



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences
Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

ISSN (Print): 1308-8750
ISSN (Online): 1308-8769

<http://dergipark.gov.tr/omuanajas>

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Anadolu Journal of Agricultural Sciences
Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

Sahibi/Publisher

Prof. Dr. Yavuz ÜNAL (rektor@omu.edu.tr)

Baş Editör/ Editor in Chief

Prof. Dr. Mehmet Serhat Odabaş (mserhat@omu.edu.tr)

Editörler/Editors

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ (dekinci@omu.edu.tr)
Prof. Dr. Orhan DENGİZ (odengiz@omu.edu.tr)
Doç.Dr. Umut Sami YAMAK (usyamak@omu.edu.tr)
Doç. Dr. Alper TANER (alper.taner@omu.edu.tr)
Doç. Dr. Aydın ALTOP (aaltop@omu.edu.tr)
Dr. Attila SALAMON (dr.attila.salamon@gmail.com)
Dr. K. Al-SHAMMARI (Karrar.Al-Shammari@atu.edu.iq)
Dr. Mehmet TÛTÛNCÛ (mehmet.tutuncu@omu.edu.tr)
Dr. Alfadhl Yahya KHALED (f_yahya87@hotmail.com)
Dr. Maria DATTENA (mdattena@agrisricerca.it)
Dr. Dinu GAVOJDIAN (gavojdian_dinu@animalsci-tm.ro)

Uluslararası Danışma Kurulu / International Advisory Board

Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ (abilgic@atauni.edu.tr)
Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Canan CAN (can@gantep.edu.tr)
Gaziantep Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. David HERAK (herak@tf.czu.cz)
Czech University of Life Sciences, Czech Republic
Doç.Dr. Murat ÇANKAYA (cankayamuratt@gmail.com)
Erzincan Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN (fsahin@yeditepe.edu.tr)
Yeditepe Üniversitesi, Türkiye
Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN (ahmet.sahin@ahievran.edu.tr)
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir
Prof.Dr.Süleyman KODAL (kodal@agri.ankara.edu.tr)
Ankara Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Murat ŞENTÛRK (msenturk@agri.edu.tr)
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Nebahat SARI (nesari@cu.edu.tr)
Çukurova Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Sedat SERÇE (sedatserce@nigde.edu.tr)
Niğde Üniversitesi, Türkiye
Prof.Dr. Kazım ÇARMAN (kcarman@selcuk.edu.tr)
Selçuk Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Hsin Chi (hsinchi@dragon.nchu.edu.tw)
National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China
Prof. Dr. Jozsef RATKY (jratky@atk.hu)
Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition, Hungary
Prof. Dr. Mogens VESTERGAARD
(mogens.vestergaard@agrsci.dk) University of Aarhus,
Denmark

Prof.Dr. Claudiu T. Supuran, (claudiu.supuran@unifi.it)
Univ Florence, Italy
Assit. Prof.Dr. Marketa Mihalikova(mihalikova@af.czu.cz
Czech University of Life Sciences, Czech Republic)
Prof. Dr. Ünal KIZIL (unal@comu.edu.tr)
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye
Prof.Dr.Soner ÇANKAYA (scankaya@omu.edu.tr)
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye
Doç.Dr. Kağan KÖKTEN (kahafe1974@yahoo.com)
Bingöl Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Şenay ŞİMŞEK (senay.simsek@nds.edu)
North Dakota State University, USA

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayımlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998-) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998-).

Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemeleri de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

ISSN (Print): 1308-8750

ISSN (Online): 1308-8769

<http://dergipark.gov.tr/omuanajas>

Yazışma adresi / Correspondence

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun
Tel: 0 (362) 312 19 19 Fax: 0 (362) 457 60 34 e-mail: zfyayin@omu.edu.tr

İçindekiler (Contents)	Cilt/Volume: 36	Sayı/Number: 1	February / Şubat 2021	Sayfa No (Page)
Morfolojik ve Moleküler Yöntemlerle Çeltikte (<i>Oryza sativa</i> L.) Generatif Dönem Soğuk Stresinin Etkilerinin Belirlenmesi Determination of Cold Stress Effect at Reproductive Stage in Rice By Morphological and Molecular Methods				1
Rasim Ünan, Temel Gençtan				
Sülfolilüre Grubu Herbisit Kullanılan Tekirdağ Tarım Alanlarından İzole Edilen <i>Pseudomonas</i> Türlerinin Karakterizasyonu Characterization of <i>Pseudomonas</i> species isolated from agricultural areas applied with sulphonylurea group herbicides in Tekirdağ province				10
Mine Gül Şeker				
İspir Kuru Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Popülasyonunun Karakterizasyonu ve Seleksiyon Yoluyla Islahı Characterization and selection of İspir dry bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) population				20
Berat Bıyıklı, Erdal Elkoca, Murat Aydın				
Kırsal Kalkınma Projelerinde Hibe Programından Yararlanmayı Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi: Karaman İli Sarıveliler Örneği Evaluation of the Factors Affecting Benefiting from the Grant Program in Rural Development Projects, Case Study of Sarıveliler, Karaman Province				34
Murat Demirbük, Bekir Ayyıldız				
Hıyarda Bazı Bitki Gelişim Düzenleyici Kalıntılarının QuEChERS Analiz Yöntemi ile Metot Validasyonu Validation of QuEChERS method for the determination of some plant grow regulator residues in cucumber				45
Tarık Balkan, Kenan Kara				
Bazı Ceviz (<i>Juglans regia</i> L.) Çeşitlerinin Antioksidant Aktiviteleri ve Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi Determination of Antioxidant Activities and Phenolic Content of Some Walnut (<i>Juglans regia</i> L.) Cultivars				55
Ersin Gülsoy, Elif Duygu Kaya, Ayşe Türkhan				
TR71 Bölgesinde İşletmelerin Koyun Yetiştiriciliği Faaliyetine Devam Etme Olasılığını Etkileyen Faktörlerin Analizi Analysis of the factors affecting the farms' probability continuing sheep farming in the TR71 Region				63
Betül Gürer, Zafer Ulutaş				
Erik Meyvesinin Farklı Hasat Dönemlerindeki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi Determination of Some Physical And Mechanical Properties of Plum Fruit in Different Harvest Periods				73
Selen Alınak Sezer, Mustafa Çetin				

Hasandağ Volkanik Materyali Üzerinde Oluşan Toprakların Ayrışma Oranları ve Kütle Dengesi Weathering rates and mass balance of soils developed on hasandağ volcanic materials	81
Hasan Hüseyin Özyaytekin, Mert Dedeoğlu	
Evaluation of soil hydropedological properties by factor analysis in gypsic ustorthent and typic ustifluent	93
Toprak hidropedolojik özelliklerinin gypsic ustorthent ve typic ustifluent’de faktör analizi ile değerlendirilmesi	
Gülây Karahan	
Maş Fasulyesi Genotiplerinde Farklı Ekim Derinliklerinin Çimlenme ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi	104
Effect of sowing depth on germination and some growth parameters in mung bean genotypes different seed size	
Cengiz Türkey, Ruziye Karaman	
Zonguldak İlinde Meyve Üreticilerinin Kimyasal Gübre ve Tarım İlacı Kullanımına Yönelik Çevresel Duyarlılıkları	113
Environmental Sensitivity of Fruit Producers Toward Chemical Fertilizer and Pesticide Use in Zonguldak Province	
Osman Kılıç, Gamze Aydın Eryılmaz, Serdar Çakır	
Orta ve Batı Karadeniz Bölgesinden Toplanan Yulaf Genotiplerinin Değerlendirilmesi	122
Evaluation of Oat Genotypes Collected from the Middle and Western Black Sea Region	
Zeki Mut, Hasan Akay, Özge Doğanay Erbaş Köse, İsmail Sezer	
Kaba Yem Olarak Değerlendirilen Ökse Otunun Antioksidan Özellikleri ve Kondanse Tanen İçeriklerinin Belirlenmesi	132
Determination of antioxidant properties and condensed tannin content of mistletoe used as roughage	
Burcu Yıldız, Yasin Emre Öztürk, Yusuf Murat Kardeş, Hanife Mut, Erdem Gülümser	
Bazı Esansiyel Yağların <i>Lucilia sericata</i> Larvaları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi	138
Determination of effects of some essential oil on <i>Lucilia sericata</i> larvae	
Meltem Kökdener	
Some Physico-Chemical and Mechanical Properties and Workability of Bilecik Şeyh Edebalı University Campus Soils	146
Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi Kampüs Topraklarının Bazı Fiziko-Kimyasal ve Mekaniksel Özellikleri ve İşlenebilirlikleri	
Zeynep Demir, Zeki Mut, Hanife Mut, Erdem Gülümser	



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.669387

Morfolojik ve Moleküler Yöntemlerle Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Generatif Dönem Soğuk Stresinin Etkilerinin Belirlenmesi

Rasim Ünan^{a*}, Temel Gençtan^b

^a Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

^b Namik Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: rasimunan@hotmail.com

Geliş/Received 16/01/2020 Kabul/Accepted 03/12/2020

ÖZET

Çeltik tropikal bir bitki olup soğuktan olumsuz yönde etkilenmektedir, bununla birlikte Türkiye gibi ılıman iklim bölgelerinde tarımı yapılmaktadır. Bu çalışma bazı çeltik genotiplerinde generatif dönemde kontrollü şartlarda oluşturulan soğuk stresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme 13 çeltik genotipi üzerinde Edirne Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2013, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Generatif dönemdeki çeltikler bitki büyüme kabininde 8 gün boyunca 9 °C soğuk uygulaması yapılmış ve sera ortamına transfer edilerek olgunlaşma dönemi sonunda hasat edilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hasatta sterilite ölçümü yapılarak genotipler generatif dönem soğuk stresi yönünden sınıflandırılmıştır. Sonuçta kontrol uygulamasında % 11.3 sterilite ölçülürken, soğuk uygulamasında % 30.8 sterilite ölçülmüştür. Soğuk stresi sterilite oranını % 272.6 artırmıştır. *Indika* tipi çeltiklerin *Japonika* tipi çeltiklere göre daha hassas oldukları gözlemlenmiştir. Tunca, Hamzadere ve IR50 çeşitleri hassas olarak belirlenirken, Paşalı, Mevlütbey ve Halilbey çeşitleri toleranslı olarak belirlenmiştir. Ayrıca moleküler tekniklerle, üç, yedi ve dokuzuncu kromozom üzerinde bulunan üç farklı QTL (Kantitatif Özellik Lokusu) bölgesi taranarak generatif dönemde soğuk toleransı incelenmiştir. Moleküler sonuçlarla morfolojik sonuçların benzer olduğu tespit edilmiştir. Generatif dönemde soğuk stresi yaşanan bölgelerde seçilen çeşitlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Çeltik
Generatif dönem
Soğuk stresi
Sterilite

Determination Of Cold Stress Effect At Reproductive Stage In Rice By Morphological And Molecular Methods

ABSTRACT

Rice is a tropical plant and does not have an inbuilt resistance to cold, however, in Turkey and elsewhere it is grown in temperate regions. Evaluation of cold tolerance under controlled temperature conditions may be performed. The aim of this study was to determine the effect of cold stress on rice genotypes at the booting stage. The experiment conducted on 13 rice genotype at Edirne Trakya Agricultural Research Institute in 2013, 2014 and 2015. The experiments were designed in a randomized plot with 3 replicates. Cold tolerance was evaluated on Booting stage by-holding them at 9°C for 8 days then rice transferred greenhouse until maturity time. Rice panicle harvested and genotypes classed in cold tolerance class according to sterility percentage at booting stage cold stress. Results revealed that cold stress increased the sterility 272.6%. Sterility was measured 11.3% and 30.8% in control and cold stress application, respectively. The varieties which Tunca, Hamzadere and IR50 were found as susceptible. Pasalı Mevlütbey and Halilbey varieties were found as tolerant at booting stage. It was observed that indicated types were more susceptible to cold than Japonica types. Furthermore, it was aimed to determine cold stress at booting stages by molecular methods as inspecting three QTLs on 3, 7, 9 number genes, respectively. It was determined similar results between molecular and morphological cold tolerance results. It is recommended to grow up the selected rice varieties in the regions where cold stress occur during the booting stage.

Keywords:
Booting stage
Cold stress
Rice
Sterility

1. Giriş

Çeltik, 7 milyarı aşkın dünya nüfusunun yarıdan fazlasının temel gıda maddesini oluşturmaktadır. Dünyanın bilinen en eski tahıl ürünlerinden birisidir. M.Ö. 6200 - 11500 yıllarında kültüre alındığını kanıtlayan genetik çalışmalar mevcuttur (Molina ve ark., 2011). Ana vatanı Çin olduğu tahmin edilen çeltik, Sri Lanka ve Hindistan gibi ülkeler aracılığıyla dünyaya yayılmıştır. Güney Avrupa ve Kuzey Afrika'ya yayılan çeltik, Portekiz ve İspanya'dan Brezilya ve Orta Amerika'ya ulaşmıştır. Ülkemize girişi ise 500 yıl öncesine dayanmaktadır (Kün, 1985).

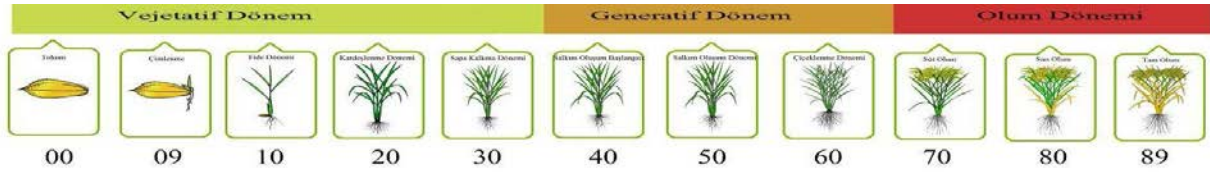
Ülkemizde sulanabilir alanlarda yetiştiriciliği yapılan çeltiğin en önemli problemlerinden biri de soğuk stresidir. Sıcak iklim bitkisi olan çeltikte; soğuk stresinin olumsuz etkileri çimlenme, fide gelişme, generatif dönem (sapa kalkma dönemi) ve olum dönemlerinde görülmektedir. Soğuk stresi çeltikte; çimlenme döneminde düşük çimlenme yüzdesi, çimlenmenin gecikmesi veya çimlenememe şeklinde ortaya çıkmaktadır. Fide gelişme döneminde soğuk stresi; fide gelişimin engellenmesi, yaprak renginin açılması, renksizleşmesi, kıvrılması şeklinde görülmekte generatif dönemde ise, polen oluşumunun engellenmesi ve salkım oluşumunun zarar görmesi şeklinde olmaktadır. Soğuk stresinin olum dönemindeki etkileri genellikle taneye besin maddesi taşınmasının engellenmesi, yaprakların klorofil kaybı ve erken yaşlanma (senesens) şeklinde görülebilmektedir (Chung, 1979).

Çeltikte soğuk zararının en önemli zararlarından biri, salkımın kın içinde olduğu ve sapa üst kısmındaki boğumun şişkin görüldüğü (generatif dönem, sapa kalkma, gebeleşme) döneminde görülmektedir. Bu dönemde özellikle gece saatlerindeki soğuklar, çeltik çiçeklerinde polen canlılığını azalması sonucu döllemeyi aksatmaktadır. Bu durum, salkımda steril tane sayısının artmasına, doğal olarak da tane veriminde büyük düşüslere neden olmaktadır.

Bu çalışmada; çeltik çeşit ve hatların soğuğa tolerans yönünden taranması ve generatif dönemdeki soğuk stresine tepkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, generatif dönemdeki laboratuvar testleri ve moleküler yöntemlerle soğuğa toleranslı olarak belirlenen genotiplerin, materyal olarak ıslah çalışmalarında kullanılması amaçlanmıştır.

Şekil 1. Çeltiğin fenolojik gelişme dönemleri

Figure 1. Rice growth stage scale



2. Materyal ve Yöntem

Çalışma ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 11 çeltik çeşidi ile kontrol olarak soğuğa hassas IR 50 çeşidi ile soğuğa toleranslı HSC 55 çeşidi olmak üzere Çizelge 1'de verilen 13 çeşit ile yürütülmüştür.

Çizelge 1. Çalışmada yer alan çeltik çeşitleri
Table 1. Variety names of materials

No	Adı	No	Adı
1	KIZILTAN	8	TUNCA
2	PAŞALI	9	AROMATİK-1
3	TOSYAGÜNEŞİ	10	HAMZADERE
4	DURAĞAN	11	MEVLÜTBEY
5	HALİLBEY	12	IR50 (hassas)
6	EDİRNE	13	HSC55 (toleranslı)

İncelenen genotiplerin generatif dönemde (Şekil 1) soğuğa toleranslarını belirlemek için Andaya ve Mackill (2003) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde; salkımın kın içinde şişmeye başladığı sapa kalkma (GS30) döneminde saksı içerisindeki çeltik 8 gün boyunca 9 °C soğuk etkisinde bırakılmış, hasatta steril taneler tespit edilmiştir. İncelenen genotipler aynı zaman dilimi içerisinde generatif döneme (sapa kalkma) gelmedikleri için, düzenli gözlem yapılarak tüm genotiplere soğuk uygulamasının generatif dönemde yapılması sağlanmıştır. Soğuk uygulamasından sonra olum döneminde salkımlarda oluşan sterilite oranları saptanmıştır. Salkımda bulunan boş tanelerin toplam tane

sayısına oranlanması ile % sterilite oranı belirlenmiştir. Generatif dönemde soğuk uygulaması sonucu etkilenen çeşitler % sterilite oranlarına göre gruplandırılmıştır. % 0-25 sterilite oranına sahip olanlar "Toleranslı", % 26-45 sterilite oranına sahip olanlar "Orta toleranslı" ve % 45'den fazla sterilite oranına sahip olanlar "Hassas" olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada çeltikte soğuk stresine toleransı belirlemek için sapa kalkma dönemlerine ilişkin gen bölgelerini amplifiye edecek spesifik primerler (Suh ve ark. 2010) kullanılmıştır (Çizelge 2). Bu amaçla generatif dönemde 3, 7 ve 9. genlerde QTL bölgelerini tanımlayan 3 adet primer çifti kullanılmıştır.

Çizelge 2. Sapa kalkma dönemi primerler (Suh ve ark., 2010; Kim ve ark., 2014)

Table 2. Primers for booting stage in rice (Suh ve ark., 2010; Kim ve ark., 2014)

Dönem	G	Primer	Nükleotid Dizimi (5'-3')	Bant (Bp)
Sapa Kalkma	3	RM231	F:ccagattatttctgaggtc, R:cacttgcatagtctgcattg	186
Sapa Kalkma	7	RM137 7	F:attagatacatcagcggggg, R:gctgctgtacgatgtgatcc	145
Sapa Kalkma	9	RM245 45	F:acagcacagcaccggaagg, R:cgagcaacaggaagcgata agc	152

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Generatif dönem soğuk toleransı morfolojik bulgular:

Generatif dönem soğuk toleransı yönünden çeltiğin en hassas olduğu dönemlerden biridir. Generatif dönem soğuk toleransı, çimlenme ve fide gelişim döneminden farklı olarak, oluşan soğuk şartların hemen ardındaki zaman diliminde değil salkımların hasat olgunluğuna geldiği dönemde tespit edilir. Generatif dönemde gerçekleşen soğuk stresi steriliteye neden olmaktadır. Bu nedenle salkımlardan ölçülen sterilite miktarları bu dönem için soğuk zararının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Generatif dönemde soğuk şartlar sterilite miktarını artırmak suretiyle tane verimini düşürmektedir. 2013, 2014 ve 2015 deneme yıllarında, yılların ve çeşitlerin generatif dönem soğuk uygulamasının sterilite oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, 2013, 2014 ve 2015 yılları birlikte değerlendirildiğinde ele alınan bütün parametrelerin ve Yıl × Uygulama interaksyonu hariç diğer interaksyonların sterilite oranı üzerine önemli etki yaptığı görülmektedir. Uygulama, çeşitler ile yıl × çeşit, uygulama × çeşit, yıl × uygulama × çeşit interaksyonları istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde; yıllar 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllar arasındaki fark önemli çıktığı için her yıl ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4'ün incelenmesinden; 2013 yılında generatif dönemde soğuk uygulaması % 26.1 sterilite oluştururken, kontrol uygulaması % 10.1 sterilite gerçekleştirmiştir. Sterilite oranının soğuk uygulamasından etkilendiği dikkati çekmektedir. Soğuk uygulaması normal sıcaklık değerlerine oranla üç kata yakın sterilite gerçekleştirmiştir. En yüksek sterilite oranı % 37.2 ile IR50 çeşidinden, en düşük sterilite oranı ise % 7.9 ile Kızıltan çeşidinden elde edildiği görülmektedir. Uygulama × çeşit interaksyonu incelendiğinde soğuk uygulamasında Tunca çeşidi % 50.1 ile en yüksek sterilite oranı, normal sıcaklıkta ise Kızıltan çeşidi % 4.7 ile en düşük sterilite oranına sahip olmuştur.

Kontrol çeşitleri göz ardı edildiğinde soğuk uygulamasında Tunca çeşidi en yüksek sterilite oranı ile ilk sırada yer almış, Kızıltan çeşidi en düşük sterilite oranına sahip olmuştur. Kontrol uygulamasında Aromatik-1 çeşidi en yüksek sterilite oranı, Kızıltan çeşidi en düşük sterilite oranı göstermiştir. Özellikle Tunca çeşidi kontrol uygulamasına göre 42.4 puanlık fark oluşturmuştur. Aromatik-1, Paşalı ve Kızıltan ise soğuktan en az etkilenen çeşitler olmuştur.

Çizelge 5'in incelenmesinden; 2014 yılında generatif dönemde soğuk uygulaması % 32.0 sterilite oluştururken, kontrol uygulaması % 10.4 sterilite gerçekleştirmiştir. Sterilite oranının soğuk uygulamasından etkilendiği dikkati çekmektedir. Soğuk uygulaması normal sıcaklık değerlerine oranla üç kattan fazla sterilite gerçekleştirmiştir. En yüksek sterilite oranı % 39.2 ile Tunca çeşidinden, en düşük sterilite oranı ise % 13.2 ile Mevlütbey çeşidinden elde edildiği görülmektedir. Uygulama × çeşit interaksyonu incelendiğinde soğuk uygulamasında Tunca çeşidi % 52.6 ile en yüksek sterilite oranı, normal sıcaklıkta ise Kızıltan ve Edirne çeşidi % 5.7 ile en düşük sterilite oranına sahip olmuştur.

Çizelge 3. Çeltik çeşitlerinde sapa kalkma dönemi soğuk uygulamasının sterilite oranı üzerine varyans analizi
Table 3. Variance analysis on the sterility varieties and cold application at booting stage in rice.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Yıl	2	1351.47	675.74	8.66*
Tekerrür	6	874.22	145.70	1.87
Uygulama	1	22128.80	22128.80	283.68**
Yıl x Uygulama	2	366.28	183.14	2.35
Hata 1	6	468.04	78.01	
Çeşit	12	13968.70	1164.06	68.23**
Yıl x Çeşit	24	1182.46	49.27	2.89**
Uygulama x Çeşit	12	6753.15	562.76	32.99**
Yıl x Uygulama x Çeşit	24	1186.59	49.44	2.90**
Hata 2	144	2456.70	17.06	
Genel	233	50736.40	217.75	

* = % 5 düzeyinde önemli ** = % 1 düzeyinde önemli; CV (%) = 19.1

Çizelge 4. Çeşitler ve sapa kalkma dönemi soğuk uygulamasının 2013 yılındaki sterilite oranı üzerine etkisi (%)
Table 4. The effect of cold stress between booting stage and varieties on sterility rate in 2013 (%)

Çeşitler	Uygulamalar		Ortalama
	Kontrol Uygulaması	Soğuk Uygulaması	
1- Kızıltan	4.7 k*	11.2 fi	7.9 h
2- Paşalı	10.7 gı	13.4 eg	12.0 g
3- Tosyagüneşi	10.0 gj	20.8 d	15.4 ef
4- Durağan	8.7 hk	29.4 c	19.0 d
5- Halilbey	8.0 hk	16.4 de	12.2 fg
6- Edirne	7.3 ık	32.5 c	19.9 d
7- Osmancık-97	6.7 ık	30.0 c	18.3 de
8- Tunca	7.7 ık	50.1 a	28.9 b
9- Aromatik-1	15.4 ef	15.7 ef	15.5 e
10- Hamzadere	6.0 jk	44.7 b	25.3 c
11- Mevlütbey	7.3 ık	17.0 de	12.2 fg
12- IR50 (Hassas Kon.)	28.7 c	45.7 ab	37.2 a
13- HSC55 (Tol. Kon.)	10.3 gj	12.4 eh	11.3 g
Ortalama	10.1 b	26.1 a	
EKÖF (P <0.05)	Uygulama = 1.38, Uygulama x Çeşit = 4.64, Çeşit = 3.28		
CV (%)	15.6		

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulunmamaktadır

Kontrol çeşitleri göz ardı edildiğinde soğuk uygulamasında Tunca çeşidi en yüksek sterilite oranı ile ilk sırada yer almış, Mevlütbey çeşidi en düşük sterilite oranına sahip olmuştur. Kontrol uygulamasında Tunca çeşidi en yüksek sterilite oranı, Kızıltan çeşidi en düşük sterilite oranı göstermiştir. Özellikle Hamzadere, Edirne ve Tunca çeşitleri kontrol uygulamasına göre 38.8, 32.4 ve 27 puanlık fark oluşturmuştur. Aromatik-1, Mevlütbey ve Halilbey çeşitleri ise soğuktan en az etkilenen çeşitler olmuştur.

Çizelge 6'ın incelenmesinden; 2015 yılında generatif dönemde soğuk uygulaması % 34.4 sterilite oluştururken, kontrol uygulaması % 13.6 sterilite gerçekleştirmiştir. Sterilite oranının soğuk uygulamasından etkilendiği dikkati çekmektedir. Soğuk uygulaması normal sıcaklık değerlerine oranla üç kata yakın sterilite gerçekleştirmiştir. En yüksek sterilite oranı % 48.1 ile IR50 çeşidinden, en düşük sterilite oranı ise % 16.1 ile Halilbey çeşidinden elde edildiği görülmektedir. Uygulama x çeşit etkileşimini incelendiğinde soğuk uygulamasında IR50 çeşidi % 62.1 ile en yüksek sterilite oranı, normal sıcaklıkta ise HSC55 çeşidi % 7.7 ile en düşük sterilite oranına sahip olmuştur.

Çizelge 5. Çeşitler ve generatif dönem soğuk uygulamasının 2014 yılındaki sterilite oranı üzerine etkisi (%)
Table 5. The effect of cold stress between booting stage and varieties on sterility rate in 2014 (%)

Çeşitler	Uygulamalar		Ortalama
	Kontrol Uygulaması	Soğuk Uygulaması	
1- Kızıltan	5.7 h*	24.4 ef	15.1 fg
2- Paşalı	6.0 h	20.6 fg	13.3 g
3- Tosyagüneşi	6.3 h	23.1 eg	14.7 fg
4- Durağan	9.0 h	34.6 cd	21.8 de
5- Halilbey	9.3 h	20.1 fg	14.7 fg
6- Edirne	5.7 h	38.1 c	21.9 de
7- Osmancık-97	8.7 h	33.7 cd	21.2 de
8- Tunca	25.7 ef	52.6 a	39.2 a
9- Aromatik-1	23.1 ef	24.7 ef	23.9 cd
10- Hamzadere	7.3 h	46.1 b	26.7 c
11- Mevlütbey	9.7 h	16.7 g	13.2 g
12- IR50 (Hassas Kon.)	9.7 h	54.1 a	31.9 b
13- HSC55 (Tol. Kon.)	7.0 k	28.8 de	17.9 ef
Ortalama	10.4 b	32.0 a	
EKÖF (P <0.05)	Uygulama = 12.69, Uygulama x Çeşit = 6.43, Çeşit = 4.54		
CV (%)	18.5		

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulunmamaktadır

Çizelge 6. Çeşitler ve generatif dönem soğuk uygulamasının 2015 yılında sterilite oranı üzerine etkisi (%)
Table 6. The effect of cold stress between booting stage and varieties on sterility rate in 2015 (%)

Çeşitler	Kontrol Uygulaması	Soğuk Uygulaması	Ortalama
1- Kızıltan	8.7 k*	27.6 eg	18.1 d
2- Paşalı	12.3 jk	22.8 gı	17.6 d
3- Tosyagüneşi	8.0 k	26.0 fh	17.0 d
4- Durağan	15.3 ij	35.0 de	25.2 c
5- Halilbey	9.0 k	23.1 gı	16.1 d
6- Edirne	9.3 k	40.3 cd	24.8 c
7- Osmancık-97	9.2 k	34.4 df	21.8 d
8- Tunca	18.7 hj	50.3 b	34.5 b
9- Aromatik-1	25.3 gh	28.2 eg	26.8 c
10- Hamzadere	8.0 k	45.6 bc	26.8 c
11- Mevlütbey	11.3 jk	23.7 gı	17.5 d
12- IR50 (Hassas Kon.)	34.0 df	62.1 a	48.1 a
13- HSC55 (Tol. Kon.)	7.7 k	27.5 eg	17.6 d
Ortalama	13.6 b	34.4 b	
EKÖF (P <0.05)	Uygulama = 7.68, Uygulama x Çeşit = 8.66, Çeşit = 6.13		
CV (%)	19.2		

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında % 5 düzeyinde önemli fark bulunmamaktadır

Kontrol çeşitleri göz ardı edildiğinde soğuk uygulamasında Tunca çeşidi en yüksek sterilite oranına, Paşalı çeşidi ise en düşük sterilite oranına sahip olmuştur. Kontrol uygulamasında Aromatik-1 çeşidi en yüksek sterilite oranı, Hamzadere ve Tosyagüneşi çeşidi en düşük sterilite oranı göstermiştir. Özellikle Hamzadere, Tunca ve Edirne çeşitleri kontrol uygulamasına göre 37.6, 31.6 ve 31.0 puanlık yüksek fark oluşturmuştur. Aromatik-1, Paşalı ve Mevlütbey çeşitleri ise soğuktan en az etkilenen çeşitler olmuştur.

Çizelge 7 incelendiğinde çeşitlerin toleranslı, orta toleranslı ve hassas olarak üç gruba ayrıldığı görülmektedir. Üç yıllık çalışma ortalamasına göre soğuk şartlarda % 45'den fazla sterilite gösteren çeşitler hassas, % 25-45 arası sterilite gösterenler orta toleranslı ve % 25'den az olanlar toleranslı

olarak değerlendirilmiştir. Kızıltan, Paşalı, Halilbey, Mevlütbey ve HSC55 çeşitleri toleranslı bulunurken, Tunca Hamzadere ve IR50 çeşitleri hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 7. Generatif dönem soğuk toleransına göre çeşitlerin sınıflandırılması
Table 7. Categorization of varieties according to cold tolerance at booting stage in rice

Toleranslı	Orta Toleranslı	Hassas
Kızıltan	Edirne	Tunca
Paşalı	Durağan	Hamzadere
Halilbey	Osmancık-97	IR50
Mevlütbey	Tosyagüneşi	
HSC55	Aromatik-1	

Üç yıllık çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuçlara göre sterilite oranları normal koşullarda % 4.7-34.0 arasında gerçekleşirken, soğuk uygulamasında % 11.2 - 62.1 arasında gerçekleşmiştir. 5 adet çeşit toleranslı, 5 adet çeşit orta toleranslı ve 3 çeşit hassas olarak belirlenmiştir.

Çok sayıda araştırmacı yaptıkları çalışmalarında, çeltikte soğuk hava koşullarının salkımdaki fertilitiyi azaltıp, sterilite oranını artırdığını açıklamaktadır (Sürek, 2002; Khalif ve ark., 2007; Zenna ve ark., 2014). Araştırmacılar soğuk stresinin ekim zamanı ile bağlı olarak yıllara göre değişebildiğini (Şavşatlı ve ark., 2008) ve oluşan tane sayısının çeşitlere bağlı olarak değiştiğini (Şavşatlı ve ark., 2006) vurgulamaktadır.

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar; düşük sıcaklık derecelerine tabi tutulan anterlerin zarar gördüğünü, steril mikrosporların arttığını, salkım sterilitelerinin arttığını ve verimin azaldığını bildiren Satake (1989) araştırma sonuçlarıyla; bütün gelişme dönemlerinde soğuk uygulamalarından indica tiplerin japonica tiplere oranla daha çok etkilendiğini, fakat sapa kalkma ve çiçeklenme döneminde indica tiplerin ve onların F1'lerinin daha toleranslı olduğunu bildiren Glaszmann ve ark., (1990) yayınıyla benzetmektedir.

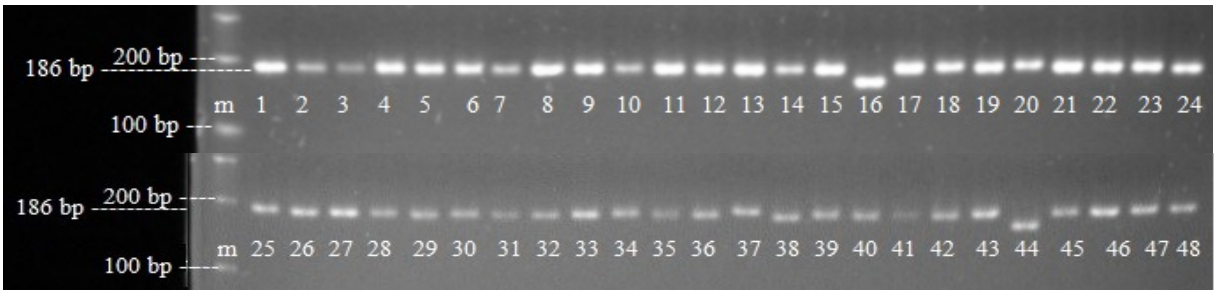
Soğuk uygulamasının salkımda tane sayısını azalttığını, salkım sterilitelerini % 90'a kadar artırdığını ve gelişme dönemleri karşılaştırıldığında sapa kalkma döneminin çiçeklenme başlangıcı dönemine göre daha önemli olduğunu bildiren araştırmacılar Jacobs ve Pearson (1999) çalışma sonuçlarıyla; soğuk uygulamasıyla sterilitenin %70'in üzerine çıktığını bildiren Li ve ark., (2014) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Ayrıca, soğuk uygulamasında sterilite değerlerinin en az HSC55 çeşidinde % 24.1, en fazla YRL 39 çeşidinde % 95.8 olarak bulan ve soğuk uygulamasında sterilite değerlerinin % 20.0-92.5 gerçekleştiğini belirten Bodapati ve ark., (2005) sonuçlarıyla; generatif dönem soğuk uygulaması sonucunda salkım sterilitelerinin % 27.9- 96.9 arasında gerçekleştiğini bildiren araştırmacılar Mori ve ark., (2011) yayınıyla, normal sıcaklıkta salkım sterilite oranları %2.3-9.8 arasında gerçekleşirken, soğuk uygulamasında %29.6-61.2 arasında gerçekleştiğini bildiren Zhou ve ark., (2012) bulgularıyla, kontrollü koşullarda soğuk uygulanan çeltiklerde %72.9, aynı çeşitlerle tarla koşullarında % 24.0 sterilite oranı bulan araştırmacılar Ghadirnezhad ve Fallah (2014) makelesiyle; sterilite oranlarının soğuk uygulamasında % 35-100 arasında, normal koşullarda % 6-44 arasında gerçekleştiğini bildiren Zenna ve ark., (2014) araştırma sonuçlarıyla bu çalışmadan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

3.2. Generatif dönem soğuk toleransı moleküler bulgular

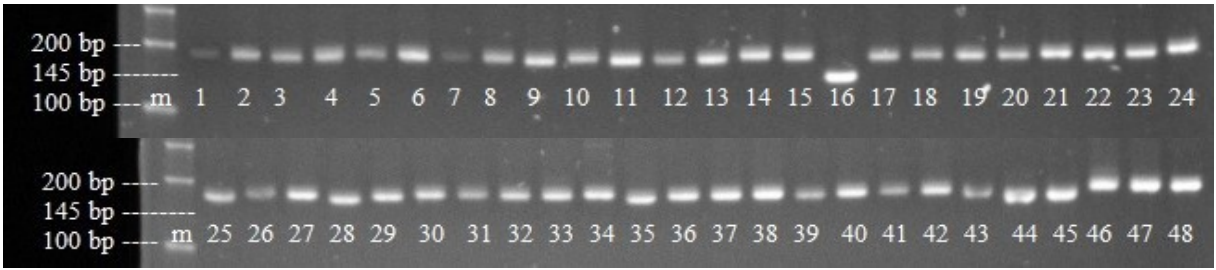
Generatif dönemde 3, 7 ve 9. Kromozomlar üzerinde bulunan 186 bp, 145 bp ve 152 bp bandındaki 3 QTL taranmıştır. Bu üç QTL bölgesinden en az birine sahip olan çeşitler dayanıklı olarak tanımlanmaktadır. Üzerinde çalışılan çeşitlerin 46 tanesi toleranslı bulunurken 2 tanesi hassas olarak tespit edilmiştir.

3. kromozom üzerinde bulunan 186 bp QTL bölgesi incelendiğinde 16 nolu Aromatik-1 çeşidi ve 44 nolu IR50 (hassas kontrol) çeşidi hassas olarak belirlenmiştir. 45 nolu HSC55 (toleranslı kontrol) çeşidi ve diğer 45 çeşit belirtilen bölgede bant oluşumu gösterdiğinden toleranslı olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Generatif dönem soğuk toleransı belirlemek için RM231 primerleri kullanılarak elde edilen ve 3 nolu kromozomda bulunan 186 bp QTL bölgesi bant görünümü (44: hassas kontrol, 45: toleranslı kontrol)

Figure 2. RM231 marker band pattern 186 bp QTL for the booting stage cold tolerance on chromosome 3 in rice (44: Susceptible ckeck, 45: Tolerant check).



Şekil 3. Generatif dönem soğuk toleransı belirlemek için RM1377 primerleri kullanılarak elde edilen ve 7 nolu kromozomda bulunan 145 bp QTL bölgesi bant görünümü. 44: hassas kontrol, 45: toleranslı kontrol.

Figure 3. RM1377 marker band pattern 145 bp QTL for the booting stage cold tolerance on chromozome 7 in rice (44: Susceptible ckeck, 45: Tolerant check).



Şekil 4. Generatif dönem soğuk toleransı belirlemek için RM24545 primerleri kullanılarak elde edilen ve 9 nolu kromozomda bulunan 152 bp QTL bölgesi bant görünümü. 44: hassas kontrol, 45: toleranslı kontrol.

Figure 4. RM24545 marker band pattern 152 bp QTL for the booting stage cold tolerance on chromosome 9 in rice (44: Susceptible ckeck, 45: Tolerant check).

7. kromozom üzerinde bulunan 145 bp QTL bölgesi incelendiğinde sadece 16 nolu Aromatik-1 çeşidi bant oluşumu göstermiştir. Diğer çeşitlerin hiçbiri bant oluşumu göstermemiştir. 7. kromozom için belirtilen QTL bölgesi bu çalışma için iyi bir ayırım yapmamaktadır (Şekil 3).

9. kromozom üzerinde bulunan 152 bp QTL bölgesi incelendiğinde 16 nolu Aromatik-1 çeşidi ve 44 nolu IR50 (hassas kontrol) çeşidi hassas olarak belirlenmiştir. 45 nolu HSC55 (toleranslı kontrol) çeşidi ve diğer 45 çeşit belirtilen bölgede bant oluşumu gösterdiğinden toleranslı olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

3, 7 ve 9 nolu kromozomlar bir arada değerlendirildiğine 16 nolu Aromatik-1 çeşidi ve 44 nolu IR50 (hassas kontrol) çeşidi her 3 ve 9 nolu kromozomlar üzerinde bulunduğu belirlenmiş QTL bölgeleri için kullanılan primerlerle bant oluşturmamış ve moleküler çalışmada hassas olarak tespit edilmiştir. 45 nolu HSC55 (toleranslı kontrol) çeşidi ile birlikte toplam 46 çeşit 3 ve 9 nolu kromozomlarda belirtilen QTL bölgeleri için kullanılan primerler ile bant oluşumu gerçekleştirmiş ve toleranslı olarak değerlendirilmiştir. 7 kromozom için kullanılan

primer ile sadece 16 nolu Aromatik-1 çeşidi bant oluşturmuş ancak diğer iki primer çifti ile uyumlu sonuç vermemiştir.

Çeltikte generatif dönem soğuk toleransı moleküler yöntemlerle değerlendirildiğinde 16 nolu Aromatik-1 çeşidi ve 44 nolu IR50 (hassas kontrol) çeşidi soğuğa hassas olarak belirlenmiş, 45 nolu HSC55 (toleranslı kontrol) çeşidi ve diğer 45 çeşit toleranslı olarak değerlendirilmiştir. Moleküler çalışma sonuçları Suh ve ark., 2010; Kim ve ark., 2014 araştırma sonuçlarıyla uyum içeresindedir.



Şekil 5. Generatif dönem soğuk zararı sonucu oluşan steril taneler
Figure 5. Sterile kernels caused by cold damage at the booting stage

4. Sonuç

Çeltikte generatif dönem, sapa kalkma dönemi olarak da adlandırılan salkımın kın içinde gelişmeye başladığı dönem, soğuk stresinin sterilite üzerinde en etkili olduğu dönemlerden biridir. Sapa kalkma dönemi soğuk stresi sonrasında steril taneler oluşmaktadır (Şekil 5). İncelenen 13 çeltik çeşidinin generatif dönemde soğuğa toleranslarını belirlemek amacıyla, bitkilere 8 gün boyunca 9 °C soğuk uygulanmış, daha sonra seraya alınarak olum dönemleri tamamlanmış ve hasatta sterilite oranları saptanmıştır.

13 çeltik çeşidinin üç farklı ekim zamanında 2013, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde sterilite oranları %4.7-34.0 arasında bulunmasına karşın, soğuk uygulamasında çeşitlerin sterilite oranları %11.2-62.1 gibi çok yüksek düzeylere çıkmıştır.

Sonuçta kontrol uygulamasında ortalama %11.3 sterilite ölçülürken, soğuk uygulamasında %30.8 sterilite ölçülmüştür. Soğuk stresi sterilite oranını üç kata kadar yüzde ile ifade edildiğinde %272.6 oranında artırmıştır. Soğuk uygulaması sonucunda; %25'den az sterilite gösteren çeşitler "Toleranslı", %25-45 arası sterilite gösteren çeşitler "Orta toleranslı" ve %45'den fazla sterilite gösteren çeşitler "Hassas" olarak değerlendirilmiştir.

Buna göre generatif dönemde soğuğa karşı; Kızıltan, Paşalı, Halilbey, Mevlütbey ve HSC55 çeşidi toleranslı; Edirne, Durağan, Osmançık-97, Tosyagüneşi ve Aromatik-1 toleranslı; Tunca Hamzadere ve IR50 çeşitleri hassas olarak belirlenmiştir. Generatif dönemde 3, 7 ve 9. kromozomlar üzerinde bulunan 186 bp, 145 bp ve 152 bp bandındaki 3 QTL bölgesinin taranması ile incelenen çeşitlerin 46 tanesi toleranslı 2 tanesi hassas olarak belirlenmiş, orta toleranslı olarak bir grupta yapılamamıştır. İncelenen çeşitlerden IR50 ve Aromatik-1 hassas olarak saptanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma TAGEM tarafından desteklenmiştir (TAGEM/TA/03/03/06/00), Namık Kemal Üniversitesinde tamamlanan doktora tezinin bir bölümünü içermektedir.

