Kesin dengeleyici doğru olarak geçirilen AK sınırınının 1 nolu parselin diğer EH sınırını kestiği K noktasının E ‘ye olan EK uzaklığını bulmak için; önce A, E, H noktalarının koordinatlarından yararlanılarak (EA) ve (EH) semt açıları;

$$(EA)=\arctan\left(\frac{\Delta Y_{EA}}{\Delta X_{EA}}\right) \quad (24)$$

$$(EH)=\arctan\left(\frac{\Delta Y_{EH}}{\Delta X_{EH}}\right) \quad (25)$$

bağıntılarıyla oluşturulur. α ve EK;

$$\alpha=(EA)-(EH) \quad (26)$$

$$EK=\frac{h}{\sin\alpha} \quad (27)$$

bağıntılarından elde edilir.

Yeni sınır noktası, K noktasının koordinatı;

$$Y_K=Y_E+EK*\sin(EH), \quad X_K=X_E+EK*\cos(EH) \quad (28)$$

bağıntılarıyla elde edilir.

Arazide E noktasına alet kurmak mümkün ise E’ye kurulan elektronik takeometre ile EK yatay uzaklığı, EH doğrultusunda aplike edilerek K noktasının yeri belirlenir. Belirlenen noktaya sınır taşı tesis edilir. Ancak sınırlar üzerinde kalıcı işaretler bulunduğu takdirde K noktasın E noktasından aplike etmek mümkün olmaz. Bu durumda K noktasının, parsel en yakın ve görüş engeli oluşturmayan bir P_2 poligon noktasından uygulaması için (1) nolu bağıntıdan da yararlanılarak (P_2K), P_2K ve β_K aşağıdaki bağıntılardan elde edilir;

$$(P_2K)=\arctan\left(\frac{\Delta Y_{P_2K}}{\Delta X_{P_2K}}\right) \quad (29)$$

$$P_2K=\sqrt{(\Delta Y_{P_2K})^2 + (\Delta X_{P_2K})^2} \quad (30)$$

$$\beta_K=(P_2K) - (P_2 P_1) \quad (31)$$

bağıntılarından elde edilir.

Bulgular ve Tartışma

Sayısal Uygulamalar

Şekil 2 ile ilgili Uygulama; Şekil 1’de, 1 ve 2 nolu parseller arasında sınır teşkil eden noktaların koordinatları Çizelge 2’de verilmiştir. Verileri ve Şekil 1’i dikkate alarak; komşu parsellerde alan kaybı olmayacak ve A noktasından geçecek şekilde dengeleyici sınırı geçiriniz. Yeni K sınır noktasının koordinatını bulunuz ve P_2 noktasından uygulaması için gerekli elemanları hesaplayınız.

Çizelge 2. Sınır noktaları koordinat değerleri

Nokta N.	Nokta		Nokta N.	Nokta	
	Y	X		Y	X
A	2560.72	3865.72	E	2875.47	3887.96
B	2625.56	3801.15	H	2825.38	3801.71
C	2715.87	3916.78	J	2501.42	3752.73
D	2801.13	3810.47	P_1	2945.86	3905.46
E	2875.47	3887.96	P_2	2915.77	3808.23
H	2825.38	3801.71			

Çözüm: AE doğrusu ile BC sınırınının kesiştiği G noktasının koordinatını elde etmek için aşağıdaki işlemler yapılır.

$$\tan(AE)=\frac{\Delta Y_{AE}}{\Delta X_{AE}}=\frac{314.75}{22.24}=14.152428 \text{ grad,}$$

$$\tan(BC)=\frac{\Delta Y_{BC}}{\Delta X_{BC}}=\frac{90.31}{115.63}=0.7810257 \text{ grad}$$

$$\tan(AE)=\tan(AG)=\frac{Y_G-Y_A}{X_G-X_A} \rightarrow Y_G=Y_A + (X_G-$$

$$X_A)*\tan(AE)$$

$$\tan(BC)=\tan(BG)=\frac{Y_G-Y_B}{X_G-X_B} \rightarrow Y_G=Y_B+(X_G-X_B)*\tan(BC)$$

$$Y_A+(X_G-X_A)*\tan(AE)=Y_B+(X_G-X_B)*\tan(BC) \text{ ise;}$$

$$X_G=\frac{Y_B-Y_A+X_A*\tan(AE)-X_B*\tan(BC)}{\tan(AE)-\tan(BC)}=3874.34 \text{ m.}$$

$$Y_G=Y_A+(X_G-X_A)*\tan(AE)=2682.71 \text{ m.,}$$

$$Y_G=Y_B+(X_G-X_B)*\tan(BC)=2682.72 \text{ m.,}$$

$$Y_G=2682.715 \text{ m.}$$

$$\tan(AE)=\frac{\Delta Y_{AE}}{\Delta X_{AE}}=\frac{314.75}{22.24}=14.152428 \text{ grad,}$$

$$\tan(CD)=\frac{\Delta Y_{CD}}{\Delta X_{CD}}=\frac{85.26}{-106.31}=-0.8019942 \text{ grad}$$

$$\tan(AE)=\tan(AF)=\frac{Y_F-Y_A}{X_F-X_A} \rightarrow Y_F=Y_A+(X_F-X_A)*\tan(AE)$$

$$\tan(CD)=\tan(CF)=\frac{Y_F-Y_C}{X_F-X_C} \rightarrow Y_F=Y_C+(X_F-X_C)*\tan(CD)$$

$$Y_A+(X_F-X_A)*\tan(AE)=Y_C+(X_F-X_C)*\tan(CD) \text{ ise;}$$

$$X_F=\frac{Y_C-Y_A+X_A*\tan(AE)-X_C*\tan(CD)}{\tan(AE)-\tan(CD)}=3878.833 \text{ m.}$$

$$Y_F=Y_A+(X_F-X_A)*\tan(AE)=2746.30 \text{ m.,}$$

$$Y_F=Y_C+(X_F-X_C)*\tan(CD)=2746.30 \text{ m., } Y_F=2746.30 \text{ m.}$$

F, G noktalarının koordinatları elde edildikten sonra, AE dengeleyici sınır doğrusunun solunda ve sağında kalan parçaların alanları ve F₀'ın alanı aşağıdaki şekilde elde edilir;

$$F_1=F_{AGB}=Y_A*(X_B-X_G)+Y_G*(X_A-X_B)+Y_B*(X_G-X_A)=8436.13795 \text{ m}^2$$

$$F_2=F_{GCF}=Y_G*(X_F-X_C)+Y_C*(X_G-X_F)+Y_F*(X_C-X_G)=2549.584985 \text{ m}^2$$

$$F_3=F_{FED}=Y_F*(X_D-X_E)+Y_E*(X_F-X_D)+Y_D*(X_E-X_F)=9330.88212 \text{ m}^2$$

$$\Sigma F=F_1+F_2+F_3=20316.60206 \text{ m}^2, \quad F_0=\frac{\Sigma F}{2}=10158.30103 \text{ m}^2$$

F₀ alanı, A noktası sabit kabul edildiği için üçgen alanıdır. Bu AEK üçgeninin tabanı AE, yüksekliği

h dir. AE, h ve EK aşağıdaki bağıntılardan el edilir;

$$AE=\sqrt{(314.75^2+22.24^2)}=315.5348 \text{ m.}$$

$$h=\frac{2F_0}{AE}=\frac{10158.30103}{315.5348}=32.194 \text{ m.}$$

$$(EA)=\arctan\left(\frac{\Delta Y_{EA}}{\Delta X_{EA}}\right)=200 +$$

$$\arctan\left(\frac{314.75}{22.24}\right)=295^{\circ}.5092 \text{ grad}$$

$$(EH)=\arctan\left(\frac{\Delta Y_{EH}}{\Delta X_{EH}}\right)=200 +$$

$$\arctan\left(\frac{50.09}{86.25}\right)=233^{\circ}.4956 \text{ grad}$$

$$\alpha=(EA)-(EH)=62.0136 \text{ grad}$$

$$EK=\frac{h}{\sin \alpha}=38.92 \text{ m.}$$

$$Y_K=Y_E+EK*\sin(EH)=2855.924 \text{ m.}$$

$$X_K=X_E+EK*\cos(EH)=3854.304 \text{ m.}$$

K noktasının P₂ noktasından aplikasyonu için;