Kaynaklar

- Andaya, V.C., Mackill, D.J., 2003. QTLs conferring cold tolerance at the booting stage of rice using recombinant inbred lines from a japonica 9 indica cross. *Theor Appl Genet* 106:1084–1090
- Bodapati, N., Gunawardena, T., Fukai, S., 2005. Increasing Cold Tolerance in Rice by selecting for high polyamine and gibberellic acid content. RIRDC Publication No 05/090. ISBN 1 74151 153 4 ISSN 1440-6845
- Chung, G.S., 1979. The Rice Cold Tolerance Program in Korea. Report Of A Rice Cold Tolerance Workshop. IRRI Publications Manila, Philippines.
- Ghadirmezhad, R., Fallah, A., 2014. Temperature Effect on Yield and Yield Components of Different Rice Cultivars in Flowering Stage. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Agronomy*, Article ID 846707, 4 pages.
- Glaszmann, J.C., Kaw, R.N., Khush, G.S., 1990. Genetic divergence among cold tolerant rices (*Oryza sativa* L.). *Euphytica* 45: 95-104.
- Jacobs BC, Pearson CJ (1999). Growth, development and yield of rice in response to cold temperature. *J. Agron. Crop Sci.-Z. Acker Pflanzenbau* 182(2): 79-88.
- Khalif, A.A., Wahab, A.A.E., El-Ekhtyar, A.M., Zaed, B.A., 2007. Response of some hybrid rice varieties to irrigation intervals under different dates of sowing. *African Crop Science Conference Proceedings*. 8:67-74.
- Kim, S.M., Suh, J.P., Lee, C.K., Lee, J.H., Kim, Y.G., Jena, K.K., 2014. QTL mapping and development of candidate gene-derived DNA markers associated with seedling cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Mol Genet Genomics* 289:333–343
- Kün, E., 1985. Sıcak iklim tahılları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yay.:953, Ders Kitabı: 275 Ankara Üniversitesi. Basimevi, Ankara.
- Li, S.C., Zeng, Y.W., Shen, S.Q., Pu, X.Y., 2004. Cold Tolerance of Core Collection at Booting Stage Associated with Eco-geographic Distribution in Yunnan Rice Landrace (*Oryza sativa*), China. *Rice Science*. 11(5-6): 261-268 .
- Molina, J., Sikora, M., Garud, N., Flowers, J.M., Rubinstein, S., Reynolds, A., Huang, P., Jackson, S., Schaal, B.A., Bustamante, C.D., Boyko, A.R., Purugganan, M.D., 2011. Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesticated rice. *PNAS* 108 (20): 8351-8356. Doi: 10.1073/pnas.1104686108.
- Mori, M., Onishi, K., Tokizono, Y., Shinada, H., Yoshimura, T., Numao, Y., Miura, H., Sato, T. 2011. Detection of a novel quantitative trait locus for cold tolerance at the booting stage derived from a tropical japonica rice variety Silewah. *Breeding Science* 61: 61-68.
- Satake, T., 1989. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXIX. The mechanism of enhancement in cool tolerance by raising water temperature before the critical stage. *Jpn J Crop Sci.*, 58: 240–245
- Şavşatlı, Y., Köycü, C., Gülümser, A. 2006. Fideleme ve Serpme Ekim Yöntemlerinin Bazı Çeltik Çeşitlerinde Verim Ve Verim Unsurlarına Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 21(1): 6-13
- Şavşatlı, Y., Gülümser, A., Sezer, İ., 2008. Samsun Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Çeltik Genotiplerinin Verim Ve Verim Unsurları Bakımından Karşılaştırılması. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi* 23(1): 7-16.
- Suh, P., Jeung, J.U., Lee, J.I., Choi, Y.H., Yea, Y.D., Virk, P.S., Mackill, D.J., Jena, K.K., 2010. Identification and analysis of QTLs controlling cold tolerance at the reproductive stage and validation of effective QTLs in cold-tolerant genotypes of rice (*Oryza sativa* L.). *Theor Appl Genet* 120: 985–995 Doi 10.1007/s00122-009-1226-8.
- Sürek, H., 2002. Çeltik tarımı kitabı. Hasad yayıncılık, İstanbul.
- Zenna, N., Ndomondo, M., Kwayu, R., Kumashiro, T. 2014. Phenotypic Evaluation of Rice for Reproductive Stage Cold Tolerance. 4th International Rice Congress & 5th Temperate Rice Conference Oct 28-Nov 1, 2014 Bangkok-Thailand.
- Zhou, L., Zeng, Y., Hu, G., Pan, Y., Yang, S., You, A., Zhang, H., Li, J., Li, Z., 2012. Characterization and identification of cold tolerant near-isogenic lines in rice. *Breeding Science* 62: 196–201 doi:10.1270/jsbbs.62.196



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.670435

Sülfonilüre Grubu Herbisit Kullanılan Tekirdağ Tarım Alanlarından İzole Edilen *Pseudomonas* Türlerinin Karakterizasyonu

Mine Gül Şeker

Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Gebze, Kocaeli, TURKEY

*Sorumlu yazar/corresponding author: gul@gtu.edu.tr

Geliş/Received 06/01/2020

Kabul/Accepted 24/12/2020

ÖZET

Toksik kirlenmelerin biyolojik parçalanma ve toksik özelliklerinin gideriminde bakterilerin rolü çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur. Birçok toksik kimyasal gibi sülfonilüre grubu herbisitlerin de biyolojik olarak yıkımı konusu son yıllarda artan bir ilgiyle çalışılmaktadır. Bu çalışmada herbisitlerin yoğun olarak kullanıldığı buğday ve mısırın rotasyonlu ekildiği Tekirdağ tarım alanlarından *Pseudomonas* cinsinin temel özellikleri ile uyumlu 134 izolat saflaştırılmıştır. Bunların içinden yüksek herbisit konsantrasyonunda [500 mgL⁻¹ (w/v)] hayatta kalan 45 izolat seçilmiştir. Seçilen izolatlar azotu fikse etme (42 izolat) ve fosfatı çözebilme (31 izolat), nitratı indirgeme (37 izolat), lipolitik (45 izolat) ve proteolitik (7 izolat) aktivite göstermiştir. Bunun yanında izolatların klasik biyokimyasal ve fizyolojik testler ile cins seviyesinde karakterizasyonu yapılmıştır. Bu izolatlardan 5 tanesi ise moleküler biyolojik yöntemler (16S rDNA dizi analizi) ile NCBI veri bankasındaki veriler ile karşılaştırılarak tür seviyesinde de tanımlanmıştır. Tanımlama sonuçları en yüksek benzerliğe (%100-99) sahip ilk üç eşleşmeye göre değerlendirilmiş ve izolatlar *Pseudomonas cremicolorata*, *Pseudomonas parafulva*; *Pseudomonas putida* (izolat 13); *Pseudomonas baetica*, *Pseudomonas koreensis* ve *Pseudomonas helmanticensis* (izolat 18); *Pseudomonas plecoglossicida*, *Pseudomonas cremicolorata*; *Pseudomonas parafulva* (izolat 28); *Pseudomonas reidholzensis*, *Pseudomonas putida* (izolat 38 ve 42) olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Biyokimyasal ve moleküler karakterizasyon
Degredasyon
Pseudomonas
Sülfonilüre
16S rDNA

Characterization of *Pseudomonas* species isolated from agricultural areas applied with sulphonylurea group herbicides in Tekirdağ province

ABSTRACT

The role of bacteria in biological degradation and removal of toxic properties of pollutants has been set out in various studies. Like many toxic chemicals, biological degradation of sulphonylurea group herbicides has been studied with increasing interest in recent years. In this study, 134 isolates of *Pseudomonas* genus were isolated and purified from intense-herbicide applied agricultural areas, where wheat and corn were cultivated in rotation, in Tekirdağ province. Among these, 45 isolates which survived at high herbicide concentration [500 mgL⁻¹ (w/v)] were selected. The selected isolates showed the ability of nitrogen fixation (42 isolates) and phosphate solubilization (31 isolates), nitrate reduction (37 isolates), lipolytic (45 isolates) and proteolytic (7 isolates) activity. In addition, genotypic characterization of the isolates was performed by classical biochemical and physiological tests. Five of these isolates were identified at the species level by comparison with the data in the NCBI database by molecular biological methods (16S rDNA sequence analysis). The identification results were evaluated according to the first three matches with the highest identity rate (100-99%) and isolates were identified as *Pseudomonas cremicolorata*, *Pseudomonas parafulva*, *Pseudomonas putida* (isolate 13); *Pseudomonas baetica*, *Pseudomonas koreensis* and *Pseudomonas helmanticensis* (isolate 18); *Pseudomonas plecoglossicida*, *Pseudomonas cremicolorata*; *Pseudomonas parafulva* (isolate 28); *Pseudomonas reidholzensis* and *Pseudomonas putida* (isolates 38 and 42).

Keywords:
Biochemical and molecular characterization
Degradation
Pseudomonas
Sulphonylurea
16SrDNA

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Toprak neminin önemli olduğu kuru tarım yapılan ekim alanlarında, kültür bitkisi ile yabancı otlar arasındaki yaşam mücadelesi, yeterince yağış alan bölgelere göre daha fazladır (Donald, 1963). Yetersiz su, paylaşılması gereken besin miktarının sınırlılığı ve yetersiz ışık nedeniyle kültür bitkisi ve yabancı ot arasında bir rekabet ortamı oluşmaktadır. Yabancı otların allelopatik etkisi kültür bitkisinin kalite ve verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Williams 1984; Waller 1989; Sözeri ve Solmaz 1996).

Yabancı otlarla mücadele yapılmadığı takdirde %50'ye varan ürün kayıpları meydana gelmektedir (Bolton ve Hepworth 1972). Herbisitlerin yabancı ot mücadelesinde kullanımı, yeşil devrimin bir parçası olarak görülmüş olsa da, özellikle 80'li yıllardan itibaren, yoğun bir şekilde kullanımlarının negatif sonuçları ön plana çıkmaya başlamıştır. Sonrasında ise özellikle birim alana daha düşük miktarda etken madde içeren sülfonilüre grubu herbisitlerin piyasaya çıkmasıyla dünyada herbisit kullanımında azalma meydana gelmiştir. Son yıllarda dünya çapında yoğunlukla kullanılan Sülfonilüre grubu herbisitler, insan ve hayvan sağlığı üzerinde düşük toksisiteye sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Bu grup herbisitler buğday, arpa, pirinç, soya fasulyesi, pamuk, patates ve mısır gibi ürünlerin yetiştiriciliğinde yabancı ot mücadelesi için dünya çapında kullanılan, geniş bir kimyasal herbisit grubudur (Blair ve Martin, 1988; Brown, 1990; Zhou ve ark., 2008). Her ne kadar birim alanda kullanılan herbisit miktarının tonaj bazında azalması sağlanmış olsa da zaman içerisinde bu grup herbisitlerin de diğerlerine benzer yan etkilerinin olduğu gözlenmiştir (Bellinder ve ark., 1994). Bu nedenle sülfonilüre grubu herbisitlerin de dâhil olduğu yabancı ot ilaçlarının toprakta aktif olarak bulunduğu veya kaldığı süre çok önemlidir (Kaur ve Brar, 2014). Bu süre, yabancı ot ile ekilen bitki arasındaki hayatta kalma mücadelesinde ekimi yapılan bitki lehine olacak şekilde sınırlı olmalıdır. Yabancı otun gelişiminin engellendiği süreçte herbisit parçalanmalı veya kalıntıları da dahil toprakta aktivitesini kaybederek kaybolabilmelidir (Zimdahl, 2007). Ancak sülfonilüre herbisitler özellikle alkali topraklarda uzun süre aktif olarak kaldıklarından, rotasyona tabi ekilen ikinci ürün bitkilerinde ciddi fitotoksisiteye neden olmaktadır (Kaur ve Brar, 2014). Bu durum ise çiftçilerin ikinci ürün olarak ekebileceği bitki tercihlerini sınırlandırmaktadır (Başaran, 2010).

Doğada bulunan tüm kirleticiler, dolaylı veya doğrudan insan sağlığını etkilemektedir. Bu sebeple, kirleticilerin mevcut sağlıklı çevreden bir an önce detoksifikasyon veya biyoremediasyon yolu ile uzaklaştırılması veya etkisiz hale getirilmesi, kirlilikle mücadelenin ana senaryosunu oluşturmaktadır. Bunun sağlanması için en önemli kaynak hiç kuşkusuz çevrede doğal olarak bulunan ve biyoremediasyon yeteneği olan mikroorganizmalardır (Wasi ve ark., 2013). Toksik kirleticilerin biyolojik parçalanma ve detoksifikasyonunda bakterilerin rolü birçok çalışmada belgelenmiştir (Johri ve ark., 1996; Wasi ve ark., 2011a, b). Bu konudaki ilk rapor Matsumura ve ark. (1976) tarafından persistent pestisit hegzeklorosikloheksan (HCH)' in *Pseudomonas* spp. izolatları tarafından aerobik olarak parçalanması konusunda yapılmıştır. Daha sonralarda bu mikroorganizmanın *P. paucimobilis* olduğu, Wada ve ark. (1989) tarafından bildirilmiştir. Literatürde 2,4 D, karbamat gibi pestisitlerin, fenolik bileşiklerin, kathekol gibi pestisit ham maddelerinin, petrolü hidrokarbonlarının, Cd, Cr, Cu gibi ağır metallerin, p-crezol, petrol hidrokarbonları gibi organik veya inorganik kirleticilerin parçalanması veya gideriminde etkin olan başta *P. aeruginosa*, *P. acidovorans*, *P. fluorescens* ve *P. putida* olmak üzere pek çok *Pseudomonas* sp. türü bakteri rapor edilmiştir (Wasi ve ark., 2013). *Pseudomonas* cinsi bakteriler sahip oldukları biyoremediasyon ve parçalama yetenekleri sayesinde tarım ve çevre koruma uygulamalarında potansiyel kullanım alanlarına sahip mikroorganizmalardır.

Bu çalışmada, TNM ve NS etken maddeli herbisitlerin yoğunlukla kullanıldığı Tekirdağ İli, Süleymanpaşa ilçe sınırları içinde bulunan hububat ekim alanlarından alınan toprak örneklerinde biyoremediasyon ve biyolojik parçalama yeteneklerine sahip olan tarımsal uygulamalarda bitki dostu biyoformülasyonlar için aday *Pseudomonas* türü bakterilerin izolasyonu, saflaştırılması ve sülfonilüre herbisitleri biyolojik olarak parçalayabilme yeteneklerine sahip olanlarından seçilen izolatların mikrobiyolojik ve moleküler karakterizasyonları yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Toprak Örneklerin toplanması

Tekirdağ İli Süleymanpaşa ilçe sınırları içinde bulunan ve örnekleme bölgesi olarak seçilen tarım arazilerinden, resmi izinler alındıktan sonra 2018 yılı Ekim ayında hasat sonrası tribenüron metil ve nikosülfüron kullanıldığı tespit edilen ve ekim nöbeti (münevebeli ekim) ile buğday ve mısır ekilen Yağcı, Osmanlı, Banarlı köyleri ve Süleymanpaşa /Gazioğlu Mahallesi'ndeki arazilerde bulunan hububat bitkilerinin rizosferinden (10-30 cm derinlikten) ve tarla yüzey toprağından toplam 36 toprak örneği alınmıştır (Şekil 1). Toprak örnekleri temiz kâğıt havlulara sarılarak ağzı kilitli poşetler içerisinde taşınabilir araç buzdolabında laboratuvara getirilmiştir. İzolasyon protokolünün uygulanmasına kadar +4 °C soğuk odada saklanmıştır.

2.2 İzolasyon, saflaştırma ve stokların hazırlanması

Toprak örnekleri temiz filtre kağıtları üzerinde kurutulup iyice toz haline getirildikten sonra porselen süzgeçlerden elenerek, bitki örnekleri ise yaprak ve kök bölgesinden steril bistöri ucu yardımı ile kesilerek izolasyon için hazır hale getirilmiştir. Her bir örnekleme noktasına ait bitki ve toprak örnekleri şahit örnek olarak saklanmak üzere poşetlenerek +4°C' ta muhafaza edilmiştir.

2.3 Rizosferik ve yüzey toprağı örneklerinden izolasyon

Buzdolabında (4°C) saklanan toprak örneklerinden 1 gr tartılmıştır. Örnekler yaklaşık 9 ml steril peptonlu su içeren (zenginleştirme, adaptasyon ve çoğaltma için) tüplere aktararak vorteks ile karıştırılıp ve 30°C' ta 24-48 saat inkübe edilmiştir. Üreme görülen tüplerden 100'er ul alınarak steril %0.9' luk fizyolojik tuzlu su (FTS) içinde 10-1-10-7 arasında seri dilüsyonları yapılmıştır. İzolasyon protokolünde *Pseudomonas* seçici besiyeri olarak Cetremide Agar [(CA)- Jelatinden elde edilen Pepton 20.0 g/L; Magnezyum klorür 1.4 g/L; Potasyum sülfat 10.0 g/L] kullanılmıştır (Atlas, 2004). Hazırlanan 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷ dilüsyonlarından 100 ul alınıp CA besiyerine yayma ekim yapılarak, geç üreyen farklı *Pseudomonas* türlerinin izole edilebilmesi için ekim yapılan petri kapları 30°C' ta 72 saat boyunca inkübe edilmiştir. CA besiyerinde inkübasyonun 24., 48. ve 72. saatlerinde petri kaplarında görülen farklı kolonilerden steril öze yardımıyla Nutrient Agar (NA) besiyerine saflaştırılmıştır. 24 saat inkübasyonun ardından petri kaplarında oluşan kolonilerden alınan örnekler lam üzerine yayılarak Gram boyama yöntemi ile boyanmıştır. Gram negatif basil formundaki izolatlar, izolasyon bölgelerine göre kodlandıktan sonra steril Nutrient Broth (NB) besiyerine inoküle edilerek 24 saatlik taze kültürleri hazırlanmıştır. Elde edilen taze kültürlerden, %80' lik steril gliserol (%50 v/v) içinde -20 ve -80° C' ta muhafaza edilmek üzere stok kültür hazırlanmıştır.

2.4 Biyolojik parçalanma deneyleri

Elde edilen tüm izolatların LB (Luria Bertani) sıvı besiyeri içinde (%2v/v) 24 saatlik taze kültürleri hazırlanmıştır. Aynı besiyerinin agar formu ise tribenuron metil (Vesuper, 75 DF - %75 aktif madde içeren suda eriyebilir toz formülasyonu) ve nikosülfuron (Moonson, - 40 g/L aktif madde içeren sıvı formülasyonu) 500 mgL⁻¹ (w/v) final konsantrasyonunu içerecek şekilde ayrı ayrı hazırlanmıştır. İzolatların taze kültürlerinden bu besiyerlerine ekim yapılmıştır (Ma ve ark., 2009). İnoküle edilen izolatlar 30 °C' ta 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon periyodunu takiben hayatta kalan ve görünür hale gelen koloniler kaydedilmiştir.

2.5 İzolatların Genus seviyesinde klasik mikrobiyolojik testler ile tanımlanması

Biyolojik parçalanma testleri sonucunda yüksek herbisit konsantrasyonunda hayatta kalan koloniler oluşturabilen izolatlar *Pseudomonas*ların genus seviyesinde tanımlanmasında tercih edilen Gram boyama, hareketlilik, oksidaz, floreskin ve piyosyanin pigment varlığının taranması, glukoz fermentasyonu, proteolitik ve lipolitik aktivite ve indol, metil kırmızısı, Voges-Preskauer, denitrifikasyon testleri gibi biyokimyasal ve fizyolojik testler ile nalidiksik asit, sefaloridin, penisilin G, pimarisin antibiyotiklerine dirençliliğin tarandığı antibiyogram testi, N fiksasyonu, ve fosfat çözünürlüğü testleri Alexander ve Street, (2001)' e göre elde edilen tüm saflaştırılmış izolatlar (134 izolat) uygulanmıştır. Biyokimyasal karakterizasyonda genus seviyesinde *Pseudomonas*'ların seçimi için genusu temsilen pozitif kontrol olarak *P. aeruginosa* ATCC 15692 kullanılmıştır.

2.6 Seçilmiş izolatların moleküler biyolojik yöntemler ile tanımlanması

Klasik biyokimyasal fizyolojik ve antibiyotik dirençlilik test sonuçlarına dayalı tanımlama testlerini takiben moleküler biyolojik (16S rDNA dizleme) yöntemler ile tanımlanmak üzere 5 izolat; glikozu iyi derecede fermente edebilen (izolat 13), iyi derecede PO₄'lı bileşikleri çözebilen (izolat 18), iyi derecede proteolitik ve lipolitik aktiviteye sahip olmasının yanı sıra, iyi derecede PO₄'lı bileşikleri çözebilen (28 no'lu izolat) ve bunların her ikisine de sahip (izolat 38 ve 42) izolatlardan seçilmiştir (Çizelge 1).

2.6.1. DNA izolasyonu

Seçilen izolatlardan DNA izolasyonu için 5 ml LB besiyerinde %2 (v/v) *Pseudomonas* sp. izolatlarının 24 saatlik taze kültürleri 30 °C'ta inkübe edilerek hazırlanmıştır. Taze kültürler 4500 g'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası elde edilen pelletlerden NucleoSpin® Microbial DNA İsolation Kit (Macherey-Nagel, Almanya) kullanılarak DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA' ların varlığı agaroz jelde gösterilerek, nanodrop (Thermo Scientific, Nanodrop Lite Spectrophotometer/USA) ile miktar tayinleri yapılmıştır.

2.6.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile 16 S rDNA dizisinin çoğaltılması

İzolatların DNA'larından 16SrDNA bölgesinin eldesine ve çoğaltılmasına yönelik olarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) için reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Primer olarak 16 S rDNA gen bölgesine özgül 27F 5' – AGA GTT TGA TCM TGG CTC AGA - 3' ve 1492 R 5' – TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T - 3' evrensel primer çiftleri kullanılmıştır (Lane, 1991; Zhang ve ark., 2013). Reaksiyon toplam hacmi 50 µl olacak şekilde; 1X PZR Taq buffer, 0.2 µM dNTP karışımı, 200 µM, 0.5 µM F ve R primer çiftleri, Taq polimeraz 1 u/µl, kalıp DNA <50 ng ile hazırlanmış ve 50 µl'ye RNaz ve DNaz ari apirojen su ile tamamlanmıştır (https://www.uoftmedstore.com/pdfs/CrimsonTaq_MedStore.pdf). Termal döngü cihazı programı, ön denatürasyon 95 °C'ta 5 dk, denatürasyon 95°C'ta 1 dk, bağlanma 58°C'ta 1 dk, uzama 72°C' ta 10 dk olacak şekilde toplam 30 döngü olarak gerçekleştirilmiştir. PZR sonucu elde edilen yaklaşık 1500 baz çiftlik 16S rDNA bölgesinin elde edildiği, %1' lik agroz jelde 45 dk 80/110 V'ta yürütüldükten sonra görüntülenmiştir. PCR ürünleri Triogen (Almanya) firmasına dizi analizine gönderilmiştir. Çift yönlü olarak dizilenen 16S rDNA gen bölgeleri "revers complement programı" kullanılarak birleştirilmiş (https://www.genscript.com/sms2/rev_comp.html) tek bir dizi haline getirilmiştir. İzolatların 16srDNA gen bölgesine ait diziler NCBI Basic Local Alignment Search Tool çatısı altındaki Nucleotid BLAST programı kullanılarak veri bankasındaki diziler ile karşılaştırılmıştır (Altschul ve ark., 1997).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Örneklem sonuçları

Çalışma kapsamında 36 örneklem bölgesinden alınan rizosferik ve yüzey toprak örneklerinden CA seçici besiyeri kullanılarak toplam 134 Pseudomonas izolatı elde edilmiştir.

3.2 Biyolojik parçalanma deneyleri

Biyolojik parçalanma deneyleri sonucunda NS' da üremeyen 4 izolat dışında tüm izolatlar biyolojik parçalanma testleri için NS ve TBM herbisit etken maddelerini (500mgL⁻¹) içeren LB agarda gelişebilmişlerdir.

3.3 İzolatların Genus seviyesinde tanımlanması

Elde edilen 134 izolata Gram boyama, hareketlilik, oksidaz, floreskin ve piyosiyenin pigment varlığının taraması glukoz fermentasyonu, proteolitik ve lipolitik aktivite ve indol, metil kırmızısı, Voges-Preskauer testleri, denitrifikasyon, N fiksasyonu, ve fosfat çözünürlüğü testleri gibi biyokimyasal ve fizyolojik testler ile nalidiksik asit, penisilin G, pimarisin antibiyotiklerine dirençliliğin tarandığı antibiyogram testi uygulandıktan sonra, 134 izolatın içinden yakın izolasyon noktalarından gelen ve benzer özelliklere sahip olanları ayrılarak, birbirinden farklı noktalardan izole edilen 45 izolat seçildi. Bu izolatlar için yukarıda adı geçen testler tekrarlanmıştır ve seçilen izolatlar azotu fikse etme (42 izolat) ve fosfatı çözebilme (31 izolat), nitratı indirgeme (37 izolat), lipolitik (45 izolat) ve proteolitik (7 izolat) aktivite göstermiş, sonuçlar Çizelge 1' de verilmiştir. Test sonuçlarına göre; 45 Gram negatif izolatın tamamı hareketli iken içlerinden 42 izolat oksidaz pozitif, 3 izolat ise oksidaz negatif olarak bulunmuştur. Piyosiyenin, floreskin pigmentlerinden birini veya her ikisini birden üreten 30 izolat tespit edilmiş, kalan 15 izolat herhangi bir pigment oluşturmamıştır. 11 izolat dışındaki tüm izolatlar (34 izolat) glukozu kullanmıştır. 7 izolat (3 tanesi güçlü olmak üzere) proteolitik aktivite gösterirken, tüm izolatlar (2 tanesi güçlü olmak üzere) lipolitik aktivite göstermiştir. Tüm izolatların Indol, Metil kırmızısı ve Voges Proskauer testleri negatif bulunmuştur. Nitratı nitrite indirgeyen izolat sayısı 37 iken 8 izolat negatif sonuç vermiştir. Bunun yanında aynı zamanda azotu fikse eden 42 izolat tespit edilmiş, bunlardan 9 izolat güçlü pozitif sonuç vermiştir. 3 izolat ise azotu fikse etmemiştir. 31 izolatın 14 tanesi güçlü fosfatı çözebilme yeteneği göstermiştir. Antibiyogram test sonuçlarına göre ise 16 numaralı izolat Penisilin G ye, 19 numaralı izolat ise Pimarisin antibiyotiklerine karşı hassas bulunmuştur. Aynı zamanda 29 numaralı izolat ise Penisilin G'ye karşı orta düzeyde (intermediate) hassas bulunmuştur. Kalan tüm izolatların nalidiksik asit, penisilin G ve pimarisin antibiyotiklerine karşı çoklu antibiyotik direncine sahip oldukları gözlemlenmiştir (Çizelge 1). ISO/TS 11059 uluslararası standardına (2017)'e göre Pseudomonasların seçiminde bu antibiyotikleri içeren besiyeri katkılarının kullanımı önerilmekte ve Pseudomonas türlerinin düşük membran geçirgenlikleri sebebiyle doğal olarak çoklu antibiyotik iç (intrinsic) direncine sahip oldukları bilinmektedir (Pachori ve ark., 2019). Elde edilen bulgular tür seviyesinde bu izolatların *Pseudomonas* sp. olduklarını desteklerken tür seviyesinde *Pseudomonas aeruginosa*'ya yaklaştırmıştır.

3.4 Moleküler Biyolojik yöntemler ile izolatların tanımlanması

Söz konusu 5 izolata dair elde edilen dizilerin NCBI veri bankası benzerlik sonuçları izolatların; biyokimyasal ve fizyolojik test sonuçlarını doğrular nitelikte *Pseudomonas* sp. türlerine benzerlik göstermiştir (Çizelge 2). Bu çalışma kapsamında Tekirdağ ili, Süleymanpaşa ilçe sınırları içinde bulunan farklı tarım alanlarından izole edilen bakteriler genus seviyesinde hem klasik hem de moleküler tanı testleri ile *Pseudomonas* sp. olarak tanımlandı. Elde edilen izolatların, biyokimyasal karakterizasyon testleri sonucunda kontrol olarak kullanılan *P. aeruginosa* ATCC 15692 ile benzer özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. İlgili kontrol türüne görece farklı biyokimyasal özellikler gösteren izolatlar, moleküler testler ile *Pseudomonas* genusunun farklı türlerine BLAST analizi sonucunda yüksek benzerlik (%99-100) göstermiştir (Çizelge 2). 13 numaralı izolat *P. cremicolorata* DSM 17059, *P. parafulva* NRBC 16636' ye %100 benzerlik oranı ile benzerlik göstermiştir. 18 numaralı izolat *P. beatica* %100, *P. koreensis* ve *P. helmanticensis*'e %99 benzerlik oranı ile benzerlik göstermiştir. 28 numaralı izolat *P. plecoglossicida* NBRC 103162, *P. cremicolorata* DSM 17059 ve *P. parafulva* NBRC 16636' e %100 benzerlik göstermiştir. Otuzsekiz ve 42 numaralı izolatlar ise *P. reidholzensis*, *P. putida* NBRC 14164 ve *P. putida* ATCC 12633' aynı benzerlik yüzdesi (%99) ile benzerlik göstermiştir. Son iki izolatın (38 ve 42 no' lu izolatlar) aynı bakteri türü olma ihtimalleri biyokimyasal test sonuçları ile de desteklenmektedir.

Onüç numaralı izolat özelinde araştırıldığında; *P. cremicolorata* ve *P. parafulva*'nın *P. putida*'dan filogenetik olarak dallanarak farklılaştığı ve yüksek akrabalık seviyesinde benzer oldukları bildirilmektedir (Peña ve ark., 2016). Her üç tür de *Pseudomonas*'ların genel özelliklerini (Gram- negatif- çubuk şeklinde hareketli, oksidaz ve katalaz pozitif) taşımasının yanısıra 16S rRNA gen dizilemesine göre de *Pseudomonas* genusunda konumlanmaktadır. Bu üç tür de suda çözünmeyen sarı pigment oluşturmada düz, konveks ve kremi koloni yapısı ile nutrient agar üzerinde karakterize olmaktadır (Uchino ve ark., 2001). Bu çalışma ile 13 numaralı izolat için elde edilen moleküler tanı sonuçlarına göre bu izolatın tüm genom dizilemesi gibi ileri moleküler yöntemler yaklaşımıyla tür seviyesinde tanımlanma sürecinin tamamlanabileceği görülmektedir. 18 numaralı izolat için yapılan literatür taramasında ilgili türün 2012 yılında López ve arkadaşları tarafından *P. beatica* isimlendirilmesi ile yeni bir *Pseudomonas* türü olarak önerildiği görülmektedir. Diğer yandan bu türün *Pseudomonas* türlerinden jelatin hidrolizi, glukozdan asit oluşturma ve %6 NaCl'de gelişebilme fenotipik karakteristikleriyle ayrıldığını ve virulans testlerinde dilbalığı patojeni olarak tanımladıklarını bildirmişlerdir. İlgili türün 16S rRNA dizi analizine göre *P. koreensis* (Kwon ve ark., 2003) ile yakın bir akrabalık ilişkisine sahip olduğu ve bu aşamada temel genler (housekeeping) ile (özellikle *gyrB*, *rpoB*, *rpoD* genleri) *P. beatica*' dan ayırımının daha net sonuçlar vereceği bildirilmiştir (Ramirez-Bahena ve ark., 2014). *P. helmanticensis* 16S rRNA dizi analiz sonuçlarına göre, bu türün *P. koreensis* ve *P. beatica*'dan dallanarak farklılaştığı belirtilmiş ve kesin bir sınıflandırma için yine temel genler bazında incelenmenin gerektiği ifade edilmiştir (Mitsutomi ve ark., 2017). Güçlü proteolitik ve lipolitik aktivitesi ile öne çıkan 28 numaralı izolatın benzerlik gösterdiği *P. plecoglossicida* ise tıpkı *P. parafulva* ve *P. cremicolorata* gibi *P. putida* ana dalından dallanarak farklılaşmış yeni türlerden olup balık patojeni olarak tanımlanmış, aynı zamanda kendine özgül bakteriyofajlarının tanımlanması ile hastalık kontrolünde kullanılabileceği önerilmiştir (Park ve ark., 2000). 38 ve 42 numaralı izolatlar ise, aynı oranda (% 99) *P. reidholzensis* ve farklı iki mikroorganizma kültür koleksiyonuna [National Board for Respiratory Care (NBRC) ve American Type Culture Collection (ATCC)] ait *P. putida*'nın iki türüne benzerlik göstermiştir. Söz konusu bu izolatlar, *P. putida* ile yakın akrabalıklarının vurgulandığı çalışmalarda degradasyon kabiliyetlerine ek olarak bitki patojenleri ile mücadele eden önemli *Pseudomonas* türleri olarak tanımlanmışlardır (Rutz ve ark., 2019).



Şekil 1. Örnek toplama bölgeleri (örnekler, daire içinde yer alan farklı tarım alanlarından alınmıştır).
Figure 1. Sample collection sites (samples were collected from different agricultural areas in the circle).

Çizelge 1. Seçilmiş izolatların kontrol test bakterisi (*P. aeruginosa* ATCC 15692)'ne göre test sonuçlarıTable 1. Test results of selected isolates according to control test bacteria (*P. aeruginosa* ATCC 15692).

No	Gram boyama	Hareketlilik	Oksidaz Testi	PO*	GF*	PET*	LET*	Indol T	MR Testi*	VP Testi*	NI*	NF*	PO ₄ Ç*	N A*	Pen G*	Pim*
<i>P. aeruginosa</i> (+K)*	-	+	+	Pyc/Flr	++++	+++	++++	-	-	-	+	++++	++++	R	R	R
1	-	+	+	Flr	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
2	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	-	+	+	R	R	R
3	-	+	+	Pyc/ Flr	-	-	+	-	-	-	+	++	+	R	R	R
4	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	R	R	R
5	-	+	+	Pyc/Flr	+	-	+	-	-	-	+	-	+	R	R	R
6	-	+	+	-	++	-	+	-	-	-	+	-	-	R	R	R
7	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	R	R	R
8	-	+	+	-	++++	+	++++	-	-	-	+	+	-	R	R	R
9	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	R	R	R
10	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	++	R	R	R
11	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
12	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	-	++++	+	R	R	R
13	-	+	+	Pyc	++++	++++	+	-	-	-	+	+	+	R	R	R
14	-	+	+	Pyc	++++	++++	+	-	-	-	+	++++	++	R	R	R
15	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	++++	+	R	R	R
16	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	S	R
17	-	+	+	Pyc/Flr	+		+	-	-	-	+	++	+++	R	R	R
18	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	++++	R	R	R
19	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	++++	+++	R	R	S
20	-	+	+	Pyc	-	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R

Çizelge 1'in devamı...

No	Gram boyama	Hareketlilik	Oksidaz Testi	PO	GF	PET	LET	Indol T	VP Testi	MR Testi	Nİ	N F	PO ₄ Ç	NA	Pen G	Pim
21	-	+	+	Pyc	-	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
22	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
23	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	-	++++	+++	R	R	R
24	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
25	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
26	-	+	+	Pyc	-	-	+	-	-	-	-	+	+++	R	R	R
27	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	+	+++	R	R	R
28	-	+	+	Pyc	+	++++	++++	-	-	-	+	++	+++	R	R	R
29	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	++	+	R	I	R
30	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	++++	+	R	R	R
31	-	+	+	Pyc/ Flr	+	-	+	-	-	-	+	++	++	R	R	R
32	-	+	+	Pyc/ Flr	-	-	+	-	-	-	+	++	+++	R	R	R
33	-	+	+	Pyc/ Flr	+	-	+	-	-	-	+	++	++	R	R	R
34	-	+	+	Pyc/ Flr	+	-	+	-	-	-	+	++	++	R	R	R
35	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
36	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	+	-	R	R	R
37	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	++	+++	R	R	R
38	-	+	-	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	++++	+++	R	R	R
39	-	+	-	Pyc	-	-	+	-	-	-	-	++	+++	R	R	R
40	-	+	+	Pyc	-	-	+	-	-	-	+	+	+++	R	R	R
41	-	+	+	Pyc/Flr	+	-	+	-	-	-	+	++	+++	R	R	R
42	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	++++	+++	R	R	R
43	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	++	++	R	R	R
44	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	+	-	++	R	R	R
45	-	+	+	Pyc	+	-	+	-	-	-	-	++++	+	R	R	R

*+K: pozitif kontrol; PO, Pigment oluşumu; GF, Glukozun fremantasyonu; PET; Proteolitik enzim (Kazein) testi; LET, Lipolitik enzim (lipaz) testi; VP, Voges-Preskauer testi; MR, Metil red testi; Nİ; Nitrat indirgeme testi; NF, Azot fiksasyonu testi; PO₄ Ç, inorganik PO₄ indirgeme testi; NA, Nalidiksik Asit; Pen G, Penisilin G; Pim, Pimarisin

Çizelge 2. 16S rDNA dizi analiz sonuçlarına göre, NCBI veri bankasından elde edilen tanımlama sonuçları ve benzerlik yüzdeleri.

Table 2. According to 16S rDNA sequence analysis results, identification results and maximum identity percentages obtained from NCBI database

İzolat No*	Skor	Benzerlik Yüzdesi	Sonuç
13	1434	%100	<i>P. cremicolorata</i> DSM 17059 = NBRC 16634 <i>P. parafulva</i> NBRC 16636 = DSM 17004 <i>P. putida</i> strain ICMP 2758
18	1475	%100 %99	<i>P. baetica</i> <i>P. koreensis</i> <i>P. helmanticensis</i>
28	1407	%100	<i>P. plecoglossicida</i> NBRC 103162 <i>P. cremicolorata</i> DSM 17059 <i>P. parafulva</i> NBRC 16636
38	1389	%99	<i>P. reidholzensis</i> <i>P. putida</i> NBRC 14164 <i>P. putida</i> ATCC 12633
42	1434	%99	<i>P. reidholzensis</i> <i>P. putida</i> NBRC 14164 <i>P. putida</i> ATCC 12633

4. Sonuç

Çalışma kapsamında başka araştırma konularına yönelik olarak değerlendirilecek toplam 134 izolat elde edilmiştir. Bu izolatlardan 45 tanesi klasik yöntemler kullanılarak 5 tanesi de moleküler teknikler kullanılarak karakterize edilmiştir.

Tanımlanan bu yeni türler tarım alanlarında herbisit ve pestisitlerin biyolojik parçalanmaları başta olmak üzere ve bitki bakteri ilişkilerinin anlaşılmasında yeni çalışma konusu olabilme önemi taşımaktadır. Söz konusu izolatlar ile çalışmaların bir sonraki basamağında tanımlanma çalışmaları özellikle *gyrB*, *rpoB*, *rpoD* gibi korunmuş gen bölgeleri veya tüm genom dizileme teknikleri kullanılarak derinleştirilecektir. İzolatların yeni biyoformülasyonları preparat haline getirilerek ileride yapılacak çalışmaların materyali olacaktır.

Teşekkür

Bu araştırma Gebze Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından GTÜ BAP 2018 A-105-A-4 no'lu proje ile desteklenmiştir. Sulfonilüre herbisitinin çok miktarlarda kullanıldığı tarım alanlarının önceden belirlenmesi, toprak örneklerinin toplanması sırasında arazi sahipleri ile iletişim ve örnekleme bölgelerine ulaşım konusunda rehberlik eden Tekirdağ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü personeli Ziraat Mühendisi Ahmet AYVAZ' a çalışmamıza yaptığı destek ve katkıdan dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Alexander, SK., Strete, D. 2001. Microbiology: a photographic atlas for the laboratory, New York: Benjamin Cummings Publication.
- Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., Lipman, D. J. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. Nucleic acids research, 25(17), 3389-3402. <https://doi.org/10.1093/nar/25.17.3389>
- Atlas, RM. 2004. Parks L.C. (Eds.), Handbook of microbiological media, Second Edition, New York, CRC Press.
- Başaran, M.S. 2010. Hububat Alanlarında Uygulanan Sulfonilürea Grubu Bazı Herbisitlerin Minimum Dozlarının Saptanması (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, Ankara.
- Bellinder, R. R., Gummesson, G., Karlsson, C. 1994. Percentage driven government mandates for pesticide reduction the Swedish model. Weed Technology 8, 350–359. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00038914>
- Blair, A. M., Martin, T. D. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonilürea herbicides. Pesticide Science, 22(3), 195-219. <https://doi.org/10.1002/ps.2780220303>

- Bolton, E. E., Hepworth, H. M., 1972. Tillage Research in Turkey, Proceedings of Regional Wheat Workshop Beirut, Lebanon.
- Brown, H. M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides, Pesticide Science, 29, 263-281. <https://doi.org/10.1002/ps.2780290304>
- Donald, C. M., 1963. Advances in Agronomy in Competition among crop and pasture plants. 15, New York, Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60397-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60397-1)
- Crimson™ Taq DNA Polymerase retrieved from: https://www.uoftmedstore.com/pdfs/CrimsonTaq_MedStore.pdf (2019) (Erişim tarihi: 12.12.2019).
- ISO/TS 11059. 2009. (IDF/RM 225: 2009) Milk and milk products – Method for the enumeration of *Pseudomonas* spp
- Johri, A.K., Dua, M., Tuteja, D., Saxena, R., Saxena, D.M., Lal, R. 1996. Genetic manipulations of microorganisms for the degradation of hexachlorocyclohexane, FEMS Microbiology Reviews, 19, 69–84. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1996.tb00254.x>
- Kaur, T., Brar, L. S. 2014. Residual effect of sulfonylurea herbicides applied to wheat on succeeding maize. Indian Journal of Weed Science, 46(2), 129-131.
- Kwon, S. W., Kim, J. S., Park, I. C., Yoon, S. H., Park, D. H., Lim, C. K., Go, S. J. 2003. *Pseudomonas koreensis* sp. nov., *Pseudomonas umsongensis* sp. nov. and *Pseudomonas jinjuensis* sp. nov., novel species from farm soils in Korea. International journal of systematic and evolutionary microbiology, 53(1), 2. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02326-0>
- Lane, D. J. 1991. Stackebrandt E. (Ed) 16S/23S rRNA sequencing. Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics, Goodfellow, M., New York, Wiley.
- Lopez, J. R., Dieguez, A. L., Doce, A., De la Roca, E., De la Herran, R., Navas, J. I., ... Romalde, J. L. 2012. *Pseudomonas baetica* sp. nov., a fish pathogen isolated from wedge sole, *Dicologlossa cuneata* (Moreau). International journal of systematic and evolutionary microbiology, 62(4), 874-882. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.030601-0>
- Ma J.P., Wang Z., Lu P., Wang H.J., Waseem Ali S., Li S.P., Huang X. 2009. Biodegradation of the sulfonylurea herbicide chlorimuron-ethyl by the strain *Pseudomonas* sp. LW3. FEMS Microbiology Letters. 296, 203–20. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2009.01638.x>
- Matsumura, F., Benzet, H. J., Patil, K. C. 1976. Factors affecting microbial metabolism of γ -BHC. Journal of Pesticide Science, 1, 3–8. <https://doi.org/10.1584/jpestics.1.3>
- Mitsutomi, Shuhei; Sekimizu, Kazuhisa; Kaito, Chikara 2017. Isolation of antibiotic-producing *Pseudomonas* species with low-temperature cultivation of temperate soil. Drug discoveries & Therapeutics, 11(5): 267-275.
- Pachori P, Goyalwal R, Gandhi P. 2019. Emergence of antibiotic resistance *Pseudomonas aeruginosa* in intensive care unit; a critical review. Genes Dis. Apr 17;6(2):109-119. <https://doi.org/10.5582/ddt.2017.01053>
- Park, S. C., Shimamura, I., Fukunaga, M., Mori, K. I., Nakai, T. 2000. Isolation of bacteriophages specific to a fish pathogen, *Pseudomonas plecoglossicida*, as a candidate for disease control. Appl. Environ. Microbiol., 66(4), 1416-1422. <http://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1416-1422.2000>
- Peña, A., Busquets, A., Gomila, M., Mulet, M., Gomila, R. M., Reddy, T. B. K., ... ,García-Valdés, E. 2016. High quality draft genome sequences of *Pseudomonas fulva* DSM 17717 T, *Pseudomonas parafulva* DSM 17004 T and *Pseudomonas cremoricolorata* DSM 17059 T type strains. Standards in genomic sciences, 11(1):55. <http://doi.org/10.1186/s40793-016-0178-2>.
- Ramírez-Bahena, M. H., Cuesta, M. J., Flores-Félix, J. D., Mulas, R., Rivas, R., Castro-Pinto, J., ..., Peix, Á. 2014. *Pseudomonas helmanticensis* sp. nov., isolated from forest soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64(7), 2338-2345. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2006.02050.x>
- Rutz, D., Frasson, D., Sievers, M., Blom, J., Rezzonico, F., Pothier, J. F., Smits, T. H. 2019. Comparative genomic analysis of the biotechnological potential of the novel species *Pseudomonas wadenswilerensis* CCOS 864T and *Pseudomonas reidholzensis* CCOS 865T. Diversity, 11(11), 204. <https://doi.org/10.3390/d11110204>
- Sözeri, S., Solmaz, A. 1996. Effects of root, leaf and flower extracts of Oriental Lakspur (*Consolida orientalis* (Gay) Schröd.) on germination and seedling growth of wheat. The Journal of Turkish Phytopathology 25 (3) 89–92.
- Uchino M, Shida O, Uchimura T, Komagata K. 2001. Recharacterization of *Pseudomonas fulva* Iizuka and Komagata, and proposals of *Pseudomonas parafulva* sp.nov. and *Pseudomonas cremoricolorata* sp. nov. J Gen Appl Microbiol. ;47:247–61. <http://doi.org/10.1186/s40793-016-0178-2>
- Wada, H., Senoo, K., Takai Y. 1989. Rapid degradation of gamma-HCH in upland soil after multiple applications, Soil Science and Plant Nutrition, 35, 71–77. <http://doi.org/10.5897/AJMRx12.001>
- Waller, G. R. 1989. Allelochemical action of some natural products, in Phytochemical Ecology: Allelochemicals, Mycotoxins and insect Pheromones and Allomones, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series No:9, Taipei, 129-153s.

- Wasi, S., Tabrez, S., Ahmad, M. 2013. Use of *Pseudomonas* spp. for the bioremediation of environmental pollutants: a review, *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 8147-8155. <http://doi.org/10.12691/ajmr-3-4-3>
- Wasi, S., Tabrez, S., Ahmad, M. 2011a. Suitability of Immobilized *Pseudomonas fluorescens* SM1 Strain for Remediation of Phenols, Heavy Metals, and Pesticides from Water, Water, Air, and Soil Pollution, 220 (1-4), 88-99. <http://doi.org/10.1007/s11270-010-0737-x>
- Wasi, S., Tabrez, S., Ahmad, M. 2011b. Detoxification potential of *Pseudomonas fluorescens* SM1 strain for remediation of major toxicants in Indian water bodies, *Water, Air, and Soil Pollution*, 222(1-4), 39-51. <http://doi.org/10.1007/s11270-011-0802-0>.
- Williams, M. C. 1984. Poisonous plants part 3, Poisonous alkaloids in plants, *Weeds Today*, 15: 2, 1-2, (Weed abstr. 33 (6),1755).
- Zhang, J.J., Chen, Y.F., Fang, T., Zhou, N.Y., 2013. Co-metabolic degradation of tribenuron methyl, a sulfonylurea herbicide, by *Pseudomonas* sp. strain NyZ42. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 76, 6-40. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.06.019>
- Zhou, Q.Y., Liu, W.P., Zhang, Y.S., Liu, K.K. 2008. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides, *Pesticide Biochemistry Physiology*, 89, 89-96. <http://doi.org/10.1016/j.pestbp.2007.04.004>
- Zimdahl, R. L. 2007. *Fundamentals of weed science*. Elsevier Academic Press. ISBN: 978-0-12-372518-9.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.723104

İspir Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Popülasyonunun Karakterizasyonu ve Seleksiyon Yoluyla İslahı

● Berat Bıyıklı^a, ● Erdal Elkoca^{b*}, ● Murat Aydın^b

^a Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

^b Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ağrı, Türkiye

^c Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: eelkoca@agri.edu.tr

Geliş/Received 21/04/2020

Kabul/Accepted 01/12/2020

ÖZET

Erzurum'un İspir ilçesinde üretilen şeker tane tipindeki kuru fasulye, lezzetli oluşu ile ülke çapında tanınmakta ve talep edilmektedir. Ancak, ilçede yetiştirilen popülasyonun saf olmayışı yetiştiricilik, pazarlama, kullanım ve tüketiminde çeşitli sorunlara neden olmakta ve ilçede yetiştirilen popülasyon içerisinde popülasyonu en iyi şekilde temsil edebilen saf hatların belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Buradan hareketle, bu çalışma bölgeye has materyalden a) tek bitki seleksiyonu yöntemiyle saf hatların elde edilmesi ve tanımlamalarının (karakterizasyon) yapılması, b) saf hatlar arasından, ileriki çalışmalarda tescil ettirmek üzere, seleksiyon ıslahı yöntemiyle üstün özellikli olanların belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. İlçede kuru fasulye yetiştiriciliği yapılan köylerden hasat döneminde tek bitki seleksiyonuyla seçilen 40 adet saf hat çalışmamızın materyalini oluşturmuştur. Hatlar, Elkoca-05 çeşidi ile birlikte 2014 yılında tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak Erzurum Merkez'deki deneme istasyonunda morfolojik karakterizasyon, seleksiyon ve verim denemelerine alınmışlardır. Hatların karakterizasyonunda IPGRI ve EU-CPVO tarafından geliştirilen çeşit değerlendirme kriterleri esas alınmıştır. Ayrıca, çıkıştan hasada kadarki dönemde, fenoloji, verim ve verim unsurları ile ilgili gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Böylece hatların değerlendirilmesinde, 14 tanesi kantitatif ve 28 tanesi ise kalitatif olmak üzere toplam 42 adet özellik dikkate alınmıştır. Morfolojik karakterizasyon çalışmaları sonucunda yaprak, çiçek ve tohum özellikleri bakımından hatlar arasında farkların bulunduğu; hatların büyüme şekli ve bakla özellikleri bakımından ise benzer olduğu belirlenmiştir. Verim ve verim unsurları bakımından da hatlar arasında önemli farkların bulunduğu saptanmıştır. Hatlar 42 adet kalitatif ve kantitatif özellik bakımından kümeleme analizine tabi tutulmuş ve hatların 5 grup altında kümelendiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda, tane verimi standart çeşitten yüksek olan 15 hat ile seleksiyon çalışmalarına devam edilmesine karar verilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Fasulye
Tanımlama
Seleksiyon
Kümeleme analizi

Characterization and selection of İspir dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) population

ABSTRACT

Dry beans are the most important crop grown in İspir district of Erzurum. There is considerable variation within bean population in the area with white circular seed types much on demand in the market. But, mixed populations limit production, marketing and use of beans in the area. This work is carried out in order to solve current problem by collecting, evaluating and selecting best representative pure lines for a possible future cultivar development. Forty pure lines were selected from İspir district at harvest stage. Lines, along with standard dry bean cultivar Elkoca-05, were subjected to characterization, selection and yield trials. The experiment was arranged in randomized block design with three replicates in 2014 growing season on the experimental field of Atatürk University, Erzurum. Description of the lines was performed according to morphologic description criteria developed by

Keywords:
Bean
Characterization
Selection
Cluster analysis

IPGRI and EU-CPVO. Phenology, yield and yield components were also investigated in the period between emergence and harvest. Thereby, total 42 characteristics (14 quantitative and 28 qualitative) were considered for characterization of the lines. Morphological characterization trials indicated that there were differences among lines in terms of leaf, flower and seed characteristics, while lines had similar growth habit and pod features. Yield and yield components also showed significant differences among lines. To determine the morphologic variability, lines were subjected to cluster analysis in terms of 42 quantitative and qualitative characteristics. Cluster analyses revealed that lines classified into 5 groups. At the end of the experiment, 15 lines having higher seed yield than standard cultivar were selected for future studies. © OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Ülkeye giren yeni çeşitler üretim miktarına olumlu katkı sağlamakla birlikte, yerel köy çeşitlerinin daha az kullanımına neden olabilmekte ve hatta zaman içerisinde yerel çeşitlerin yok olması gibi olumsuzlukları da beraberinde getirebilmektedirler. Oysa yerel köy çeşitleri gelecekteki araştırmalarda başvurulacak, bazı konulardaki potansiyelleri henüz aydınlatılmamış eşsiz gen kaynaklarıdır.

Ülkemizin bazı bölgelerinde, coğrafi nedenler gibi etmenler, bitkisel üretimin daha çok aile ihtiyacı veya yöresel pazarlara yönelik, girdinin az ve çeşidin yerel olduğu geleneksel tarım olarak nitelendirilebileceğimiz tarzda sürmesini gerekli kılmaktadır. Bu alanlar damak tadımıza daha uygun ve lezzetli yerel materyalleri bulduran birer hazine niteliğindedir.

Erzurum'un İspir ilçesinin tarımsal yapısı incelendiğinde, fasulye açısından böyle bir özellik taşıdığı ortaya çıkmaktadır. İlçe tarımındaki geleneksel yapı, ilçeye yeni çeşitlerin girişine izin vermemiş ve yetiştiriciliğin bölgeye has yerel popülasyonla yapılmasına neden olmuştur. İlçede yetiştiriciliği yapılan beyaz taneli şeker fasulyesi tipindeki popülasyon, lezzet başta olmak üzere, suda fazla şişme, kabuk atmama ve erken pişme gibi özellikleriyle tanınmakta ve piyasada oldukça rağbet görmektedir.

Yurt genelinde tanınan İspir fasulyesi, İspir Esnaf ve Sanatkârlar Odası'nın Türkiye Patent Enstitüsü'ne başvurarak İspir kuru fasulyesinin haklarını almasıyla, artık markalı olarak satılmaya başlanmıştır. Ayrıca, Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı'nın (KUDAKA) destek verdiği 'Sürdürülebilir Yerel Marka, İspir Kuru Fasulyesi' projesiyle ilçede makineli tarıma geçilmiş ve kuru fasulye için bir de paketleme ünitesi kurulmuştur. İlçede yılda ortalama 400 ton olan üretimin, makineli tarıma geçilmesi le birlikte artarak 600 tona çıkarılması hedeflenmektedir. Bitki ıslahı programlarının en önemli amaçlarından biri yeni çeşitlerin geliştirilmesidir.

Çeşit geliştirmede kullanılan ıslah metodlarının en önemlilerinden biri ise seleksiyondur. Seleksiyon, genotipik varyasyona sahip olan bir popülasyon ya da ekotip içerisinde amaca uygun hattın seçilip ortaya çıkarılması esasına dayanmaktadır (Şehirli ve Özgen, 2006). İspir ilçesinde yerel popülasyonlar ekilmek suretiyle kuru fasulye yetiştiriciliği yapılmakta ancak, yetiştiriciliği yapılan popülasyonun saf olmayışı yetiştiricilik, pazarlama, kullanım ve tüketiminde çeşitli sorunlarla neden olmaktadır. Bu nedenle üretimin standart ve daha verimli hale getirilebilmesi için ilçede yetiştirilen popülasyon içerisinde popülasyonu en iyi şekilde temsil edebilen saf hatların belirlenmesine ihtiyaç duyulmakta ve İspir yerel kuru fasulye popülasyonlarında üstün özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesine imkan tanıyabilecek geniş bir varyasyon göze çarpmaktadır.

Buradan hareketle, ilçe fasulye tarımında görülen bu problemi gidermeye yönelik olarak yürütülen bu çalışmada; a) bu çeşitliliği bol ve bölgeye has materyalden tek bitki seleksiyonu yöntemiyle saf hatların elde edilmesi ve tanımlamalarının (karakterizasyon) yapılması, b) elde edilen saf hatlar arasından, ileriki çalışmalarda tescil ettirilmek üzere, seleksiyon ıslahı yöntemiyle üstün özellikli olanların belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Araştırmada kullanılan İspir fasulye hatları

İspir ilçesinde kuru fasulye yetiştiriciliği yapılan köylerdeki tarlalar 2012 yılı hasat döneminde ziyaret edilmiş ve bitki tipi, olgunlaşma ve verim yönünden üstün özelliklere sahip olduğu belirlenen 70 adet tek bitki seçilmiştir. Tek bitkiler (saf hatlar) 2013 yılında ayrı sıralar halinde ekilerek tohum üretimine alınmışlardır. Yeterli miktarda tohum üreten 40 saf hat araştırmamızın materyalini oluşturmuştur (Çizelge 1).

2.1.2 Araştırma yerinin iklim özellikleri

Uzun yıllar ortalaması ile kıyaslandığında, araştırmanın yürütüldüğü 2014 yılının daha yağışlı ve sıcak geçtiği, ortalama nispi nemin ise daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

2.1.3 Araştırma yerinin toprak özellikleri

Deneme arazisi kumlu tınlı yapıda, hafif alkali, tuz içeriği oldukça düşük ve organik madde içeriği azdır. Az kireçli olan deneme arazisi, yeterli seviyede fosfor ve yüksek miktarda potasyum içermektedir (Çizelge 3).

2.2 Yöntem

Saf hatlar, bölge için tescil ettirilmiş Elkoca-05 çeşidi ile birlikte 2014 yılında Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Erzurum Merkez'de yer alan istasyonunda morfolojik karakterizasyon, seleksiyon ve verim denemelerine alınmışlardır. Ekim, elle 5-6 cm derinliğe olmak üzere, 13 Mayıs 2014 tarihinde yapılmıştır. Ekim sıklığı, sıra üzeri 6-7 cm ve sıra arası 80 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir saf hat parselinde 5 m uzunluğunda bir sıra yer almış ve her sıraya 75 adet tohum ekilmiştir. Deneme alanına ekimle birlikte dekara 4 kg N ve 6 kg P₂O₅ olacak şekilde sırasıyla % 21'lik amonyum sülfat ve % 45'lik triple süperfosfat gübreleri uygulanmıştır (Anonim, 2001). Deneme alanı, ilki çiçeklenme öncesi ve geri kalan üçü bakla bağlama ve tane olum dönemlerinde olmak üzere toplamda dört sefer sulanmıştır. Yabancı otlar gerek duyuldukça çapalanarak kontrol altına alınmıştır. Yolunarak hasat edilen hatlar ayrı ayrı çuvallanarak seraya getirilmiş ve serada 2-3 gün kurutulduktan sonra ayrı ayrı harman edilmişlerdir.

Saf hatların karakterizasyonunda Uluslararası Bitki Gen Kaynakları Araştırma Enstitüsü (IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute) ve Avrupa Birliği Bitki Çeşitleri Ofisi (EU-CPVO, European Union Community Plant Variety Office) tarafından geliştirilen çeşit değerlendirme kriterleri esas alınmıştır. Ayrıca, çıkıştan hasada kadarki dönemde Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü'nün Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatında (Anonim, 2001) belirttiği gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Bitkisel özelliklere ait değerler her saf hat parselinden tesadüfen seçilen 5 bitki üzerinden hesaplanmıştır.

2.3 Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen verilere ait varyans analizleri MSTATC paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir. Fasulye hatları ayrıca, morfolojik özellikler ile verim ve verim unsurları bakımından Cluster (kümeleme) analizine tabi tutulmuştur. Cluster analizi için SPSS paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. İspir ilçesinden toplanan saf hatlar, temin edildikleri yer ve lokasyonlar
Table 1. Locations of pure lines collected from İspir district

Saf hat no	Temin Edildiği Yer	Lokasyon		
		Enlem	Boylam	Rakım (m)
2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21	Öztoprak Köyü	40.518	41.052	1431
26	İspir Merkez Menevşe Mahallesi	40.485	41.002	1264
27, 28	İspir Merkez Gaziler Mahallesi	40.468	40.983	1168
32, 33, 35	Yeşilyurt Köyü	40.518	41.069	1549
39, 40, 41, 42	Maden Köyü	40.435	40.851	1226
45, 47, 49, 50, 53, 54	Elmalı Beldesi Ağıldere Köyü	40.401	40.834	1470
57, 59, 60, 61, 62, 63	Ulubel Köyü	40.418	40.868	1424
64, 65	Kirazlı Köyü	40.436	40.887	1220
67, 69	Maden Köprübaşı Beldesi Akbağ Mahallesi	40.434	40.819	1286

Çizelge 2. Erzurum ovasının araştırmanın yürütüldüğü ürün yılı ile uzun yıllar ortalamasına ait bazı iklim verileri
Table 2. Some climate data of research year and long-term average in Erzurum plain

İklim Faktörleri		AYLAR					Gelişme mevsimi	Yıllık
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül		
Toplam yağış (mm)	2014	115.9	24.5	44.7	4.2	47.7	237.0	408.0
	UYO	65.3	41.2	23.8	14.4	19.8	164.5	389.5
Ortalama hava sıcaklığı (°C)	2014	11.7	15.9	21.2	22.2	15.7	17.3	8.0
	UYO	10.5	14.8	19.1	19.3	13.9	15.5	5.0
Ortalama nispi nem (%)	2014	65.3	50.6	43.9	37.2	48.3	49.1	61.3
	UYO	63.9	59.1	53.6	50.2	52.5	55.8	66.4

Çizelge 3. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 3. Some physical and chemical properties of field soil

Temel özellikler	Analiz sonuçları	Anlamı
Tekstür sınıfı	Kumlu tınlı	
pH	7.7	Hafif alkali
EC (mmhos cm ⁻¹)	0.12	Tuzsuz
Kireç (%)	0.40	Az kireçli
P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	6.3	Yeterli
K ₂ O (kg da ⁻¹)	91.3	Fazla
Organik madde (%)	1.47	Az

*Toprak analizleri Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü analiz laboratuvarında yapılmıştır

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Hatların morfolojik özellikleri

3.1.1 Hatların antosiyan varlığı ve büyüme şekilleri

Yapılan gözlemlerde hatların hiçbirinin antosiyan içermediği ve tamamının yarı sarılcı karakterde olduğu saptanmıştır.

3.1.2 Hatların yaprak özellikleri

Hatlardan 22 tanesinin açık yeşil, 17 tanesinin orta yeşil ve yalnızca 1 tanesinin (kayıt no 69) ise koyu yeşil olduğu gözlenmiştir. Yaprak pürüzlülüğü bakımından yapılan gözlemlerde ise denemeye alınan 13 hattın zayıf, 24 hattın orta ve 3 hattın (kayıt no 12, 14 ve 64) ise kuvvetli seviyede pürüzlü olduğu saptanmıştır. Hatlardan 16 tanesinde orta yaprakçığın orta, 24 tanesinde ise büyük olduğu tespit edilmiştir. Tüm hatlarda orta yaprakçık şeklinin üçgen olduğu gözlenmiştir. Orta yaprakçık ucunun 28 hatta orta, 12 hatta ise uzun olduğu belirlenmiştir.

3.1.3 Hatların çiçek özellikleri

Hatların tamamında braktenin mızrak biçiminde; boyutunun 5 hatta küçük (kayıt no 19, 40, 49, 57 ve 69), diğer 35 hatta büyük; renginin ise 2 hatta (kayıt no 49 ve 69) açık viole, 38 genotipte ise yeşil olduğu belirlenmiştir. Hatlar arasında bayrak yaprak rengi bakımından varyasyon bulunduğu ve bayrak yaprağın 7 hatta menekşe (kayıt no 4, 17, 19, 20, 28, 32 ve 59), 1 hatta beyaz (kayıt no 40) ve diğer 32 hatta ise pembe renkli olduğu belirlenmiştir. Kanatçık rengi bakımından hatlar değerlendirildiğinde ise 40 nolu hat hariç, diğer hatların pembe renkli kanatçığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Kanatçıkların açılım durumu bakımından yapılan gözlemlerde tüm hatlarda kanatçıkların birbirinden iyice ayrık olduğu gözlenmiştir. Her saf hat parselden rastgele alınan 10 çiçeğin ve sapının uzunluğu ölçülmüş ve hatların çiçek uzunluğunun 9.8 mm (kayıt no 63 ve 65) ile 18.8 mm (kayıt no 57) arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4). Çiçek sap uzunluğu bakımından da hatlar arasında varyasyon bulunduğu belirlenmiş ve

hatların çiçek sap uzunlukları 7.8 mm (kayıt no 15) ile 23.8 mm (kayıt no 64) arasında olmak üzere geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. (Çizelge 4).

3.1.4 Hatların bakla özellikleri

Tüm hatlarda bakla zemin renginin yeşil; koyuluğunun ise 4 hatta hafif (kayıt no 32, 40, 62 ve 69), geri kalan 36 hatta ise orta olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, olgunluk dönemi ilerledikçe bütün hatların baklalarında viole olmak üzere ikinci renk oluşumu gözlenmiştir. Bu ikinci rengin yoğunluğu bakımından yapılan gözlemlerde ise ikinci renk yoğunluğunun bütün hatlarda orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Tüm hatlarda baklanın kılçıklı, kesit şeklinin eliptik, genişliğinin orta, gaga kıvrılmasının çok güçsüz, gaganın oluşum şeklinin orta, gaganın uzun, baklanın kıvrım şeklinin orta ve bakla kıvrımının iç bükey olduğu belirlenmiştir.

3.1.5 Hatların tohum özellikleri

Hatlardan sekiz tanesinde (kayıt no 3, 5, 12, 20, 39, 40, 41 ve 64) tohum şeklinin dairesel-eliptik, geri kalanında ise dairesel olduğu belirlenmiştir. Hatların tamamında tohumların tek renkli ve beyaz olduğu ayrıca, hilum halkasının da tohum rengi ile aynı olduğu gözlenmiştir.

3.2 Hatların fenolojik ve tarımsal özellikleri

3.2.1 Çıkış süresi

İlkbahardaki düşük toprak sıcaklıkları fasulyede çimlenme hızını yavaşlatarak çıkışı geciktirmektedir (Mohammed et al., 1988). Ancak, çimlenme için toplam sıcaklık isteği yönünden fasulye genotipleri arasında önemli farklılıklar görülebilmekte ve düşük toplam sıcaklık isteğine sahip olanlar toprak sıcaklığının minimum çimlenme sıcaklık isteğinin üzerinde olduğu durumlarda hızlı bir şekilde çimlenip kısa sürede çıkış yapabilmektedirler (Wagenvoort and Bierhuizen, 1977; Kantar ve Elkoca, 2001). Araştırmamızda da çıkış süresinin genotipik etkiye bağlı olarak çok önemli ($p < 0.01$) değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Hatların çıkış süresi 15.0 ile 17.7 gün arasında yer almış ve 2.7 günlük bir varyasyon meydana gelmiştir (Çizelge 5). Hatlardan 37 tanesi kontrol çeşidinden (17.0 gün) iki gün daha erken (15.0 gün) çıkış yapmış ve bu fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Hatlardan üç tanesi ise (kayıt no 40, 59 ve 63) kontrol çeşidi ile beraber en geç çıkış yapan grup içerisinde yer almıştır.

Çizelge 4. İspir fasulye hatlarının çiçek ve çiçek sap uzunlukları
Table 4. Lengths of flower and flower stem of İspir bean lines

Hat no	Çiçek uzunluğu (mm)	Çiçek sap uzunluğu (mm)	Hat no	Çiçek uzunluğu (mm)	Çiçek sap uzunluğu (mm)
2	13.0	10.0	39	16.3	9.5
3	17.0	12.0	40	10.3	14.8
4	15.0	9.5	41	11.3	9.5
5	15.3	12.3	42	12.0	13.0
6	10.3	10.5	45	11.5	10.3
10	10.8	9.5	47	14.0	14.0
12	13.3	10.3	49	17.5	20.0
14	13.5	13.3	50	15.0	16.3
15	10.0	7.8	53	13.5	14.0
16	10.8	18.0	54	13.3	12.3
17	14.0	9.3	57	18.8	11.3
19	11.0	8.5	59	11.5	12.5
20	13.3	9.5	60	14.3	13.0
21	12.3	9.5	61	16.0	8.8
26	12.0	12.5	62	16.5	13.3
27	13.0	12.0	63	9.8	12.3
28	14.3	11.5	64	12.3	23.8
32	11.0	18.5	65	9.8	9.8
33	14.8	16.5	67	14.3	8.8
35	14.8	8.8	69	13.5	8.5

3.2.2 Çiçeklenme süresi

Hatların çiçeklenme süresi 61.3 gün (kayıt no 15) ile 68.3 gün (kayıt no 12 ve 65) arasında değişmiş ancak, çiçeklenme süresi bakımından hatlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Standart çeşitte çiçeklenme ekimden 65.7 gün sonra gerçekleşirken, istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte, 22 hat standart çeşitten yaklaşık 1 ile 5 gün daha önce, 9 hat ise 1 ile 3 gün daha geç çiçeklenmiştir (Çizelge 5).

3.2.3 Fizyolojik olum süresi

Erzurum ve benzer ekolojilerde fasulyenin soğuk ve don zararına uğramadan gelişebileceği dönem oldukça kısadır. Bu nedenle kısa sürede gelişerek, sonbahar ilk donlarından önce olgunlaşan çeşitlerin yetiştirilmesi, bu tip bölgelerde fasulye tarımında ortaya çıkabilecek risklerin giderilmesi yönünden büyük önem taşımaktadır (Elkoca ve Kantar, 2004). Çiçeklenme ve olgunlaşma için ihtiyaç duyulan toplam sıcaklık isteği yönünden genotipler arasında önemli farklar bulunabilmektedir. Toplam sıcaklık isteği düşük olan genotipler daha erken çiçeklenip olgunlaşırken, toplam sıcaklık isteği yüksek olanlarda çiçeklenme ve olgunlaşma gecikmektedir (Ustaoğlu, 2008). Bu araştırmaya ait varyans analizi sonuçları da genotipik etkinin olgunlaşma süresi üzerinde önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 5). Erkenciliği ile tescil ettirilen Elkoca-05 en kısa sürede olgunlaşırken (125.3 gün), İspir fasulye hatlarında olgunlaşma süresi 129.7 ile 140.0 gün arasında değişim göstermiştir. Hatlardan 10 tanesinde (kayıt no 10, 16, 17, 19, 21, 40, 49, 54, 60 ve 69) olgunlaşma süresi 129.7 ile 132.0 gün arasında değişim göstermiş ve bu hatlar standart çeşitle aynı grup içerisinde yer alarak dikkat çekici bulunmuşlardır. Diğer hatlar ise standart çeşitten önemli seviyede daha geç oluma ulaşmışlardır (Çizelge 5).

3.2.4 Bitki boyu

İspir fasulye hatlarının test edildiği bu çalışmada, bitki boyu bakımından genotipik etkinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Standart çeşitte 89.6 cm ölçülen bitki boyu, İspir hatlarında 85.1 cm ile 112.3 cm arasında önemli bir varyasyon göstermiştir. En kısa bitki boyu 16 (85.1 cm), 5 (87.7 cm) ve 4 nolu hatlarda (89.3 cm) ölçülürken, dokuz hat (kayıt no 6, 17, 33, 59, 65, 32, 63, 42 ve 40) bir metreden daha uzun (101.1-112.3 cm) bitki boyuna sahip olmuştur (Çizelge 5). Fasulyede bitki boyu yüksek bir kalıtım derecesine (% 84.6-90.0) sahiptir (Çiftçi ve Şehirli, 1984). Bu nedenle diğer pek çok çalışmada da genetik yapıdaki farklılıkların bir sonucu olarak, fasulye çeşit ve genotipleri arasında bitki boyu bakımından önemli varyasyonların bulunduğu rapor edilmiştir (Akçin, 1974; Kantar ve ark., 2010; Bozoğlu ve Sözen, 2007; Ceyhan ve ark., 2009).

Çizelge 5. İspir fasulye hatlarının bazı fenolojik ve tarımsal özellikleri

Table 5. Some phenological and agronomical properties of İspir bean lines

Hat no	Çıkış süresi (gün)	Çiçeklenme süresi (gün)	Fizyolojik olum süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	İlk bakla yüksekliği (cm)	Dal sayısı (adet bitki ⁻¹)
2	15 c	64.3	132.3 b-e	95.4 b-g	13.7 cde	3.53 d
3	15 c	66.0	134.0 a-e	91.3 efg	13.3 cde	3.73 cd
4	15 c	63.0	132.3 b-e	89.3 fg	12.5 cde	3.73 cd
5	16.3 abc	65.7	137.0 a-d	87.7 fg	13.1 cde	3.80 cd
6	15 c	67.0	137.7 abc	101.1 a-g	14.5 cde	4.80 ab
10	15 c	63.3	129.7 ef	94.4 b-g	14.1 cde	3.80 cd
12	15 c	68.3	140.0 a	95.2 b-g	14.9 b-e	3.67 cd
14	15.7 bc	62.7	137.7 abc	93.7 c-g	13.9 cde	3.73 cd
15	16.3 abc	61.3	134.0 a-e	92.7 c-g	12.4 cde	3.93 cd
16	15 c	63.3	132.0 b-f	85.1 g	12.2 cde	3.53 d
17	15 c	63.0	131.7 b-f	102.4 a-f	14.5 cde	3.93 cd
19	15 c	63.7	129.7 ef	93.7 c-g	12.7 cde	4.07 bcd
20	15 c	61.7	137.0 a-d	95.1 b-g	12.8 cde	3.93 cd
21	15 c	62.3	130.3 def	90.7 efg	12.1 de	3.60 cd
26	15 c	67.3	137.7 abc	97.3 a-g	12.0 de	3.67 cd
27	15 c	63.7	134.7 a-e	93.7 c-g	12.8 cde	3.93 cd

28	15 c	66.7	132.7 b-e	99.5 a-g	14.1 cde	3.73 cd
32	15 c	67.7	138.3 ab	107.7 a-d	19.2 a	4.27 bcd
33	15 c	65.7	140.0 a	102.9 a-f	15.1 b-e	4.13 bcd
35	15 c	63.3	132.3 b-e	97.9 a-g	13.3 cde	3.87 cd
39	15 c	63.3	133.0 b-e	90.7 efg	12.2 cde	3.53 d
40	17 ab	68.0	131.0 c-f	112.3 a	17.9 ab	4.27 bcd
41	15 c	63.7	135.7 a-e	99.4 a-g	13.9 cde	4.00 bcd
42	15 c	67.3	140.0 a	109.9 ab	15.8 bc	4.47 abc
45	15 c	64.5	140.0 a	94.3 b-g	12.2 cde	4.27 bcd
47	15 c	64.0	132.3 b-e	92.5 d-g	11.6 e	4.00 bcd
49	15 c	63.3	131.0 c-f	92.1 d-g	12.0 de	3.60 cd
50	15 c	66.0	135.3 a-e	99.9 a-g	12.3 cde	4.13 bcd
53	15 c	66.0	134.0 a-e	93.7 c-g	12.5 cde	3.93 cd
54	16.3 abc	65.7	131.7 b-f	94.4 b-g	13.1 cde	4.20 bcd
57	15 c	65.0	134.0 a-e	94.4 b-g	11.8 de	3.80 cd
59	17.7 a	65.3	135.3 a-e	103.7 a-f	11.8 de	4.27 bcd
60	15 c	64.3	132.0 b-f	94.3 b-g	12.5 cde	4.33 a-d
61	15 c	65.3	135.3 a-e	96.4 b-g	13.5 cde	3.80 cd
62	15 c	64.0	134.7 a-e	90.9 efg	13.8 cde	3.67 cd
63	17 ab	63.0	137.0 a-d	108.7 a-d	12.7 cde	3.80 cd
64	15 c	65.3	134.0 a-e	97.7 a-g	14.3 cde	3.93 cd
65	15 c	68.3	137.0 a-d	106.0 a-e	14.5 cde	4.07 bcd
67	15 c	62.0	137.7 abc	92.3 d-g	12.5 cde	3.60 cd
69	15 c	66.7	131.0 c-f	98.7 a-g	14.0 cde	4.47 abc
Elkoca-05	17 ab	65.7	125.3 f	89.6 fg	15.3 bcd	5.07 a
VK (%)	5.6	4.5	3.1	8.2	13.1	10.7
<i>F Değerleri</i>						
Genotip	2.08	1.27	1.87	1.85	2.39	1.92
	P<0.01	Önemsiz	P<0.01	P<0.05	P<0.01	P<0.01

3.2.5 İlk bakla yüksekliği

İlk bakla yüksekliği makineli hasada uygunluk bakımından önemli bir parametre olup, dik gelişen, uzun boylu ve baklaları yüksekte teşekkül eden çeşitler mekanik olarak hasat edilebilmektedirler. Varyans analizi sonuçları ilk bakla yüksekliği bakımından genotipler arasındaki farkların çok önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 5). Standart çeşitte 15.3 cm olan ilk bakla yüksekliği, İspir fasulye hatlarında 11.6 cm ile 19.2 arasında değişim göstermiştir. Üç hat (kayıt no 47, 57 ve 59) en kısa (11.6-11.8 cm) ilk bakla yüksekliğine sahip olurken, özellikle 40 ve 32 nolu hatlar uzun ilk bakla yüksekliği değeri ile (sırasıyla 17.9 ve 19.2 cm) oldukça dikkat çekici bulunmuşlardır (Çizelge 5). Farklı ekolojik koşullarda yürütülen diğer araştırmalarda da ilk bakla yüksekliğinin çeşit ve genotiplere bağlı olarak 9.9 cm ile 29.3 cm arasında olmak üzere önemli varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir (Bozoğlu, 1995; Anlarsal ve ark., 2000; Düzdemir ve Akdağ, 2001).

3.2.6 Bitkide dal sayısı

Bitkide dal sayısı genotiplere göre değişmiş ve genotipler arasındaki farklılık çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Çizelge 5). En yüksek dal sayısı (5.07 adet) denemede kontrol olarak kullanılan Elkoca-05 çeşidinde belirlenmiş ve bitki başına dal sayısı 4.33-4.80 adet arasında değişen 6, 42, 69 ve 60 nolu hatlar standart çeşitle istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük dal sayısı 3.53 adet ile 16, 2 ve 39 nolu hatlarda belirlenmiştir (Çizelge 5). Fasulyede bitki başına dal sayısının Karaman ekolojik koşullarında 4.11-4.66 adet (Önder ve Şentürk, 1996), Samsun ekolojik koşullarında 1.27-1.92 adet (Pekşen ve Gülümser, 2005), Erzurum ekolojik koşullarında 2.2-3.7 adet (Dumlu, 2009) ve Yozgat ekolojik koşullarında ise 1.44-4.89 adet olmak üzere (Varankaya, 2011) diğer çalışmalarda da genotipler arasında önemli değişim gösterdiği saptanmıştır.

3.2.7 Bitkide bakla sayısı

Varyans analizi sonuçları bitkide bakla sayısı bakımından genotipler arasında çok önemli ($p<0.01$) farkların bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 6). Standart çeşitte bitki başına 21.2 adet bakla teşekkül ederken, İspir fasulye hatlarında bitki başına bakla sayısı 15.8 adet (kayıt no 14) ile 23.5 adet (kayıt no 19) arasında çok önemli bir değişim göstermiştir. 14 nolu hat hariç, hatların tamamı bakla sayısı bakımından standart çeşitle aynı grup içerisinde yer almıştır. Yapılan diğer çalışmalarda da bitki başına bakla sayısının Çukurova koşullarında 11.4-18.0 adet (Anlarsal ve ark., 2000), Erzurum ekolojik koşullarında 11.3-17.3 adet (Elkoca ve Kantar, 2004) Samsun ekolojik koşullarında 7.2-13.5 (Pekşen ve Gülümser, 2005) ve Yozgat ekolojik koşullarında ise 7.5-18.3 adet (Varankaya, 2011) olmak üzere çeşit ve genotipler arasında önemli varyasyon gösterdiği saptanmıştır.

3.2.8 Baklada tane sayısı

Standart çeşitte 4.27 adet olan bakladaki tane sayısı, İspir fasulye hatlarında 3.37 adet ile 5.93 adet arasında önemli değişim göstermiştir. 40 nolu hattın bakladaki tane sayısı (5.93 adet) diğer hatların tamamından ve standart çeşitten önemli seviyede yüksek olmuş ve bu özelliği ile oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Bakladaki tane sayısı 3.53 ile 4.80 adet arasında değişen 27 adet hat ise standart çeşitle aynı istatistik grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 6). Farklı fasulye genotipleri kullanılarak yürütülen diğer çalışmalarda, baklada tane sayısının Erzurum ekolojik koşullarında 3.5-4.2 adet (Elkoca ve Kantar, 2004), Samsun ekolojik koşullarında 3.24-6.06 adet (Pekşen ve Gülümser, 2005), Konya ekolojik koşullarında 3.53-4.89 adet (Ülker ve Ceyhan, 2008) ve Yozgat ekolojik koşullarında ise 2.35-3.68 adet arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Varankaya, 2011).

3.2.9 Yüz tane ağırlığı

Genotiplerin yüz tane ağırlığı 49.63 ile 63.46 g arasında değişmiş ve varyans analizi sonuçları genotipler arasındaki farklılıkların çok önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 6). Kontrol olarak kullanılan Elkoca-05, İspir fasulye hatlarının tamamından önemli seviyede düşük yüz tane ağırlığına (49.63 g) sahip olmuştur. İspir fasulye hatlarının yüz tane ağırlıkları ise 54.11 g ile 63.46 g arasında çok önemli bir değişim göstermiştir. En yüksek yüz tane ağırlığı (60.15-63.46 g) 4, 16, 17, 19, 21, 26 ve 54 nolu hatlarda belirlenmiştir. En düşük yüz tane ağırlığı ise (54.11-54.81 g) 39, 40, 57 ve 65 nolu hatlarda tespit edilmiştir (Çizelge 6). Farklı fasulye genotipleri ile çalışan diğer araştırmacılar da yüz tane ağırlığının Van ekolojik koşullarında 16.8-44.0 g (Çiftçi ve Yılmaz 1992), Tokat ekolojik koşullarında 23.4-62.8 g (Akdağ ve Şahin 1994), Karaman ekolojik koşullarında 17.3-46.3 g (Önder ve Şentürk, 1996) ve Yozgat ekolojik koşullarında ise 25.9-46.9 g (Varankaya, 2011) arasında olmak üzere, genotiplere göre önemli değişim gösterdiğini saptamışlardır.

3.2.10 Biyolojik verim

Varyans analizi sonucuna göre, biyolojik verim üzerine genotip etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Çizelge 6). Genotiplerin biyolojik verimi 379.2 g m^{-2} ile 719.2 g m^{-2} arasında olmak üzere oldukça önemli bir varyasyon göstermiş ve ortalama biyolojik verim 479.2 g m^{-2} olarak gerçekleşmiştir. En yüksek biyolojik verim 6 (719.2 g m^{-2}), 32 (671.0 g m^{-2}) ve 33 nolu hatlarda Çizelge 6. İspir fasulye hatlarında tane verimi ve bazı verim unsurları

Table 6. Seed yield and some yield components of İspir bean lines

Hat no	Bakla sayısı (adet bitki ⁻¹)	Baklada tane sayısı (adet)	Yüz tane ağırlığı (g)	Biyolojik verim (g m^{-2})	Tane verimi (g m^{-2})	Hasat indeksi (%)
2	16.9 d-g	3.53 e-h	57.30 c-h	422.1 c-f	151.5 f-m	35.6 b-j
3	19.5 a-g	3.60 e-h	57.35 c-h	525.7 bcd	189.2 b-i	36.1 a-j
4	18.7 a-g	3.5 fgh	63.31 ab	484.8 b-f	199.1 a-g	41.0 a-f
5	16.3 fg	3.67 d-h	59.99 a-f	379.2 f	121.9 m	33.0 e-k
6	20.7 a-g	4.57 b	57.24 c-h	719.2 a	243.2 a	34.2 d-k
10	19.7 a-g	3.60 e-h	58.21 b-h	473.3 b-f	187.2 b-i	39.7 a-h
12	16.3 efg	3.43 fgh	55.08 e-h	447.5 b-f	125.6 lm	28.0 jk
14	15.8 g	3.53 e-h	59.09 a-h	474.4 b-f	151.2 f-m	31.9 g-k
15	17.9 c-g	3.50 fgh	58.25 b-h	417.0 def	148.9 g-m	35.3 b-j

16	17.1 c-g	3.60 e-h	62.01 abc	426.1 c-f	182.9 b-k	43.0 ab
17	21.3 a-e	3.50 fgh	63.46 a	536.8 bcd	207.2 a-e	38.5 a-i
19	23.5 a	3.60 e-h	62.11 abc	519.6 b-e	217.5 abc	41.8 a-d
20	19.5 a-g	3.60 e-h	58.96 a-h	489.3 b-f	165.4 c-m	34.0 d-k
21	17.1 c-g	3.43 fgh	61.95 abc	395.4 ef	132.1 j-m	33.5 d-k
26	18.2 b-g	3.43 fgh	60.15 a-e	491.7 b-f	168.3 c-m	34.1 d-k
27	21.3 a-f	3.37 h	56.24 d-h	505.5 b-e	170.0 c-m	33.9 d-k
28	20.3 a-g	3.70 c-h	59.80 a-f	444.8 b-f	169.5 c-m	38.7 a-i
32	19.5 a-g	4.13 b-g	57.02 c-h	671.0 a	211.4 a-d	31.4 h-k
33	19.7 a-g	4.40 bc	57.72 c-h	661.8 a	241.9 a	36.6 a-i
35	17.1 c-g	3.43 fgh	58.06 c-h	518.0 b-e	193.5 a-h	37.2 a-i
39	17.1 c-g	3.57 e-h	54.51 gh	457.5 b-f	184.4 b-j	40.2 a-g
40	17.5 c-g	5.93 a	54.11 h	545.6 bc	234.0 ab	42.7 abc
41	17.9 c-g	3.87 c-h	55.91 e-h	478.3 b-f	157.3 e-m	32.8 f-k
42	22.1 abc	4.37 bcd	56.55 d-h	506.3 b-e	135.5 i-m	26.9 k
45	21.1 a-f	3.80 c-h	59.23 a-h	475.9 b-f	161.9 d-m	34.0 d-k
47	18.6 a-g	3.37 h	59.22 a-h	431.3 b-f	168.4 c-m	39.1 a-i
49	16.9 d-g	3.77 c-h	55.20 e-h	524.9 bcd	202.8 a-f	38.6 a-i
50	20.2 a-g	3.63 e-h	58.40 a-h	471.8 def	167.4 c-m	35.2 b-k
53	19.1 a-g	3.63 e-h	56.20 d-h	415.8 def	129.5 klm	31.2 ijk
54	21.5 a-d	3.57 e-h	61.39 a-d	412.7 def	147.2 g-m	35.7 b-j
57	21.7 a-d	3.50 fgh	54.54 gh	500.0 b-f	168.2 c-m	34.4 c-k
59	22.9 ab	3.73 c-h	56.54 d-h	422.4 c-f	149.7 f-m	35.4 b-j
60	21.2 a-f	3.73 c-h	59.30 a-h	452.1 b-f	163.2 d-m	36.1 a-j
61	19.9 a-g	3.57 e-h	57.96 c-h	412.8 def	124.0 m	31.5 h-k
62	19.0 a-g	3.40 gh	55.29 e-h	417.1 def	139.7 h-m	33.4 d-k
63	21.5 a-d	4.17 b-f	57.44 c-h	426.9 c-f	165.3 c-m	38.6 a-i
64	20.5 a-g	3.63 e-h	58.23 b-h	418.7 def	130.9 j-m	31.3 h-k
65	21.3 a-f	4.80 b	54.81 fgh	427.5 c-f	131.4 j-m	30.8 ijk
67	17.6 c-g	3.37 h	59.67 a-g	462.3 b-f	183.3 b-k	40.3 a-g
69	20.8 a-g	3.67 d-h	55.65 e-h	554.9 b	244.5 a	44.1 a
Elkoca-05	21.2 a-f	4.27 b-e	49.63 i	430.3 c-f	178.2 c-l	41.3 a-e
VK (%)	12.7	9.8	4.5	12.8	13.6	11.7
<i>F Değerleri</i>						
Genotip	1.96	5.24	3.46	4.28	4.85	2.86
	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

(661.8 g m⁻²) tespit edilmiş ve bu hatlar ile diğer hatlar ve standart çeşit (430.3 g m⁻²) arasındaki farklar istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Ayrıca, 69 nolu hat da standart çeşitten önemli seviyede yüksek biyolojik verime (554.9 g m⁻²) sahip olmuştur. Diğer taraftan, standart çeşitle istatistiki olarak aynı grupta yer almakla birlikte, biyolojik verimi 484.8 ile 545.6 g m⁻² arasında değişen 12 hat hem standart çeşidin hem de genel ortalamanın önünde yer almıştır (Çizelge 6). Araştırmamızda olduğu gibi, yapılan birçok çalışmada da fasulyede genotipik etkinin bir sonucu olarak, biyolojik verim bakımından önemli varyasyonların bulunduğunu rapor edilmiştir (Bozoğlu, 1995; Ülker ve Ceyhan, 2008; Ceyhan ve ark., 2009).

3.2.11 Tane verimi

Tane verimi genotiplere bağlı olarak 121.9 ile 249.5 g m⁻² arasında olmak üzere çok önemli (p<0.01) değişim göstermiştir (Çizelge 6). Tane verimi 234.0-244.5 g m⁻² arasında yer alan dört hat (kayıt no 6, 33, 40 ve 69) standart çeşitten (178.2 g m⁻²) önemli seviyede yüksek tane verimine sahip oluşuyla oldukça dikkat çekici bulunmuşlardır. İstatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almakla beraber, tane verimi 182.9 ile 217.5 g m⁻² arasında değişen 11 hat da standart çeşitten daha yüksek tane verimine sahip olmuştur. Tane verimi 121.9 ile 170.0 g m⁻² arasında değişen

diğer 25 hat ise hem genel ortalamanın (171.8 g m⁻²) hem de standart çeşidin gerisinde kalmıştır (Çizelge 6). Farklı ekolojik koşullarda yürütülen pek çok araştırma sonucunda da fasulyede tane veriminin çeşit ve genotiplere bağlı olarak önemli değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Özçelik ve Gülümser, 1988; Çiftçi ve Yılmaz, 1992; Akdağ ve Şahin, 1994; Bozoğlu, 1995; Düzdemir ve Akdağ, 2001; Ceyhan ve ark., 2009; Varankaya, 2011).

3.2.12 Hasat indeksi

Varyans analizi sonuçları, genotipik etkinin hasat indeksi üzerinde çok önemli ($p < 0.01$) olduğunu göstermiştir (Çizelge 6). Standart çeşitte % 41.3 olan hasat indeksi, İspir hatlarında % 26.9 ile % 44.1 arasında olmak üzere oldukça geniş bir varyasyon göstermiştir. En yüksek hasat indeksi 69 (% 44.1), 16 (% 43.0), 40 (% 42.7) ve 19 nolu hatlarda (% 41.8) tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten, hasat indeksi % 33.0 ile % 41.0 arasında değişen 27 hat da standart çeşitle aynı istatistikî grup içerisinde yer almış ve bunlardan 13 tanesi aynı zamanda genel ortalamadan (% 35.9) daha yüksek hasat indeksi değerine sahip olmuştur. En düşük hasat indeksi ise 42 (% 26.9) ve 12 nolu hatlarda (% 28.0) belirlenmiştir (Çizelge 6). Fasulye ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da, hasat indeksi Samsun ekolojik koşullarında % 26.0-39.0 (Özçelik ve Gülümser, 1988), Tokat ekolojik koşullarında % 23.9-46.0 (Düzdemir ve Akdağ, 2001) ve Konya ekolojik koşullarında ise % 21.2-40.1 arasında olmak üzere (Ceyhan ve ark., 2009) genotiplere bağlı olarak önemli değişim göstermiştir.

3.3 Verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler

Tane verimi ile incelenen özellikler arasındaki doğrusal ilişkileri gösteren basit korelasyon katsayıları Çizelge 7'de verilmiştir. Korelasyon katsayıları bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, ilk bakla yüksekliği ve toplam verimin bitki boyu ile ilişkisinin pozitif yönde ve önemli olduğunu göstermiştir. Bitki boyunun ise çiçeklenme ($r = 0.49^{**}$) ve olgunlaşma süresi ($r = 0.34^{*}$) ile olumlu ve önemli ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, korelasyon katsayıları incelendiğinde, çiçeklenme süresindeki artışın baklada tane sayısı, ilk bakla yüksekliği ve toplam verimi yükselttiği (sırasıyla $r = 0.36^{*}$, $r = 0.57^{**}$ ve $r = 0.31^{*}$), yüz tane ağırlığını ise düşürdüğü ($r = -0.38^{*}$) anlaşılmaktadır. Yüz tane ağırlığının ayrıca, ilk bakla yüksekliği ve dal sayısı ile de negatif ilişkili olduğu saptanmıştır. Önemli verim unsurları arasında yer alan hasat indeksinin, olumsuz yönde olmak üzere, uzun olgunlaşma süresinden önemli seviyede ($r = -0.64^{**}$) etkilendiği de korelasyon katsayılarının ortaya koyduğu diğer bir bulgu olmuştur. Benzer ilişkilerin varlığı diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Bozoğlu, 1995; Anlarsal ve ark., 2000; Pekşen ve Gülümser, 2005; Çınar, 2015).

Korelasyon analizi, tane veriminin biyolojik verim ($r = 0.81^{**}$) ve hasat indeksi ($r = 0.65^{**}$) ile olumlu ve çok önemli, baklada tane sayısı ($r = 0.31^{*}$) ile de olumlu ve önemli ilişkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Çizelge 7). Diğer bir ifadeyle, bu özelliklerde meydana gelen artışlar bitki tane veriminde çok önemli veya önemli derecede artışlara neden olmuştur. Bulgularımıza benzer olarak, bazı kuru fasulye genotiplerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonunu araştıran Çınar (2015), fasulyede tane verimine etki eden en önemli unsurların biyolojik verim ve hasat indeksi olduğunu belirlemiştir. Bazı nohut çeşitlerinin Orta Anadolu koşullarına adaptasyonunu araştıran Bıçaksız ve Kayan (2011), tane verimine en önemli doğrudan etkiyi biyolojik veriminin yaptığını ve ayrıca, diğer öğelerin de tane verimine biyolojik verim üzerinden dolaylı etkide bulunduğunu belirlemişlerdir. Wallace et al. (1993), fasulyede tane verimini belirleyen en önemli üç unsurun biyolojik verim, hasat indeksi ve vejetasyon süresi olduğunu bildirmişler ve verim yönünden yapılacak seleksiyonlarda bu üç özellik arasındaki ilişkiyi bilmenin önemli olduğuna vurgu yapmışlardır.

3.4 İspir yerel fasulye hatlarının cluster analizine göre sınıflandırılması

İslah ve seleksiyon çalışmalarında üzerinde çalışılan materyalin benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulmasında çeşitli istatistikî metotlar başarıyla kullanılmaktadır. Bunlar arasında, birden fazla özelliği birlikte analiz etme olanağı sağlayan cluster (kümeleme) analizi, son yıllarda yaygın olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Ceyhan ve ark., 2009; Özçelik ve Sözen, 2009; Kahraman ve ark., 2014).

Çizelge 7. Tane verimi ile verim unsurları arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları
 Table 7. Correlation coefficients of the relationship between grain yield and yield components

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
Çıkış süresi	(1)	1										
Çiçeklenme süresi	(2)	0.06	1									
Olgunlaşma süresi	(3)	-0.15	0.24	1								
Bitki boyu	(4)	0.27	0.49**	0.34*	1							
Bitkide bakla sayısı	(5)	0.17	0.21	-0.05	0.38*	1						
Baklada tane sayısı	(6)	0.31*	0.36*	-0.07	0.46**	0.23	1					
İlk bakla yüksekliği	(7)	0.12	0.57**	0.14	0.62**	0.05	0.39*	1				
Dal sayısı	(8)	0.22	0.21	-0.19	-0.04	0.17	0.24	0.16	1			
Tane verimi	(9)	-0.06	0.08	-0.20	0.21	0.18	0.31**	0.25	0.26	1		
Toplam verim	(10)	-0.22	0.31*	0.25	0.42**	0.21	0.29	0.46**	0.29	0.81**	1	
Hasat indeksi	(11)	0.17	-0.27	-0.64**	-0.19	0.05	0.16	-0.16	0.09	0.65**	0.08	1
Yüz tane ağırlığı	(12)	-0.27	-0.38*	0.043	-0.23	-0.02	-0.22	-0.35*	-0.37*	0.01	-0.08	0.14

* ve ** sırasıyla % 5 ve % 1 ihtimal sınırında önemli

Bu araştırmada da İspir yerel fasulye hatları, varyabilitelerinin saptanması amacıyla, 42 adet özellik bakımından cluster analizine tabi tutulmuş ve dendogram oluşturulmuştur (Şekil 1). Bu özelliklerden 14 tanesi kantitatif, 28 tanesi ise kalitatif özelliklerden oluşmuştur. Cluster analizi sonucunda 5 grubun kümelendiği belirlenmiş ve bunların oluşturduğu grup ve alt gruplar Çizelge 8 ve Şekil 1'de sunulmuştur.