$$\Delta Y_{P_2P_1}=30.09 \text{ m., } \Delta X_{P_2P_1}=97.23 \text{ m.}$$

$$(P_2P_1)=\arctan\left(\frac{30.09}{97.23}\right)=19.1065 \text{ grad}$$

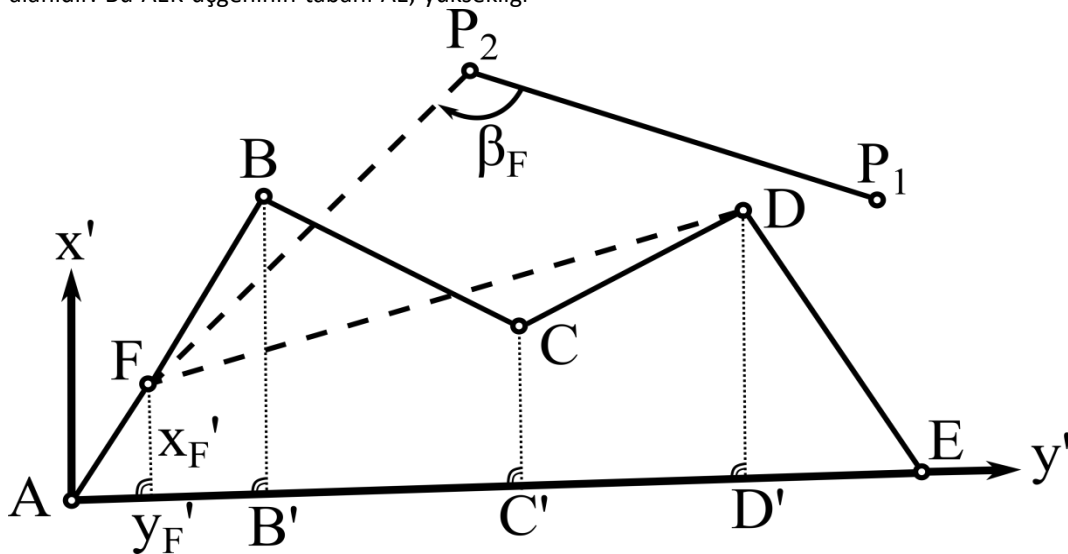
$$\Delta Y_{P_2K}=-59.846 \text{ m., } \Delta X_{P_2K}=46.074 \text{ m.}$$

$$(P_2K)=400 - \arctan\left(\frac{59.846}{46.074}\right)=341.7687 \text{ grad}$$

$$P_2K=\sqrt{(59.846^2+46.074^2)}=75.527 \text{ m.}$$

$$\beta_K=341.7687-19.1065=322^{\circ}.6622 \text{ grad}$$

Şekil 3 ile ilgili Uygulama; Şekil 3'deki parselin, koordinatları verilen A, B, C, D ve E noktalarından geçen sınırın, komşu parsellerde alan kaybı olmadan, AB doğrusu üzerinde F noktasından geçecek şekilde, A, F, D ve E noktalarından oluşması istenmektedir. Çizelge 3'deki verileri dikkate alarak F noktasının konumunu (y_F, x_F) belirleyiniz. F noktasının P₂ noktasından aplikasyonu için gerekli elemanları hesaplayınız.



Şekil 3. Komşu parseller arasında zikzaklı sınırın düzgünleştirilmesi

Çizelge 3. Sınır noktaları koordinat değerleri

Nok			Nok		
ta	Y	X	ta	Y	X
N.			N.		
A	2863.	3501.	E	2938.	3501.
	27	15		50	25
B	2876.	3535.	P ₁	2972.	3540.
	50	15		42	83
C	2902.	3523.	P ₂	2915.	3595.
	45	65		21	13
D	2933.	3531.			
	50	15			

Çözüm: Verilen koordinatlar dikkate alınarak; Şekil 3’de Gauss Alan formülü ile ABCDE parselinin alanı:

$$F_{ABCDE}=Y_A(X_E-X_B)+Y_B(X_A-X_C)+Y_C(X_B-X_D)+Y_D(X_C-X_E)+Y_E(X_D-X_A)=3689.097 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$

F noktası AB üzerinde olmak kaydıyla geçirilecek A, F, D, E hattıyla, parsellerde alan kaybı olmaması için oluşacak AFDE parselinin alanının $F_{AFDE}=F_{ABCDE}$ olması gerekir.

F_{AFD} için alan bağıntısını kolay bir şekilde oluşturmak üzere; F noktasına ait AF' ve $F'F$ bilinmeyenlerini elde etmek için, AE ölçü doğrusu, A başlangıç noktası kabul edilerek, B ve D noktasından bu ölçü doğrusuna dik düşülür. B ve D noktalarının dik ayak uzunlukları (AB' , AD') ve dik boyları ($B'B$, $D'D$);

$$\Delta Y_{AE} = 75.23 \text{ m}, \quad \Delta X_{AE} = 0.10 \text{ m}$$

$$(AE) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{AE}}{\Delta X_{AE}}\right) = 99.9154 \text{ grad}$$

$$AB' = (X_B - X_A) \cos(AE) + (Y_B - Y_A) \sin(AE) = 13.27 \text{ m.}$$

$$B'B = (Y_B - Y_A) \cos(AE) - (X_B - X_A) \sin(AE) = -33.98 \text{ m.}$$

$$AD' = (X_D - X_A) \cos(AE) + (Y_D - Y_A) \sin(AE) = 70.27 \text{ m.}$$

$$D'D = (Y_D - Y_A) \cos(AE) - (X_D - X_A) \sin(AE) = -29.91 \text{ m.}$$

bağıntılarından elde edilir (Şerbetçi ve Atasoy, 2000).

$$AE = \sqrt{(75.23^2 + 0.10^2)} = 75.23 \text{ m.}$$

Dik boylarının (-) işaretli olması, noktaların ölçü doğrusunun sol tarafında kaldığını belirtmektedir. Alan hesabında dik boyunun mutlak değeri kullanılır. AFDE parselinin alanını kolay bir şekilde elde etmek için; AE Y' eksenine, buna dik eksen X' eksenine kabul edilerek oluşturulan yerel koordinat sisteminde (Y', X') Gauss Alan formülü;

$$F_{AFDE} = Y_A'(X_E' - X_F') + Y_F'(X_A' - X_D') + Y_D'(X_F' - X_E') + Y_E'(X_D' - X_A')$$

şeklinde ifade edilir. Bu denklemde;

$Y_A' = X_A' = 0.00$, $Y_E' = AE$, $X_E' = 0.00$, $Y_D' = AD'$, $X_D' = D'D$ ve X_F' , Y_F' için A noktasına göre Tales bağıntısı yazılarak;

$$\frac{Y_F'}{AB'} = \frac{X_F'}{B'B} \rightarrow Y_F' = AB' * \frac{X_F'}{B'B} \text{ elde edilir.}$$

Belirtilen bu sadeleştirmeler F_{AFD} denklemine yerlerine yazılarak,

$$F_{AFD} = 13.27 * \frac{X_F'}{33.98} (0 - 29.91) + 70.27 * (X_F' - 0) + 75.23 * (29.91 - 0) = 3689.097 \text{ m}^2$$

denklem sadeleştirilirse $X_F' = 24.56 \text{ m}$, $Y_F' = 9.59 \text{ m}$ değerleri elde edilir.