Grup A: En kalabalık grup olup, toplam genotip sayısı 13 olan üç adet alt gruptan oluşmaktadır. Yaprak özellikleri (yaprak rengi, yaprak pürüzlülüğü, orta yaprakçık büyüklüğü, orta yaprakçık uç şekli) bakımından kendi içerisinde varyasyon göstermektedir. Pek çok çiçek özelliği bakımından ise homojenlik gösteren grup, brakte boyutu orta, brakte rengi yeşil ve kanatçık rengi pembe olan genotipleri içermektedir. Ortalama çiçek uzunluğu bakımından (13.6 mm) *Grup B*'den sonra ikinci; ortalama çiçek sap uzunluğu (11.2 mm), ortalama bakla tane sayısı (3.63 adet) ve ilk bakla yüksekliği (12.9 cm) bakımından ise bütün gruplar içerisinde son sırada yer almaktadır. Bu grup, ortalama tane verimi (169.2 g m⁻²), biyolojik verim (482.4 g m⁻²) ve hasat indeksi (% 35.3) değerleri bakımından ise kendine orta sıralarda yer bulmuştur.

Grup B: İki alt grupta toplam 7 genotip içermektedir. Yaprak rengi, brakte rengi, bayrak rengi ve kanatçık rengi bakımından diğer hatlardan farklılık gösteren 40, 49 ve 69 nolu hatlar bu grupta bulunmaktadır. Ortalama çiçek uzunluğu (14.0 mm) bakımından ilk sırada yer almaktadır. *Grup D* ile beraber en kısa olgunlaşma süresine (ortalama 131.5 gün) sahip hatları içeren grup, *Grup C*'den sonra en yüksek biyolojik verime (ortalama 532.2 g m⁻²) ve tane verimine (ortalama 212.7 g m⁻²) sahip oluşuyla dikkati çekmektedir. Grup ayrıca, % 39.9 hasat indeksi ile ilk sırada yer almaktadır.

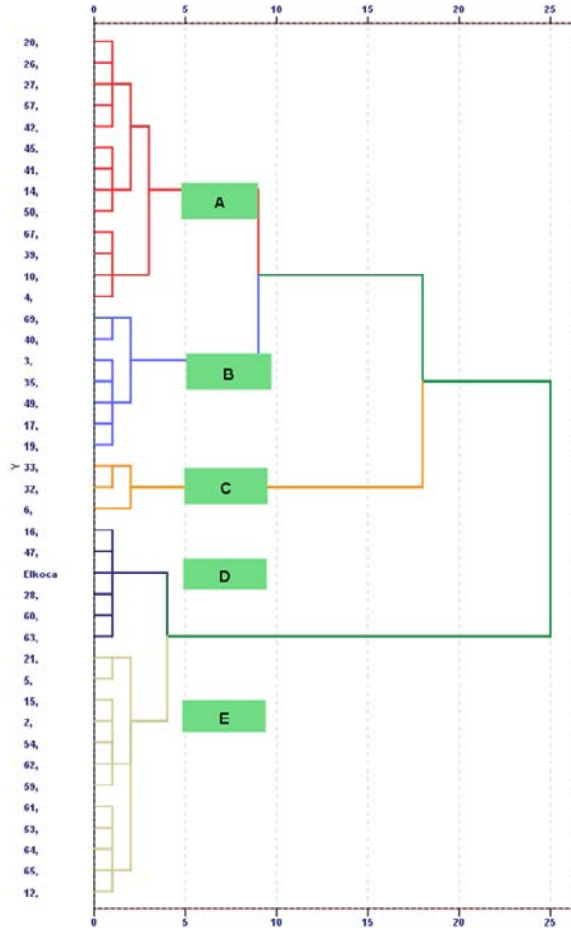
Grup C: Tek bir alt grupta 3 genotiple temsil edilmektedir. Bu grup en kısa çiçek boyuna (ortalama 12.0 mm) sahip olmasına rağmen, çiçek sap uzunluğu (ortalama 13.3 mm) *Grup D* ile birlikte ilk sırada yer almaktadır. En geççi olan bu grup (ortalama olgunlaşma süresi 138.7 gün), en yüksek bitki boyu (ortalama 103.9 cm), baklada tane sayısı (ortalama 4.37 cm), ilk bakla yüksekliği (ortalama 16.3 cm), biyolojik verim (684.0 g m⁻²) ve tane verim (ortalama 232.2 g m⁻²) değerleri ile gruplar içerisinde ön plana çıkmaktadır.

Grup D: Bu grupta, standart Elkoca-05 çeşidini de içeren 6 genotip bulunmaktadır. Açık veya orta yeşil ve orta seviyede pürüzlü yapraklara sahip genotiplerin bir kısmı bu grupta kümelendirilmiştir. Bayrak rengi bakımından ise varyasyon gösteren grup beyaz, pembe ve menekşe bayrak rengine sahip genotipleri bir arada içermektedir. Çiçek sap uzunluğu bakımından *Grup C* ile beraber ilk sırayı paylaşmaktadır. *Grup B* ile beraber en kısa olgunlaşma süresine sahip olup, ortalama bitki boyu (94.9 cm) bakımından ise son sırada yer almaktadır. *Grup E*'den sonra en düşük biyolojik verime (ortalama 435.3 g m⁻²) sahip olmasına rağmen, hasat indeksinin yüksek (ortalama % 39.5) olması nedeniyle tane verimi bakımından *Grup B* ve *C*'nin ardından üçüncü sırada yer almıştır.

Grup E: Üç alt gruptan oluşan bu grupta toplam 12 genotip kümelendirilmiştir. Bu gruptaki genotipler çiçek özellikleri yönüyle kendi içerisinde homojenlik gösterirken (brakte boyu orta, brakte rengi yeşil, bayrak ve kanatçık rengi pembe), yaprak özellikleri bakımından varyasyon göstermektedir. Bu grupta daha çok tane verimi, biyolojik

verimi ve hasat indeksi düşük genotipler kümelendi ve dolayısıyla bu üç özellik yönünden (sırasıyla ortalama 136.0 g m⁻², 415.7 g m⁻² ve % 32.9) gruplar içerisinde en son sırada yer almıştır.

Araştırmamızda elde ettiğimiz bu sonuçlar cluster analizinin çok sayıda fasulye hattını incelenen özellikler yönünden başarılı bir şekilde gruplayabildiğini ve bu grupların temel özellikleri dikkate alınarak daha sonra yapılacak ıslah ve çeşit geliştirme çalışmalarına aktarılacak materyallerin belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.



Şekil 1. Cluster analizi uygulanan İspir fasulye hatlarına ait dendrogram

Figure 1. Dendrogram of İspir bean lines obtained from cluster analysis

Çizelge 8. Cluster analizi sonucunda belirlenen grup ve alt gruplar
Table 8. Groups and subgroups determined in cluster analysis

Grup	Alt grup	Genotip	Sayı
A	1	20, 26, 27, 57, 42	5
	2	45, 41, 14, 50	4
	3	67, 39, 10, 4	4
	Toplam		13
B	1	69, 40	2
	2	3, 35, 49, 17, 19	5
	Toplam		7
C	1	33, 32, 6	3
Toplam		3	
D	1	16, 47, Elkoca-05, 28, 60, 63	6
	Toplam		6
E	1	21, 5	2
	2	15, 2, 54, 65, 59	5
	3	61, 53, 64, 65, 12	5
	Toplam		12
Genel toplam		41	

Yapılan diğer araştırmalarda da cluster analizinin genotiplerin ayrılmasında başarıyla kullanılabileceğine dair araştırma sonuçları rapor edilmiştir. Çarşamba Ovası'ndan topladıkları bodur taze fasulye popülasyonlarından elde ettikleri saf hatlar arasındaki farklılık ve benzerlikleri ayırma ve kümeleme analizleri yardımıyla ortaya koyan Madakbaşı ve ark. (2006), ayırma analizinin kullanılmasıyla benzer olan hatların erken dönemde birbirinden ayırt edilerek kaynak israfının önüne geçilebileceğini belirtmişlerdir. Samsun ekolojik koşullarından topladığı 44 adet barbunya tipindeki fasulye genotipini çok sayıda kantitatif ve kalitatif özellik yönünden cluster analizine tabi tutan Ergün (2005), genotiplerin 6 grup olarak kümelendiğini belirlemiştir. Araştırmacı, incelenen genotiplerin gerek yeni çeşitlerin geliştirilmesinde ve gerekse ileride yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabileceğine vurgu yapmıştır. Artvin'den topladığı beyaz taneli 143 ve renkli taneli 145 fasulye genotipini cluster analizine tabi tutan Sözen (2006), beyaz taneli fasulye genotiplerinin 23, renkli taneli fasulye genotiplerinin ise 26 grup olarak kümelendiğini tespit etmiştir. İncelenen özelliklerde görülen varyasyon ve oluşan farklı gruplar materyalin kuru, taze ve her iki amaca yönelik çeşit geliştirme ve ıslahı çalışmalarında kullanılabilecek kadar zengin olduğunu ortaya koymuştur. Konya ekolojik koşullarında Ceyhan ve ark. (2009) tarafından 16 fasulye genotipinin kullanıldığı ve genotiplerin verim ve verim unsurları bakımından cluster analizine tabi tutulduğu diğer

bir çalışmada ise genotiplerin iki ana ve her ana grubun da kendi içerisinde çok sayıda alt gruba ayrıldığı saptanmıştır. Araştırmacılar, geniş bir varyasyona sahip olan bu fasulye genotiplerinin daha sonraki ıslah çalışmalarında rahatlıkla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Verim ve bazı verim unsurlarını esas alarak 35 kuru fasulye genotipine cluster analizi uygulayan Kahraman ve ark. (2014), genotiplerin üç ana grupta kümelendiğini belirlemişler ve cluster analizinin ümitvar genotiplerin seleksiyonuna yönelik önemli ipuçları vermesi nedeniyle ıslahçılar için kullanışlı olabileceğine vurgu yapmışlardır.

4. Sonuç

Sonuç olarak, başta tane verimi olmak üzere incelenen pek çok özellik yönünden üstün özellik gösteren 15 hat (kayıt no 3, 4, 6, 10, 16, 17, 19, 32, 33, 35, 39, 40, 49, 67 ve 69) ile çalışmalara devam edilmesine karar verilmiştir. Seçilen hatlar hem tarla şartlarında verim ve verim unsurları hem de laboratuvarında tane kalite parametreleri yönünden araştırılmaya devam edilecektir. Böylece tarla koşullarında üstün özelliklerini devam ettiren teknolojik özellikleri yüksek hatlar çeşit geliştirme çalışmalarına aktarılacaktır.

Kaynaklar

- Akçin, A., 1974. Erzurum şartlarında yetiştirilen kuru fasulye çeşitlerinde gübreleme, ekim zamanı ve sıra aralığının tane verimine etkisi ile bu çeşitlerin bazı fenolojik, morfolojik ve teknolojik karakterleri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 157, Erzurum.
- Akdağ, C., Şahin, M., 1994. Tokat şartlarına uygun kuru fasulye çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1): 101-111.
- Anlarsal, A.E., Yücel, C., Özveren, D., 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 19-29.
- Anonim, 2001. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı. Yemelik Tane Baklagiller. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Bıçaksız, Y., Kayan, N., 2011. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Orta Anadolu koşullarına adaptasyonu. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 2231-2238, 27-30 Nisan, Eskişehir.
- Bozoğlu, H., 1995. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bozoğlu, H., Sözen, Ö., 2007. Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin province. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31: 327-334.
- Ceyhan, E., Önder, M., Kahraman, A., 2009. Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(49): 67-73.
- Çınar, T., 2015. Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu ve tarımsal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çiftçi, C.Y., Şehirli, S., 1984. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıkların saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: TB 4, Ankara.
- Çiftçi, V., Yılmaz, N., 1992. Van ekolojik koşullarında verimli fasulye çeşitlerinin belirlenmesi ve verim komponentlerinin tane verimine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2): 135-146.
- Dumlu, B., 2009. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinden toplanılan 23 Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipinin fenolojik ve morfolojik karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Düzdemir, O., Akdağ, C., 2001. Türkiye kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının karakterizasyonu. II: Verim ve diğer bazı özellikler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 101-105.
- Elkoca, E., Kantar, F., 2004. Erzurum ekolojik koşullarına uygun erkenci ve yüksek verimli kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4): 137-142.
- Ergün, A., 2005. Samsun ilindeki barbunya fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu ve morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kahraman, A., Önder, M., Ceyhan, E., 2014. Cluster analysis in common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, Special Issue 1: 1030-1035.
- Kantar, F., Elkoca, E., 2001. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin kardinal ve toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I Tahullar ve Yemelik Tane Baklagiller, 371-375, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ.

- Kantar, F., Elkoca, E., Eken, C., Dönmez, M.F., 2010. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen kuru fasulye gen kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK TOVAG 107O400 nolu Proje Sonuç Raporu, Ankara.
- Madakbaş, S.Y., Özçelik, H., Ergin, M., 2006. Çarşamba Ovası'nda bodur taze fasulye populasyonlarından belirlenmiş olan hatlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(3/4): 71-77.
- Mohammed, H.A., Clark, J.A., Ong, C.K., 1988. Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. I. Germination characteristics of groundnut (*Arachis hypogea* L.) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). Journal of Experimental Botany, 39: 1121-1128.
- Önder, M., Şentürk, D., 1996. Ekim zamanlarının bodur kuru fasulye çeşitlerinde dane ve protein verimi ile verim unsurlarına etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(3): 7-18.
- Özçelik, H., Gülümser, A., 1988. Bazı bodur fasulye (*P. vulgaris* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğeleri üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 99-108.
- Özçelik, H., Sözen, Ö., 2009. Kelkit Vadisi yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının toplanması, karakterizasyonu, morfolojik ve agronomik değişkenliklerin belirlenmesi. TÜBİTAK TOVAG 108O013 nolu Proje Sonuç Raporu, Ankara.
- Pekşen, E., Gülümser, A., 2005. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler ve path analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 82-87.
- Sözen, Ö., 2006. Artvin ili yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının toplanması, tanımlanması ve morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Şehirali, S., Özgen, M., 2006. Bitki ıslahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1553, Üçüncü Baskı, Ankara.
- Ustaoglu, Y.N., 2008. Tescilli kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde çeşitli fenolojik dönemler için toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ülker, M., Ceyhan, E., 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(46): 77-89.
- Varankaya, S., 2011. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Wagenvoort, W.A., Bierhuizen, J.F., 1977. Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination. Scientia Horticulturae, 6(4): 259-270.
- Wallace, D.H., Baudoin J.P., Beaver, J.S., Coyne, D.P., Halseth, D.E., Masaya, P.N., Munger, H.M., Myers, J.R., Silbernagel, M., Yourstone, K.S., Zobel, R.W., 1993. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. Theoretical and Applied Genetics, 86(1): 27-40.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.734650

Kırsal Kalkınma Projelerinde Hibe Programından Yararlanmayı Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi: Karaman İli Sarıveliler Örneği

Murat Demirbük^{a,*}, Bekir Ayyıldız^b

^aTarım ve Orman İl Müdürlüğü, Sivas, Türkiye

^bBozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Yozgat, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: mdemirbuk@hotmail.com

Geliş/Received 09/05/2020

Kabul/Accepted 20/10/2020

ÖZET

Ülkeler kendi çiftçilerini çeşitli araçlarla desteklemektedir. Hibe şeklinde destekleme modeli giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada dış kaynaklı bir kırsal kalkınma projesince desteklenen örtü altı sebze yetiştiriciliği hibe programının Sarıveliler ilçesindeki uygulaması değerlendirilmiştir. Çiftçilerden 62'si programdan yararlanmış, 62'si yararlanmamış olmak üzere toplam 124 anket yapılmıştır. Elde edilen veriler ki kare ve Mann Whitney U testleri ile analiz edilmiştir. Analizler sonucu hibe programından yararlanan ve yararlanmayan çiftçiler arasında; tarımsal gelir, bilgi kaynakları ve daha önce başka bir hibe programından yararlanma yönünden istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir. Ancak bu iki grup arasında çiftçilerin eğitim durumları, deneyimleri ve toplam arazi miktarları açısından bir fark görülmemiştir. Ayrıca çiftçilerin farklı kaynaklardan elde ettikleri gelir ile tarıma yatırım yapma konusunda kararsız oldukları görülmüştür. Tarımsal geliri yüksek olan çiftçiler, hibe programlarından yararlanarak yine tarıma yatırım yapmaktadır. Hibe programından yararlanmanın, bir yeniliğin kabulü ve yatırım kararını içerdiği gözden kaçırılmamalıdır. Bu nedenle programlar mutlaka kapsamlı bir yayım faaliyeti ile tanıtılmalıdır. Çiftçilerin gelirlerini artıracak etkin üretim modellerinin tanıtılması için çalışmalar yapılmalıdır. Araştırma sonucuna göre, kadınların programdan yararlanma oranı % 17, yararlanıcıların ortalama yaşı 45'tir. Bu durum hibe programlarından kadınların ve gençlerin daha fazla yararlanması için gerekli önlemler alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler:
Kırsal kalkınma
Hibe
Yenilik

Evaluation of the Factors Affecting Benefiting from the Grant Program in Rural Development Projects, Case Study of Sarıveliler, Karaman Province

ABSTRACT

Countries support their farmers with various tools. Using grant as a tool to support farmers has been increasing recently. In this study, implementation of the grant program for greenhouse, which is one of the outsourced rural development projects, in Sarıveliler district was evaluated. A survey was conducted with 124 farmers, 62 of whom benefited from the program, 62 of whom did not. The data obtained were analysed by chi square and Mann Whitney U tests. As a result of the analyses, it was seen that farmers' agricultural income, sources of information and benefiting from another grant program were statistically different. No statistically significant difference was observed in terms of the educational status of the farmers, their experiences and the farm size. In addition, it was observed that they were undecided about investing in agriculture with the income they obtained from different sources. Farmers with high agricultural income invest in agriculture again by making use of the grant schemes. It should not be ignored that benefiting from the grant program includes acceptance of an innovation and investment decision. For this reason, grant programs must be introduced with an effective extension program. Efforts should be made to introduce effective production models that will increase the income of farmers. The rate of women benefiting from the program is 17% and the average age of the beneficiaries is 45. Necessary measures should be taken for women and young people to benefit more from the grant programs.

Keywords:
Rural development
Grant
Innovation

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Tarım sektörü ve üreticiler, sanayi devriminden günümüze devletler tarafından çeşitli politikalar ile desteklenmektedir. Ticaretin serbestleştirilmesi ve bu serbestleştirmeye tarım ürünlerinin dahil edilmesi sonucu bu desteklemeler önem kazanmıştır. Tarımın insan beslenmesindeki önemi, küresel bazda nüfus artış hızı ve gıda güvenliği açısından bakıldığında bu desteklemelerin devam etmesi hayati önem taşımaktadır.

Sanayileşmenin artması ile birlikte kırsal alanlardan kentlere göç artmış, kırsal alanlardaki nüfus azalmış ve azalmaya devam etmektedir. Yukarıda sayılan nedenlerle birlikte tarım sektörünün desteklenmesi, göçün önlenmesi, bölgeler arası gelişmişlik farklarının giderilmesi ve kırsal alanlarda yaşayan tarım üreticilerinin gelirlerinin yükseltilerek refah düzeylerinin artırılması için kırsal kalkınma projeleri önemli birer müdahale aracı olmuştur.

Türkiye’de farklı kaynaklar kullanılarak uygulanan kırsal kalkınma projelerinin yanı sıra kırsal alandaki üreticileri desteklemek amacıyla çeşitli hibe programları uygulanmaktadır. Bu programlar Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programında (KKYDP) olduğu gibi ulusal kaynaklar ile veya IPARD programında görülebileceği üzere uluslararası organizasyonlardan sağlanan fonlarla hayata geçirilmektedir.

KKYDP 2006 yılından itibaren çiftçilerin hibe uygulamaları yolu ile desteklenmesi modelini hayat geçiren en kapsamlı kamu müdahalesidir. KKYDP, Avrupa Birliği uyum sürecinde IPARD programından potansiyel yatırımcıların kapasitelerinin geliştirilmesi için hayata geçirilmiş olmasına karşın, IPARD programı başladıktan sonrada uygulanmaya devam etmiştir.

Son yıllarda Türkiye’de kırsal kalkınma programları ve projelerinde hibe uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Kırsal alanda yaşayan çiftçilerin gereksinim duyduğu yatırımları hayata geçirebilmesi için finansman kaynakları bulmada, krediye ulaşmakta güçlük geçtikleri bilinmektedir. Hibe programları ile sağlanan finansman, yatırımların hayata geçirilmesinde önemli bir kaynaktır. Uzun yıllar devam eden hibe uygulamaları çiftçiler için yatırım planlamasında önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Bu süreçte hibe uygulama konusunda kamu kurumlarının kapasitelerin arttığı söylenebilir.

Yenilikçi hibe fonları son dönemlerde ortaya çıkmasına karşın geniş şekilde uygulanmaktadır ancak bu programların işlevselliği ve etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır (Ton ve ark., 2013). KKYDP’nin uygulanmasından sonra Türkiye’de hibe programının etkilerini, yararlanıcıların sosyo ekonomik özelliklerini ortaya koyan çalışmalar da artmıştır.

Bu çalışmaların bir kısmı KKYDP alt programı olan makine ekipman alımları ile (Demirbük, 2013; Çağlar, 2019) veya bireysel sulama sistemleri ile ilgilidir (Yolal, 2019). Türkiye’de uygulanan dış kaynaklı projeler ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır (Almaçık, 2015). Bu çalışmalardan hibe programının net etkisini değerlendirmeye yönelik olanlar (Çobanoğlu ve ark., 2017) bulunmakla birlikte daha çok yararlanıcıların sosyo ekonomik özellikleri ele alınmıştır (Demirbük, 2013; Almaçık, 2015).

Hibe programlarının amaçları arasında yeni teknolojilerin üreticiler tarafından kullanımını yaygınlaştırarak daha kaliteli ve pazar isteklerine uygun üretim yapılmasını sağlamak önemli bir hedef olarak yer almaktadır (KKYDP Tebliği, 2013). Araştırma konusu, yüksek tünel sera yapımına yönelik bir hibe programıdır ve uygulama bölgesi için bir yeniliktir. Bu nedenle bulgular, yalnızca hibe programlarını inceleyen araştırmalar ile değil aynı zamanda çiftçilerin yeniliklere karşı tutumları ve yatırım kararlarını etkileyen çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile de karşılaştırılmıştır.

Çiftçilerin yatırım kararları almalarını ve yeniliklere karşı tutumlarını belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çiftlik yapısının ötesinde, çiftçilerin ekonomik ve sosyo-demografik özelliklerinin yanı sıra, tarımda gelecekle ilgili tutum ve perspektiflerinin de yatırım yapma kararlarını etkilemesi beklenmektedir (Lefebvre ve ark., 2014).

Yeniliklerin benimsenmesi, kişisel, sosyal, kültürel ve ekonomik faktörlerin yanı sıra yeniliğin kendi özelliklerine de bağlıdır (Pannell ve ark. 2006). Yeniliklerin benimsenmesinde etkili olan demografik, sosyo ekonomik faktörlerin yanı sıra, çiftlik yapısı ve faaliyetleri ile ilgili birden fazla faktörün değerlendirildiği çalışmalar ile birlikte (Sezgin ve ark, 2010; Howley ve ark. 2012; Melesse, 2018; Kılıçtekin ve Aksoy, 2019) yalnızca tek bir faktörün yeniliklerin benimsenmesi üzerine etkisinin ele alındığı çalışmalar da bulunmaktadır (Diirro ve Sam, 2015)

Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD) tarafından sağlanan fon desteğiyle, Tarım ve Orman Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından Konya ve Karaman’ın seçilmiş ilçelerinde, Göksu Taşeli Havzası Kalkınma Projesi (GTHKP) uygulanmaktadır.

Bu çalışma, Karaman İli Sarıveliler ilçesinde GTHKP tarafından uygulanan örtü altı sebze yetiştiriciliği hibe programından yararlanan ve yararlanmayan çiftçilerin sosyo ekonomik özelliklerinin ve yatırım kararlarına ilişkin bazı tutumlarının karşılaştırılarak, hangi sosyo ekonomik özellikler ve tutumlar açısından farklılaştıklarını tespit edebilmek için yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara dayanılarak gelecekte uygulanacak hibe programlarına dair öneriler geliştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Karaman İli Sarıveliler ilçe merkezi ve köylerinde ikamet edip, çiftçilik yapan aile işletmelerinde yürütülmüştür. Bu işletmelerin en temel özelliği işgücü gereksinimini hane halkından sağlaması, dışarıdan bir işgücüne ihtiyaç duymamasıdır. Araştırmanın temel materyali bu bölgede yaşayan üreticiler ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Bölgede, GTHKP tarafından uygulanan örtü altı yetiştiriciliği hibe programının 2019 yılındaki desteklemelerinden yararlanan çiftçilerin tamamı ile anket yapılması planlanmış ancak, 64 yararlanıcının 2'sine ulaşılabilmiştir. Ulaşılan 62 yararlanıcı ve karşılaştırma yapılabilmesi için bu çiftçiler ile aynı bölgelerde yaşayan ama desteklemeden yararlanmayan 62 çiftçi rastgele örnekleme yöntemiyle seçilerek toplamda 124 çiftçi ile yüz yüze görüşülerek anket yapılmıştır.

Anket formları iki bölümden oluşturulmuştur. İlk bölümde çiftçilerin sosyo ekonomik özelliklerine ait verileri toplamaya yönelik sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise yatırım kararında etkili olabileceği düşünülen önermeler verilmiş ve çiftçilerin yatırım kararına dair tutumları ölçülmeye çalışılmıştır.

Sosyo ekonomik veriler ve önermelere verilen yanıtlar hibe programından yararlanan ve yararlanmayan her iki grup için ayrı ayrı analiz edilmiş, bu şekilde hibe programından yararlanmaya ve getirilen yeniliği kabul edip yatırım yapmaya karar vermede etkili olan faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerin yorumlanması için tanımlayıcı istatistikten yararlanarak oluşturulan istatistik tablolar kullanılmıştır. Hibe programından yararlanan ve yararlanmayanların arasında istatistiksel olarak bir farklılık olup olmadığını analiz edebilmek için parametrik olmayan testlerden ki-kare ve Mann Whitney U testleri kullanılmıştır.

Analizlerde kullanılan tarımsal gelirler çiftçilerin tarımsal faaliyetlerden elde ettiği gelirleri ifade etmektedir. Tarımsal gelir hesaplanırken, çiftçilerin beyanları alınmış ancak analizlere başlamadan önce bu beyanlar Karaman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve resmi hesaplamalarda kullanılan ürün maliyet cetvelleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma ile çiftçilerin işlediği arazi miktarı, niteliği ve elde ettiği ürüne göre gerekli düzeltmeler yapılarak analizlerde kullanılan tarımsal gelirler elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamındaki çiftçilerin ilk olarak sosyo ekonomik özellikleri ele alınmış ve bilgiler tablolar halinde verilmiştir. Çizelge 1'de çiftçilerin cinsiyetlerine göre dağılımları görülmektedir.

Çalışma bölgesinde uygulanan hibe programından yararlanan kadınların oranı % 17.7'dir. Denizli ilinde yapılan çalışmada, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumunun (TKDK) aracılığıyla IPARD desteklerinden yararlanan kadın çiftçilerin oranı % 9.8 olarak bulunmuştur (Akkoyun, 2018). Toplumsal cinsiyet eşitliği açısından istenilen hedefe ulaşılabilmiş olsa da bölgede hibe programından yararlanan kadınların oranı Denizli ilinde yapılan çalışmada bulunan oranın neredeyse iki katıdır. Bu farkın oluşmasında, başvuru değerlendirme aşamasında kadınlara, erkek çiftçilerden daha fazla puan verilmesi olduğu kadar, örtü altı yetiştiricilik konusunda kadınların tecrübesinin de önemli olduğu düşünülmektedir. Araştırma bölgesi örtü altı yetiştiriciliğin yaygın olduğu Alanya ilçesine yakındır ve özellikle kış aylarında aileleri ile birlikte ortaklıklar yapmak üzere Alanya'ya giden kadınlar oradaki seralarda çalışarak önemli tecrübeler kazanmışlardır.

Etiyopya'da yapılan çalışmada hane reisinin kadın olduğu aile işletmelerinde, bu durumun yeniliklerin uygulanmasında negatif bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Gerekeç olarak erkeklerin hareket alanlarının daha geniş olması ve çeşitli eğitim ve toplantılara daha çok katılma olanaklarının bulunması gösterilmiştir (Melesse, 2018). Erkeklerin yatırım sermayesine kadınlara oranla erişiminin çok daha fazla olması bu anlamda erkeklerin ön plan çıkmasının nedeni olabilir (Nbiwo ve Alimba, 2013).

Çizelge 1. Çiftçilerin cinsiyetlerine göre dağılımları

Table 1. Distribution of farmers by gender

Hibeden yararlandım		Evet		Hayır		Toplam	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Cinsiyet	Kadın	11	17.7	7	11.3	18	14.5
	Erkek	51	82.3	55	88.7	106	85.5

Çizelge 2'de görüleceği gibi hibe programından yararlananların yaş ortalamaları 45,41 ve ortalama deneyimleri ise 21,79 yıldır. Denizli'de yapılan çalışmada hibe programından yararlananların % 63.4'ü 48 ve üzeri yaştadır ve % 48.8'i 23 yıl ve daha az deneyime sahiptir. % 51.2'si ise 24 yıl ve üzeri deneyime sahiptir (Akkoyun, 2018). Trabzon'da IPARD aracılığıyla hibeleri ile ilgili yapılan çalışma sonuçlarına göre hibe alanların % 62.5'i 41-60 yaş arasındadır (Keleş, 2018). Sivas Erzincan Kalkınma Projesinde ise alet makine hibe programından yararlananların % 39.7'si 40-49 yaş arasındadır (Almaçık, 2015). Nbiwo ve Alimba (2013) Nijerya'da yaptıkları çalışmada tarım

işletmelerinde 40-59 yaş aralığının yatırım konusunda daha aktif olduğunu tespit etmişlerdir. Lefebvre ve arkadaşları (2014) ise çalışmalarında 40 yaş altındaki çiftçilerin 60 yaş üzerine oranla yatırım yapmaya daha fazla istekli olduklarını ancak farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Araştırmada tespit edilen ortalama yaş ve deneyim tarımsal üretim açısından sürekliliği sağlayabilecek ve verimli denilebilecek bir dönemdir. Aile işletmelerinde yeniliklerin uygulanmasını konu alan farklı çalışmalarda birbiri ile çelişkili sonuçlara ulaşılmıştır.

Bazı çalışmalarda yaşın olumlu, bazılarında ise olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir (Melesse, 2018). Gençlerin, yaşlılara oranla yenilikleri daha kolay kabul edebilecekleri, yaşlıların bu konuda daha tutucu davranabilecekleri varsayılabilir (Howley ve ark., 2012). Nwibo ve Alimba (2013) ise deneyim faktörünü yatırım kararının ana belirleyicilerinden biri olarak işaret etmişlerdir.

Araştırma alanındaki çiftçilerin İşledikleri toplam arazi miktarlarının ortalaması 21.19 dekadır. Melesse (2018), yaptığı çalışmada çiftçilerin farklı ürünler yetiştirebileceği büyüklükte araziye sahip olmaları veya karma üretim yapmaları durumunda toplam arazi varlığının yeniliklere adapte olma konusunda pozitif bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir.

Toplam arazi varlığı araştırma bölgesinin Torosların yükseklerinde yer almasından kaynaklı olarak fazla değildir. Tarımsal gelir ve toplam gelir ortalamaları sırasıyla 24 580.64 ve 32 419.35 TL'dir. Hibe programından yararlanmamış çiftçilerin ise yaş ortalamaları 45.98, deneyimleri 24.30 yıl ve işledikleri ortalama arazi 19.79 dekadır.

Çizelge 2. Çiftçilere ait bazı sosyo-ekonomik göstergeler

Table 2. Some socio-economic indicators of farmers

GTHKP Hibe desteği		Yaş	Deneyim (Yıl)	Ortalama arazi (da)	Tarımsal gelir (TL)	Toplam gelir (TL)
Evet	Ortalama	45.41	21.79	21.19	24 580.64	32 419.35
	Standart Sapma	10.30	11.22	16.09	12 940.65	18 310.21
Hayır	Ortalama	45.98	24.30	19.79	17 846.77	31 841.93
	Standart Sapma	11.16	13.72	15.48	10 867.90	17 392.66
Toplam	Ortalama	45.70	23.04	20.49	21 213.70	32 130.64
	Standart Sapma	10.70	12.54	15.74	12 371.48	17 786.95

Çizelge 2'de verilen ortalamaların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarını görebilmek için Mann-Whitney U testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Analiz sonucu hibe programından yararlanan ve yararlanmayan çiftçilerin yaş, deneyim, toplam arazi varlığı ve toplam gelirlerine ait verilere bakıldığında p değerlerinin 0.05'ten büyük oldukları görülmektedir.

Bu sonuç iki grup arasında istatistiksel olarak % 5 önem seviyesine göre bir farklılık olmadığını göstermektedir. Yeniliklerin kabul edilmesine ilişkin Erzurum'da yapılan çalışmada yaş faktörü yeniliğin benimsenmesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gençlerin yeniliği benimsemeye öne çıktığı görülmüştür (Sezgin ve ark., 2010).

Olsen ve Lund (2009) Tarımda yatırım davranışlarını etkileyen teşvikler ve sosyoekonomik faktörler adlı çalışmalarında genç çiftçilerin yaşlılara göre yatırım yapmalarının daha olası olduğunu, yatırım eğiliminin aynı zamanda deneyim ile de ilgili olduğunu vurgulamıştır. Programdan yararlananların, 20 yılın üzerinde deneyimleri olduğu görülmektedir. Bu durum yukarıdaki tespit ile uyumlu görünmektedir.

Tarımsal gelire ait p değeri 0.05'ten küçük olup 0.001'dir. Hibe programından yararlananlar ile yararlanmayanların tarımsal gelirleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ve Bursa ilinde yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir. Bursa ilinde yapılan çalışmada tarımsal işletmelerin, hibe desteğinden yararlanma durumu üzerine, tarımsal gelir ($p<0,10$) ve işletme ölçeği ($p<0,10$) değişkenlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çobanoğlu ve ark., 2017).

Bu sonuç, tarımsal girişimcilerin yatırım kararında, yıllık gelirin önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuş olan Nijerya'daki çalışma ile de paralellik göstermektedir (Nwibo ve Alimba, 2013).

Çizelge 3. Mann-Whitney U test tablosu

Table 3. Mann-Whitney U test chart

	GTHKP hibe desteği	N	Sıra sayıları		Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	P
			Ortalama	Toplam				
Yaş	Evet	62	61.44	3 809.00	1 856.000	3 809.000	-.330	.741
	Hayır	62	63.56	3 941.00				
Deneyim	Evet	62	59.22	3 671.50	1 718.500	3 671.500	-1.020	.308
	Hayır	62	65.78	4 078.50				
Toplam arazi (da)	Evet	62	63.75	3 952.50	1 844.500	3 797.500	-.388	.698
	Hayır	62	61.25	3 797.50				
Tarımsal gelir (TL)	Evet	62	73.01	4 526.50	1 270.500	3 223.500	-3.264	.001
	Hayır	62	51.99	3 223.50				
Toplam gelir (TL)	Evet	62	62.01	3 844.50	1 891.500	3 844.500	-.153	.879
	Hayır	62	62.99	3 905.50				

Çalışma kapsamındaki çiftçilerin, eğitim durumları Çizelge 4'te verilmiştir. Programdan yararlananlar içinde ilköğretim mezunları % 66.1 ile yararlanmayanlardan fazladır. Orta öğretim, lise ve yükseköğretim mezunu olanlar ise yararlanmayanlar arasında daha fazladır. Ancak bu oranların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakıldığında, p değerinin 0.05'ten büyük olduğu görülmektedir. P değeri 0.464 çıkmıştır. Bu durumda hibe programından yararlananların eğitim düzeyinden bağımsız olduğu kabul edilir. Başka bir deyişle hibe programından yararlanma ile eğitim düzeyi arasında bir ilişki yoktur.

Eğitim seviyesinin artması ile birlikte yeniliklerin daha hızlı kabul edilmesi beklenmektedir (Melesse, 2018). Altı Avrupa ülkesini kapsayan çalışmada, çiftçilerin % 72'sinin ilk ve ortaöğrenim gördükleri, ortaöğretim sonrası ve yükseköğretime sahip çiftçilerin yatırım yapma niyetlerinin daha yüksek olduğu ve yatırım yapmak isteyen çiftçilerin ve diğerlerinin eğitim düzeylerinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Lefebvre ve ark., 2014).

Süt işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesi ile ilgili Erzurum'da farklı tarihlerde yapılan iki ayrı çalışmada, öğrenim durumu ile yeniliklerin benimsenmesi arasındaki ilişki açısından iki farklı sonuca ulaşılmıştır. Birinde ilişki önemli bulunmamışken (Kılıçtekin ve Aksoy, 2019) bir başka çalışmada eğitim seviyesi daha yüksek olanların yeniliklere daha kolay adapte oldukları ve yaş faktörünün istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür (Sezgin ve ark., 2010).

Başka bir çalışmada yatırım yapma konusunda, eğitim durumu % 1 seviyesinde pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Yazar tarafından bu durum eğitilmiş bireyin, yatırımın ayrıntılarını bilebileceği ve bu nedenle yatırım yapılacak alanı seçme konusunda daha iyi potansiyele sahip olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Nwibo ve Alimba, 2013). Yozgat ilinde yapılan çalışmada basınçlı sulama sistemleri ile ilgili hibe programından yararlananların % 60'ının ilköğretim, % 20'sinin ortaokul, % 18'inin lise, % 2'sinin üniversite mezunu olduğu görülmüştür (Yolal, 2019).

Yozgat ilindeki verilerden ilköğretim ve ortaöğretim yüzdeleri çalışmada elde edilen sonuçlara yakındır. Trabzon ilinde yapılan çalışmada, IPARD arıcılık hibe programından yararlananlardan ilköğretim mezunu olanlar % 25, ortaokul mezunları % 30, yüksek öğretim mezunları % 17.5 bulunmuştur (Keleş, 2018). Bu çalışmada elde edilen oranlardaki farklılığın hibe konusuyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Demirbük ve Kızılaslan (2020) tarafından Islah Amaçlı Yetiştirici Birlikleri ile Üyeleri Arasındaki İlişkilerin Analizi adıyla Sivas'ta yapılan çalışmada arıcılık yapanlar içerisinde üniversite mezunlarının oranı % 16.8 ile diğer üreticilerden daha fazla bulunmuştur ve Trabzon ilindeki çalışma ile uygunluk göstermektedir.

Denizli ilinde yapılan çalışmada ise hibe programından yararlananların % 31.7'si ilköğretim ve altı, % 56.1'i lise ve % 12.2'si yüksek öğretim mezunudur (Akkoyun, 2018). Alnaçık (2015) tarafından Sivas'ta yapılan çalışmada tarım alet ve makinaları hibe programından yararlananların % 65.1'i ilköğretim, % 14.3'ü ortaokul, % 19'u lise ve % 1.6'sı üniversite mezunudur. Sivas'taki çalışmada verilen ilköğretim mezunlarının oranı da bu çalışmada hibe programından yararlanan ilköğretim mezunlarının oranına oldukça yakındır.

Çizelge 4. Eğitim durumu
Table 4. Educational status

Eğitim Durumu		Hibeden yararlandım		Toplam
		Evet	Hayır	
İlk-	Sayı	41	33	74
	Grup içinde %	66.1	53.2	
	Toplam içinde %	33.1	26.6	
Orta-	Sayı	12	14	26
	Grup içinde %	19.4	22.6	
	Toplam içinde %	9.7	11.3	
Lise	Sayı	5	9	14
	Grup içinde %	8.1	14.5	
	Toplam içinde %	4.0	7.3	
Yüksek	Sayı	4	6	10
	Grup içinde %	6.5	9.7	
	Toplam içinde %	3.2	4.8	
$\chi^2= 2.562$		SD = 3	p =0.464	

Çiftçilerin sosyo ekonomik özellikleri ile destekten yararlanma arasında bir bağıntı olup olmadığını görebilmek için çapraz tablo oluşturularak uygun olan verilere ki kare analizi yapılmıştır.

Çizelge 5'te hibe programından yararlananlar ile yararlanmayanların bilgi kaynakları açısından farklılık olup olmadığı karşılaştırılmıştır. Program ile ilgili bilgiyi, İlçe Müdürlüğünden alanların oranı yararlanıcılar için % 57.7 diğerleri için % 42.3'tür. Hibe programını danışmanlardan öğrenenlerin oranı genel toplam içinde oldukça düşüktür (% 3.2). Ki kare testi sonucu p değerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir (0.040). Çiftçilerin bilgi kaynakları arasındaki istatistiksel olarak % 5 önem seviyesine göre anlamlı bir bağlantı olduğu görülmüştür. Hibe programını yürüten İl/ilçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden alınan bilgiler ile doğru yönlendirilmenin bu farklılığın ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir.

Yozgat'ta yapılan çalışmada hibe destek programını üreticilerin % 40'ı Tarım ve Orman Müdürlükleri, % 34'ü TV, % 16'sı diğer çiftçiler, % 10'u danışman aracılığıyla öğrendiklerini söylemişlerdir (Yolal, 2019). Trabzon'daki çalışmada hibeden yararlananların % 92.5'i danışmanla (yayım elemanları) hiç görüşmediklerini belirtmiştir (Keleş, 2018). Sivas'ta yürütülen çalışmada, bilgi kaynakları ile ilgili soruya araştırmaya katılanların % 26.09'u hibe programını İl/ilçe müdürlüklerinden, % 40.58'i arkadaşından öğrendiğini belirtmiştir (Almıcaçık, 2015). Çiftçilerin bilgi kaynakları arasında, danışmanların çok düşük bir düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Çiftçilerin hibe programı konusunda bilgi kaynakları
Table 5. Information sources of farmers about the grant support program

Bilgi kaynağı		Hibeden yararlandım		Toplam
		Evet	Hayır	
İlçe Müdürlüğü	Sayı	45	33	78
	Grup içinde %	57.7	42.3	100.0
	Toplam içinde %	72.6	53.2	62.9
Danışman	Sayı	2	8	10
	Grup içinde %	20.0	80.0	100.0
	Toplam içinde %	3.2	12.9	8.1
Çevre, diğer çiftçiler	Sayı	15	21	36
	Grup içinde %	41.7	58.3	100.0
	Toplam içinde %	24.2	33.9	29.0
$\chi^2= 6.446$		SD = 2	p =0.040	

Çalışma kapsamındaki çiftçilere hibe programını yürüten İlçe Müdürlüğüne uğrama sıklıkları sorulmuştur ve alınan yanıtlar Çizelge 6'da özetlenmiştir. Ayda 1-2 kez uğradığını söyleyenlerin içinde programdan yararlananlar % 53.6'dır. 3 ayda 1-2 kez ve 6 ayda 1-2 kez uğradıklarını söyleyenler içerisinde de programdan yararlananların oranı % 50'nin üzerinde ve yararlanmayanlardan yüksektir. Yılda 1-2 kez uğrayanlar içerisinde ise programdan yararlanmayanlar % 70 ile oldukça yüksektir. Bu farka rağmen, programdan yararlanan ve yararlanmayanların İlçe Müdürlüğüne uğrama sıklıkları arasında istatistiksel olarak % 5 önem seviyesine göre bir bağlantı bulunamamıştır. Ki kare analizine ait p değeri Çizelge 6'da görülebileceği gibi 0.280 bulunmuştur.

Çizelge 6. İlçe müdürlüğüne uğrama sıklığı
Table 6. Frequency of visiting the district directorate

İlçe müdürlüğünü ziyaret	Hibeden yararlandım		Toplam	
	Evet	Hayır		
Sayı	30	26	56	
Ayda 1-2 kez	Grup içinde %	53.6	46.4	100.0
	Toplam içinde %	24.2	21.0	45.2
Sayı	17	14	31	
3 Ayda 1-2 kez	Grup içinde %	54.8	45.2	100.0
	Toplam içinde %	13.7	11.3	25.0
Sayı	9	8	17	
6 Ayda 1-2 kez	Grup içinde %	52.9	47.1	100.0
	Toplam içinde %	7.3	6.5	13.7
Sayı	6	14	20	
Yılda 1-2 kez	Grup içinde %	30.0	70.0	100.0
	Toplam içinde %	4.8	11.3	16.1
$\chi^2= 3.835$	SD = 3			p =0.280

Çalışma kapsamındaki çiftçilere daha önce başka bir hibe programından yararlanıp yararlanmadıkları sorulmuş ve sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir. Tüm çiftçiler içerisinde daha önce başka bir hibe programından yararlananların oranı % 23.4'dür. Bunların içerisinde ise GTHKP kapsamındaki hibe programından yararlananların oranı % 69 gibi büyük bir çoğunluğu oluşturmaktadır. Tüm çiftçilerin % 76.6'sı ise daha önce hiçbir hibe programından yararlanmadıklarını bildirmiştir.