AB doğrusu üzerinde F noktasının A'dan uzaklığı $AF = \sqrt{(24.56^2 + 9.59^2)} = 26.366 \text{ m}$. bulunur. F noktasının koordinatının elde edilmesi ve P₂ poligon noktasından aplikasyonu için aşağıdaki işlemler yapılır.

$$\Delta Y_{AB} = 13.23 \text{ m.}, \quad \Delta X_{AB} = 34.00 \text{ m.}$$

$$(AB) = \arctan\left(\frac{13.23}{34.00}\right) = 23.6243 \text{ grad}$$

$$Y_F = Y_A + 26.366 * \sin(AB) = 2872.83 \text{ m.}$$

$$X_F = X_A + 26.366 * \cos(AB) = 3525.72 \text{ m.}$$

$$\Delta Y_{P_2P_1} = 57.21 \text{ m}, \quad \Delta X_{P_2P_1} = -54.30 \text{ m.}$$

$$(P_2P_1) = 200 - \arctan\left(\frac{57.21}{54.30}\right) = 148^{\circ}.3390 \text{ grad}$$

$$\Delta Y_{P_2F} = -42.39 \text{ m},$$

$$\Delta X_{P_2F} = -69.41 \text{ m.},$$

$$(P_2F) = 200 + \arctan\left(\frac{42.39}{69.41}\right) = 234^{\circ}.9036 \text{ grad}$$

$$P_2F = \sqrt{(42.39^2 + 69.41^2)} = 81.33 \text{ m.},$$

$$\beta_F = 234^{\circ}.9036 - 148^{\circ}.3390 = 86^{\circ}.5646 \text{ grad}$$

Kontrol için; yukarıdaki bağıntılarla hesaplanan

$$X_F' = 24.56 \text{ m}, \quad Y_F' = 9.59 \text{ m}, \quad Y_F = 2872.83 \text{ m},$$

$$X_F = 3525.72 \text{ m}, \quad Y_A' = X_A' = 0.00, \quad Y_E' = AE = 75.23,$$

$$X_E' = 0.00, \quad Y_D' = AD' = 70.27 \text{ m}, \quad X_D' = D'D = 29.91$$

Değerleri, aşağıdaki denklemde yerlerine yazılır ve hesaplama yapılırsa,

$$F_{AFD} = Y_A'(X_E' - X_F') + Y_F'(X_A' - X_D') + Y_D'(X_F' - X_E') + Y_E'(X_D' - X_A') = 0.00(0.00 - 24.56) + 9.59(0.00 - 29.91) + 70.27(24.56 - 0.00) + 75.23(29.91 - 0.00) = 3689.1236 \text{ m}^2$$

değeri elde edilir.

Yukarıda $F_{ABCDE} = Y_A(X_E - X_B) + Y_B(X_A - X_C) + Y_C(X_B - X_D) + Y_D(X_C - X_E) + Y_E(X_D - X_A) = 3689.097 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır. F_{AFD} ile F_{ABCDE} değerlerinin küsüratları arasındaki fark, yuvarlatmadan kaynaklanabilir.

Sonuç itibarıyla $F_{AFD} = F_{ABCDE}$ dir. Bu durum, yukarıda hesaplanan elemanların hatasız bir şekilde hesaplandığının bir sonucudur yani kontrolüdür.

Sonuç ve Öneriler

- Komşu parseller arasındaki zikzaklı sınır, bir dengeleyici doğru ile düzleştirilmek istendiğinde önce, yaklaşık dengeleyici doğru geçirilerek,

bu doğru ile sınırların kesiştiği noktaların koordinatları ve dengeleyici doğrunun sağında ve solunda kalan parçaların alanları hesaplanmalıdır.