Ki kare analizi sonucunda p değeri 0.020 bulunmuştur ve bu değer 0.05'ten küçük olduğu için daha önce hibe desteğinden yararlanma ile GTHKP kapsamındaki hibe desteğinden yararlanma arasında % 5 önem seviyesine göre istatistiksel olarak bir bağlantı olduğu görülmüştür. Bu bağlantının beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Daha önce hibe programına başvurup yararlananların, edindikleri tecrübe ile sonraki hibe programlarına başvuru yapma olasılıkları yüksektir. Bu ilişki, bir hibe programından yararlanmanın, tekrar yararlanma eğilimini artırdığını işaret etmektedir. Bu sonuç, üreticilerin bir destek programından ilk yararlanmalarında motive edilmelerinin oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 7. Daha önce başka bir hibe programından yararlanma durumu
Table 7. Previously benefiting from another grant program

Daha önce başka bir hibe programından yararlandı	GTHKP Hibesinden		Toplam (%)	
	Evet	Hayır		
Sayı	20	9	29.0	
Evet	Grup içinde %	69.0	31.0	100.0
	Toplam içinde %	16.1	7.3	23.4
Sayı	42	53	95.0	
Hayır	Grup içinde %	44.2	55.8	100.0
	Toplam içinde %	33.9	42.7	76.6
$\chi^2= 5.446$	SD = 1			p =0.020

Çiftçilerin hibe programlarına karşı tutumlarını ölçebilmek için 5'li likert tipi 10 adet önerme sunulmuş ve yanıtları alınmıştır. Çizelge 8'de görülebileceği gibi her bir önerme için hibe programından yararlananlar ve yararlanmayanların verdikleri yanıtların ortalaması ve standart sapmaları ayrı ayrı verilmiştir. Ortalamaların yorumlanmasında Palaz ve Boz (2008) tarafından geliştirilen aşağıdaki yorumlama skalası kullanılmıştır: Ortalama 1.00-1.49 arası = Kesinlikle Katılmıyorum (KKtm), 1.50-2.49 arası = Katılmıyorum (Ktm), 2.50-3.49 arası = Kararsızım (Krz), 3.50-4.49 arası = Katılıyorum (K) ve 4.50-5.00 arası = Kesinlikle Katılıyorum (KK). Bu skalaya göre, çiftçiler, araştırmada yer verilen 10 önermeden, 1'inde kararsız, 6'sına katılmakta ve 2'sine kesinlikle katılmaktadır. Ortalamalar arasında Kesinlikle Katılmıyorum ve Katılmıyorum kategorilerinde herhangi bir önerme bulunmamaktadır. Önermelerin ilk dokuzunda hibe programından yararlananlar ve yararlanmayanlar aynı kategoride yer alırken 10 numaralı önermede programdan yararlananlar 'Katılıyorum' kategorisinde, programdan yararlanmayan çiftçiler ise 'Kesinlikle katılıyorum' kategorisinde yer almıştır. Çiftçiler sahip oldukları farklı gelir kaynakları olması durumunda bu gelir kaynaklarından tarımsal üretim için yatırım yapma konusunda kararsız oldukları görülmektedir.

Çizelge 8. Çiftçilerin önermelere katılım durumu
Table 8. Farmers' participation in propositions

Önerme	Yararlandım	Ortalama	Standart	Katılma
1 Katkı payı ödemekte zorlanıyorum	Evet	4.0323	.95739	K
	Hayır	4.2419	.80338	K
2 Genel ekonomik durum yatırım kararında etkilidir	Evet	4.2097	.57651	K
	Hayır	4.3710	.65871	K
3 Krediyeye ulaşabilmek yatırım kararında etkilidir	Evet	3.8387	.89064	K
	Hayır	4.0645	.80716	K
4 Çevrem yatırım yapmam konusunda beni teşvik ediyor	Evet	3.9355	.72136	K
	Hayır	3.7419	.84805	K
5 Farklı gelir kaynaklarımdan tarıma yatırım yapıyorum	Evet	3.2419	1.2238	Krz
	Hayır	3.4516	1.0191	Krz
6 Pazarlama olanakları yatırım kararında etkilidir	Evet	4.2742	.44975	K
	Hayır	4.3548	.57536	K
7 Yatırım sonrası elde etmeyi beklediğim gelir yatırım kararında etkilidir	Evet	4.1452	.47380	K
	Hayır	4.3387	.47713	K
8 Önceki olumlu uygulamalar yatırım kararında etkilidir	Evet	4.5323	.50303	KK
	Hayır	4.5000	.53562	KK
9 Uygun arazi bulunması yatırım kararında etkilidir	Evet	4.2258	.42153	K
	Hayır	4.4194	.49748	K
10 Uygun altyapının bulunması yatırım kararında etkilidir	Evet	4.4194	.49748	K
	Hayır	4.5161	.50382	KK

Çiftçilerin önermelere verdiği yanıtların ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarını görebilmek için Mann Whitney U testi yapılarak sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir. Yatırım sonrası gelir beklentim yatırım kararında etkilidir ve Uygun arazi bulunması yatırım kararında etkilidir önermelerinin p değerleri 0.05'ten küçük çıkmıştır.

Bu iki önerme % 5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortalama rank değerlerine bakıldığında hibe programından yararlanmayanların değerleri yararlanmalardan daha yüksektir. Erzurum'da hayvancılık işletmelerinde yeniliğin benimsenme düzeyinin tespit edilmesi için yapılan çalışmada, yatırımın gelirden bir değişim meydana getirmesi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Kılıçtekin ve Aksoy, 2019).

Dolayısıyla beklenen gelir miktarı ve uygun arazinin bulunması konusunda, yararlanmayanların çok daha temkinli hareket ettiklerini söylemek olasıdır. Buna göre, destekten yararlanmayan üreticilerin yatırım sonrası gelirin yatırıma değmeyecek bir ölçekte olacağı düşüncesinden ve uygun arazileri olmamasından olumsuz yönde etkilendikleri söylenebilir. Diğer yandan programdan yararlananların beklenen gelir konusunda daha iyimser tutum olarak daha girişimci davrandıkları, aynı şekilde mevcut arazilerini yatırıma uygun hale getirmek için de daha cesur

davrandıklarını söylemek olasıdır. Diğer 8 önerme için % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 9. Önermelere ilişkin Mann Whitney U testi

Table 9. Mann Whitney U test on propositions

Önermeler	Hibe Durumu	N	Sıra sayıları		p
			Ortalama	Toplam	
Katkı payı ödemekte zorlanıyorum	Evet	62	59.02	3 659.50	.243
	Hayır	62	65.98	4 090.50	
Genel ekonomik durum yatırım kararında etkilidir	Evet	62	57.80	3 583.50	.102
	Hayır	62	67.20	4 166.50	
Krediye ulaşabilmek yatırım kararında etkilidir	Evet	62	58.23	3 610.00	.128
	Hayır	62	66.77	4 140.00	
Çevrem yatırım yapmam konusunda beni teşvik ediyor	Evet	62	65.94	4 088.50	.244
	Hayır	62	59.06	3 661.50	
Farklı gelir kaynaklarımdan tarıma yatırım yapıyorum	Evet	62	59.50	3 689.00	.329
	Hayır	62	65.50	4 061.00	
Pazarlama olanakları yatırım kararında etkilidir	Evet	62	59.36	3 680.50	.237
	Hayır	62	65.64	4 069.50	
Yatırım sonrası elde etmeyi beklediğim gelir yatırım kararında etkilidir	Evet	62	57.01	3 534.50	.031
	Hayır	62	67.99	4 215.50	
Önceki olumlu uygulamalar yatırım kararında etkilidir	Evet	62	63.23	3 920.50	.793
	Hayır	62	61.77	3 829.50	
Uygun arazi bulunması yatırım kararında etkilidir	Evet	62	56.50	3 503.00	.022
	Hayır	62	68.50	4 247.00	
Uygun altyapının bulunması yatırım kararında etkilidir (Sulama vb.)	Evet	62	59.50	3 689.00	.282
	Hayır	62	65.50	4 061.00	

4. Sonuç ve Öneriler

Hibe uygulamasının bir finansman aracı olarak özellikle kırsal kalkınma proje ve programlarında giderek yaygınlaşacağını beklemek yanlış olmaz. Uygulamanın etkinliğini artırmak için önceki uygulamalardan çıkarılacak dersler önemlidir.

Kadınların, bilgi sahibi oldukları alanlarda hibe programına başvuru ve yatırım yapma konusunda cesur davrandıkları söylenebilir. Kadınlar ile birlikte kırsal alanda gençlerin desteklenmesi göçün önlenmesi ve istihdam açısından önemlidir. Programlar mutlaka, değerlendirme ve uygulama aşamalarında kadınlar ve gençler için daha yüksek puan ve hibe oranı gibi pozitif ayrımcılık unsurları içermelidir.

Tarımsal geliri yüksek olanların hibelerden yararlanma konusunda öne çıktıkları istatistiksel olarak görülmüştür. Ancak bölgesel farklılıkların azaltılmasını, daha yoksul olanların desteklenmesini hedefleyen kırsal kalkınma projelerinde bu kesimler için cesaretlendirici önlemler alınmalıdır. Çiftçiler, daha fazla gelir elde etmeyi bekledikleri durumlarda yeni yatırımlara karar vermekte daha cesur davranmaktadırlar. Bu nedenle hibe uygulamalarının beklenen sonuçlarının, yatırıma temkinli yaklaşan yoksullar için çok daha anlaşılır ve güvenilir şekilde anlatımı önemlidir. Böylece, hedeflenen yoksul kesimlerin daha girişimci tutum almaları beklenebilir.

Çiftçilerin bilgi kaynaklarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli çıkması, tarımsal yayımın önemine işaret etmektedir. Programların öncesinde etkili bir yayım faaliyetinin hayata geçirilmesi hibe uygulamalarının başarıya ulaşmasında olumlu katkıda bulunacaktır. Bu amaçla hazırlanacak yayım programlarında;

- Kadınların tanıtım toplantıları ve eğitimlere katılımını artıracak düzenlemeler yapılmalıdır. Bu düzenlemelerde özellikle yöreye göre, toplantı saati ve günün ayarlanması şeklinde olabileceği gibi gerekirse kadınlar için ayrı toplantılarda düzenlenmesi şeklinde de düşünülmelidir.
- Hibe duyurusunu ilan etmenin ilk adım olduğu gerçeği unutulmamalıdır. Programların bir yenilik içerdiği ve yeniliğin benimsenmesinin bir süreç olarak ele alınması gerektiği göz önüne alınmalıdır ve yayım programlarının süresi buna uygun düşünülmelidir.

- Yeniliğin kabulü ve yatırımın yapılması sonucu beklenen gelir konusunda ayrıntılı bilgi verilmeli, tüm detaylar çiftçilerin bu konudaki tereddütlerini giderecek şekilde açıklanmalıdır.
- Sürecin her aşamasında çiftçilerin programlara ilişkin doğru bilgiye ulaşabilmesi için, etkin iletişim kanalları oluşturulmalı ve sürekli açık tutulmalıdır.
- Özel tarım danışmanları yayım programının bir paydaşı olarak kabul edilmeli ve programı uygulayan kurumlar ile birlikte hareket etmeleri için zeminler oluşturulmalıdır.

Kaynaklar

- Akkoyun, H., 2018. AB Tarım hibelerinin Rostow kalkınma modeline göre etkileri Denizli ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı, 168s, Ankara.
- Alınçık, M., 2015. SEKP süt stratejik yatırım planı hibe programının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 182s, Tokat.
- Çağlar, O., 2019. Kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programı kapsamında makine ekipman hibe programının Erzurum ili örneğinde değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 88s, Erzurum.
- Çobanoğlu, F., Cankurt, M., Tunalıoğlu, R., Yılmaz, H., Nalbantoğlu, A., 2017. Kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programının etkisinin değerlendirilmesi: Bursa ili örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1): 16-27.
- Demirbük, M., 2013. Kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programının değerlendirilmesi Sivas ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 86s, Tokat.
- Demirbük, M., Kızılaslan, N., 2020. Islah amaçlı yetiştirici birlikleri ile üyeleri arasındaki ilişkilerin analizi: Sivas ili örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 23 (1): 194-211. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.562087.
- Diuro., G.M., Sam, A.G., 2015. Agricultural technology adoption and nonfarm earnings in Uganda: a semiparametric analysis. The Journal of Developing Areas, 49 (2), 145-162. doi:10.1353/jda.2015.0013.
- Howley, P., Donoghue, O.C., Heanue, K., 2012. Factors affecting farmers' adoption of agricultural innovations: a panel data analysis of the use of artificial insemination among dairy farmers in Ireland. Journal of Agricultural Science, 4 (6): 171-180
- Keleş, O.C., 2018. Trabzon ilinde IPARD programı kapsamındaki arıcılık hibelerinin etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 69s, Erzurum.
- Kılıçtekin, S., Aksoy, A., 2019. Erzurum ili süt sığırcılığı işletmelerinin yenilikleri benimseme açısından değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6 (3): 424-431. DOI: 10.30910/turkjans.595216
- Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı Kapsamında Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Hakkında Tebliğ (2013, 26 Haziran). Resmî Gazete (sayı 28689), <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130626-31.htm> (Erişim tarihi: 20 Mart 2020).
- Lefebvre, M., De Cuyper, K., Loix, E., Viaggi, D., Gomez-y-Paloma, S., 2014. European farmers' intentions to invest in 2014-2020: survey results, JRC Science and Policy Reports, Publications Office of the European Union, 100p, Luxembourg.
- Melesse, B., 2018. A review on factors affecting adoption of agricultural new technologies in Ethiopia. J Agri Sci Food Res 9(3): 226-231.
- Nwibo, S.U., Alimba, J.O., 2013. Determinants of investment decisions among agribusiness investors in south east, Nigeria. Journal of Business and Management. 8(6): 60 – 67.
- Olsen, V.J., Lund, M., 2009. Incentives and socioeconomic factors influencing investment behavior in agriculture. 17th International Farm Management Congress, Volume I, 503-517, July 19-24, Bloomington/Normal, Illinois, USA.
- Palaz, S., Boz, İ., 2008. Üniversite mezunu yetişkinlerin farklı organizasyonlarda gönüllü hizmet vermesini etkileyen faktörler. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11 (19):95-106.
- Pannell, D.J., Marshall, G.R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., Wilkinson, R., 2006. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46, 1407-1424. <http://dx.doi.org/10.1071/EA05037>

- Sezgin, A., Erem Kaya, T., Kumbasarođlu, H., Kleki, M., 2010. Tarımsal Yeniliklerin Benimsenmesinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi: Erzurum İli rneđi. Őanlıurfa, Türkiye. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, 2010, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Őanlıurfa. s. 557-564.
- Ton, G., de Grip, K., Klerkx, L., Rau, M-L., Douma, M., Friis-Hansen, E., Triomphe, B., Waters- Bayer, A., Wongschowski, M., 2013. Effectiveness of innovation grants to smallholder agricultural producers: an explorative systematic review. EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.
- Yolal, A.K., 2019. Basınçlı sulama sistemleri hibe destek uygulamalarının değerlendirilmesi Yozgat ili rneđi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, 45s, Kahramanmaraş.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.737283

Hıyarda Bazı Bitki Gelişim Düzenleyici Kalıntılarının QuEChERS Analiz Yöntemi ile Metot Validasyonu

Tarık Balkan^{a*}, Kenan Kara^a

^aTokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: tarik.balkan@gop.edu.tr

Geliş/Received 14/05/2020 Kabul/Accepted 25/12/2020

ÖZET

Bitki büyüme düzenleyicisi (BGD) olan absisik asit, gibberallik asit ve paklobutrazol kalıntılarının belirlenmesi için QuEChERS yöntemi ile LC-MS/MS kullanılarak metot validasyonu gerçekleştirilmiştir. Metodun uygunluğu; tespit ve ölçüm limiti, doğrusal ve doğruluk (tekrarlanabilirlik tekrarüretilebilirlik, geri alım) limitlerine göre değerlendirilmiştir. Matris etkisini ortadan kaldırmak için matrisli kalibrasyon kullanılmış, üç bitki gelişim düzenleyicisi için 10-200 µg mL⁻¹ aralığında doğrusal sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Tüm BGD'ler için korelasyon katsayıları (r²) 0.999'dan büyük olduğu bulunmuştur. Tespit limitleri (LOD) 1.31 ve 1.70 µg mL⁻¹, ölçüm limitleri (LOQ) 4.38 ve 5.68 µg mL⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Geri alım çalışmaları için hıyar numuneleri absisik asit, gibberallik asit ve paklobutrazol ile üç farklı konsantrasyon (10, 50 ve 100 µg mL⁻¹) seviyesinde zenginleştirilmiştir. Tekrarlanabilirlik için, relatif standart sapma (RSD%) 1.66 ile 11.61 arasında ve tekrarüretilebilirlik için (RSD%), 3.40 ile 9.78 arasında bulunmuştur. Tüm metodun geri alımı %105.41, RSD ise %6.60 olarak bulunmuştur (n=540). Tüm veriler SANTE/11813/2017'de belirtilen geri alım sınırlarına (%70-120) ve kesinlik kabul oranı için belirtilen değerlere (%RSD ≤ %20) uygundur.

Anahtar Sözcükler:
Absisik asit
Gibberallik asit
Metot geçerliliği
Paklobutrazol
LC-MS/MS

Validation of QuEChERS method for the determination of some plant grow regulator residues in cucumber

ABSTRACT

Method validation was performed by QuEChERS method to determine the plant growth regulators abscisic acid, gibberallic acid and paclobutrazole residues using LC-MS/MS. The method was validated according to limit of detection (LOD), limits of quantification (LOQ), linearity, accuracy and recovery. Calibration with matrix was used to elimination matrix effect. The linearity of three PGR were determined with the range of 10-200 µg mL⁻¹. All correlation coefficients (r²) were greater than 0.999. The LODs were between 1.31 and 1.70 µg mL⁻¹. The limits of quantification (LOQ) varied between 4.38 and 5.68 µg mL⁻¹. The recovery of fortified cucumber samples in abscisic acid, gibberallic acid and paclobutrazole at three different concentrations (10, 50 ve 100 µg mL⁻¹) were conducted. For repeatability, the relative standard deviation (RSD%) ranged from 1.66 to 11.61, and for reproducibility, RSD% ranged from 3.40 to 9.78. The overall recovery of the method was 105.41% and the RSD was 6.60% (n=540). All results were compatible with the values specified in SANTE/11813/2017 for recovery (70–120%) and repeatability (RSD% ≤ 20%).

Keywords:
Abscisic acid
Gibberallic acid
Method validation
Paclobutrazole
LC-MS/MS

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Bitki gelişim düzenleyiciler (BGD) genellikle düşük konsantrasyonlarda bitkilerin fizyolojik süreçlerini etkileyen besinler dışındaki organik bileşikler olarak tanımlanır. (Nickell, 1979). Sentetik olarak da üretilen BGD'ler genellikle oksin, gibberellin, sitokinin, absisik asit, etilen, epibrassinolid, vb. gibi farklı kategorilere ayrılır (Pan ve ark., 2008). Oksinler, sitokininler ve gibberellinler bitkilerde büyüme uyarıcı, dorminler (ABA) ise engelleyici hormonlar olarak nitelendirilirler (Fırat, 1998; Walsh, 2003; Akgül, 2008; Kumlay ve Eryiğit, 2011). Bitki büyüme düzenleyicisi olarak yoğun bir şekilde kullanılan paklobutrazol ise bitkilerde büyümeyi geciktiri etkiye sahiptir. Paklobutrazol, gibberellin biyosentezini inhibe ederek, hücre uzaması ve sürgün büyümesinin azalmasını sağlamaktadır. Bu madde çiçeklenmenin kontrol edilmesinde, meyve türlerinde ürün ve kalitenin artırılmasında kullanılmaktadır (Adato, 1990; Koukourikou-Petridou, 1996; Nartvaranant ve ark., 2000).

BGD'ler çelikle çoğaltmayı sağlamak, çimlenme gücünü artırmak, çiçeklenmeyi teşvik etmek veya geciktirmek, soğuğa dayanıklılığı artırmak, meyvelerde tohum oluşumunu ve meyve iriliğini artırmak, meyve muhafaza süresini uzatarak ihracat şansını arttırmak. Bunlara ilaveten bitkilerin hastalık ve zararlılara dayanıklılığını artırmak, yabancı ot kontrolünü sağlamak, pamuk ve tahıllarda yatmayı önlemek, hasat öncesi meyve dökülmesine engel olmak, makinalı hasadı kolaylaştırmak için tüm bitkilerin aynı zamanda olgunlaşmasını sağlamak, patatesten dormansiye kırmak, özellikle doku kültürü çalışmalarında kök-sürgün ve yumru oluşumunu teşvik etmek gibi vazifelere de sahiptirler (Budak ve ark., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997). Tarımsal üretimde söz sahibi olmak isteyen ülkeler, pestisitler yanında BGD'leri de yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunların yarılanma ömürleri uzun olup, toprakta, sebze ve meyveler üzerinde kalmaktadır. Kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde aşırı miktarlarda kullanımı ile ürünlerde oluşan kalıntı, insan ve çevre sağlığı üzerinde endişelere neden olmaktadır.

Yapılan araştırmalarda BGD'lerin memelilerde fertilitiyi ve mast hücrelerinin (Bağımsızlık sisteminde önemli rolleri olan ve özellikle alerji ve anafilaksideki yeriyile tanınan hücreler) yoğunluğunu artırarak Substance P (SP) düzeyini (ağrı iletiminden sorumlu olan maddeler) etkiledikleri (Sorensen ve Danielsen, 2006; Erin ve ark., 2008), canlı sistemden tamamen atılmayıp organlarda depolandıkları, fonksiyon bozukluklarına ve üretilen serbest radikallere karşı vücudun kendisinin savunma direncinin azalmasına neden oldukları ifade edilmektedir (Yılmaz ve Yüksel, 2002a; Yılmaz ve Yüksel, 2002b; Pektaş, 2009; Yılmaz ve ark, 2014). Dünyada BGD'ler, ruhsat ve denetim, ayrıca çevre ve sağlık açısından, pestisitler içerisinde bir alt grup olarak işlem görmektedir (Anonim, 2020a). Bu yüzden Japonya, Tayvan, Çin, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerin, pestisit kalıntıları için oluşturmuş olduğu ulusal ve uluslararası kuruluşlar, tarımsal ürünlerdeki BGD kalıntı miktarlarını düzenlemek ve izleyebilmek için MRL (Maksimum Kalıntı Limitleri) geliştirmektedirler (Pu ve ark., 2018). Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliğinde (TGK-PKY), Absisik asit (ABA), Gibberallik asit (GA₃) ve Paklobutrazol (PBZ) ile ilgili henüz MRL değerleri mevcut değildir.

Bununla birlikte, BGD kalıntılarının belirlenmesi, eser konsantrasyonları nedeniyle hala oldukça zor olup tespitinde uygun ve hızlı analitik yöntemler gereklidir. Bitkilerdeki BGD kalıntı seviyelerini saptamak için farklı yöntemler tanımlanmıştır. Şimdiye kadar, enzime bağlı immünosorban deneyi (ELISA), gaz kromatografisi (GC), sıvı kromatografisi (LC), gaz kromatografisi kütle spektrometrisi (GC-MS), sıvı kromatografisi kütle spektrometrisi (LC-MS) ve kılcal elektroforez (CE) dahil olmak üzere bitki büyüme düzenleyicilerini ölçmek için bir dizi yöntem geliştirilmiştir (Brinkman ve ark., 1996; Liu ve ark., 2002; Hu ve Li, 2006; Amer ve ark., 2007; Li ve Tian, 2007; Valverde ve ark., 2007; Chen ve ark., 2010; Pantaleón ve ark., 2010; Han ve ark., 2012; Wu ve ark., 2014;) Bu yöntemler arasında hızlı ve güvenilir sonuç vermesi nedeniyle LC-MS' in QuEChERS yöntemi ile birlikte kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır (López-Carbonell ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2012). Son yıllarda dünyada BGD'lerle ilgili çalışmalar konunun ehemmiyeti nedeniyle giderek artış eğilimi göstermektedir. Aşağıdaki araştırmacılar metod validasyonu ile ilgili farklı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Yan ve ark. (2016), meyvelerde paklobutrazol ve gibberallik asit'in içlerinde olduğu altı BGD ile yaptıkları çalışmada korelasyon katsayısını 0.999 üzerinde, geri alımı değerlerini %60,77-119,43 (%RSD 0,18-32,94) arasında bulmuşlardır. Üzümde 24 bitki gelişim düzenleyicisini belirlemek üzere QuEChERS metodunu modifiye ederek yaptıkları çalışmada korelasyon katsayısını 0.995 üzerinde, geri alım değerlerini %70.12-112.6, tekrar edebilirlik değerlerini ise %67.05-101.8 arasında saptamışlardır. Liu ve ark. (2017), Çin'de 19 bitki gelişim düzenleyicisi üzerinde korelasyon katsayısını 0.997 üzerinde, geri alımı değerlerini %72.3-115.8 (%RSD 1.78-5.32) arasında tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada süpermarketlerden aldıkları 280 bitki numunesinden 12' sinde BGD kalıntısı tespit etmişlerdir.

Hıyarlarda da pestisit kalıntılarının araştırılması için yapılan bir metod geçerliliği çalışmasında LC-MS/MS kullanılmış çalışma sonuçlarına göre korelasyon katsayısı 0.999 üzerinde, geri alım değerleri %74,70-114,09 arasında, tüm metod geri alımını ise %94 olarak saptamışlardır (Çatak ve Tiryaki, 2019).

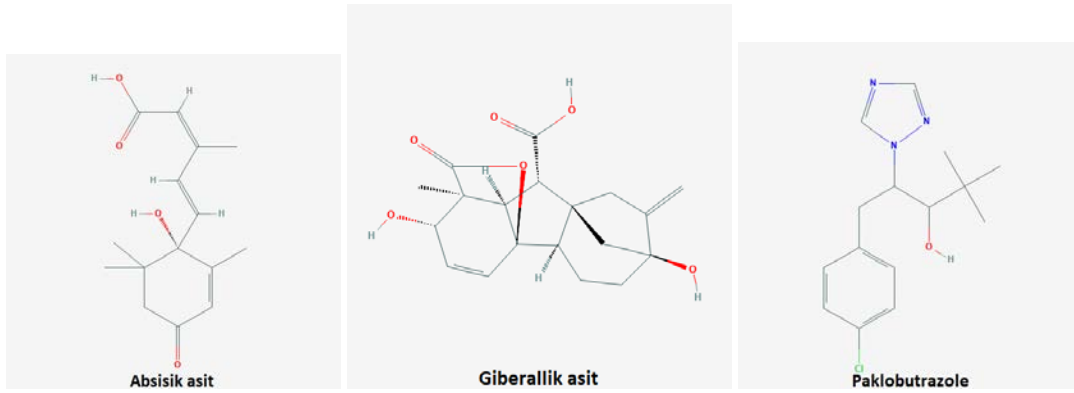
TGK-Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliğinde çalışılan maddelerin MRL kalıntı limitlerinin mevcut olmaması gıda güvenliği açısından sakıncalar oluşturmaktadır. Bu bağlamda hızlı ve güvenilir bir yöntem

olan QuEChERS metodu LC-MS/MS ile birlikte valide edilerek absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol'ün gıdalardaki kalıntı miktarlarının tespiti amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Kimyasallar

Bitki gelişim düzenleyici referans standartları Absisik asit (ABA) ve Giberallik asit (GA₃) supelco analytical'dan (Bellefonte, PA, ABD), Paklobutrazol (PBZ) Dr. Ehrenstorfer'dan (Augsburg, Almanya) temin edilmiş olup mezkur maddelerin kimyasal yapıları Şekil 1'de gösterilmiştir. Asetonitril (MeCN), metanol (MeOH), Magnezyum sülfat susuz (MgSO₄), sodyum asetat (NaOAc), formik asit (FA) ve asetik asit (AcOH) Merck'ten (Darmstadt, Almanya) temin edilmiştir. Her bir BGD'nin stok standart çözeltileri 1000 µg mL⁻¹ olacak şekilde 12 ml'lik vida kapaklı cam tüplerde hazırlanmıştır. Hazırlanan solvent -20 °C'de muhafaza edilmiş, standart çözeltilerinin hazırlanması için HPLC saflığında asetonitril ve metanol kullanılmıştır.



Şekil 1. Absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol'ün kimyasal yapıları (Anonim, 2020b)

Figure 1. Chemical structures of abscisic acid, gibberellic acid and paclobutrazole

2.2 Cihaz ve gereçler

Kromatografik analizler için LC-MS/MS (Quadrupole Shimadzu LC-MS/MS-8050) kullanılmıştır. Ekstraksiyonda Santrifüj (Hettich Rotina 380, 50 ml'lik ve Hettich Universal 320R, 15 ml'lik santrifüj tüpüne uygun), hassas terazi (Shimadzu AUW220D, ±0.0001 g), sanayi tipi öğütücü (Empero), Vortex (Ika) kullanılmıştır. Ayrıca mikropipet, şırınga, 50 ml'lik falkon tüpleri, piset, ultrasonik banyo, 2 ve 12 ml'lik vida kapaklı cam vialler, 5 ml'lik şırıngalar, 45/25 mm'lik şırınga filtreleri, balon joje, tek kullanımlık pipet ve tartım kapları gibi çeşitli malzemeler analizlerde kullanılmıştır.

2.3 Fortifikasyon işlemi

Homojenize edilmiş hıyar örneklerinin absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol ile zenginleştirilmesi (fortifikasyon) 3 farklı düzeyde BGD standart solüsyonu ile 5 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

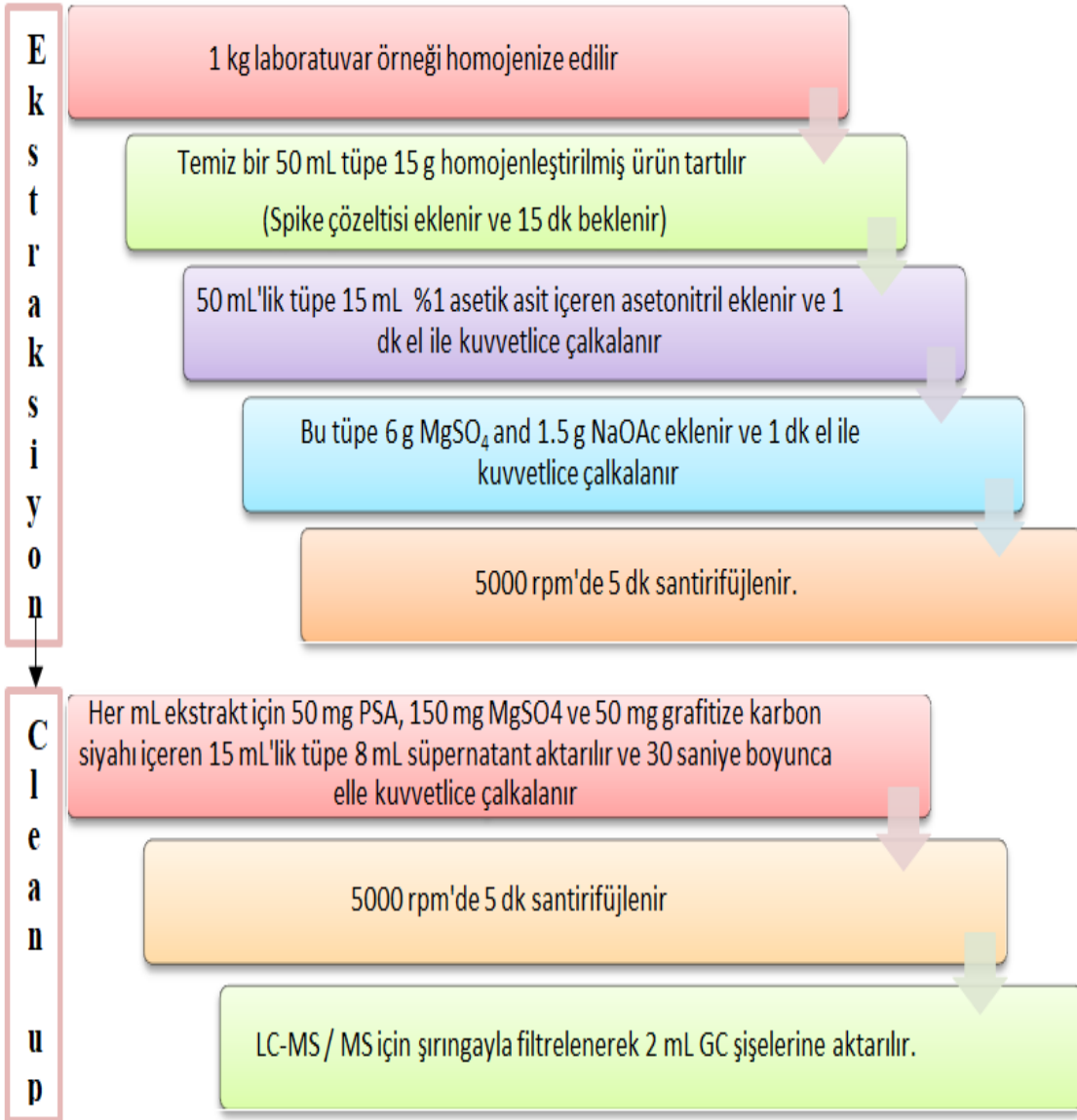
Çizelge 1. Hıyar örneklerinin fortifikasyon düzeyleri

Table 1. Fortification levels of cucumber samples

Fortifikasyon seviyesi	Absisik asit (µg kg ⁻¹)	Giberallik asit (µg kg ⁻¹)	Paklobutrazol (µg kg ⁻¹)
Seviye 1	10	10	10
Seviye 2	50	50	50
Seviye 3	100	100	100
Kontrol	-	-	-
EU-MRL	-	-	10

2.4 Örneklerin ekstraksiyonu ve clean up

Ekstraksiyon ve clean up prosedürleri resmi AOAC Metodu 2007.01 kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Lehotay, 2007). Numuneler (yaklaşık 1 kg) (EC, 2002) çelik bir öğütücüde homojenize edilmiştir. Homojenize edilen hıyar numunesi (analitik kısım) 15 g tartılarak 50 mL santrifüj tüplerine konulmuş üzerine 15 ml %1 asetik asit (AcOH) içeren asetonitril (MeCN) eklenmiş devamında Şekil 2'de gösterilen protokol takip edilmiştir. Her analitik porsiyondan 3 GC viyaline örnek alınarak LC-MS/MS'de analiz edilmiştir (Polat ve Tiryaki, 2019).



Şekil 2. QuEChERS-AOAC Resmi Metodu 2007.01'nun analitik basamakları
Figure 2. Analytical protocol of the QuEChERS-AOAC Official Method 2007.01

2.5 Kromatografik koşullar

Kromatografik analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Gıda Tespiti ve Kalıntı Analiz Birimi'nin Gıda Kalıntı Analiz Laboratuvarındaki LC-MS/MS (Sıvı Kromatografi/ Tandem Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Cihazın çalışma koşulları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kromatografik koşullar

Table 2. Chromatographic conditions

LC-MS/MS cihazı	Shimadzu 8050		
Mobil Faz A	Metanol+distile su+formik asit (99:900:1)		
Mobil Faz B	Metanol+distile su+formik asit (900:99:1)		
Mobil Faz Akış	0.3 ml/dk		
Kolon	C18 Inertsil ODS-4; 3µm; 2.1x150mm		
Gradyent program	Zaman (dk)	%A	%B
	0-1	98	2
	1.01-8	5	95
	8.01-12	5	95
	12.01-13	98	2
	13.01-18	98	2
Kolon (Fırın) sıcaklığı	35°C		
Enjeksiyon Hacmi	10 µL		
MS Gaz Sıcaklığı	300°C		
MS Gaz Akışı	10 L/dk		
Nebulizatör Basıncı	270 kPa		
Oda sıcaklığı	20°C ±1		

3. Bulgular ve Tartışma

Üç bitki gelişim düzenleyicinin MS/MS parametrelerini elde etmek için, stok standart çözeltilerinden metanol ile hazırlanan 1000 µg mL⁻¹'lik çözeltiler kütle spektrometresine 0.3 ml/dk akış hızında verildi ve MS/MS parametreleri belirlendi (Çizelge 3). Optimum hassasiyet paclobutrazol için pozitif iyon modunda, absisik asit ve giberallik asit için negatif iyon modunda elde edilmiştir. Metot validasyonu tek laboratuvar validasyon yaklaşımına göre valide edilmiştir (EUROCHEM, 2014). Yöntemin performansı doğruluk, doğruluk, tespit limiti (LOD) ve ölçüm limiti (LOQ) kriterleri ile belirlenmiştir.

Çizelge 3. Absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol' ün ana iyon kütleleri, ürün iyon kütleleri ve çarpışma enerjileri

Table 3. Precursor ion (m/z), product ion (m/z) and collision energies of abscisic acid, gibberallic acid and paclobutrazole

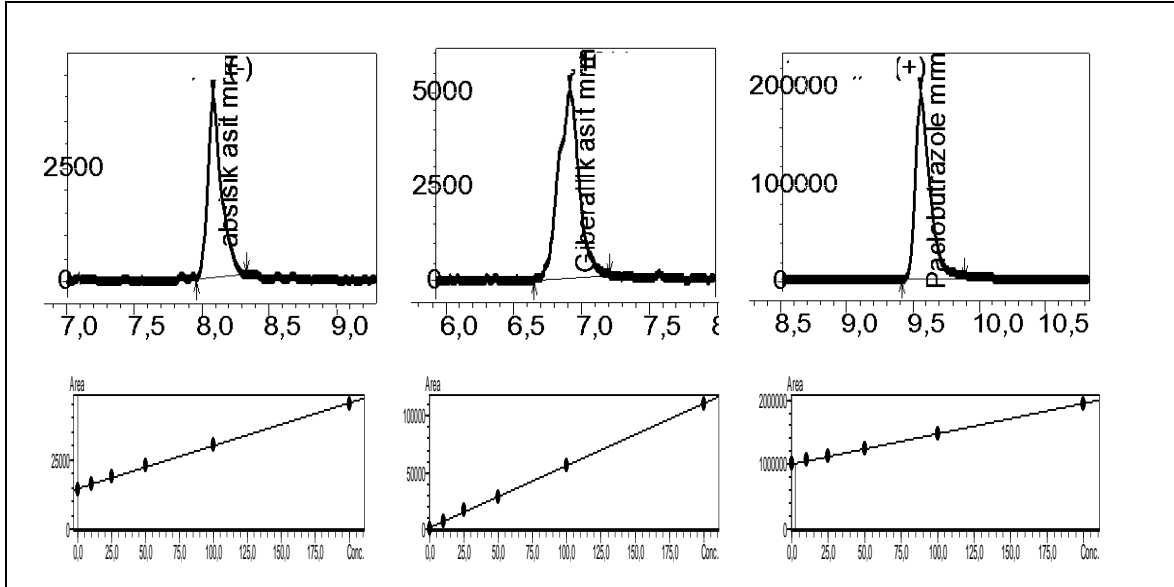
BGD	Ana İyon Kütleleri (g/mol)	Ürün İyon Kütleleri (g/mol)	Çarpışma Enerjisi (eV)
Absisik asit	263.10	122.00/188.10 /203.20	34.0/37.0/28.0
Giberallik asit	345.00	143.10/221.30	28.0/26.0
Paklobutrazol	294.20	125.00/165.00	-38.0/-23.0

Üç bitki gelişimi düzenleyici madde için kalibrasyon noktaları, son konsantrasyon 10, 25, 50, 100 ve 200 µg mL⁻¹ olacak şekilde matris uyumlu olarak hazırlanmıştır. Her bir kalibrasyon noktası 3 tekrarlı enjeksiyon ile elde edilmiştir. Çalışılan tüm BGD'lerin kalibrasyonlarına ait korelasyon katsayıları (r²) 0.999 değerinin üzerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu sonuç, oluşturulan programın geniş bir konsantrasyon aralığında doğrusal olduğunu göstermektedir. Absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol 'ün kromatogramları ve kalibrasyon grafikleri Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 4. Kalibrasyon eğrilerine ait korelasyon kat sayıları

Table 4. Correlation coefficients of calibration curves

BGD	Korelasyon Katsayısı (r^2)	Kalibrasyon eğrisi
Absisik asit	0.9995403	$Y = 153.288X + 14538,1$
Giberallik asit	0.9996081	$Y = 549.958X + 1308,77$
Paklobutrazol	0.9998127	$Y = 4708.31X + 1004640$



Şekil 3. Matris uyumlu standartların kromatogramları ($100 \mu\text{g mL}^{-1}$) ve kalibrasyon eğrileri
 Figure 3. Chromatogram of matrix-matched standards ($100 \mu\text{g mL}^{-1}$) and calibration curves

3.1 Geri alım testleri

QuEChERS yöntemi gelişmiş laboratuvarlarda yaygın kullanımına rağmen kendi laboratuvar koşullarımız için doğrulanmasına hala ihtiyaç vardır (Çatak ve Tiryaki, 2020). Bu amaçla homojenize edilen hıyar numunesi (analitik kısım) 15 g tartılarak 50 mL'lik santrifüj tüplerine konulmuş üzerine 75 μL BGD (MeCN) çözeltisi eklenerek 10, 50 ve 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ fortifikasyon seviyeleri elde edilmiştir (Çizelge 1). 30 saniyelik vortekslemenin ardından numuneler, BGD'nin matris ile etkileşimi için 15 dakika bekletilmiştir (Şekil 2). Her analitik kısım, LC-MS/MS ile üç kez (3 GC viali) analiz edilmiştir (Polat ve Tiryaki, 2019).

3.2 Doğruluk

Doğruluk; gerçeklik (geri alım) ve kesinlik (tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik) parametrelerini kapsayan bir parametredir (SANCO, 2011). Tekrarlanabilirlik çalışması aynı günde 5 kez üç farklı fortifikasyon seviyesinde (10, 50 ve 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$) yapılmıştır. Metot kapsamındaki tüm bileşikler için, tekrarlanabilirlik geri alım değerleri %95.2-114.5, % RSD değerleri 1.66 ile 11.61 aralığında bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tekrarlanabilirlik için; % ortalama geri alım, standart sapma, % relatif standart sapma (%RSD) değerleri
Table 5. For repeatability; % Mean recovery, SD and RSD%

Analit	Fortifikasyon seviyesi, $\mu\text{g mL}^{-1}$									
	10			50			100			
	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	
Absisik asit	1	102.4	0.76	7.44	107.9	4.15	7.69	104.7	5.09	4.86
n=90	2	99.2	1.15	11.61	98.4	2.37	4.83	101.8	4.55	4.47
Giberallik asit	1	114.5	0.25	2.14	100.3	0.83	1.66	110.2	4.92	4.47
n=90	2	106.0	0.82	7.73	95.2	1.13	2.36	109.2	3.78	3.46
Paklobutrazol	1	104.6	0.70	6.71	104.4	3.10	5.94	106.9	4.66	4.36
n=90	2	105.6	1.03	9.79	106.5	2.52	4.72	108.2	4.74	4.39

Tekrarüretilebilirlik çalışması beş farklı zamanda üç farklı fortifikasyon seviyesinde (10, 50 ve 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$) yapılmıştır. Metot kapsamındaki tüm bileşikler için, tekrarüretilebilirlik geri alım değerleri %95.71-107.55 %RSD değerleri 3.40 ile 9.78 aralığında bulunmuştur (Çizelge 6). Tüm metodun geri alımı ise %105,41 (RSD %6,60) olarak bulunmuştur (n=540).

Çizelge 6. Tekrarüretilebilirlik için; % ortalama geri alım, standart sapma, % relatif standart sapma (%RSD) değerleri

Table 6. For reproducibility % Mean recovery, SD and RSD

Analit	Fortifikasyon seviyesi, $\mu\text{g mL}^{-1}$									
	10			50			100			
	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	% Ortalama geri alım	SD	RSD, %	
Absisik asit n=90	101.16	0.78	7.48	103.29	4.11	7.96	105.70	4.29	4.06	
Giberallik asit n=90	106.96	1.05	9.78	95.71	1.63	3.40	107.55	7.63	7.09	
Paklobutrazol n=90	104.52	0.82	7.84	106.93	3.16	5.92	106.23	6.26	5.90	

3.3. LOD ve LOQ değerleri

Çalışmalar, tek konsantrasyonda (10 $\mu\text{g mL}^{-1}$) 10 tekrarlı olarak yapılmış ve her bir BGD'ye ait standart sapma (SD) ve bağıl standart sapma (%RSD) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan standart sapma değerlerinin 3 katı her bir bitki gelişim düzenleyicisi için LOD, 10 katı ise LOQ değeri olarak belirlenmiştir. Absisik asit için LOD ve LOQ değerleri, sırasıyla 1.42 ve 4.75, giberallik asit için 1.70 ve 5.68, paklobutrazol için ise 1.31 ve 4.38 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Ortalama, standart sapma, relatif standart sapma, LOD ve LOQ değerleri

Table 7. Mean, SD, RSD, LOD and LOQ, values

	Absisik asit ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Giberallik asit ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Paklobutrazol ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
Ort.	9.92	9.65	9.81
SD	0.47	0.57	0.44
RSD,%	0.05	0.06	0.04
LOD	1.42	1.70	1.31
LOQ	4.75	5.68	4.38

4. Sonuç

Bu çalışma, eşzamanlı olarak 3 bitki gelişim düzenleyicisinin yüksek su içerikli ürünlerde (hıyar, domates, elma, kayısı vb.) kalıntı miktarlarını belirlemek için analitik bir yöntem sunmaktadır. Kromatografik ayırım 9,754. dakikada sonlanmış, piklerin birbiri ile çakışmadan ayrıldığı ve ayırımın 3,5 dakika gibi kısa bir zamanda nihayete erdiği gözlemlenmiştir. Ancak kolonun yüksek sıcaklıkta temizlenmesi ve tekrar şartlanması için toplam analiz süresi uzatılarak 18 dakika olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen doğrusallık, doğruluk, kesinlik, LOD ve LOQ gibi metot validasyon parametreleri istenen geri alım aralığına (%70-120) ve tekrarlanabilirlik şartı için belirtilen değerlere (RSD \leq 20) uygundur (SANTE, 2017). Bu çalışma yüksek su içerikli ürünlerde absisik asit, giberallik asit ve paklobutrazol'ün kalitatif ve kantitatif analizleri için laboratuvarımızda uygun bir metot sunmaktadır.

Kaynaklar

- Adato, I., 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. *Scientia Horticulturae*, 45 (1-2): 105-115. doi:10.1016/0304-4238(90)90073-N
- Akgül, H., 2008. Büyüme ve Gelişim Düzenleyiciler, Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayını, Yayın No:12.
- Amer, M.M., Shehata, M.A., Lotfy, H.M., Monir, H.H., 2007. Determination of Tetraconazole and Diniconazole Fungicide Residues in Tomatoes and Green Beans by Capillary Gas Chromatography. *Yakugaku Zasshi*, 127(6): 993. doi:10.1248/yakushi.127.993
- Anonim, 2020a. <http://www.zimid.org/sunumlar/toplum-sagligi-ve-hormonlu-gidalar.pdf> (Erişim tarihi: 21 Şubat.2020).
- Anonim, 2020b. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Paclobutrazol>, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280896>, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6466> (Erişim tarihi: 13 Mayıs 2020).
- Brinkman, J.H.W., Van Dijk, A.G., Wagenaar, R., Quirijns, J.K., 1996. Determination of daminozide residues in apples using gas chromatography with nitroge-phosphorus detection. *J Chromatogr. A*, 723, 355. doi:10.1016/0021-9673(95)00845-4
- Budak, N., Çalışkan, C.F., Çaylak, Ö., 1994. Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı, Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 31: 289-296.
- Chen, H., Zhang, Z.X., Zhang, G.M. Guo, X.F., Zhang, H.S., Wang, H., 2010. Liquid Chromatographic Determination of Endogenous Phytohormones in Vegetable Samples Based on Chemical Derivatization with 6-Oxy(acetylpiperazine) Fluorescein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 (8): 4560-4564. doi:10.1021/jf100581u
- Çatak, H., Tiryaki, O. 2019. Validation of QuEChERS method for the analyses of acetamiprid, chlorpyrifos and formetanate hydrochloride residues in cucumbers. 1st International Erciyes Agriculture, Animal and Food Sciences Conference (AGANFOS-2019) (pp.375-378). Kayseri, Turkey
- Çatak, H , Tiryaki, O. 2020. Insecticide residue analyses in cucumbers sampled from Çanakkale open markets . *Turkish Journal of Entomology* , 44 (4) , 449-460 . DOI: 10.16970/entoted.767482
- Erin, N., Afacan, B., Ersoy, Y., Ercan, F., Balcı, M.K., 2008. Gibberellic acid, a plant growth regulator, increases mast cell recruitment and alters substance P levels. *Toxicology*;254(1-2):75-81. doi:10.1016/j.tox.2008.09.020
- Fırat, B.,1998. Bitki Nasıl Beslenir, Atlas Kitapevi, Konya.