- Yaklaşık dengeleyici doğrunun sağında ve solunda kalan parçaların alanları toplamının yarısı, komşu parsellerden eşit miktarda kesilmesi gereken alandır ve bu değer, ayrıca yaklaşık dengeleyici doğru ile kesin dengeleyici doğru arasında kalan alan değeridir.
- Komşu parseller arasındaki zikzaklı sınır, kırık teşkil eden iki veya üç dengeleyici doğru ile düzgünleştirilmek istenirse; önce komşu bir parselin uç noktaları arasında oluşturulan ölçü doğrusu ile eski sınırlar arasında kalan alan miktarı hesaplanmalıdır. Bu alan miktarı, yeni geçirilecek sınır ile ölçü doğrusu arasındaki alan değerine eşittir. Yeni sınır ile oluşacak yeni sınır noktalarının koordinatlarını elde edebilmeyi sağlayacak şekilde geometrik bağıntılar oluşturulmalıdır.
- Kesin dengeleyici doğrunun parsel sınırını kestiği noktanın koordinatı hesaplandıktan sonra aplikasyonun yapılacağı poligon noktasından aplikasyon elemanları hesaplanıp applike edilmelidir.
- Aplikasyonda kullanılacak poligon noktalarının etrafında görüş engeli oluşturacak unsurlar bertaraf edilmeli, bu mümkün olmuyorsa, aplikasyonda, görüş engeli teşkil etmeyecek şekilde yeni poligon noktaları tesis edilmelidir.

Kaynaklar

- Atasoy, V 2014. Arazi Ölçmeleri, Ekin Yayıncılık ISBN: 978-605-327-039-3, Bursa.
- Benduch, P 2016. The Assesment of the Influence of Cadastral Parcel Boundary Points Locations Errors on the Accuracy of Analytical Determination of Their Surface Area, Geomatics and Environmental Engineering, Volume 10, Number 1, <http://dx.doi.org/10.7494/geom.2016.10.17>
- Berk, S. ve Ferlan, M 2016. Accurate area determination in the cadaster case study of Slovenia, Cartography and Geographic Information Science, 45:1, 1-17
- Çay, T 2019. Arazi Düzenlemesi ve Mevzuatı,

Ders Kitabı, Yayın Yeri: Dizgi Ofset, Sayfa Sayısı:484, ISBN:978-975-97743-1-8

- Demirel, Z 2005. Kırsal Toprak Düzenlemesi (Arazi Toplulaştırması), YTÜ İnşaat Fak. Yayını, İstanbul.
- Kara, M 1980. Arazi Toplulaştırması, KTÜ Yer Bil. Fak. Yayını, Trabzon
- Ochori, O. B. ve Achola, O. P 2015. Improvement of area accuracy in general boundary areas in Kenya: Case study of Juja-Kiambu County, Kabarak Journal of Research ve Innovation, Volume 3, Number 1, ISSN 2305-784X (print), ISSN 2410- 8383 (online)
- Özbenli, E. ve Tüdeş, T 1985. Ölçme Bilgisi Pratik Jeodezi, KTÜ Müh. Mim. Fak. Yayını, Trabzon.
- Shih, T. Y 1995. Area Computation by Coordinates, Jornal of Surveying Engineering, 121 (4):145-154, doi:10.1061/(ASCE)0733-9453(1995)121:4(145). [Crossref], [Web of Science®]
- Şerbetçi, M. ve Atasoy, V 2000. Jeodezik Hesap (Üçüncü Baskı), K.T.Ü Müh. Mim. Fak. Yayını, Trabzon.
- Tüdeş, T 1979. Aplikasyon Özel Ölçmeler, KTÜ Müh. Mim. Fak. Yayını, Trabzon.
- Yaşayan, A. ve Atasoy, V 1991. "Alan Bölmeleri Ve Sınır Düzeltmeleri", Harita ve Kad. Müh. Oda Derg, sayı 69, s.31-41, Ankara.
- Yıldız, N 1983. Arazi Toplulaştırması, YTÜ Yayınları Sayı:167, İstanbul
- URL_1: <http://www.netcad.com.tr/>
- URL_2: <http://www.cartocad.fr/>
- URL_3: <https://www.geocad.com.tr/>
- URL_4: <http://www.egas.com.tr/>.