- Han, Z., Liu, G., Rao, Q.X., Bai, B., Zhao, Z.H., Liu, H., Wu, A.B., 2012. A liquid chromatography tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of acid/alkaline phytohormones in grapes. *J. Chromatogr. B*, 881/882: 83. doi: 10.1016/j.jchromb.2011.12.002
- Hu J.Y., Li, J.Z., 2006. Determination of Forchlorfenuron Residues in Watermelon by Solid-Phase Extraction and High-Performance Liquid Chromatography *J. AOAC Int.*, 89: 1635. doi:10.1093/jaoac/89.6.1635
- Kaynak, L., Ersoy, N., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları, *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 10: 223-236.
- Koukourikou-Petridou, M.A., 1996. Paclotrazol affects growth of almond fruits and germination of almond seeds. *Plant Growth Reg.*, 20: 267-269.
- Kumlay, A.M., Eryiğit, T. 2011. Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 1(2): 47-56.
- Li L, Tian S.L., 2007. ELISA Analysis on the ABA content of jinmai leaves. *J. Anhui Agri. Sci.* 35(23) : 7098- 7099.
- Lehotay, S. J. 2007 Determination of Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate: Collaborative Study. *J. AOAC Int.* 2007, 90, 485–520.
- Liu, S. Wu, Y., Fang, C., Cui, Y., Jiang, N., Wang, H. 2017. Simultaneous Determination of 19 Plant Growth Regulator Residues in Plant-originated Foods by QuEChERS and Stable Isotope Dilution–Ultra Performance Liquid Chromatography–Mass Spectrometry, *Analytical Sciences*, 33 (9): 1047-1052. doi:10.2116/analsci.33.1047
- Liu, B.F., Zhong, X.H., Lu, Y.T., 2002. Analysis of plant hormones in tobacco flowers by micellar electrokinetic capillary chromatography coupled with on-line large volume sample stacking *J. Chromatogr. A*, 945: 257. doi:10.1016/s0021-9673(01)01503-5
- López-Carbonell, M., Gabasa, M., Jáuregui, O., 2009. Enhanced determination of abscisic acid (ABA) and abscisic acid glucose ester (ABA-GE) in *Cistus albidus* plants by liquid chromatography-mass spectrometry in tandem mode. *Plant Physiol. Bioch.*, 47: 256. doi: 10.1016/j.plaphy.2008.12.016
- Nartvaranant, P., Subhadrabandhu, S., Tongumpai, P., 2000. Practical aspects in producing off-season mango in Thailand. *Acta Horticulturae*, 509, 661–668. doi:10.17660/ActaHortic.2000.509.75
- Nickell, L. G., 1979. “Plant Growth Substances”, American Chemical Society.
- Pan, X., Welti, R., Wang, X., 2008. Simultaneous quantification of major phytohormones and related compounds in crude plant extracts by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Phytochemistry*, 69: 1773. doi:10.1016/j.phytochem.2008.02.008
- Pantaleón, C. S., Mercader, J. V., Agullo, C., Abad- Somovilla, A., Abad-Fuentes, A. 2010. Hapten Synthesis and Polyclonal Antibody-Based Immunoassay Development for the Analysis of Forchlorfenuron in Kiwifruit.. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (15): 8502-8511. doi:10.1021/jf101660z
- Pektaş, İ., 2009. Bitki Gelişim Düzenleyicilerin Antioksidan Enzimler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*. 73s, Balıkesir.
- Polat, B., Tiryaki, O. 2019. Determination of some pesticide residues in conventional-grown and IPM-grown tomato by using QuEChERS method, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 54(2), 112-117.
- Pu, C-H., Lin, S-K., Chuang, W-C. ve Shyu, T-H., 2018. Modified QuEChERS method for 24 plant growth regulators in grapes using LC-MS/MS, *Journal of Food and Drug Analysis*, 26: (2) 637-648. doi:10.1016/j.jfda.2017.08.001
- SANCO, 2011. Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed. SANCO/12495/2011
- SANTE, 2017. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed. SANTE/11813/2017.
- Sørensen M.T., Danielsen V., 2006. Effects of the plant growth regulator, chlormequat, on mammalian fertility. *Int J Androl*, 29(1):129-133. doi:10.1111/j.1365-2605.2005.00629.x
- Valverde, A., Piedra, L., Aguilera, A., Boulaid, M., Camacho, F., 2007. Analysis and residue levels of forchlorfenuron (CPPU) in watermelons. *J. Environ. Sci. Health Part B*, 42(7): 801. doi:10.1080/03601230701551475
- Yan, Z., Nie, J., Xu, G., Li, H., Li, J., Li, Z., Wu, Y., Kuang, L., 2016, Simultaneous Determination of Plant Growth Regulators in Fruits Using a Modified QuEChERS Procedure and UPLC–MS/MS, *Horticultural Plant Journal*, 2(4): 203-208. doi:10.1016/j.hpj.2016.07.002
- Yılmaz, H.R., Yüksel, E., 2002a. İndol 3 Asetik Asitin 3. Nesil Farelerin Kemik İliği Hücrelerinde Mitotik İndeks Üzerine Etkisi, *S.D.Ü Tıp Fakültesi Dergisi*, 12(2): 46-49.
- Yılmaz, H.R., Yüksel E., 2002b. 2,4-D Herbisitinin İleri Jenerasyonlarda Fare Böbrek Enzimleri Üzerine Etkisi, *Fırat Tıp Dergisi*, 7(3): 818-822.
- Yılmaz, H.R., Yüksel, E., Türköz, Y., 2014. “F2 Nesil Farelerde İndol-3-Asetik Asitin Böbrek Katalaz, Süperoksit Dismutaz ve Glutasyon Peroksidaz Aktiviteleri Üzerine Olan Etkisi”, *Van Tıp Dergisi*, 11(3):64-68.

- Zhang, F.Z., Zhao, P.Y., Shan, W.L., Gong, Y., Jian, Q., Pan, C.P., 2012. Development of a Method for the Analysis of Four Plant Growth Regulators (PGRs) Residues in Soybean Sprouts and Mung Bean Sprouts by Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.*, 89: 674-679. doi:10.1007/s00128-012-0739-z
- Walsh, C.S., 2003. Plant Hormones. *Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit*. Haworth Press. 245- 250.
- Wu, P.G., Tan, Y., Zhang, J., Wang, L.Y., Tang, J., Jiang, W., Pan, X.D., Ma, B.J., Ni, Z.N., Wang, T.J., 2014. Determination of 10 plant growth regulators in bean sprouts by sequential cleaning-gas chromatography-mass spectrometry. *Chinese J. Anal. Chem.*, 42(6): 866-871. doi:10.3724/SP.J.1096.2014.40105



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.751354

Bazı Ceviz (*Juglans regia* L.) Çeşitlerinin Antioksidant Aktiviteleri ve Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

✉Ersin Gülsoy^{a*}, ✉Elif Duygu Kaya^b, ✉Ayşe Türkhan^c

^a Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Iğdır

^b Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Iğdır

^c Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Iğdır

*Sorumlu yazar/corresponding author: ersin.gulsoy@igdir.edu.tr

Geliş/Received 11/06/2020

Kabul/Accepted 12/10/2020

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye orijinli dört ceviz çeşidinden (Şebin, Bilecik, Kaman, Yalova-3) alınan meyvelerin fenolik madde içerikleri, antioksidan ve serbest radikal giderme aktiviteleri araştırılmıştır. Meyvelerdeki toplam fenolik madde miktarı 7.16-13.95 mg GAE g⁻¹ arasında ve toplam flavonoid madde miktarı 0.73-1.11 mgQE g⁻¹ arasında belirlenmiştir. Hem fenolik hem de flavonoid maddenin en yüksek miktarı Yalova-3 çeşidinde tespit edilmiştir. Ceviz meyvelerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla DPPH, (1,1-difenil-2-pikril-hidrazil), ABTS•+ (2,2'-azino-bis (3-etil benziyoazolin -6-sülfonik asit) ve CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) olmak üzere üç yöntem kullanılmıştır. Çeşitlerin serbest radikali süpürme aktiviteleri DPPH yönteminde %28.35-39.44, ABTS•+ yönteminde %63.63-87.38 olarak tespit edilmiştir. Kuprik iyonlarını (Cu²⁺) indirgeme kapasitesi CUPRAC yöntemi ile 2.26-2.94 mMolTR g⁻¹ arasında bulunmuştur. Meyve örneklerinin HPLC ile yapılan içerik analizlerinde bileşik olarak gallik asit, kateşin, kafeik asit, p-kumarik asit, trans ferulik asit ve orto-kumarik asit tespit edilmiştir. Tüm analizlerde ceviz çeşitleri arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:
Ceviz
Juglans.regia L
Fenolik Bileşik
DPPH
ABTS•+
CUPRAC

Determination of Antioxidant Activities and Phenolic Content of Some Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars

ABSTRACT

In this study phenolic contents of the four walnut cultivars (Şebin, Bilecik, Kaman, Yalova-3) originated from Turkey, antioxidant and radical scavenging activity was investigated. Total phenolic content has been determined 7.16-13.95 mg GAE g⁻¹ and total flavonoid content between 0.73-1.11 mgQE g⁻¹ in walnut varieties. The highest amount of both phenolic and flavonoid content were in the highest Yalova-3 cultivar. In order to determine the antioxidant activity of walnut fruit DPPH, (1,1-diphenyl-2-picril-hydrazyl), ABTS•+ (2,2'-azino-bis (3-ethyl benzthioazoline -6-sulfonic acid) and CUPRAC(cupric ion reducing antioxidant capacity) methods were used. Free radical sweeping activities of walnut varieties were determined as 28.35-39.44% by DPPH method and 63.63-87.38% by ABTS method. The capacity to reduce cupric ions (Cu²⁺) was found between 2.26-2.94 mMolTR g⁻¹ by CUPRAC method. In the analysis of walnut samples by HPLC, gallic acid, catechin, caffeic acid, p-coumaric acid, trans ferrulic acid and o-coumaric acid compounds were determined. In all analyzes the difference was found statistically very important between walnut varieties.

Keywords:
Walnut
Juglans.regia L
Phenolic Compound
DPPH
ABTS•+
CUPRAC

1. Giriş

Ceviz bir insanın sağlıklı beslenmesi için gerekli olan temel gıdalardan yağları, özellikle linoleik asit ve Omega 3 gibi doymamış yağ asitlerini bol miktarda içeren, protein ve mineraller bakımından zengin bir meyvedir (Şen, 2015; Chatrabnous ve ark., 2018). Bununla birlikte antioksidan etkiye sahip melatonin, elajik asit, E vitamini, karotenoidler ve polifenoller gibi fitokimyasal maddeleri de içermektedir (Şen, 2011; Carey ve ark., 2012). İçeriğindeki fitokimyasal maddelerden E vitamininin serbest radikallerin sebep olduğu oksidatif stres ve iltihaplanmayı azalttığı (Şen ve Karadeniz, 2015) ayrıca yaşlanma, kanser, Parkinson ve Alzheimer gibi dejeneratif hastalıkların gelişimini erteleyebilme ve azaltabilme fonksiyonlarına sahip olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur (Sen, 2011; Carey ve ark., 2012). Bununla birlikte içeriğindeki polifenollerin kardiyovasküler sistem (Estruch ve ark. 2013), metabolik sendrom (Murase ve ark. 2011), diyabet (Li ve ark., 2011) ve enflamasyonla ilişkili çeşitli patolojik hastalıklara (Konstantinidou ve ark., 2010) karşı birçok faydasının olduğu da bildirilmiştir. Ceviz özellikle içerdiği besleyici yağ asitleri, zengin besin içeriği ve sağlığa olan faydaları nedeniyle son yıllarda diyet programlarında önemli bir yer bulmuştur (Şahin, 2005; Vinson ve ark.2011).

Antioksidanlar, vücutta üretilen veya gıdalardan sağlanan ve hücre hasarlarını önleyen bileşiklerdir. Serbest radikalleri temizler ve oksidasyonun neden olduğu hasarı azaltırlar (Lee ve ark.,2004). Ayrıca DNA mutasyonu, proteinlerin çapraz bağlanması ve yağların peroksidasyonu gibi serbest radikallerin neden olduğu hasarları inhibe ederler (Pereira ve ark., 2008). Ceviz diğer sert kabuklu meyve türlerine göre daha yüksek antioksidan aktivitesine sahiptir (Yin ve ark., 2015; Bi ve ark., 2016). Bu aktivite özellikle cevizin iç meyve zarında bulunan polifenollerden E vitamini, melatonin ve bitki bileşiklerinden kaynaklanmaktadır (Haddad ve ark., 2014). Sağlıklı yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada ceviz yemenin, damar sertliğine yol açan, kötü kolesterolden (LDL) kaynaklanan hasar da dahil olmak üzere insan vücudundaki oksidatif hasarla savaşmaya yardımcı olabilecek mükemmel bir antioksidan kaynağı olduğunu göstermiştir (González ve ark., 2017).

Her hangi bir örneğin antioksidan kapasitesi belirlenirken sadece tek bir yöntemle tespit yapılması antioksidan maddelerin moleküler çeşitliliği etkisinden dolayı, kullanılan yöntemler arasında doğrusal ilişki oluşmasına engel olabilir. Bu sebeple bir örneğin antioksidan kapasitesinin tayininde tek bir yöntem kullanılması, kapasite hakkında doğru karar vermede yeterli olmayabilir (Halliwell, 1994; Gülçin, 2012). Bu yüzden bu çalışmada antioksidan aktivite miktarı tayininde 3 yöntemden (DPPH• , ABTS•+ve CUPRAC) yararlanılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan 4 ceviz çeşidinin (Şebin, Bilecik, Kaman, Yalova-3) meyvelerinin antioksidan ve radikal giderme aktivitelerini belirlemek amacı ile toplam fenolik bileşik miktar tayini, toplam flavonoid miktarı tayini, 1,1-difenil-2-pikril-hidrazil serbest radikal (DPPH•) giderme aktivitesi, 2,2'-azino-bis(3-etilbenztiyoazolin-6-sülfonik asit) radikal (ABTS•+) giderme aktivitesi ve kuprik iyonlarını (Cu²⁺) indirgeme kapasitesi(CUPRAC) araştırılmıştır. Modifiye atmosfer ve ışınlama (tek veya diğer yöntemlerle birlikte) gibi pek çok alternatif uygulama üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitkisel materyalin temin edilmesi ve ekstaksiyonu

Bu çalışmanın materyalini 2018 yılı vejetasyon döneminde Diyarbakır İline bağlı Hani ilçesinde yer alan bir üreticinin bahçesinden temin edilen 4 ceviz çeşidi oluşturmuştur. Tohum anacı üzerine aşılı Şebin, Bilecik, Kaman ve Yalova-3 çeşitleriyle kurulan ceviz bahçesine ağaçlar 7x7 metre mesafeyle dikilmiş ve bahçe 2013 yılında tesis edilmiştir. 5-6 yaşında olan ağaçlarda her yıl düzenli olarak kültürel ve bakım işleri yapılmıştır. 3 tekerrürlü olarak kurulan çalışmada her bir ağaçtan 15 adet meyve örneği alınmıştır.

Alınan meyve örnekleri yeşil kabuklarından ayrıldıktan sonra normal oda sıcaklığında gölgede 1 hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır.

Kurutulmuş olan meyve örneklerinde nem oranının birörnek olabilmesi için 30 °C’ye ayarlı etüvde 24 saat süreyle bekletilmişlerdir. Kurutulan meyve örnekleri, analizler yapılmaya kadar -20°C’de 3 ay derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Analizlerde kullanılmak üzere alınan ceviz meyveleri sert kabuğundan ayrılmış ve 1 g iç meyve örneği tartılarak porselen havanda iyice öğütülmüş ve 1:50 oranında %80 etanol- su karışımı içine alınmıştır. Örnekler oda sıcaklığında çalkalayıcıda 1 saat ekstrakte edildikten sonra 4°C’de 10000 rpm’de 20 dakika santrifüjlenmiş ve ardından 110 mm filtre kâğıdından süzülerek kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Folin Ciocalteu Reaktif, gallik asit, querchetin, DPPH•(1,1-difenil-2-pikril-hidrazil), ABTS•+ (2,2'-azino-bis (3-etilbenztiyoazolin-6-sülfonik asit), neocuproin, sodyum asetat (CH₃COONa.3H₂O), potasyum persülfat (K₂S₂O₈), etanol, metanol ve diğer kimyasallar Sigma- Aldrich ve Merck firmalarından temin edilmiştir.

2.2. DPPH' serbest radikal giderme aktivitesi tayini

DPPH' (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali yakalama aktivitesi tayini Brand-Williams ve ark., (1995) metodunun modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu metotta, kararlı, sentetik ve mor renkli bir radikal olan DPPH' kullanılmıştır. Antioksidanların DPPH' radikalini indirgeme yeteneklerinin ölçülmesiyle antioksidan aktivite tanımlanmıştır (Pokorny ve ark., 2001).

Bu yöntemde ceviz ekstraktları 0.2 mg mL⁻¹ konsantrasyonunda seyreltilmiştir. 300 µL DPPH çözeltisi X µL extract ve (2700-X) µL metanol bir tüp içerisinde karıştırılmış ve 30 dakika süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Absorbans köre karşı 517nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Kõr olarak metanol kullanılmıştır. %DPPH radikal giderme aktivitesi aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

DPPH' radikal süpürme kapasitesi (%)=(Akontrol – Aörnek) x 100 / Akontrol

Aörnek: örneğin absorbansı,

Akontrol: kontrolün absorbansı

2.3. ABTS'+ radikal katyon yakalama aktivitesi tayini

ABTS'+ radikal katyon yakalama aktivitesi tayini Özgen ve ark., (2006) metoduna göre belirlenmiştir. Bu metotta 2.45 mmol potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS'+ çözeltisi hazırlanmıştır. Çözelti oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 12-16 saat süreyle radikal oluşumu için bekletilmiştir. Koyu mavi renkli bu çözelti, 20 mM sodyum asetat (pH:4.5) çözeltisi ile absorbansı 734 nm'de 0.7±0.01nm olana kadar seyreltilmiştir. Kuvet içindeki radikal çözelti üzerine ceviz ekstraktlarından eklenerek süre başlatılmış ve 6.dakika sonunda absorbans değerinde meydana gelen azalma 734 nm'deki okuma ile ölçülmüştür. ABTS'+ radikal miktarındaki azalma % olarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır

ABTS'+ radikal süpürme kapasitesi (%)=Akontrol – Aörnek) x 100 / Akontrol

Aörnek: örneğin absorbansı,

Akontrol: kontrolün absorbansı

2.4. Kuprak (Cubrac) analizi

CUPRAC analizi Apak ve ark., (2004) 'in metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre 1 ml CuCl2 çözeltisi, 1 ml neokuprin çözeltisi ve 1 ml amonyum asetat tamponu (pH:7.0) deney tüpünde karıştırılmış ve üzerine tayini yapılacak antioksidan çözelti eklenmiştir. Son hacim saf su ile 4.1 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra tüp 30 dakika boyunca karanlık bir yerde saklanmıştır. Yarım saatlik bir inkübasyondan sonra 450 nm'de absorbansları kaydedilmiştir.

2.5. Toplam fenolik bileşik tayini

Fenolik madde tayini Singleton ve Rossi (1965) tarafından uygulanan Folin-Ciocalteu metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre 250 µl Folin Ciocalteu reaktifi ve 50 µl ekstrakt çözeltisi tüpe eklendikten sonra toplam hacim 3ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. 5 dk'lık inkübasyon sonrasında 750 µl %20 (w/v) Na2CO3 çözeltisi eklenmiş ve tüpler vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında karanlık ortamda 90 dk bekletildikten sonra spektrofotometrede 765 nm de absorbans ölçülmüştür. Toplam fenol içeriği oluşturulan gallik asit standart eğrisinden yararlanılarak gallik asite eşdeğer olarak verilmiştir. Bu amaçla 1 mg ml⁻¹ gallik asit çözeltisi kullanılmıştır. Ceviz ekstraksiyonlarının fenolik bileşik içerik analizi HPLC cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

2.6. Toplam flavanoid tayini

Toplam flavanoid madde miktarı analizi Vital ve ark., (2017) metoduna göre yapılmıştır. İlk olarak 50 g L⁻¹'lik AlCl3 çözeltisi hazırlanmıştır. Ceviz örneklerinden elde edilen ekstraktan 300 µl alınmış, 150 µl AlCl3 çözeltisi ve 2550 µl metanol ile karıştırılmış, elde edilen ekstrakt-AlCl3-metanol karışımı, oda sıcaklığında 30 dk süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Karışım küvetlere alınmış ve spektrofotometrede 425 nm'de okuma yapılmıştır. Kontrol olarak örnek yerine %80 etanol kullanılmıştır. Standart olarak quercetin (0.01-0.2 mg ml⁻¹) kullanılmış olup, sonuçlar quercetin eşdeğeri (QE) olarak verilmiştir.

2.7. İstatistiksel analiz

Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde 4 çeşit üzerinde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde kurulmuştur. Verilerin aritmetik ortalamaları ile standart hataları hesaplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 17.0

istatistik paket programında tek yönlü varyans analizi uygulanarak (ANOVA) değerlendirilmiş ve ortalamalar arasındaki farkın önemliliği DUNCAN (%5) testi ile kontrol edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Ceviz çeşitlerine ait meyve örneklerinde toplam fenolik madde miktarları 7.16-13.95 mg GAE g⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Çeşitler arasında toplam fenolik madde içerikleri istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur (P <0.01). En yüksek fenolik madde miktarı Yalova-3 çeşidinde (13.95 mg GA g⁻¹) en düşük Bilecik çeşidinde (7.16 mg GAE g⁻¹) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Antioksidan aktivitenin bitkilerin bulunduğu çevresel koşulların ve meyvenin kimyasal kompozisyonunun yanında, kullanılan ekstraksiyon metodu, ekstraksiyon sırasında kullanılan çözücülerin cinsi ve asidifiye olup olmadığı, sıcaklık ve ekstraksiyon süresi gibi pek çok faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bugüne kadar bu çalışmayla birebir aynı metot ve çözücü oranı kullanılarak yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır ancak benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Arcan ve Yemencioğlu (2009), su ardından etanol (%96) ile ekstrakte edilen taze ve kurutulmuş fındık, fıstık, ceviz numunelerinin antioksidan özelliklerini inceledikleri çalışmalarında cevizlerin toplam fenolik bileşik miktarını 175-515 mg GAE 100 g⁻¹ kuru ağırlık (dw) olarak tespit etmişlerdir. Chatrabnous ve ark., (2018) İran'da hasat döneminde toplanan taze cevizlerin antioksidan özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, %80 metanol ile ekstrakte ettikleri taze ceviz içlerinin toplam fenolik bileşik miktarını Folin metodu ile 1.54 mg GAE g⁻¹ dw olarak bulmuşlardır. Arranz ve ark., (2008) bütün ceviz, yağ ve yağın uzaklaştırılması ile elde edilen küspe kısmın antioksidan özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında ceviz örneklerini önce asidifiye metanol-su (%50:50) ve ardından aseton:su (70:30) karışımı ile ekstrakte etmişler ve toplam fenolik bileşik miktarını bütün ceviz için 2.016 mg GAE 100 g⁻¹ dw olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada kullanılan ceviz çeşitlerinin daha yüksek fenolik bileşik miktarına sahip olduğu görülmektedir. Ancak Cerit ve ark., (2017) Türkiye'de yetiştirilen sekiz ceviz çeşidinin fonksiyonel özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında taze ceviz içleri önce soxhlet ekstraktörü ile yağ uzaklaştırılmış, kalan kısımdan %70-30 metanol su karışımı ile ekstrakt hazırlanmıştır. Ekstraktların toplam fenolik bileşik miktarı gallik asit eşdeğeri olarak 33.5-50.3 mg GAE g⁻¹ aralığında bulunmuştur. Bu çalışmayla karşılaştırıldığında toplam fenolik bileşik miktarı yüksek bulunmasının sebebinin soxhlet ekstraksiyonu işlemi ile cevizden yağın uzaklaştırılması olduğu düşünülmektedir. Arranz et.al., (2008) cevizin antioksidan kapasitesine en büyük katkının yağsız kısmının içerdiği fenolik bileşiklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

3.2. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

İncelenen ceviz çeşitlerinin meyvelerinde toplam flavonoid madde miktarı bakımından istatistiki olarak çok önemli fark bulunmuştur (P <0.01). Çeşitlerin toplam flavonoid miktarları querchetin eşdeğeri 0.73-1.11 mg (QE) g⁻¹ arasında belirlenmiştir. Yalova-3 çeşidinin toplam flavonoid içeriğinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu (1.11 mg QE g⁻¹) görülmüş, en düşük flavonoid miktarı Bilecik çeşidinde (0.73 mg QE g⁻¹) bulunmuştur (Çizelge 1). Esen, (2013) çalışmasında cevizin farklı kısımlarının sağlıkla ilgili özelliklerini araştırmıştır. Ceviz örneklerini önce %80 aseton ile ardından saf metanol ile ekstrakte etmiş ve ceviz içi için toplam flavonoid miktarını kateşin eşdeğeri olarak 12.9 mg CE g⁻¹ dw bulmuştur. Shi ve ark., (2017) çalışmalarında, ceviz örneklerini %50 metanol ile ekstrakte etmişler ve ceviz meyvelerinin gelişme sürecinde ortalama toplam flavonoid içeriği 1.03 mg RE g⁻¹ FW olarak bulunmuştur. Ayrıca literatürde ceviz örnekleri için farklı kromatografi cihazları kullanılarak farklı flavonoid tespitleri yapılmıştır (Vu ve ark., 2018).

3.3. Antioksidan Aktivite

Cevizin çoklu doymamış yağ asitlerinin yanı sıra antioksidan içeriğinin oldukça yüksek olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Cevizde bulunan antioksidan maddeler ceviz içinde, ceviz iç zarında, ceviz erkek çiçeğinde, yapraklarında, sürgünlerinde ve yeşil kabuklarında yer almaktadır (Almedia ve ark., 2008; Labuckas ve ark., 2008; Cheniany ve ark., 2013; Fernández-Agulló ve ark., 2013; Wang ve ark., 2014). Bitkilerde antioksidan aktivite birçok metotla tespit edilebilmesine rağmen onaylanmış ya da standart bir metot bulunmamaktadır. Bir çalışmadan elde edilecek antioksidan aktivite sonuçları kullanılan metoda bağlı olarak değişebilmektedir (Frankel ve Meyer, 2000). Bu çalışmada ceviz meyvelerinde antioksidan aktivite belirlenmesi amacıyla DPPH., ABTS•+ ve CUPRAC olmak üzere üç yöntem kullanılmıştır. Çalışmada her üç metotla elde edilen sonuçlara göre çeşitler arasında istatistiki fark çok önemli bulunmuştur (P <0.01).

DPPH radikal giderme aktivitesi bitkisel materyallerin antioksidan potansiyellerinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılan bir metottür. Çalışmada 0.2 mg ml⁻¹ konsantrasyonunda hazırlanan ceviz çeşitlerinin DPPH. radikal süpürme aktivitesi % 28.35 ile % 39.44 arasında bulunmuştur. En yüksek DPPH. süpürücü aktivite Şebin çeşidinde, en düşük ise Kaman çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 1). Cerit et. al. (2017) bu çalışmayla benzer olarak aynı konsantrasyonda 0.2 mg ml⁻¹ olarak hazırladıkları ceviz ekstraktlarının DPPH radikalini süpürme etkisini %16.2 ile % 40 aralığında bulmuşlardır. Sonuçlar mevcut çalışmayla benzerlik göstermektedir. Samaranayaka ve ark., (2008) çalışmalarında ceviz içlerini 1:5 oranında hegzan ile karıştırarak yağını uzaklaştırmış ardından fenoliklerin ekstraksiyonu için 1:10 oranında %95 etanol kullanılarak DPPH radikal giderme aktivitesi araştırılmıştır. Örneklerin 0.207 mg ml⁻¹ konsantrasyonunda DPPH radikalini %50'sini süpürdüğünü gözlemlemişlerdir. Akbari ve ark., (2012) cevizin pelet ve çekirdek kısımlarının DPPH radikal giderme aktivitesini sırasıyla % 73.3 ve % 1.2 olarak bulmuşlardır. Zhang ve ark., (2009) petrol eteri ile yağı uzaklaştırdıktan sonra % 80 etanol ve ardından etil asetat ve n-bütanol ile ekstrakte edilen ceviz içlerinin DPPH radikalini % 50'sini süpüren ekstrakt konsantrasyonunu (IC50) sırası ile 0.83 ve 0.88 mg ml⁻¹ ekstrakt olarak bulmuşlardır. Aynı konsantrasyonda hazırlanan ceviz çeşitlerinin ABTS•+ radikalini süpürücü etkisi %87.38 ile en fazla Yalova-3 çeşidinde, en düşük %63.63 ile Kaman çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerin serbest radikal süpürme aktivitesi ABTS yönteminde DPPH. yöntemine göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ceviz çeşitlerinin toplam fenolik, toplam flavonoid içerikleri ile DPPH., ABTS•+ ve CUPRAC yöntemine göre radikal süpürme aktiviteleri*

Table 1. Total phenolic, total flavonoid contents and radical scavenging activities according to DPPH., ABTS • + and CUPRAC method of walnut varieties

Çeşitler	Toplam Fenolik mg GAE g ⁻¹	Toplam Flavonoid mg GAE g ⁻¹	DPPH %	ABTS ^{•+} %	CUPRAC mMolTE g ⁻¹
Yalova-3	13.95 ± 1.19a	1.11 ± 0.01a	35.67 ± 0.01c	87.38 ± 0.02a	2.94 ± 0.02a
Bilecik	7.16 ± 0.26c	0.73 ± 0.03c	37.48 ± 0.01b	76.52 ± 0.02c	2.50 ± 0.02b
Şebin	10.79±0.31b	0.78 ± 0.001c	39.44 ± 0.01a	77.12 ± 0.04b	2.54 ± 0.01b
Kaman	12.37±0.62ab	0.98 ± 0.02b	28.35 ± 0.02d	63.63 ± 0.03d	2.26 ± 0.02c

*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki önemlidir (P<0.01)

Ceviz çeşitlerinin CUPRAC yöntemine göre Cu²⁺ iyonlarını indirgeme kapasitesi 2.26-2.94 mMol TE g⁻¹ arasında değişmiş, en yüksek değer Yalova-3, en düşük değer Kaman çeşidinde elde edilmiştir. Cerit ve ark., (2017) çalışmalarında ceviz örneklerinin Cuprac metodu ile Cu²⁺ iyonlarını indirgeme kapasitesini 13.0 -28.8 mg TE g⁻¹ arasında bulmuşlardır.

3.4. Fenolik Bileşikler

Cevizlerin fenolik bileşik içeriği araştırıldığında; bitki içeriğinde ekolojik ve genetik faktörlere bağlı olarak değişen ve oksidatif strese ilgili birçok hastalığın ortaya çıkmasını ve ilerlemesini önleyen doğal fenolik bileşiklerin varlığı bildirilmiştir (Akbari ve ark., 2012). Bu çalışmada incelenen ceviz meyvelerinde HPLC ile yapılan içerik analizlerinde gallik asit, kateşin, kafeik asit, p-kumarik asit, transferulik asit ve o-kumarik asit olmak üzere 6 fenolik bileşik tespit edilmiştir. İncelenen çeşitler arasında istatistikî fark çok önemli bulunmuştur (P <0.01). Çeşitlerde gallik asit miktarı 24.20-61.80 mg 100g⁻¹ arasında, kafeik asit içeriği 16.20-55.50 mg 100g⁻¹ arasında, p-kumarik asit içeriği 2.80-41.70 mg 100g⁻¹ arasında ve trans ferulik asit içeriği 16.10-28.55 mg 100g⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Gallik asit en yüksek Şebin çeşidinde, en düşük Bilecik çeşidinde, kafeik asit en yüksek Yalova-3, en düşük Şebin çeşidinde, trans ferulik asit en yüksek Şebin an düşük Yalova-3 çeşidinde, p-kumarik asit en yüksek Kaman, en düşük Yalova-3 çeşidinde bulunmuştur. Kateşin fenolik bileşiği 181.8 mg 100g⁻¹değer ile sadece Kaman çeşidinde, o- kumarik asit bileşiği de 4.4 mg 100g⁻¹ değer ile yalnızca Yalova-3 çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Vu ve ark., (2018) 11 farklı siyah cevizin fenolik içeriğini HPLC ile araştırdıkları çalışmalarında kateşinin birçok çeşitte düşük seviyelerde bulunduğunu ya da hiç bulunmadığını bu durumun kateşinin, glikozidler ve gallik asit konjugatları formlarında daha yaygın olarak bulunmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da kateşin Kaman çeşidi hariç diğer ceviz çeşitlerinde belirlenmemiştir. Kaman çeşidinde ise baskın fenolik olarak görülmüştür. Figueroa ve ark. (2017), 10 farklı ceviz çeşidinin fenolik bileşik içeriğini HPLC ile araştırdıkları çalışmalarında 6 farklı flavan-3-ol (gallokateşin, kateşin, prosiyanidin B2, epigallokateşin gallat, epikateşin ve epikateşin gallat) 10 çeşidin tamamında tespit etmiş ve baskın flavonidin kateşin ve protosiyanidin B2

olduğunu belirlemiştir. Slatnar ve ark., (2015) Adams, Fernette, Ferner, Frenquette, Lara ceviz çeşitlerinin ceviz içinin, yağ ve küspesinin fenolik içeriğini HPLC-MS ile araştırdıkları çalışmalarında 28 çeşit fenolik bileşiğin tespit edildiğini, etken bileşiğin hidrolizlenebilir tanenler olduğunu ve ceviz içinde tüm çeşitlerin birbirine yakın değerlerde gallik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada üç fenolik asit (gallik asit, elajik asit, siringik asit) ile iki hidrokisisinnamik asit (klorogenik asit ve p- kumarik asit) tanımlanmıştır. Sonuçlar bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Ceviz çeşitlerinde bulunan fenolik bileşikler (mg/100g)*
Table 2. Phenolic compounds found in walnut varieties (mg / 100g) *

Çeşitler	Gallik Asit	Kateşin	Kafeik Asit	p-kumarik Asit	Trans ferulik Asit	o-kumarik Asit
Yalova-3	56.40 ± 0.01b	-	55.50 ± 0.01a	2.80 ± 0.02c	16.10 ± 0.01d	4.4 ± 0.02a
Şebın	61.80 ± 0.02a	-	11.40 ± 0.02d	-	28.55 ± 0.02a	-
Bilecik	24.20 ± 0.01d	-	42.33 ± 0.32b	34.00 ± 0.01b	24.70 ± 0.02c	-
Kaman	51.80 ± 0.01c	181.8 ± 0.02a	16.20 ± 0.02c	41.70 ± 0.02a	25.80 ± 0.01b	-

Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01)

4. Sonuç

Ceviz yağ asidi bileşimi, besin değeri ve güçlü antioksidan seviyesi, oksidatif stres ve serbest radikallerin dejeneratif etkilerine karşı üstlendikleri önemli rolleri sayesinde gün geçtikçe değer kazanmakta ve beslenmemizde daha fazla yer almaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlarda Şebın, Bilecik, Kaman ve Yalova-3 çeşitlerinin farklı antioksidan aktiviteleri gösterdikleri ve çeşitler arasında istatistiki farkın bütün analizlerde çok önemli olduğu görülmüştür (P <0.01). Literatürde cevizlerin antioksidan ve serbest radikal giderme aktivitelerinin araştırdığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmış, bu yönüyle çalışmadan elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak son zamanlarda sert kabuklu meyvelerin sağlık üzerine olan yararlı etkilerine ilginin de arttığı göz önünde bulundurulduğunda, mevcut çalışmada incelenen 4 ceviz çeşidinin hem antioksidan hem de serbest radikal giderme aktiviteleri sonuçlarının cevizlerin insan sağlığına olan faydaları üzerine mevcut bilgimize katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

Kaynaklar

- Akbari, V., Jamei, R., Heidari, R., Esfahlan, J., 2012. Antiradical activity of different parts of walnut (*Juglans regia* L.) fruit as a function of genotype. *Food Chemistry* 135: 2404-2410. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.030>
- Almeida, I. F., Fernandes, E., Lima, J. L. F. C., Costa, P. C., 2008. Walnut (*Juglans regia* L.) leaf extracts are strong scavengers of pro-oxidant reactive species. *Food Chemistry*, 106, 1014-1020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.017>
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., 2004. A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin c and e, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7970- 7981.
- Arcan, I., Yemenicioğlu, A., 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(3), 184-188.
- Arranz, S., Jimenez, J. P., Saura-Calixto, F., 2008. Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): Contribution of oil and defatted matter. *European Food Research and Technology*. 227, 425-431. DOI 10.1007/s00217-007-0737-2
- Bi, D., Zhao, Y., Jiang, R., Wang, Y., Tian, Y., Chen, X., She, G., 2016. Phytochemistry, bioactivity and potential impact on health of *Juglans*: the original plant of walnut. *Natural Product Communications*, 11(6), 1934578X1601100643.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C., 1995. Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science Technology-Leb*. 28, 25-30.
- Carey, A.N., Poulouse, S.M., Shukitt-Hale, B., 2012. The beneficial effects of tree nuts on the aging brain, *Nutrition and Aging*, 1(1): 55-67. DOI 10.3233/NUA-2012-0007

- Cerit, İ., Sariçam, A., Demirkol, O.İ., Ünver, H., Sakar, E., Coşansu, S., 2017. Comparative study of functional properties of eight walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Food Science and Technology*. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.2051>.
- Chatrabnous, N., Yazdani, N., Vahdati, K., 2018. Determination of nutritional value and oxidative stability of fresh walnut. *Journal of Nuts*, 9(1), 11-20. 10.22034/JON.2018.540862
- Cheniany, M., Ebrahimzadeh, H., Vahdati, K., Preece, J. E., Masoudinejad, A., Mirmasoumi, M., 2013. Content of different groups of phenolic compounds in microshoots of *Juglans regia* cultivars and studies on antioxidant activity. *Acta Physiologiae Plantarum*. 35, 443–450. DOI 10.1007/s11738-012-1087-7
- Esen, Ö.B., 2013. Health related properties of different parts of walnut. PhD thesis. Istanbul Technical University Graduate School of Science. Food Engineering .Istanbul.
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M.-I., Corella, D., Aros, F., 2013. Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet. *New England Journal of Medicine*, 368:1279–1290. DOI: 10.1056/NEJMoa1200303
- Fernández-Agulló, A., Pereira, E. Freire, M. S., Valentao, P., Andrade, P. B., González-Álvarez, J., Pereira, J., 2013. Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husks extracts. *Industrial Crops and Products* 42, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.016>
- Figueroa, F., Marhuenda, J., Zafriilla, P., Villaño, D., Martínez-Cachá, A., Tejada, L., Cerdá, B., Mulero, J., 2017. High-performance liquid chromatography-diode array detector determination and availability of phenolic compounds in 10 genotypes of walnuts. *International Journal of Food Properties* 20:5 (1074-1084). <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1199036>
- Frankel, E. N., Meyer, A. S., 2000. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1925–1941.
- Gülçin, İ., 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology* , 86(3), 345-391. DOI 10.1007/s00204-011-0774-2
- Haddad, E. H., Gaban-Chong, N., Oda, K., Sabaté, J. 2014. Effect of a walnut meal on post prandial oxidative stress and antioxidants in healthy individuals. *Nutrition Journal*, 13(1), 4. doi:10.1186/1475-2891-13-4
- Halliwell, B., 1994. Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition Reviews*, 52, 253-265.
- Konstantinidou, V., Covas, M.-I., Muñoz-Aguayo, D., Khymenets, O., de la Torre, R., Saez, G., 2010. In vivo nutrigenomic effects of virgin olive oil polyphenols within the frame of the Mediterranean diet: A randomized controlled trial. *FASEB J*. 24:2546–2557. doi: 10.1096/fj.09-148452
- Labuckas, D. O., Maestri, D. M., Perelló, M., Martínez, M. L., Lamarque, A. L., 2008. Phenolics from walnut (*Juglans regia* L.) kernels: antioxidant activity and interactions with proteins. *Food Chemistry*, 107, 607–612. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.051>
- Lee, J., Koo, N., Min, D. B., 2004. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *comprehensive reviews in food. Science and Food Safety*; 3: 21- 33
- Li, S.-C., Liu, Y.-H., Liu, J.-F., Chang, W.-H., Chen, C.-M. and Chen, C.-Y. O. 2011. Almond consumption improved glycemic control and lipid profiles in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 60:474– 479. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2010.04.009>
- Murase, T., Misawa, K., Minegishi, Y., Aoki, M., Ominami, H., Suzuki, Y., 2011. Coffee polyphenols suppress diet-induced body fat accumulation by down-regulating SREBP-1c and related molecules in C57BL/6J mice. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 300: E122–E133. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00441.2010>
- Özgen, M., Reese, R., 2006. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-sulfonic acid (abts) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric. *Journal of Agricultural Food Science and Technology*, 1151-1157. 10.1021/jf051960d
- Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C., Bento, A., Estevinho, L., 2008. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2103-2111. PMID:18334279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2008.02.002>.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., And Gordon, M., 2001. Antioxidants In Food, CRC Press, ISBN: 9781855736160, USA.
- Samaranayaka, A. G. P., John, J. A., Shahidi, F., 2008. Antioxidant activity of english walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Food Lipids* 15 : 384–397.
- González, C., Ciudad, C. J., Noe, V., Izquierdo-Pulido, M., 2017. Health benefits of walnut polyphenols: An exploration beyond their lipid profile. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(16), <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1126218> 3373-3383.
- Sen S. M., 2011. Walnut, cultivation, nutritional value, folklore (4th Ed.) (in Turkish). ICC Publication, Ankara, Turkey, pp. 220.

- Shi, B., Zhang, W., Li, X., Pan, X., 2017. Seasonal variations of phenolic profiles and antioxidant activity of walnut (*Juglans sigillata* Dode) green husks. *International Journal of Food Properties*, 20(sup3), <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1381706> S2635-S2646.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdenic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158
- Slatnar, A., Mikulic-Petkovsek, A., Stampar, F., Veberic, R., Anita Solar, A., 2015. Identification and quantification of phenolic compounds in kernels, oil and bagasse pellets of common walnut (*Juglans regia* L.) *Food Research International* 67:255-263. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.016>
- Şahin G., 2005. Sağlıklı Beslenmede Ceviz. *Bahçe Dergisi*, 34(1): 157-162.
- Şen, S.M., Karadeniz, T., 2015. The nutritional value of walnut, *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 11: 68-71.
- Şen, S. M., 2011. Ceviz Yetiştiriciliği-Besin Değeri-Folklorü. ÜÇM yayıncılık. Ankara. 169-170 s.
- Şen, S., 2015. Ceviz ye sağlıklı yaşa. ÜÇM Yayıncılık. Ankara
- Vital, A. C. P., Croge, C., Gomes-da-Costa, S. M., Matumoto-Pintro, P. T., 2017. Effect of addition of agaricus blazei mushroom residue to milk enriched with omega-3 on the prevention of lipid oxidation and bioavailability of bioactive compounds after in vitro gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 1483–1490. doi:10.1111/ijfs.13413
- Vu, D.C., Vo, P.C., Coggeshall, M.V., Lin, C.H., 2018. Identification and characterization of phenolic compounds in black walnut kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66 (17): 4503-4511. doi: 10.1021 / acs.jafc.8b01181.
- Vinson J.A., Cai Y., 2011. Nuts, especially walnuts, have both antioxidant quantity and efficacy and exhibit significant potential health benefits. *Food & Function*, 3(2): 134-40. DOI: 10.1039/C2FO10152A
- Wang, C. L., Zhang, W. E., Pan, X. J., 2014. Nutritional quality of the walnut male inflorescences at four flowering stages. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2014, 2, 457–464. DOI:10.12691/jfnr-2-8-5
- Yin, T. P., Cai, L., Chen, Y., Li, Y., Wang, Y. R., Liu, C. S., Ding, Z. T., 2015. Tannins and antioxidant activities of the walnut (*Juglans regia* L.) pellicle. *Natural Product Communications*, 10(12), 1934578X1501001232.
- Mokrani, A., Madani, K., 2016. Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *Separation and Purification Technology*. 162, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.01.043>
- Zhang, Z., Liao, L., Moore, J., Wua, T., Wang, Z., 2009. Antioxidant phenolic compounds from walnut kernels (*Juglans regia* L.) *Food Chemistry* 113: 160–165. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.061>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.773460

TR71 Bölgesinde İşletmelerin Koyun Yetiştiriciliği Faaliyetine Devam Etme Olasılığını Etkileyen Faktörlerin Analizi

Betül Gürer^{a*}, Zafer Ulutaş^a

^aNiğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: bgurer@ohu.edu.tr

Geliş/Received 27/07/2020

Kabul/Accepted 16/12/2020

ÖZET

Türkiye’de son yıllarda hayvancılığa yönelik sağlanan desteklemelerle koyun varlığındaki azalma durdurulmasına rağmen, koyunculuk faaliyeti geleneksel yapısı içerisinde kayda değer bir gelişme gösteremeden sürdürülmeye çalışılmaktadır. Bu durum ise sektörün ekonomik faktörler dışında sürdürülebilirliğini sağlamada etkili olan diğer faktörlerin de araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacı, TR71 bölgesinde Niğde ve Aksaray illerindeki yetiştiricilerin koyunculuk faaliyetine devam etme istekliliklerine etkili olan ekonomik, çevresel ve demografik faktörlerin belirlenmesi ve sektörün gelişimine yönelik alınacak politika önlemlerinin ortaya konulmasıdır. Çalışma kapsamında bölgede hayvan varlığının üçte ikisinden fazlasını oluşturan Niğde ve Aksaray illerinden 114 işletmeden yüz yüze anket yoluyla toplanan veriler kullanılmıştır. Yetiştiricilerin koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılıklarına etkili olan faktörleri ise lojistik regresyon yöntemiyle belirlenmiştir. Model sonuçları, işletmecilerin koyun yetiştiriciliğini devam ettirme olasılıklarına etkili faktörler; barınak koşullarının iyileştirilmesi, faaliyetin karlılığı, işletmecinin medeni durumu, yem bitkisi yetiştirme durumu ve çoban bulma sorunu olarak bulunmuştur. İşletmelerinde hayvan barınak ve/veya çalışanların konaklama yerlerini iyileştirenlerin koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığı diğerlerine göre 14.01 kat daha fazladır. Diğer yandan nispi karlılığın bir birim artması işletmecilerin bu faaliyeti devam etme olasılığını 9.53 kat, evlilerin bekarlara göre koyun yetiştiriciliğini devam ettirme olasılığı 5.03 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Yem bitkisi yetiştiren işletmelerin yetiştirmeyenlere göre bu faaliyeti devam ettirme olasılığı 4.14 kat daha fazladır. Buna karşın, çoban bulmada sorun yaşayanların yaşamayanlara göre koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığı %81.1 daha düşüktür. İşletmelerin koyunculuk sektörüne devam etmeleri, sektöre yönelik sosyal ve çevresel koşulların iyileştirilmesiyle birlikte işletmelerin yapısal koşullarını iyileştirecek destekleme önlemlerinin uygulanmasını gerektirmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Koyun yetiştiriciliği
Tarımda kalma ve
çıkma eğilimi
TR71 bölgesi

Analysis of the factors affecting the farms’ probability continuing sheep farming in the TR71 Region

ABSTRACT

Despite of preventing in the reduction of sheep numbers in Turkey during the recent years by means of the livestock supports, the sheep breeding activity has been tried to sustain within its traditional structure without performing a notable development. This situation reveals the necessity to investigate effective factors in ensuring the sustainability of the sector besides economic factors. This study aims to determine influencing economic, environmental and social factors on the producers' willingness to continue their sheep-breeding activities in the TR71 region and to provide a guide for policy decision makers for the development of the sector. The primary data of this study was collected from 114 sheep farms by conducting face to face interviews in Niğde and Aksaray provinces, which constitute more than two thirds of the animal numbers in the region Logistic regression method was used to estimate the likelihood of farmers' willingness to continue sheep farming. According to the study results, the improvement of

Keywords:
Sheep farming
Tendency of stay or
exit in agriculture
TR71 Region

conditions in sheep barn and/or accommodation for shepherd, profitability of the activity, marital status of the farmer, forage production and the lack of shepherd were found as the effective factors on the likelihood of the farmers' willingness to continue their sheep breeding activities. The farmers who improved sheep barn and/or accommodation for shepherd were 14.01 times more likely to continue the sheep farming. Accordingly, one unit increase in the relative profitability increased the likelihood of farmers' willingness to continue sheep farming by 9.53 times. Similarly, married farmers were 5.03 times more likely to continue sheep farming than single farmers. Farmers who produced forage crops were 4.14 times more likely to continue sheep farming. On the other hand, farmers who had the problem of finding shepherds were 81.1% less likely to continue sheep farming. Continuation of the sheep farming sector requires the implementation of support measures that will improve the structural conditions of the enterprises, together with the improvement of the social and environmental conditions for the sector. © OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Hayvansal üretim, Türkiye'nin tarım sektöründe aile iş gücünü en fazla değerlendirebilen, katma değeri yüksek, nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesine önemli katkılar sağlayan bir alt sektördür. Hayvancılık içerisinde yer alan küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, önemli bir ekonomik değer yaratmasının yanı sıra uzun yıllarca yürütüldüğü coğrafyada önemli bir sosyal ve kültürel birikime de sahiptir. Türkiye'deki mera alanlarının varlığı, kırsal kesimdeki ailelerin tüketim alışkanlıkları gibi etmenler, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için uygun bir ortam oluştururken, özellikle küçük aile işletmelerinin gelir kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve bitkisel üretim alanlarının daha rantabl olarak değerlendirilmesi açısından önemli bir üretim alanıdır.

TÜİK'in 2019 yılı verilerine göre Türkiye'deki 48.5 milyon baş küçükbaş hayvan varlığının %76.9'unu koyun varlığı oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Türkiye, koyun varlığı bakımından dünyada sekizinci sırada, AB'nde ise İngiltere'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Türkiye koyun yetiştiriciliği bakımından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, bir asra yakın süredir sektörde kayda değer bir gelişme sağlanamamış, hatta son 30 yıldaki koyun varlığı %7.8, kesilen hayvan sayısı ise %36.2 azalmıştır (TÜİK, 2020). Benzer durum, Türkiye'nin koyun varlığının %4.63'üne sahip TR71 bölgesinde de geçerli olmuştur. TR71 Bölgesi sahip olduğu dağlar, ovalar, çayır, mera ve otlaklar bakımından hayvancılık açısından uygun bir bölgedir. Bölgenin özellikle Niğde ve Aksaray illerinde, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği konusunda yaygın bir kültür bulunmaktadır.

Türkiye'de özellikle 2000 yılında uygulamaya konulan "Hayvancılığın Desteklenmesi Hakkında Bakanlar Kurulu Kararı" sonrasında hayvan sayısında yaşanan azalma eğilimi tersine çevrilebilmiştir. Bu dönemde Türkiye'de koyun varlığı 28.5 milyon baştan 1.47 kat artarak 37.3 milyon başa yükselmiştir. Benzer şekilde TR71 Bölgesindeki koyun varlığı da, 1.11 milyon baştan 1.72 kat artarak 1.73 milyon başa ulaşmıştır. 2000-2019 yılları arası dönemde Aksaray ilinin bölgenin koyun varlığındaki payı %32.11'den (358 bin baş) %38.92'ye (672 bin başa) yükseltmiştir. Buna karşın, Niğde ilinin koyun varlığındaki payı %39.16'dan %29.96'a düşmüştür (TÜİK, 2020).

Türkiye'de küçükbaş hayvancılık sektörüne sağlanan desteklerle sektörün karlılığı korunmaya çalışılsa da arzu edilen hedeflere yeterince ulaşamamıştır. Dünya ve Türkiye'de tarımın diğer alanlarında yaşanan teknolojik gelişmeler koyunculuk sektörüne yeterince yansıtılmamış ve halen geleneksel yetiştiricilik yapısı devam ettirilmiştir. Koyunculuk sektörü, karşı karşıya olduğu başta ekonomik problemler olmak üzere sosyal ve çevresel etkenlerden dolayı üreticiler için cazibesini yitirmektedir. Bu durum, desteklere bağlı halde ayakta tutulmaya çalışılan bu sektörün ekonomik faktörler dışında sürdürülebilirliğini sağlamada etkili olan diğer faktörlerin de araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çiftçi davranışları, ekonomik, sosyal, kültürel, politik ve coğrafi olmak üzere oldukça fazla faktörden etkilenmektedir (Uysal, 2015). Kırsal kesimde başlıca ekonomik aktör durumundaki çiftçinin ekonomik kararlar alırken rasyonelliğin ötesinde davranışsal öğelerin daha çok etkisi bulunmaktadır. Bu durumun nedenleri arasında ataerkil aile biçiminin kırsalda varlığını hala önemli ölçüde sürdürmesi, üretim sisteminin doğaya bağlılığı, insanlar arası ilişki ve etkileşim sistemlerinin özgünlüğü gibi faktörler yer almaktadır. Tüm bunlar, ilgili etkin işletmecilik ve politika önerileri geliştirilebilmesi için kırsaldaki tutum ve davranışların dikkatle incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Literatürde hem gelişmiş hem de az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler için üreticilerin tarımsal faaliyetlerini sürdürmede etkili faktörleri ele alan çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında Kimhi ve Bollman (1999) Kanada ve İsrail'de, Pietola ve ark. (2003) Finlandiya'da, Breustedt ve Glauben (2007) Batı Avrupa'da, Mishra ve ark. (2014) ABD'de, Agrawal ve Agrawal (2017) Hindistan'da, Ahmad ve ark. (2020) Pakistan'da, Pokhrel ve ark. (2020) Nepal'de çiftçilerin tarımsal faaliyeti sürdürme veya bırakmada etkili çeşitli faktörleri ele almışlardır. Türkiye'de ise konuyla ilgili Sav ve Sayın (2018) çalışmalarında tarımın çok boyutluluğunu dikkate alarak çiftçilerin tarımsal faaliyetlerini sürdürmede etkili faktörleri ikincil verilerle incelemişlerdir. Başer ve ark. (2017) ise çalışmalarında işletme düzeyinde tarımın sürdürülebilirliğinin ölçülmesinde kullanılabilecek ekonomik, sosyal ve

çevresel göstergeleri incelemişlerdir. Bölgesel düzeyde yapılan çalışmalarda Çukur (2016) tarafından Milas ilçesinde ve Koç ve Uzmay (2019) tarafından Trakya bölgesinde üreticilerin süt sığırcılığı faaliyetinden vazgeçme olasılığını etkileyen faktörler, Aksoy ve Yavuz (2012) Doğu Anadolu Bölgesi'nde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakma nedenlerini, Bozoğlu vd. (2017) Samsun İli Bafra İlçesindeki aile süt sığırcılığı işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğini, Keskinçık (2019) İzmir ilinde koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliğini, Kan ve ark. (2018) ise TR71 bölgesinde genç çiftçi desteklemeleri kapsamında gençlerin tarımda kalma eğilimlerini incelemişlerdir. Bununla birlikte Türkiye ve TR71 bölgesinde koyunculuk faaliyetinin sosyo-ekonomik ve yapısal özelliklerine yönelik çalışmalar (Dağıstan, 2002; Şahinli, 2011; Koca, 2014; Ceyhan ve ark., 2015; Özsayın ve Everest, 2019) bulunmaktadır. Ancak koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik sektörün tüm boyutlarını dikkate alarak etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma, literatürdeki var olan boşluğun doldurulmasına katkı sağlayabilecektir. Bu çalışmanın amacı, TR71 bölgesindeki koyunculuk işletmelerinin koyun üretim faaliyetini gelecekte devam ettirmelerine etkisi bulunan faktörlerin olasılıkları ve bu konuda alınması gereken önlemlerin ortaya konulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Düzye 2 İstatistiki Bölge Birimi Sınıflaması (İBBS)'na göre TR71 Bölgesi; Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kırşehir illerinden oluşmaktadır. Çalışmanın ana materyalini, TR71 bölgesindeki koyun varlığının %68.9'unun bulunduğu Niğde ve Aksaray illerindeki koyunculuk yapan işletmeler arasından örneğe seçilen 114 işletmeden yüz yüze yapılan anket görüşmelerinden elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Araştırma alanının belirlenmesi ve örnekleme çalışmasının yapılabilmesi için Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği kayıtlarından, araştırma alanına dahil olan illerde koyun yetiştiriciliği yapan tarım işletmelerinin sahip oldukları koyun sayıları listesi çıkartılmıştır. İşletmelerin sahip olduğu koyun sayısı örnekleme kriteri olarak kullanılmıştır. İşletmelerin sahip oldukları hayvan sayılarına ait varyasyonun yüksek olması nedeniyle, her bir tabakadan örneğe girecek işletme sayısının belirlenmesinde tabakalı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Tabakalandırma işleminden sonra her tabakadan örneğe çıkacak işletme sayısının ya da örnek hacminin belirlenmesinde "Neyman" yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{\sum(NhSh)^2}{N^2D^2 + NhSh^2} \quad (1)$$

Eşitlik 1'deki n örnek hacmini, Nh; h'ıncı tabakadaki toplam işletme sayısını (frekans), Sh; h'ıncı tabakanın standart sapmasını, N toplam işletme sayısı, D ortalamadan sapmanın (d) t dağılım çizelgesindeki t değerine (Z) oranını ifade etmektedir. Araştırmadaki örnek hacminin belirlenmesinde %10 hata ve %99 güvenilirlik sınırları içerisinde çalışılmıştır. Populasyonu temsil edecek örnek işletme sayısı, Niğde ilinden 57 ve Aksaray ilinden 52 olmak üzere toplam 109 olarak bulunmuştur. Elde edilen örnek hacmi, tabakalara oransal olarak dağıtılmıştır. Anket çalışması, Aralık 2018- Ocak 2019 döneminde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada üreticilerin koyun yetiştiriciliği faaliyetine devam etme olasılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde lojistik regresyon yönteminden yararlanılmıştır. Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin kategorik olduğu ve kesikli değerler aldığı durumlarda bağımlı ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde tercih edilmektedir. Lojistik regresyon analizinde bağımsız (açıklayıcı) değişkenlerin tamamı ya da bir kısmının sürekli ya da kategorik olması ile ilgili bir zorunluluk bulunmamaktadır (Işığıkçok, 2003). Analizde, normal dağılım varsayımı, süreklilik varsayımı önkoşulu bulunmamakta olup, bağımlı değişken üzerinde açıklayıcı değişkenin etkileri olasılık olarak elde edilmektedir (Lemeshow ve Hosmer, 2000; Özdamar, 2002). En çok olabilirlik ise model tahmininde en çok kullanılan yöntemdir (Çokluk, 2010). Lojistik regresyon modeli, Eşitlik 2'de sunulmuştur (Özdamar, 2002).

$$P = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} \quad (2)$$

Eşitlik 2'de P incelenen olayın gözlenme olasılığını, β_0 sabit katsayıyı, β_i her bir bağımsız (açıklayıcı) değişken için tahmin edilecek parametre katsayısını, X_i i'nci bağımsız değişkeni, e ise 2.71 sayısını ifade etmektedir.

Lojistik regresyon modelinde kesikli bağımlı değişkenin tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Model, sonucu 0 ile 1 arasında herhangi bir değer olarak tahmin eder ve bağımlı değişkenin 1 olma olasılığını belirlemeye çalışır. Çalışmada bağımlı değişken gelecekte koyunculuk faaliyetine devam etmeyi düşünenler bir (1) ve devam etmeyi düşmeyenler ise sıfır (0) olarak alınmıştır.

İncelenen bir olayın olasılığının kendi dışında kalan diğer olayların olasılığına oranına ODDS Değeri denir (Çolak, 2002). İncelenen iki farklı olayın ODDS değerlerinin birbirine oranına ise ODDS Oranı denir. Lojistik regresyon denkleminde ODDS Oranı, Exp (β) olarak ifade edilir. Olasılık oranı (Odds), bir olayın meydana gelme olasılığının

meydana gelmeme olasılığına oranı (Gujarati, 1999) olduğuna göre; $\exp(\beta_p)$ Y değişkeninin Xp değişkeninin etkisi ile kaç kat daha fazla ya da % kaç oranında fazla gözlenme olasılığına sahip olduğunu belirtir (Girginer ve Cankuş, 2008).

Modelde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin belirlenmesinde, literatür taramasıyla birlikte koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında etkili olduğu düşünülen demografik, ekonomik ve çevresel faktörler olarak dikkate alınmıştır. Bu aşamada modele eklenecek değişkenlerin seçiminde en iyi uyum iyiliğini veren modele göre karar verilmiştir. Modelin açık fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$KDEO = \beta_0 + \beta_1 Yaş + \beta_2 MD + \beta_3 Egıt + \beta_4 Den + \beta_5 \text{ÇS} + \beta_6 MS + \beta_7 YBY + \beta_8 TDG + \beta_9 KBHBorç + \beta_{10} PS + \beta_{11} NK + \beta_{12} KDO + \beta_{13} AİK + \beta_{14} İB + \beta_{15} KP + \beta_{16} BKİ$$

Modelin bağımlı değişkenini, işletmelerin koyunculuk faaliyetine devam etme olasılığı (KDEO) ile ifade edilmektedir. Modele açıklayıcı değişken olarak dahil edilen demografik faktörler; işletmecinin yaşı (Yas), medeni durumu (MD), eğitim seviyesi (Egıt), deneyimi (Den) ve koyun yetiştiriciliğinde aile işgücünün kullanım oranı (AİK) şeklindedir. Modele açıklayıcı değişken olarak dahil edilen çevresel faktörler; çoban bulmada sorun yaşanması (ÇS), merada otlatma süresi (MS), işletmenin yem bitkisi yetiştirme durumu (YBY), işletmesinde barınak ve/veya çalışanlar için konaklama koşullarında iyileştirme yapma durumu (BKİ) şeklindedir. Modele açıklayıcı değişken olarak dahil edilen ekonomik faktör ise; tarım dışı gelir durumu (TDG), koyun yetiştiriciliği için borçlanma durumu (KYBorc), pazarlama sorunu (PS), koyun yetiştiriciliğinin nispi karlılığı (NK), koyun yetiştiriciliği toplam üretim değeri içerisinde küçükbaş hayvancılık için alınan desteklerin oranı (KDO), toplam tarımsal gelir içerisinde koyunculuk faaliyetinin payı (KP), işletme büyüklük grupları (küçük, orta, büyük) şeklindedir (Çizelge 1). Nispi karlılık koyunculuk toplam üretim değerinin toplam üretim masraflarına oranlanması ile elde edilmiştir.

Çizelge 1. Değişken Tanımları

Table 1. Variable Definitions

Kod	Bağımsız Değişkenler ve açıklamaları
Yas	İşletme sahibinin yaşı (yıl)
MD	İşletme sahibinin medeni durumu (Evli: 1; Bekâr:0)
Egıt	İşletme sahibinin eğitimi (yıl)
Den	İşletme sahibinin deneyimi (yıl)
ÇS	Çoban bulmada zorluk yaşama (Evet:1; Hayır:0)
MS	Bir yılda merada geçirilen süre (gün)
YBY (ref:Evlet)	Yem bitkisi yetiştirme durumu (Evet:1; Hayır:0)
TDG (ref:Var)	Tarım dışı gelir durumu (Var:1; Yok:0)
KBHBorç(ref: Var)	Koyun yetiştiriciliği için borçlanma (Var:1; Yok:0)
PS (ref:Evlet)	Koyun yetiştiriciliğinde pazarlama sorunu (Evet:1; Hayır:0)
NK	Koyun yetiştiriciliği faaliyetinin nispi karı
KDO	Küçükbaş hayvancılık desteklerinin toplam koyun yetiştiriciliği üretim değeri içerisindeki oranı (%)
AİK	Toplam işgücü kullanımı içerisinde aile işgücünün oranı (%)
İB	İB_Küçük İşletmedeki hayvan sayısı 150 baştan küçük ise "1"; değilse "0"
	İB_Orta İşletmedeki hayvan sayısı 150 baş ≤ hayvan sayısı <300 baş ise "1"; değilse "0"
	İB_Büyük İşletmedeki hayvan sayısı 300 başa eşit ve büyük ise "1"; değilse "0"
KP	Toplam tarımsal gelir içerisinde koyunculuk faaliyetinin payı (%)
BKİ (ref: var)	Barınak iyileştirme faaliyeti (Var:1; Yok:0)

Araştırmada, iller arasında incelenen değişkenlerin ortalamaları bakımından farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Değişkenlerin normal dağılışı uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir. Değişkenlerin normal dağılış göstermediği saptanmıştır. Buna göre incelenen her iki ildeki yetiştiriciler arasında çalışma kapsamında incelenen değişkenler bakımından fark olup olmadığının belirlenmesi için sürekli ve normal dağılım göstermeyen veriler (yaş, eğitim, deneyim, vb) için MannWhitney U testine tabi tutulurken, kategorik nitelikteki veriler (medeni durum, tarım dışı gelir bulunup bulunmama, vb) için ise Pearson Ki-Kare testi uygulanmıştır (Mann and Whitney, 1947; Pearson, 1900).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 TR71 Bölgesinde koyunculuk işletmelerinin yapısı

Araştırmada kapsamında görüşülen işletmelerin genel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, Çizelge 2’de verilmektedir. Araştırma kapsamında görüşülen işletmelerden koyunculuk faaliyetine devam etmeyi düşünenlerin oranı %53.5’dir. Modele dahil edilen değişkenlerin iller arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla bağımsız gruplar arası hipotez testleri yapılmıştır. Buna göre işletmecilerin medeni durumu ($p<0.05$), koyunculuk faaliyetinde aile işgücü kullanım oranı ($p<0.05$), merada otlatma süresi ($p<0.05$), tarım dışı gelir ($p<0.05$), tarımsal gelirden koyuncululuğun payı ($p<0.05$) ve koyuncululuğa yönelik desteklerin koyunculuk üretim değeri içerisinde payı ($p<0.05$) bakımından iller arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 2. Değişkenler için tanımlayıcı istatistikler

Table 2. Descriptives statistics for variables

Veriler	Bölge	Ort. \pm Std.Sp.	Min.	Mak.
Koyunculuk Faaliyetine Devam Etmek İsteyenler	Niğde	0.52 \pm 0.50	0	1
	Aksaray	0.56 \pm 0.50	0	1
	Bölge ortalaması	0.54 \pm 0.50	0	1
Yaş	Niğde	44.28 \pm 13.01	20	67
	Aksaray	46.26 \pm 10.99	27	66
	Bölge ortalaması	45.15 \pm 12.15	25	67
Medeni durum (Evlü)**	Niğde	0.80 \pm 0.41	0	1
	Aksaray	0.94 \pm 0.24	0	1
	Bölge ortalaması	0.86 \pm 0.35	0	1
Eğitim (yıl)	Niğde	6.05 \pm 2.01	5	15
	Aksaray	6.48 \pm 2.69	2	15
	Bölge ortalaması	6.24 \pm 2.33	2	15
Deneyim	Niğde	24.61 \pm 12.74	1	50
	Aksaray	22.42 \pm 12.73	2	55
	Bölge ortalaması	23.65 \pm 12.73	1	55
Koyunculuk faaliyetinde aile işgücü kullanım oranı (%)*	Niğde	84.09 \pm 23.21	37.0	100.0
	Aksaray	73.60 \pm 27.68	22.0	100.0
	Bölge ortalaması	79.49 \pm 25.68	22.0	100.0
Çoban bulma sorunu yaşayanlar	Niğde	0.56 \pm 0.50	0	1
	Aksaray	0.50 \pm 0.51	0	1
	Bölge ortalaması	0.54 \pm 0.50	0	1
Hayvan sayısı	Niğde	231.31 \pm 187.32	26	827
	Aksaray	270.40 \pm 218.65	12	1075
	Bölge ortalaması	248.46 \pm 201.68	12	1075
Merada otlatma süresi (gün)*	Niğde	196.88 \pm 61.38	60	300
	Aksaray	228.60 \pm 57.46	0	330
	Bölge ortalaması	210.79 \pm 61.50	0	330
Barınak veya konaklama koşullarının iyileştirmesi	Niğde	0.44 \pm 0.50	0	1
	Aksaray	0.42 \pm 0.50	0	1
	Bölge ortalaması	0.43 \pm 0.50	0	1
Tarım dışı gelir**	Niğde	0.03 \pm 0.18	0	1
	Aksaray	0.26 \pm 0.44	0	1
	Bölge ortalaması	0.13 \pm 0.34	0	1
Koyunculuk faaliyeti için borçlanma	Niğde	0.56 \pm 0.50	0	1
	Aksaray	0.44 \pm 0.50	0	1
	Bölge ortalaması	0.51 \pm 0.50	0	1
Tarımsal Gelirden Koyuncululuğun payı*	Niğde	55.97 \pm 31.31	10.0	100.0
	Aksaray	83.38 \pm 22.47	20.0	100.0
	Bölge ortalaması	67.99 \pm 30.86	10.0	100.0
Pazarlama sorunu	Niğde	0.19 \pm 0.39	0	1
	Aksaray	0.14 \pm 0.35	0	1
	Bölge ortalaması	0.17 \pm 0.37	0	1
Nispi Kar	Niğde	1.19 \pm 0.24	0.75	1.75
	Aksaray	1.14 \pm 0.26	0.48	2.11
	Bölge ortalaması	1.17 \pm 0.25	0.48	2.11

Yem bitkisi yetiştirme	Niğde	0.55±0.50	0	1
	Aksaray	0.54±0.50	0	1
	Bölge ortalaması	0.54±0.50	0	1
GSÜD içerisinde koyunculuk desteklerinin oranı (%)*	Niğde	5.06±2.20	2.02	11.23
	Aksaray	4.60±1.57	1.45	8.11
	Bölge ortalaması	4.86±1.95	1.45	11.23

* Mann – Whitney U testine göre ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

**Ki-kare testine göre ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Araştırma kapsamında görüşülen işletmecilerin yaşı 20 ile 67 yaş aralığında değişmekte ve ortalaması 45.15'dir. Araştırma bölgesindeki işletme sahipleri arasında evli olanların oranı %86 iken, Niğde ilinde %80, Aksaray ilinde ise %94'dür. Koyunculuk yapan işletme sahiplerinin ortalama eğitim süresi 6.24 yıl, ortalama koyunculuk deneyimleri 23.65 yıldır. İşletmelerin ortalama koyun varlığı araştırma bölgesinde 248.46 baş, Niğde ilinde 231.31 baş ve Aksaray ilinde 270.40 baştır. Koyunculuk faaliyetinde aile işgücü kullanım oranı bölgede %79.49, Niğde ilinde %84.09, Aksaray ilinde ise %73.60'dir. Araştırma bölgesindeki işletmelerin %54'ünün en önemli sorunu çoban bulmada sıkıntı yaşamalarıdır. Merada yılda koyunların otlatıldığı ortalama süre Aksaray ilinde 228.6 gün, Niğde ilinde ise 196.9 gündür. İşletmeler arasında hayvan barınağı ve/veya sürü yöneticisi ve diğer çalışanların konaklama koşullarını iyileştirenlerin oranı %43'dür. Diğer yandan işletmelerin tarım dışı gelir durumları bakımından farklılıklar dikkat çekicidir. Tarım dışı geliri olanların oranı Niğde ilinde %3 iken, Aksaray ilinde %26'dır. Koyun yetiştiriciliği için borç alanların oranı, işletmeler genelinde %51, Niğde ilinde %56 ve Aksaray ilinde %44'dür. Bununla birlikte, koyunculuk faaliyetinde uzmanlaşma Aksaray ilindeki işletmelerde (%83.38) Niğde iline (%55.97)'ne göre daha yüksektir. Bununla birlikte, araştırma bölgesi ve her iki ildeki koyunculuk faaliyeti nispi olarak karlı bulunmuştur. Araştırma bölgesinde işletmelerin nispi kar oranları 0.48 ile 2.11 arasında değişmekte olup, ortalaması 1.17'dir. Bütün işletmeler koyunculuğa yönelik verilen desteklemelerden faydalanmakla birlikte, koyunculuk desteklerinin üretim değeri içerisindeki payı %1.45 ile %11.23 arasında değişmekte olup, ortalama %4.86'dır. Koyunculuk işletmelerinin büyük bir çoğunluğu (%83'ü), pazar sorunu yaşamadığını belirtmiştir. Bölgede işletmelerin yarıdan fazlası (%54.39'u) ise, yem bitkisi olarak buğday, arpa, çavdar, yonca ve silajlık mısır üretimine yer vermektedir.

3.2. Lojistik regresyon analizi model sonuçları

Lojistik modeline dahil edilen değişkenlere ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Lojistik regresyon analizi model sonuçlarına göre, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yüzdesini gösteren Cox ve Snell R2 ve Nagelkerke R2 istatistikleri sırasıyla %43.6 ve %58.2 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, çoklu regresyonda R2'ye karşılık gelen Loglikelihood (-2LL) değeri ise 92.184 olarak bulunmuştur. Modelin uyumunu değerlendiren Hosmer ve Lemeshow testinin anlamlılık değeri 0.590 bulunmuş olup, bu değer 0.05'ten büyük olması tahmin edilen model ile veri uyumunun iyi olduğunu ve modelin tahmin gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Modelin doğru sınıflandırma yüzdesi ise %79.8 olarak bulunmuş olup, modelin sınıflandırma gücünün iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Lojistik regresyon model sonuçları
Table 3. Logistic regression model results

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Wald	P	Odds Oranı (Exp(B))	%95 Güven Sınırları	
						Alt	Üst
Sabit	-15.563	4.112	14.323	0.000***	0.000		
Yaş	0.039	0.046	0.734	0.392	1.040	0.951	1.137
MD (ref:Evli)	1.616	0.959	2.844	0.092*	5.035	0.769	32.954
Eğitim	0.414	0.182	5.152	0.023**	1.513	1.058	2.163
Deneyim	0.006	0.040	0.024	0.877	1.006	0.931	1.087
ÇS (ref: Evet)	-1.668	0.726	5.281	0.022**	0.189	0.045	0.782
MS	0.011	0.006	3.413	0.065*	1.011	0.999	1.022
YBY (ref:Evet)	1.420	0.649	4.794	0.029**	4.137	1.161	14.748
TDG (ref:Var)	0.425	0.931	0.209	0.648	1.530	0.247	9.489
KBHBorç(ref: var)	-1.373	0.658	4.356	0.037**	0.253	0.070	0.920
PS (ref:Evet)	-0.204	0.803	0.064	0.800	0.816	0.169	3.935
NK	2.254	1.383	2.657	0.093*	9.529	0.634	143.303
KDO	0.392	0.168	5.440	0.020**	1.481	1.065	2.059
AİK	0.027	0.012	4.860	0.027**	1.028	1.003	1.053

İB_Küçük			1.505	0.471			
İB_Orta	0.310	0.754	0.169	0.681	1.364	0.311	5.984
İB_Büyük	-0.637	0.746	0.730	0.393	0.529	0.123	2.281
KP	0.016	0.011	2.227	0.136	1.016	0.995	1.038
BKİ (ref: var)	2.640	0.708	13.923	0.000***	14.015	3.502	56.090

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Model analiz sonuçlarına göre işletmelerin koyun yetiştiriciliği faaliyetine devam etme olasılığına; işletmecinin medeni durumu, merada otlama süresi ve faaliyetin nispi karlılığı değişkeni %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahipken, işletmecinin eğitimi, çoban bulma sorunu yaşaması, yem bitkisi yetiştirme durumu, küçükbaş hayvancılık için borçlanma durumu, küçükbaş hayvancılık desteklerinin üretim değeri içerisindeki payı ve aile işgücü kullanım oranı değişkenleri %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir. İşletmelerin barınak veya konaklama yerlerinde iyileştirme yapma durumu değişkeni ise %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Medeni durumu evli olanların bekâr olanlara göre koyun yetiştiriciliğine devam etme olasılığı 5.03 kat daha fazladır. Araştırmanın saha çalışması sırasında yapılan gözlemlerde, araştırmaya dahil olan işletmelerde medeni durumu bekar olan yetiştiricilerin %68.8'i koyunculuk ve çobanlık mesleğinin evlenme çağındaki kadınlar tarafından kabul görmemesi endişesi yüzünden gelecekte bu faaliyeti yapmak istemediklerini belirtmişlerdir.

Eğitim seviyesi arttıkça yetiştiricilerin koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığının 1.51 kat arttığı belirlenmiştir. Çiftçinin eğitim seviyesinin artışı tarımda kalma eğilimini pozitif ya da negatif olarak etkileyebilmektedir. Şöyle ki; Panda (2015) ve Altıntaş ve ark. (2019)'nın çalışmalarında çiftçinin eğitim seviyesi arttıkça işletmecilerin daha iyi şartlarda iş bulma ve yaşam standardı yakalama isteğinden dolayı tarımdan vazgeçme eğiliminin arttığını ortaya koymuşlardır. Buna karşın, Alassaf ve ark. (2011)'nin çalışmasında çiftçilerin eğitim seviyesinin artması işletmelerinin daha iyi yönetilerek verimliliğin ve karlılığının artırılmasının etkisiyle tarımsal faaliyetlerini sürdürmelerine olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında en temel sorunların başında çoban bulma sıkıntısı gelmektedir (Aksoy ve Yavuz, 2012). Aynı sorun, araştırma sonuçlarıyla benzerdir. Çalışmada çoban bulmada sorun yaşayanların koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığı %81.1 daha düşük olduğu görülmüştür. Genç nüfusun kırsaldan kente göç etmesi ve köyde kalan gençlerin ise koyunculuk faaliyetini zahmetli bir faaliyet olarak görmesi ve çobanlığın sosyal bir güvencesinin olmaması nedeniyle meslek olarak görülmemektedirler. Yaşlı yetiştiriciler ise yüksek maaşlarla bile çoban bulamamaları nedeniyle koyun yetiştiriciliği faaliyetinden vazgeçmektedirler.

İşletmelerde yem bitkisi yetiştirilmesi koyunculuk faaliyetine devam etme olasılığını 4.14 kat artırmaktadır. Dağıstanlı (2002)'nin koyunculuk faaliyetinin ekonomik analizini yaptığı araştırmasında, değişken masrafların işgücünden sonra en önemli girdi kalemini yem masraflarının oluşturduğu belirtmektedir. Özellikle verimsiz ve ot kalitesi düşük meralardan koyunların kaba yem ihtiyacının yeterince karşılanamadığı durumlarda işletmeler kaba yem açığını dışarıdan satın alarak sağlanmaktadır. Bu durum ise üretim maliyetleri içerisinde yem masraflarının yükselmesine neden olmaktadır. Buna karşın, yem bitkisi yetiştiren işletmeler, yem maliyetlerini düşürerek karlılığını artırabilmektedir. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için borçlanan işletmelerin bu faaliyeti devam ettirme olasılığı %74.7 oranında azalmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular literatürle de uyumludur. Gürbüz ve Gül (2016), süt sığırcılığı işletmelerinde finansman kaynakları ile hayvancılığa devam etme kararları arasında istatistiki olarak olumlu bir ilişki bulunmuş ve öz kaynaklarını kullanan işletmelerin hayvancılığa devam etme eğilimi işletme dışından finansal kaynak kullananlara göre daha fazla olduğunu saptamıştır. İşletme faaliyetinin çiftçiler tarafından sürdürülebilirliğinin sağlanmasında en temel ekonomik belirleyicilerinden birisi ise şüphesiz faaliyetin karlılığıdır. Nitekim çalışmada işletmelerin koyunculuk faaliyetine devam etme olasılığı üzerinde en etkili ekonomik faktörlerin başında da üretim faaliyetinin nispi karlılığı olduğu bulunmuştur. Buna göre nispi karlılığın bir birim artması, işletmeler tarafından bu faaliyeti devam ettirme olasılığını 9.53 kat artırmaktadır. Elde edilen sonuç, literatürdeki çalışmalarla da uyumludur (Bragg ve Dalton 2004; Peel et al. 2016).

Koyunculuk faaliyetinin toplam üretim değeri içerisinde küçükbaş hayvancılık desteklerinin oranının artması, işletmelerin koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığını pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre üretim değeri içerisinde desteklerin payının bir birim artması, bu faaliyeti devam ettirme olasılığını 1.48 kat artırmaktadır. Bu sonuç, tarımsal desteklerin çiftçilerin tarımda kalma eğilimini artırdığını ortaya koyan diğer literatür çalışmalarıyla da uyumludur (Goetz ve Debertin, 2001; Breustedt ve Glaben, 2007; Torgur ve ark., 2019).

Koyunculuk faaliyetinde aile işgücünün kullanımı, özellikle küçük aile işletmelerinde faaliyetin sürdürülebilirliği açısından en önemli unsurlardan birisidir. Beklentiye uygun olarak, çalışma kapsamında koyunculuk faaliyetinde yoğun olarak kullanılan toplam işgücü içerisinde aile işgücü kullanım oranı ise bu faaliyeti devam ettirme olasılığı üzerinde pozitif etkisi olduğu bulunmuştur. Koyunculuk faaliyeti özellikle yoğun işgücü gerektirmesi nedeniyle işgücü maliyetini düşürmek için özellikle aile üyeleri tercih edilmektedir. Bu durum ise aile işgücünün daha yoğun kullanıldığı işletmelerde nakit masrafların düşürülmesi açısından diğer işletmelere göre fırsat olarak görülmektedir. Literatürde aile işgücünü kullanan işletmelerin tarıma devam etme olasılığını arttırdığını ortaya koyan çalışmalar da

mevcuttur (Glauben et al. 2004; Ahmad et al. 2020). Ayrıca, işletmelerde hayvan barınak ve/veya çalışanların konaklama yerlerinde iyileştirme faaliyeti yapan işletmelerin koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığı 14.01 kat arttığı bulunmuştur. Koyun yetiştiriciliğinde çevre koşullarının iyileştirilerek uygun barınma ortamlarının sağlanması, üretimin devamı açısından önemlidir (Karaman ve ark., 2012). Çalışmanın saha çalışması kısmında özellikle Niğde ilindeki barınakların geleneksel yapıların ve hatta bazı yerlerde mağara gibi doğal yapıların barınak olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Benzer durum yılın ortalama 7 ile 8 ayını merada geçiren işletmeciler ve/veya çalışanların konaklama yerlerinde su, elektrik, iletişim gibi ciddi altyapı sıkıntılarının olduğu da gözlemlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında işletmelerde barınak ve konaklama koşullarının iyileştirilmesi, analiz kapsamında koyunculuk faaliyetinin devam ettirilmesinde en etkili faktör olduğu bulunmuştur.

Çalışmada merada otlatma süresi ile bu faaliyeti devam ettirme olasılığı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Meralarda çok çeşitli yem bitkileri bulunduğundan, besin değeri yüksektir. Meralar ayrıca yem maliyetlerini düşürdükleri için ekonomik bir değere sahiptir. Kaba yemler ve özellikle meralar, koyunların beslenme ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle koyun yetiştiriciliğinde birincil yem kaynağı olarak tercih edilmektedir. Bununla birlikte, meradaki kısa otlatma süresi ve bitki örtüsüne bağlı düşük besin değeri de hayvanlardan istenen verimi alınması engellemektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de giderek artan kırmızı et açığı nedeniyle küçükbaş hayvancılık ve özellikle koyun yetiştiriciliği faaliyetinin devam ettirilmesi stratejik bir öneme sahiptir. Koyunculuk faaliyetinin iklim koşullarına uyum yeteneğinin yüksekliği, meraya dayalı bir besleme nedeniyle yem giderlerinin düşüklüğü, üreme yeteneği ve verime geçiş sürecinin kısıllığı ile sabit yatırım giderlerinin nispeten düşük olması, bu faaliyetin önemini daha da artırmaktadır. Bu kapsamda ülke içerisinde 1.73 milyon baş hayvan varlığı ile önemli bir potansiyele sahip TR71 bölgesi, koyun yetiştiriciliği konusunda geniş bir yetiştiricilik kültürüne sahip olmasına rağmen, bu faaliyet alanında ulusal gelişmelere paralel olarak uzun yıllardır kayda değer bir gelişme sağlanamamıştır. Son on yılda sektöre sağlanan desteklerle ayakta tutulmaya çalışılan koyun yetiştiriciliğinin ekonomik yönü ile birlikte demografik ve çevresel sorunlarının da bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, TR71 Bölgesindeki koyunculuk işletmelerinin faaliyetlerini devam ettirme kararları ve buna etkili olan ekonomik, çevresel ve demografik faktörlerin belirlenmesidir.

Çalışma sonucuna göre işletmelerin bu faaliyeti devam ettirme olasılığına olumlu etki eden ekonomik faktörler arasında faaliyetin nispi karlılığı ve koyun yetiştiriciliğinin toplam üretim değeri içerisinde alınan desteklerin oranı bulunurken, demografik faktörler arasında ise işletmecinin medeni durumu (evli olması), eğitim seviyesinin yükselmesi, aile işgücünün kullanımının artması bulunmuştur. Bununla birlikte, koyun yetiştiriciliği faaliyetinin sürdürülmesinde olumlu etkisi olan çevresel faktörler arasında ise işletmelerde barınak koşullarında iyileştirmenin yapılması başta olmak üzere yem bitkisi yetiştirme durumu ve merada kalma sürelerinin artması bulunmuştur. Diğer yandan bu faaliyetin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyebilecek faktörler arasında ekonomik faktör olarak işletmenin küçükbaş hayvancılık için borçlanma durumu ve çevresel faktör olarak ise çoban bulma sorunu olduğu bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre işletmecilerin koyun yetiştiriciliği faaliyetini devam ettirme olasılıkları üzerinde en etkili faktörün işletmelerde barınak ve konaklama koşullarında yapılan iyileştirme yapılması bulunmuştur. Çalışma sonucunda işletmelerin bu faaliyeti devam ettirmelerinde çevresel ve demografik faktörlerin daha ön plana çıktığı görülmüştür. Tüm bu sonuçlar, sektöre yönelik kalkınma modelinin geliştirilmesinde önemle dikkate alınması gereken konulardır. Bu kapsamda özellikle işletmelerde sürü yöneticisi ve diğer çalışanların hayatını kolaylaştıracak konaklama altyapısının oluşturulması, aynı zamanda hayvan refahını gözetilen barınak altyapılarının iyileştirilmesi üzerinde hassasiyetle durulması gerekli bir konudur.

Diğer yandan, sektörde en temel sorunların başında gelen özellikle büyük işletmelerde çoban temini konusunda ise bu alanda verilecek eğitimler ile nitelikli sürü yöneticisi yetiştirme programları düzenlenmesi, aynı zamanda bu alanda istihdam edilecek kişilerin sosyo-ekonomik haklarının iyileştirilmesine yönelik düzenlemelere yer verilmesi son derece önemlidir. Özellikle genç nüfusun bu alanda yetiştiricilik yapmasına yönelik teşvik ve destekleme mekanizmaları üzerinde durulmalıdır. Bununla birlikte, çalışmada yetiştiricilerin eğitim seviyelerinin geliştirilmeleri, koyunculuk faaliyetini devam ettirme olasılığı üzerinde olumlu katkısı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda yetiştiricilerin alanı ile ilgili güncel gelişmeleri takip edebilmeleri ve teknoloji kullanımını artırılabilmesi için işletmecilerin özellikle bakım besleme gibi konularda eğitim seviyelerinin geliştirilmesine yönelik programların düzenlenmesine ve yetiştiricilerin de bu programlara katılımlarının teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Bu kapsamda özellikle yetiştiricilerin koruyucu hekimlik konusunda ve geleneksel yetiştirme ve beslemeden bilinçli yetiştirme ve beslemeye geçmeleri konusunda bilgilendirilmeleri işletmelerin verimliliğinin artırılması açısından önemlidir.

Ayrıca, koyun yetiştiriciliği faaliyetinde bulunan işletmelerin daha çok küçük aile işletmesi niteliğinde ve sermaye yapısı yetersiz işletmelerden oluştuğu dikkate alındığında işletmelerde ölçeğin büyütülmesi veya teknolojik yeniliklerin kullanılması için işletmelerin yeterli tasarruf yapma imkânları bulunmamaktadır. Bu nedenle birçok

üretici zaman zaman işletme dışı finans kaynaklarına başvuru yapmaktadır. Ancak zamanı geçen borçların ödenmesinde canlı demirbaş hayvanların satılması işletmelerde üretim araçlarını hızlı bir şekilde kaybetmesine ve üretimden çekilmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle küçük aile işletmelerine yönelik kredi ve hibe imkânlarından faydalanabilecekleri programlar üzerinde çalışılması gereklidir.

Koyun yetiştiriciliği faaliyetinin devam ettirilmesinde yetiştiriciler tarafından meraların kullanımı oldukça önemli husustur. Ancak gerek merada otlatma süresinden kaynaklı sorunlar gerekse meraların bitki örtüsüne bağlı düşük besin değeri nedeniyle hayvanlardan arzu edilen verimin alınamamasından dolayı bu faaliyetinden beklenen ekonomik fayda da alınamamaktadır. Bu nedenle sektörün rekabet gücünün artırılmasında mera varlığı ve kalitesi büyük bir avantaj yaratmaktadır. Bu kapsamda meraların planlı otlatılması ve mera ıslahına yönelik çalışmalar bu açıdan önemlidir. Ayrıca meraların kullanılmadığı dönemlerde yetiştiricilerin, işletmesinde yem bitkisi ekimine yer verilmesinin teşvik edilmesine yönelik çalışmalar da bu açıdan önemli olduğu düşünülmektedir.

Buna ek olarak, çalışmada küçükbaş hayvancılık desteklerinin koyunculuk faaliyetini devam ettirilmesinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte hali hazırda koyun sayısına göre verilmekte olan küçükbaş hayvancılık desteklemelerinin ise işletmelerde verimi artıracak şekilde uygulanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda desteklerin koyun sayısından ziyade işletmelerde verim artışını zorlayacak şekilde belirli bir yaş üzerindeki kuzu sayısına göre verilmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen FEB2017/26-BAGEP No'lu proje verilerinden derlenmiştir.

Kaynaklar

- Agrawal, B., Agrawal, A., 2017. Do farmers really like farming? Indian farmers in transition. *Oxf. Dev. Stud.*, (45): 460–478. Doi: 10.1080/13600818.2017.1283010.
- Ahmad, M.I., Oxley, L., Ma, H., 2020. What makes farmers exit farming: a case study of Sindh Province, Pakistan. *Sustainability*, 12 (8): 3160. Doi: 10.3390/su12083160 (Erişim tarihi: 20.05.2020).
- Aksoy, A. ve Yavuz, F., 2012. Çiftçilerin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakma nedenlerinin analizi: Doğu Anadolu Bölgesi örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2):76-79s. Doi: 10.7161/anajas.2012.272.76.
- Alassaf, A., Majdalwi, M. and Nawash, O., 2011. Factors affecting farmer's decision to continue farm activity in marginal areas of Jordan. *African Journal of Agricultural Research* 6(12): 2755-2760, Available at: doi: 10.5897/AJAR11.481 (Erişim tarihi: 15.05.2020). Doi: 10.5897/AJAR11.481.
- Altıntaş, G., Altıntaş, A., Bektaş, H., Çakmak, E., Oruç, E., Kızılaslan, H., Birol, D., 2019. Genç çiftçi desteklemelerinin gençlerin tarımda kalma eğilimleri üzerine etkileri: TR-83 Bölgesi örneği. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10): 1682-1693. Doi: 10.24925/turjaf.v7i10.1682-1693.2813.
- Başer, U., Bozoğlu M., Kılıç Topuz, B., 2017. Tarım işletmelerinde çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin ölçülmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2(3):1-13.
- Bozoglu, M.; Sağlam, O.; Topuz, B.K., 2017. Economic sustainability of family dairy farming within the scope of technical efficiency: a case study of Bafra District, Turkey. *Custos e @gronegocio on line*, 13(2): 2017. 295-316.
- Bragg, L.A., Dalton, T.J., 2004. Factors affecting the decision to exit dairy farming: a two-stage regression analysis. *Journal of Dairy Science*. 87 (9):3092-3098. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73444-X.
- Breustedt, G., Glauben, T., 2007. Driving forces behind exiting from farming in Western Europe. *J. Agric. Econ.*, (58): 115–127. Doi: 10.1111/j.1477-9552.2007.00082.x
- Ceyhan, A., Şekeroğlu, A., Ünalın, A., Çınar, M., Serbestler, U., Akyol E., Yılmaz, E., 2015. Niğde ili koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi.*, 18(2). Doi: 10.18016/ksujns.10904.
- Çokluk, Ö., 2010. Lojistik regresyon analizi: kavram ve uygulama. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 10 (3):1357-1407.
- Çolak, E., 2002. Koşullu ve sınırlandırılmış lojistik regresyon yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Çukur, T., 2016. Milas ilçesinde süt sığırcılığı yapan çiftçilerin tarımda kalma eğilimlerinin belirlenmesi. XII. Tarım Ekonomisi Kongresi Bildiri Kitabı (25-27 Mayıs 2016). Isparta.
- Dağistanlı, E., 2002. Orta-Güney Anadolu Bölgesi'nde koyunculuk faaliyetinin ekonomik analizi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Tez No:119827. 198 syf. Adana.
- FAO, 2020. FAOSTAT (Canlı Hayvan İstatistikleri). www.fao.org/faostat. (Erişim Tarihi: 18.05.2020).
- Girginer, N., Cankuş, B., 2008. Tramvay yolcu memnuniyetinin lojistik regresyon analizi ile ölçülmesi: Etram örneği. *Yönetim ve Ekonomi*, 15(1):181-193.

- Glauben, T., Tietje, H. and Weiss, C., 2004. Intergenerational succession in farm households: Evidence from upper Austria. *Review of Economics of the Household*, (2): 443–461.
- Goetz, S.J., Debertin, D.L., 2001. Why farmers quit: a county-level analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, (83):1010–1023.
- Gujarati, D.N., 1999. Temel ekonometri. (Çev. Ü.Şenesen ve G.G. Şenesen), Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Gürbüz, D. ve Gül, M., 2016. Süt sığırcılığı işletmelerinde finansman kaynakları: Burdur ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1):57-70.
- Işığışık, E., 2003. Bebeklerin doğum ağırlıklarını ve boylarını etkileyen faktörlerin lojistik regresyon analizi ile araştırılması. Ankara, VI. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Bildiri Kitabı, Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü.
- Kan, A., Kan, M., Doğan, H.G., Tosun, F., Uçum, İ., ve Solmaz, C. 2018. Evaluation of young farmers Project support program in terms of agri-entrepreneurship in Turkey. *Pak.J.Agr.Sci.* 55 (4):1021-1031. Doi: 10.21162/PAKJAS/18.7321.
- Karaman, S., Ulutaş, Z., Şirin, E., Aksoy, Y., 2012. Tokat yöresindeki ağılların yapısal ve çevre koşulları yönünden durumu ve geliştirme olanakları üzerine bir araştırma. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2):29:41.
- Keskinlikç, K., 2019. Koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliği. İzmir Ticaret Borsası Yayınları Yayın No:99. İzmir. ISBN:978-605-137-740-7.
- Kimhi, A., Bollman, R., 1999. Family farm dynamics in Canada and Israel: The case of farm exits. *Agric. Econ.* (21):69–79. Doi: 10.1016/S0169-5150(99)00015-8.
- Koca, A., 2014. Karaman ilinde koyunculuk üretim faaliyetine yer veren işletmelerin yapısal analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 85 Syf. Konya.
- Koç, G., Uzman, A., 2019. Trakya Bölgesi üreticilerinin süt sığırcılığı faaliyetinden vazgeçme olasılığını etkileyen faktörler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(1):41-52. Doi: 10.24181/tarekoder.538942.
- Lemeshow, S., and Hosmer, D., 2000. *Applied logistic regression* (Wiley Series in Probability and Statistics). Wiley-Interscience; 2 Sub edition .p.2-4
- Mann, H.B. and Whitney, D.R., 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18(1):50-60.
- Mishra, A.K., Fannin, J.M., Joo, H., 2014. Off-farm work, intensity of government payments, and farm exits: Evidence from a national survey in the United States. *Can. J. Agric. Econ. Rev.*, (62):283–306. Doi: 10.1111/cjag.12027.
- Özdamar, K., 2002. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. Cilt 1, 2.Baskı, Kaan Kitabevi, 475-477 Eskişehir.
- Özsayın, D., ve Everest, B., 2019. Koyun yetiştiriciliği yapan üreticilerin sosyo-ekonomik yapısı ve koyunculuk faaliyetiyle ilgili uygulamaları. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek Sayı 2): 440-448. Doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.589725.
- Panda, S., 2015. Farmer education and household agricultural income in rural India. *Int. J. Soc. Econ.*, (42):514–529. Doi: 10.1108/IJSE-12-2013-0278.
- Pearson, K., 1900. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Philos. Mag.*, (50): 157–175.
- Peel, D., Berry, H.L., and Schimer J., 2016. Farm exit intention and wellbeing: A study of Australian farmers. *Journal of Rural Studies*, 47(2016): 41-51. Doi: 10.1016/j.jrurstud.2016.07.006
- Pietola, K., Väre, M., Lansink, A.O., 2003. Timing and type of exit from farming: Farmers' early retirement programmes in Finland. *Eur. Rev. Agric. Econ.*, (30):99–116. Doi: 10.1093/erae/30.1.99
- Pokhrel, K.P., Sharaf, T., Bhandari, P., Ghimire D., 2020. Farm exit among smallholder farmers of Nepal: A bayesian logistic regression models approach. *Agricultural Research*. Doi:10.1007/s40003-020-00465-4.
- Sav, O., Sayın, C., 2018. Tarımda kalma eğilimini etkileyen başlıca faktörlerin genel bir değerlendirmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (Özel Sayı):190-197. Doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.4728903.
- Şahinli, M.A., 2011. Konya ilinde koyunculuk faaliyetine yer veren tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve koyunculuk faaliyetinde etkili olan unsurların saptanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 205 syf. Ankara.
- Torgur, E., Annayev, S., Türkel, B., Örmeci Kart, M.Ç., 2019. Türkiye’de uygulanmakta olan hayvancılık desteklemelerinin süt sığırcılığı yapan işletmelere etkisi: İzmir ili örneği. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (1):29-45.
- TÜİK, 2020. Hayvancılık İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 (Erişim Tarihi: 12.05.2020).
- Uysal, Ö.K., 2015. Manisa ili Yunt dağı köylerinde çiftçilerin tarımsal üretime yaklaşımlarını etkileyen faktörlerin analizi. *Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Güz, (35):76-99.
- Yamane, T., 1967. *Elementary Sampling Theory* Prentice. Hall Inc, Englewood Cliffs, 405 p., N.J., USA.



Erik Meyvesinin Farklı Hasat Dönemlerindeki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Selen Alniak Sezer^a, Mustafa Çetin^b

^a Yozgat Bozok Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü Yozgat, Türkiye

^b Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Söke İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Aydın, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: selen.alniak@bozok.edu.tr

Geliş/Received 17/08/2020

Kabul/Accepted 25/12/2020

ÖZET

Bu çalışmada, erik meyvesinin üç farklı hasat zamanındaki nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap değerleri, kütle, boşluklu hacim ağırlığı, meyve yoğunluğu, porozite, projeksiyon alanı, daldan kopma kuvveti ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeylere düşme sonucu eriklerdeki zedelenme durumları belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ilk hasat zamanından son hasat zamanına kadar erik meyvesinin boyut özelliklerin, geometrik ortalama çap değerinin, meyve kütesinin, küresellik ve projeksiyon alanının arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Fiziksel özellikler,
Hasat zamanları,
Mekanik özellikler

Determination of Some Physical And Mechanical Properties of Plum Fruit in Different Harvest Periods

ABSTRACT

In this study, the moisture content of the plum fruit at three different harvest periods, length, width, thickness, geometric mean diameter values, mass, void volume weight, voidless volume weight, porosity, projection area, detachment force and bruising on different surfaces from different drop heights were determined. According to the results of the study, it was determined that the size characteristics, geometric mean diameter value, fruit mass, sphericity and projection area of the plum fruit from the first harvest time to the last harvest time.

Keywords:
Physical properties,
Harvest periods,
Mechanical properties

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Erik bitkisi, *Rosales* takımının, *Rosaceae* familyasından, *Prunoideae* alt familyasının, *Prunus* cinsinden, *Prunophora* alt cinsine bağlı sert çekirdekli bir meyve türüdür. *Prunus* cinsine ait dünya üzerinde yayılmış 2000 kadar türün mevcut olduğu bilinmektedir ve büyük bir kısmı kuzey yarımkürede bulunmaktadır. Erik türleri gen merkezlerine göre; Avrupa-Asya türleri, Uzak Doğu türleri ve Amerikan türleri olmak üzere 3 grup içinde toplanmaktadır. Ülkemizdeki çeşitlerin de içerisinde yer aldığı Avrupa-Asya türleri kendi arasında; *Prunus cerasifera* Ehrh., can erikleri (Papaz, Bekiroğlu, Aynalı); *P. domestica* L., Avrupa erikleri (Karagöynük, Köstendil, Üryani, Giant, Stanley, R.C.Violet, R.C.Verde, Sugar, President) ve *P. salicina* Lindel., Japon erikleri (Formosa, Santa Rosa, Climax, Red Kinenbol, Red Heart, Burbank, Duarte, Reubennel, Burmosa, Laroda, Nubiana, Wickson) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Özvardar ve Önal, 1990).

Yazılı eski belgelere göre "*Prunus domestica*" meyvelerinin daha çok Kafkasya ve Hazar Denizi çevresinden dünyaya yayıldığı "*Prunus insititia*" adlı diğer bir türünün anavatanının ise Şam bölgesi olduğu bilinmektedir

(Tunalıoğlu ve Keskin 2004). Ilıman iklim meyve türleri arasında yer almasına karşılık gerek soğuk-ılıman, gerekse sıcak iklim bölgelerinde kolaylıkla yetişebilen erik, dünyanın hemen her tarafına yayılmıştır. Ülkemizde de doğusundan batısına, kıyısından yaylasına her bölgeye adapte olmuş, değişik tür ve çeşitleri ile Anadolu'yu bir erik koleksiyon bahçesi durumuna getirmiştir (Özbek, 1978).

Erikleri, olgunluk zamanlarına göre erkenci, orta mevsim ve geçici; kullanım şekillerine göre de sofralık, kurutmalık ve mutfaklık (konserve, reçel vb.) olarak ayırmak mümkün olmaktadır. Bu eriklerden birçoğu yeşil erik olarak tüketilmektedir. Şekil 1'de görülen yeşil olarak yenilecek meyveler tam çiçeklenmeden 60 -70 gün sonra hasat edilmeye başlanmakta ve hasat olgunluk zamanına kadar devam etmektedir (Son, 2009).



Şekil 1. Hasat olgunluğuna gelmiş erik meyvesi
Figure 1. Plum fruit to harvest maturity

Erkenci dönem can eriğini (*Prunus cerasifera*), yaz ortalarında olgunlaşan Japon ya da İtalya eriği (*Prunus salicina*) takip etmekte, ağustosta olgunlaşmaya başlayan Avrupa eriği (*Prunus domestica*) ise ekim ayına kadar yenilebilmektedir. Son yıllarda vitamin, lif ve antioksidan madde içeriği ile erik yetiştiricilikte ön plana çıkan meyvelerden biridir (Kim et al, 2003). Dünya'da sert çekirdekli meyve üretiminde erik meyvesi üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde de durum pek farklı değildir. Türkiye'de kayısı, şeftali, kiraz üretiminden sonra en çok üretilen sert çekirdekli meyve erik meyvesidir. Bu durum ülkemizi Dünya'nın önemli erik üreticilerinden biri konumuna getirmiştir (Anonim, 2009a). Erik meyvesi bol miktarda B vitaminleri içermektedir, ayrıca potasyum ve magnezyum minerali açısından da zengin bir meyvedir. 100 g taze erik; 66 kalori, 17.8 g karbonhidrat, 299 mg potasyum, 17 mg fosfor, 2 mg sodyum, 18 mg magnezyum, 0.5 mg demir, 0.4 mg lif içermekte, ayrıca erik meyvesinde A, B1, B2, B3, B6, C, E vitaminleri de bulunmaktadır (Anonim, 2009b).

Tarımsal ürünlerin biyolojik özelliklerinin bilinmesi; makine tasarımında, yapımında, çalıştırılmasında, kontrolünde, verimlerin saptanmasında, analizinde, bitkisel ya da hayvansal orijinli yeni ürünlerin tüketiciye sunulmasında ve ürünlerin kalitesinin değerlendirilmesinde önemli olmaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi yalnızca mühendisler için değil aynı zamanda gıda bilimcileri, işleyiciler ve bitki yetiştiricileri için önemlidir. Ayrıca hayvansal üretim yapan diğer tasarımcı ve uzmanlar için de yarar sağlamaktadır (Mohsenin, 1970).

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada erik meyvesinin hasat ve hasat sonrası işlemlerde kullanılacak tarımsal ekipmanların tasarımına esas oluşturmak üzere üç farklı hasat döneminde bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma materyalini oluşturan papaz erik çeşitleri Aydın'da yer alan yerel çiftçi bahçelerinden elde edilmiştir.

2.1. Denemelerde Kullanılan Ölçüm Araçları

Hasat edilen meyvelerin boyut özelliklerinin belirlenmesinde 0.01 mm hassasiyetli 0-150 mm arasında ölçüm yapabilen dijital kumpas kullanılmıştır. Erik meyvelerinin kütlelerinin belirlenmesi için 0.001 gram hassasiyetli Denver Instrument marka MXX-123 model elektronik terazi kullanılmıştır. Hacim ağırlığı ölçümlerinde; 2000 ml'lik 20 ml hassasiyetli ölçü silindiri, elektronik terazi ve saf su kullanılmıştır. Tüm zedelenme parametreleri 0.01 mm hassasiyetli dijital bir kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Erik meyvelerinin hasattan hemen sonra başlangıç nem içeriklerinin belirlenmesi için; örnekler tartılarak $105 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilmiştir (Suthar ve Das 1996, Özarslan, 2002). Daha sonra örnekler tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla kuru baza göre nem içeriği hesaplanmıştır:

$$\text{Nem}(\%) = \frac{W_0 - W_k}{W_k} \cdot 100 \quad (1)$$

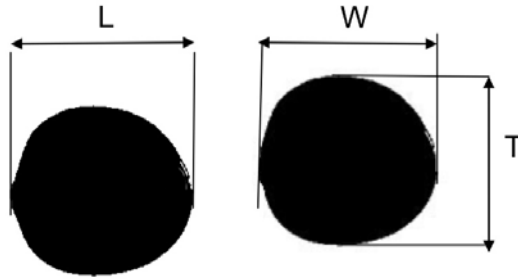
Eşitlikte W_0 yaş ürün ağırlığı (g) ve W_k kuru ürün ağırlığıdır (g).

Denemeye alınan erik örneklerinde zedelenme, çürüklük gibi fiziksel kusurlar olmamasına dikkat edilmiş ve üç farklı hasat döneminde seçilen 100'er adet eriğin uzunluk, genişlik ve kalınlığı dijital kumpas ile ölçülmüştür. Erik meyvelerinin geometrik ortalama çap değerleri ve küresellik değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Alayunt, 2000, Mohsenin, 1970):

$$D_g = (L \cdot W \cdot T)^{1/3} \quad (2)$$

$$k = \frac{(L \cdot W \cdot T)^{1/3}}{L} \quad (3)$$

Eşitlikte D_g geometrik ortalama çap (mm), L uzunluk (mm), T kalınlık (mm), W genişlik (mm), k (mm) küreseliktir (Şekil 2).



Şekil 2. Erik meyvesinde uzunluk, genişlik ve kalınlığı
Figure 2. Length, width and thickness in plum fruit

Boşluklu hacim ağırlığını belirlemek için; 2000 ml'lik kap içerisine 150 mm sabit yükseklikten bırakılan meyvelerin tartımı ile gerçekleştirilmiştir (Suthar ve Das, 1996, Özarslan, 2002).

Erik meyvesinin hacim ağırlığı ve meyve yoğunluğunun belirlenmesi için su taşıma yöntemi kullanılmış ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur¹ (Mohsenin, 1970).

$$V = \left[\frac{W_w}{\rho_w} \right] \quad (4)$$

$$\rho_t = \left(\frac{M}{V} \right) \cdot 1000 \quad (5)$$

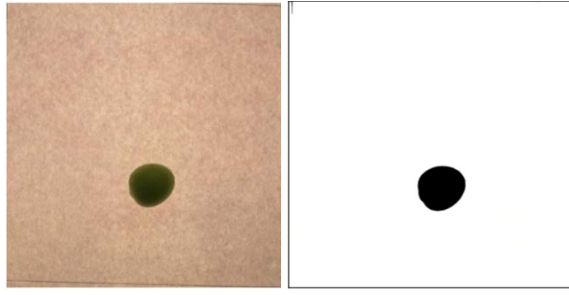
Eşitlikte V meyve hacmi (cm³), W_w yer değiştiren suyun ağırlığı (g), ρ_w suyun yoğunluğu (g cm⁻³), M kütle (g), ρ_t meyvenin yoğunluğudur (kg m⁻³).

Porozite boşluklu hacim (ρ_b) ve meyve yoğunluğu (ρ_t) göz önüne alınarak eşitlik (6)'dan hesaplanabilir (Mohsenin 1970, Özarslan 2002):

$$\rho_f = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

ρ_f porozite değerleri (%), ρ_b boşluklu hacim (kg m⁻³), ρ_t meyvenin yoğunluğudur (kg m⁻³).

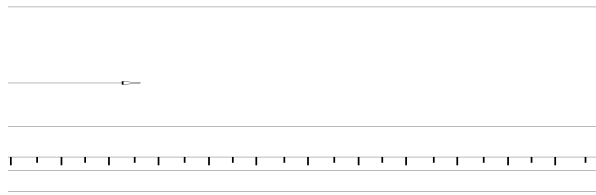
Projeksiyon alanlarının (A_p) (mm²) belirlenmesi; erik meyvesinin 100 cm²'de kapladığı alan bilgisayara bağlanmış tarayıcıdan oluşan bir düzenek ve özel bir yazılım programı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3) (Özarslan, 2002).



Şekil 3. Erik meyvesinin projeksiyon alan görüntüsü
Figure 3. Projected area image of plum fruit

Meyvenin kopma kuvvetini belirlenmek için, el dinamometresi kullanılmıştır. Daldan kopma anında dinamometrede okunan değer belirlenmiştir. Daldan koparılan her eriğin kütlesi (M), meyve kopma kuvvetine değerine (R) oranlanarak M/R oranları hesaplanmıştır.

Erik meyvelerinin farklı düşme yüksekliklerinden (0.5- 1.5- 2.5 m) farklı yüzeyler (kauçuk, ahşap ve galvanizli çelik) üzerindeki zedelenme durumlarını ortaya koymak amacıyla bir düşme standı oluşturulmuş ve sabit hızla farklı zeminler üzerine serbest düşme ile bırakılmıştır (Şekil 4). Bu çalışma kapsamında yazar tarafından tez çalışmasında (Alınak, 2012) verilen meyve yoğunluğu ve hacim ağırlığı hesaplama yönteminde kullanılan formüller " $V = [W_w / \rho_w]$ ", " $\rho_t = (M/V) \cdot 1000$ " olarak alınmış ve hesaplamalar bu formüller kapsamında yapılmıştır.

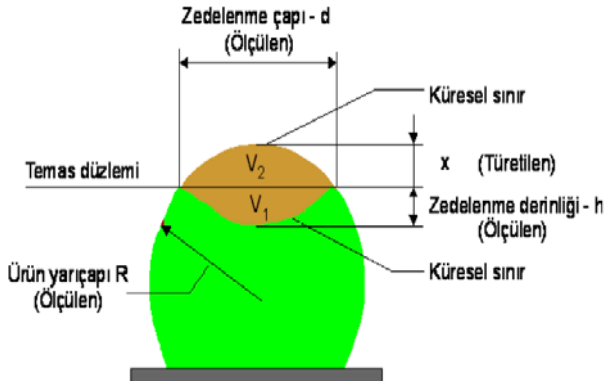


Şekil 4. Çarpma test düzeneği
Figure 4. Impact testing setup

Düşme yüksekliklerine göre oluşan izlerin ayırt edilecek duruma gelmesi için ürünler çarpma bölgesindeki renk koyulaşmasının ortaya çıkması amacıyla ölçüm yapılmadan önce 24 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla zedelenme durumları hesaplanmıştır (Yurtlu, 2003):

$$V_z = V_1 + V_2 \quad (7)$$

V_z zedelenme hacmi (mm^3), V_1 temas düzlemi altındaki zedelenme hacmi (mm^3), V_2 temas düzlemi üzerindeki zedelenme hacmidir (mm^3) (Şekil 5).



Şekil 5. Zedelenme hacminin belirlenmesinde kullanılan idealize edilmiş zedelenme şekli üzerinde gösterilen tanımlamalar (Yurtlu, 2003).

Figure 5. Definitions shown on the idealized form of bruise used to determine bruise volume (Yurtlu, 2003).

Zedelenme hacmi zedelenme boyutlarından hesaplanmıştır:

$$V_z = \frac{\pi \cdot h}{24} (3d^2 + 4h^2) + \frac{\pi \cdot x}{24} (3d^2 + 4x^2) \quad (8)$$

$$x = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} \quad (9)$$

Eşitlikte d zedelenme çapı (mm), R meyvenin yarıçapı (mm), h temas düzlemi altındaki zedelenme yüksekliğidir (mm). Denemede elde edilen verilerin SPSS paket programına göre varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın materyalini oluşturan erik meyvesine ait bazı fiziksel ve mekanik özelliklere Çizelge 1'de yer verilmiştir. Erik meyvesinin üç farklı hasat dönemindeki (15 Nisan - 1 Mayıs - 15 Mayıs) ortalama nem içerikleri sırasıyla %20.86±0.98, %18.22±1.78, %15.22±2.73 olarak elde edilmiştir.

Erik meyvesinin üç farklı hasat dönemindeki kütlesi 5.491 g ile 20.028 g arasında, meyve uzunluğu 22.92 mm ile 30.01 mm, meyve genişliği 20.84 mm ile 28.88 mm, meyve kalınlığı 20.28 mm ile 27.54 mm arasında bulunmuştur. Beyhan (2005) yapmış olduğu çalışmada turfanda can eriğinde ortalama meyve ağırlığı 23.15 g, meyve uzunluğu 32.25 mm, meyve genişliği 34.00 mm, meyve yüksekliği 37.20 mm olduğunu belirtmiştir.

Paketleme, taşıma gibi yüzey kaplama işlemleri için önemli bir parametre olan projeksiyon alanı incelendiğinde en yüksek değer 15 Mayıs'taki hasatta (2.550 mm²) görülmektedir.

Erik meyvesine ait kopma direnci değerleri hasat zamanına bağlı olarak azalmıştır. Meyve kütlesi/kopma direnci oranları (M/R) ise artış göstermiştir. M/R oranlarının 1'den büyük olması, makineli hasada uygun olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Erdoğan ve ark.1992).

Farklı yüzeyler (kauçuk, galvanizli çelik, ahşap) üzerindeki çarpma kuvvetinin zemin ile ilişkisi incelendiğinde zedelenme hacmi yüzeyler arasında sırasıyla kauçukta (0.347mm³), ahşapta (0.491mm³) en yüksek değeri gösterdiği galvanizli çelik (0.639mm³) olduğu saptanmıştır.

Çarpma kuvvetinin yükseklik (0.5, 1.5 ve 2.5 m) ile ilişkisi incelendiğinde zedelenme hacmi sırasıyla 0.5 m 0.186 mm³, 1.5 m 0.452 mm³ ve 2.5 m 0.836 mm³ olarak ölçülmüştür. Düşme yüksekliğinin artmasıyla genel olarak çarpma zedelenmesi duyarlılığının arttığı görülmektedir.

Bu da meyve kalitesini azaltmaktadır. Menesatti ve ark. (1998) yaptığı çalışmada benzer şekilde yükseklik artışı ile beraber meyvelerde zedelenme hacminin arttığını belirtmişlerdir. Farklı yüksekliklerden çarpma sonucu meyvelerde oluşan zedelenme hacmi ile düşme yükseklikleri arasındaki ilişki Çizelge 2'de görülmektedir. Şeftali de hasat esnasında ve hasat sonrasında oluşabilecek farklı tip zedelenmelere karşı hassas meyvelerdendir. Bu tür zedelenmeler şeftalide kalite kaybına neden olmaktadır (Vursavuş ve Özgüven, 2003).

Çizelge 1. Farklı hasat dönemlerine göre erik meyvesinin fiziksel ve mekanik özellikleri (ort±SS)

Tablo 1. Physical and mechanical properties of plum fruit according to different harvest periods (mean±SD)

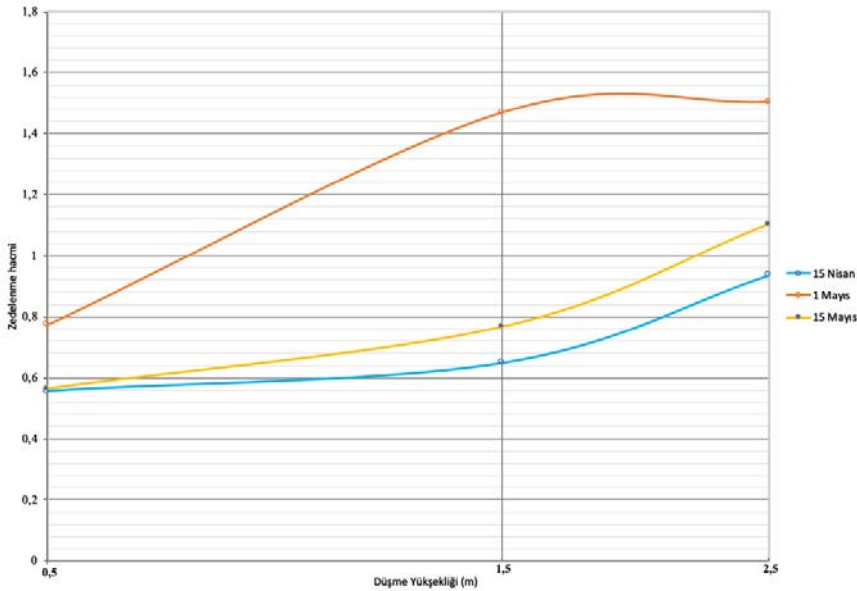
Fiziksel ve mekanik özellikler	1 hasat dönemi (15 Nisan)	2 hasat dönemi (1 Mayıs)	3 hasat dönemi (15 Mayıs)
Uzunluk (mm)	22.920±0.98	28.086±1.78	30.915±2.73
Genişlik (mm)	20.845±1.37	26.624±1.53	28.886±2.44
Kalınlık (mm)	20.283±1.25	25.681±1.67	27.547±2.25
Geometrik Ortalama Çap(mm)	21.306±1.098	26.769±1.580	30.185±1.850
Kütle (g)	5.491±0.88	11.123±2.25	20.028±3.80
Daldan Kopma Kuvveti (N)	74.408±31.875	50.385±23.040	34.170±1.309
Küresellik (mm)	0.930±0.032	0.954±0.020	0.977±0.339
Boşluklu Hacim Ağırlığı (kg m ⁻³)	359.30±27.282	325.68±24.883	278.88±24.780
Meyve Yoğunluğu (kg m ⁻³)	1054.34 ±18.89	524.64 ±12.72	423.10±11.24
Porozite (%)	65.922±0.98	37.924±1.78	34.008±2.73
Projeksiyon Alanı(mm ²)	2.350±0.303	2.333±0.416	2.550±0.42

Çizelge 2. Erik meyvesinin farklı düşme yüksekliklerinden farklı yüzeyler üzerindeki zedelenme hacimleri
 Tablo 2. Conditions of damage of Plum fruit on different surfaces from different falling heights

		15 Nis		1 May		15 May	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Kauçuk	0.5m (mm ³)	0,193	0,556	0,469	0,775	0,193	0,565
	1.5m (mm ³)	0,289	0,648	0,496	1,469	0,367	0,768
	2.5m (mm ³)	0,415	0,935	0,420	1,504	0,519	1,104
Galvanizli Çelik	0.5m (mm ³)	0,068	0,670	0,556	1,128	0,616	0,878
	1.5m (mm ³)	0,375	1,142	0,661	1,642	0,668	1,510
	2.5m (mm ³)	0,279	0,985	0,888	1,541	0,865	1,267
Ahşap	0.5m (mm ³)	0,266	0,910	0,517	0,751	0,471	0,881
	1.5m (mm ³)	0,275	0,847	0,847	1,536	0,529	1,005
	2.5m (mm ³)	0,411	1,488	1,000	1,637	0,749	1,100

Farklı yükseklikten (0.5, 1.5 ve 2.5 m) düşürülen eriklerin aynı yüzey (kauçuk) üzerine çarpması sonucu oluşan zedelenme değerleri 1 Mayıs'ta hasat edilen eriklerde daha fazla olduğu gözlenmiştir (Şekil 6).

Yapılan varyans analizi zedelenmenin hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermektedir ($p < 0.01$).



Şekil 6. Aynı yüzey üzerine farklı yükseklikten düşürülen erik meyvelerin zedelenme hacimleri
 Figure 6. Damage volumes of plum fruits dropped from the different height on same surface

4. Sonuç

Üç farklı hasat döneminde erik meyvesinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Boyutsal özellikleri bakımından 15 Mayıs'ta hasat edilen meyvelerin 15 Nisan'da hasat edilenlerden daha büyük olduğu, buna bağlı olarak geometrik ortalama çap, meyve kütlesi, küresellik ve projeksiyon alanlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Son hasada kadar ağaçta bulunan erik meyvelerinde hücre bölünmesi devam ettiği için meyve büyüklüğünün arttığı saptanmıştır. Ayrıca hasat süresine bağlı olarak kütleye artış olduğundan erik meyvesinin daldan kopma kuvveti azalmaktadır. M/R oranlarının büyümesi mekanik hasat açısından olumlu ve istenen bir durumdur. Gezer ve ark. (2000)'nin yapmış olduğu denemelerde hasat süresi uzadıkça kütle artmış ve kopma kuvveti azalmıştır. Üç farklı hasat zamanına göre küresellik değerler yaklaşık %94 olarak belirlenmiştir. Hasat zamanlarına bağlı olarak erik meyvesinin

fiziksel özelliklerindeki değişimler; nem içeriğinin %20.86'dan %15.22'e, boşluklu hacim ağırlığının 359.30 kg m⁻³'den 278.88 kg m⁻³'e meyve yoğunluğunun 1054.34'den 423.10'e ve porozitesinin ise %65.922'den %34.008'e düştüğü tespit edilmiştir.

Tarımsal ürünlerin; uzunluk, genişlik, kalınlık, porozite, boşluklu hacim ağırlığı ve meyve yoğunluğu gibi boyut özellikleri bu ürünlerin ekim, hasat ve hasat sonrasında kullanılacak makinelerin dizaynında oldukça önemlidir. Bunun yanında, tarımsal ürünlerin hacim ağırlığı ve porozite gibi fiziksel ve mekanik özellikleri; ürünlerin yapısal yüklenmeler altında kullanıldığı depolama ve kurutmaya yönelik dizayn parametresi olarak da kullanılmaktadır. Elde edilen bu veriler depolama, taşıma ve paketleme aşamasında geliştirilecek alet ve makinelerin dizaynına temel teşkil etmesi adına son derece önemlidir.

Teşekkür

*Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Alayunt, N., 2000. Biyolojik malzeme bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541 Ders Kitabı, İzmir.
- Anonim, 2009a. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Anonim, 2009b. Erik. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Erik>
- Beyhan; Ö., 2005 Darende'de yetiştirilen bazı standart ve mahalli erik çeşitlerinin pomolojik, fenolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Bahçe 34 (2): 47 – 56.
- Erdoğan, D., Dursun, E., ve Güner, M., 1992. Bazı kayısı çeşitlerinde meyve kopma direncinin belirlenmesi. Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 42(1-4), 71-75.
- Gezer, İ., Güner, M., Dursun, E., 2000. Bazı sebze ve meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi Türk-Koop. Ekin Dergisi, s. 70-75, Ankara.
- Kim, D., O., Chun, O., K., Kim, Y., J., Moon, H., Y., & Lee, C., Y., 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. Journal of agricultural and food chemistry, 51(22), 6509-6515. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0343074>
- Menesatti, P., Beni, C., Paglia, G., Marcelli, S. and Gentile, A., 1998. Evaluation of pear and apricot drop impact bruises by image analysis. 13.th International Congress on Agricultural Engineering, 6, 2-6.
- Mohsenin, N.N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publisher, 742 p, New York.
- Özarıslan, C. 2002. Some physical properties of cotton seed. Biosystems Engineering. 83, 169-174. <https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0105>
- Özbek, S., 1978. Özel meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat. Fakültesi Yayınları.No:128. Adana.
- Özvardar. S. ve K. Önal., 1990. Erik yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 23 Yalova.
- Son, L. 2009. Erik yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Mersin Ziraat Odası Başkanlığı. 12., Mersin.
- Suthar, S.H., Das, S.k., 1996. Some physical properties of karingola (Citrullus lanatus) seed. Journal of Agriculture Engineering Research 1(65):15-22. <https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0075>
- Tunalıoğlu, R., Kesin G., 2004. Erik. T.E.A.E – BAKIŞ. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü 7(9):1-4.
- Vursavuş, K. K., & Özgüven, F., 2003. Determining the strength properties of the Dixired peach variety. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(3), 155-160.
- Yurtlu, Y., 2003. Meyve ve sebzelerde bazı mekanik özelliklerin ve zedelenmeye karşı duyarlılığın belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.789497

Hasandağ Volkanik Materyali Üzerinde Oluşan Toprakların Ayırışma Oranları ve Kütle Dengesi

Hasan Hüseyin Özaytekin^a, Mert Dedeoğlu^{b*}

^a Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Karaman, Türkiye

^b Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: mdedeoglu@selcuk.edu.tr

Geliş/Received 02/09/2020

Kabul/Accepted 10/10/2020

ÖZET

Kayaçların yer kabuğu ile astenosfer arasındaki dolaşımı kayaç döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Kayaç ve minerallerde oluşan bu değişim yer kabuğunun şekillenmesinde rol oynayan jeolojik süreçlerdir. Bu nedenle farklı doğal ortamlarda toprak oluşum süreçlerinin belirlenmesi, toprağın daha iyi tanımlanmasını ve anlaşılmasını sağlar. Bu çalışmanın amacı, volkanik ana materyal üzerinde oluşmuş dört volkanik toprak profilinde, toprak oluşumundan ve toprak sınıflandırmasından sorumlu fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri değerlendirmek ve bu toprakların pedojenik evrimini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaçla seçilen 4 toprak profilinden horizon esasına göre alınan örneklerin mineralojik, jeokimyasal ve fizyokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Kimyasal alterasyon indeksi (CIA), Kimyasal Ayırışma İndeksi (CIW), Parker ayrışma İndeksi (WIP) Üretkenlik İndeksi (PI), Plajiyoklaz alterasyon İndeksi (PIA), Bazlar / seskioksit oranı (Baz / R₂O₃) indeksi kullanılarak pedojenik süreçler ve ayrışma oranları hesaplanmıştır. Ayrıca incelenen toprakların pedojenik süreçlerini aydınlatmak amacıyla ana elementlerin kayıp, kazanç ve dönüşümleri Kütle dengesi modeli ile belirlenmiştir. İncelenen tüm profillerde ayrışma indeksi değerleri jeolojik yaş ile uyumlu olarak dağılım göstermiştir. Bu da, söz konusu toprakların zamana bağlı olarak düşük yoğunluklu ayrışma işlemlerine tabi tutulduğunu göstermektedir. Bölgedeki dominant toprak oluşturma süreçleri; 1. Solumdan bazik kanyonlarının ve Al'ın yıkanması ve kaybı, 2. Demir ve alüminyumun kumdan ve silt boyutundaki fraksiyonlardan ikincil kil ve kristalize Fe minerallerine dönüşümü şeklinde gerçekleşmiştir. Pedonlardaki fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerin benzer ve sınırlı varyasyonu ve pedonlar arasındaki ayrışma indekslerinin ve kütle dengesi modelinin çok sınırlı varyasyonu, pedonların benzer aşınma seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, incelenen alandaki toprak oluşumunu rakım, yöney, yükselti eğimi ve zaman tarafından belirlendiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:
Ayrışma oranı
Hasandağ
Kütle dengesi
Toprak oluşumu
Volkanik materyal

Weathering rates and mass balance of soils developed on hasandağ volcanic materials

ABSTRACT

The circulation of rocks between the earth's crust and the asthenosphere is called the rock cycle. This change in rocks and minerals is the geological processes that play a role in the shaping of the earth's crust. Therefore, the determination of soil formation processes in different natural environments allows soil to be defined better than that. The objectives of the present work were to assess the physical, chemical and mineralogical characteristics and pedological processes responsible for soil genesis and soil classification of four volcanic soil profiles derived volcanic parent material and to study and compare the pedogenic evolution of these soils. To achieve this, soil samples were collected from the horizons to investigate their mineralogical, geochemical and physiochemical properties. Chemical alteration Index (CIA), (CIW), Parker weathering, Index (WIP), Product Index (PI), plagioclase

Keywords:
Hasandağ
Soil formation
Mass balance
Volcanic material
Weathering rates

Alteration Index (PIA), Bases / sesquioxide Rate (Base/R₂O₃) are used to compare the pedogenic processes as a case study . The pedogenic processes were also evaluated used to Mass-balance analysis to quantify elemental losses, gains and transformations for soils studied. Weathering index values were distributed in harmony with the geological age in all studied profiles. This shows that the soils in question are subjected to low intensity decomposition processes depending on time. Dominant soil-forming processes include 1. desilication and loss of base cations and Al from the solum, 2. transformation of iron and aluminum from sand and silt-size fractions to secondary clay and crystalline Fe minerals. The similar and limited variation of physical, chemical and mineralogical properties in pedons, and very limited variation of the weathering indexes and mass balance pattern across pedones indicate that pedones have similar levels of weathering. Our results imply that the rate of elemental mass-balance changes is determined by factors influencing its leaching altitude, facing sites, elevational gradient and time in the studied area.

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Volkanik alanlar etrafındaki araziler patlamalardan sonra piroklastik akıntılar, volkanik küller, lahar çökelleri, lav akıntıları gibi birçok volkanik materyal ile kaplanırlar. Bu volkanik materyaller değişik boyutta feldspat, kuvars, hornblent, hipersten, biyotit, ojit, magnetit gibi mineral gruplarından birçok mineral ve volkanik cam içerir. Tefrannın birikme işlemlerinden sonra toprak oluşumu başladığı andan itibaren, materyalin elementel ve mineralojik kompozisyonu değişime uğrar ve volkanik kül toprakları veya andisol olarak isimlendirilen benzersiz özelliklere sahip topraklar oluşur. Volkanik materyalin özelliklerine bağlı olarak, ayrışma boyunca toprak ortamına birçok besin elementi bu süreç boyunca sağlanmaktadır. Topraklar oluşum faktörlerinin ortak etkisi sonucu gelişirler (Jenny, 1941). Toprakların, toprak oluşumu için geçen zamana bağlı olarak değişimleri oldukça farklılık gösterir. Bu değişimler içinde minerallerin parçalanması ve elementlerin jeokimyasal değişimleri ve toprak bitki su sistemindeki döngüleri gibi konular yer alır. Toprakların bireysel ayrışma oranları, toprak özelliklerindeki değişimler ve çevre şartlarındaki farklılıklar nedeniyle çok değişkendir. Toprak oluşumu için geçen zaman toprakların özelliklerini etkiler ve onların ayrışma oranlarını belirler. Bu etki zamanla fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerin değişimi veya değişik sayılarda horizon farklılaşması gibi olaylarla ortaya çıkar. Oluşumun erken evrelerinde toprakların kimyasal yapısı ana materyal tarafından kontrol edilirken, olgun toprakların kimyasal özellikleri ayrışma ortamının etkilerini yansıtır. Zamanla vejetasyon, topografya ve özellikle iklimin etkisiyle ortaya çıkan Pedojenik süreçler ile toprak kompozisyonu ana materyalden farklılaşır. Bu farklılaşma başlangıç olarak elementlerin toprak profili içinde yeniden dağılımı, horizonlaşma ve son olarak da peyzajda bu dağılıma bağlı olarak toprak tiplerinin farklılaşması olarak sonuçlanır. (Jenkins ve Jones, 1980). Ancak toprak oluşumu için geçen zaman aynı olsa bile diğer toprak yapan faktörlerin etkisi ile toprak morfolojisi ve fiziko-kimyasal özellikleri farklılık gösterebilir.

Toprakların ve kayaçların jeokimyasal olarak ayrılarak karakterize edilmesinde ve yine toprakların ayrışma süreçlerinin sayısallaştırılarak incelenmesinde kullanılan bir yöntem de ayrışma indisleridir (Nesbitt, 1979; Carr ve ark. 1980; Chesworth ve ark, 1981; White 1983; Nesbitt ve Wilson 1992). Ayrışma indisleri geleneksel olarak ana element oksitlerinin molekül oranlarının kullanıldığı değişik formüller ile hesaplanır. Ayrışma boyunca ana element oksitlerinin sitokimyasal olarak değişimi indeks değerlerinde ortaya çıkar. Her bir oksidin moleküler oranları söz konusu oksitlerinin ağırlık yüzdesi kullanılarak kolaylıkla hesaplanabilir. Bazen alterasyon indeksleri olarak da adlandırılan kimyasal ayrışma indeksleri genellikle ayrışan profilleri karakterize etmek için kullanılır. Kimyasal ayrışma indeksleri, her numune için toplam ana element oksit kimyasını tek bir değerde birleştirir. Ayrışma indeksleri tipik olarak, toprak profilinde derinliğe karşı indekslerin grafiği çizilerek uygulanır ve ana kayanın olası artan (veya azalan) ayrışması ile toplam element kimyasındaki değişikliklerin görsel bir temsiliyi sağlar. Derinlikle birlikte ayrışma indeksindeki değişiklikler genellikle kademeli veya sürekli olmakla birlikte granit gibi homojen ana kayalar için sabit ve sistemattiktir (Sutton ve Maynard, 1992). Bu da başlangıçta homojen bir ana malzeme üzerinde ayrışma ilerledikçe elementlerin sürekli yıkanmasını yansıtır. Toprak oluşum süreçlerinin herhangi bir faktör tarafından bölgesel olarak etkilediği ve değiştirildiği durumlarda ayrışma ve toprak oluşum hızlarının tahmin edilmesi için güvenilir yöntemlere ihtiyaç vardır. Doğal sistemlerdeki ayrışma reaksiyonlarını tanımlamanın en doğru yolunun normalde hesaplama temeli olarak jeokimyasal kütle dengesi denklemlerinin kullanılabileceği birçok çalışmada önerilmiştir. (Bricker ve ark., 2003, Owens ve Watson, 1979, Wakatsuki ve Rasyidin, 1992). Kütle dengesi modeli toprak oluşumu süresi boyunca herhangi bir element için kayıp ve kazanç ve dönüşümler sonucu ortaya çıkan miktarlarının sayısallaştırılmasında kullanılan bir metottur (Brimhall ve Dietrich, 1987).

Orta Anadolu'da yarı kurak iklim şartlarında oluşan volkanik materyalin ayrışma ürünleri yağışlı alanlarda oluşanlardan daha farklıdır ve toprak oluşumu söz konusu ortamlarda tam olarak ortaya konmamıştır. Bu çalışmada Aksaray sınırları içinde yer alan ve Hasan Dağı volkanik materyali üzerinde oluşan toprakların fiziksel, kimyasal özellikleri, ayrışma ürünleri ve pedogenetik süreçler araştırılmış, ayrışma oranları çeşitli ayrışma indeksleri ve açık sistem kütle taşınımı yöntemiyle belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Coğrafi konum

Çalışma alanını Konya'nın kuzey doğusunda bulunan Aksaray ili sınırları içinde yer alan Kuvarterner yaşlı Hasandağı volkaniklerinin çıkarmış olduğu ana materyal üzerinde oluşmuş topraklar oluşturmaktadır. Hasan Dağı Aksaray-Niğde İl sınırı arasında, Aksaray'ın yaklaşık 30 km güney-güneydoğu yönünde simetrik bir huni şeklinde yükselen, güneyde 38°-01'K ve kuzeyde 38°-11'K paralelleri ile batıda 34°-02'D ve doğuda 34°-17'D meridyenleri arasında bulunmaktadır. Hasan Dağı; İç Anadolu Bölgesinin Erciyes Dağı'ndan (3917 m) sonra gelen en yüksek ikinci sönmüş volkanik dağdır.

2.2 İklim

Çalışma alanı Orta Anadolu'da yarı kurak karasal iklim etkisi altındadır. İklim özellikleri bakımından Hasan Dağı, çevresindeki alçak sahalara göre yazları serin, kışları oldukça soğuk ve daha yüksek miktarlarda yağış alan ve yağışın büyük kısmının kar şeklinde düştüğü "Dağ iklimi" şartlarına sahip bir küttedir. Hasandağında yıllık ortalama yağış 321.3 mm, yıllık buharlaşma ise 1317.9 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 9.68 °C, 50 cm'deki ortalama toprak sıcaklığı 13.59 °C dir.

2.3 Jeoloji

Orta Anadolu'da Aksaray ve Niğde arasında bulunan Hasandağı içinde çok sayıda volkan konilerinin, kraterlerin, tuf örtülerinin ve lav akıntılarının yer aldığı 50 km uzunlukta ve ortalama 20 km genişlikte bir volkan alanı olup (Ketin, 1983), volkanizma bu bölgede Orta Miyosende başlamış ve çeşitli evrelerle Kuvaterner sonuna değin etkin olmuştur. Genellikle ignimbirit, kül, lapilli, tuf ve aglomera gibi piroklastiklerle andezit, bazalt, riyodasit ve hornblent-piroksen bazaltlar ve olivin bazalt türündeki lavlardan meydana gelen volkanikler Hasan Dağı volkanının asıl materyallerini oluşturur (Emre, 1991; Aydar ve Gourgaud, 1998, Pasquare, 1966).

2.4 Toprak profil noktalarının belirlenmesi ve örneklerin alınması

Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli toprak haritaları (Anonim, 1992), ve jeoloji haritası (Anonim, 1962) ve bölgeye ait geçmiş çalışma raporları kullanılarak incelenmiş daha sonra 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita paftaları ile bölge dolaşmış ve elde edilen veriler ışığında, çalışma alanında seçilen 4 adet profil açılmıştır.

Toprak profillerinin morfolojik tanımlamalarında Soil Survey Manual (1993) tarafından belirtilen usuller esas alınmıştır. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise Soil Survey Staff (1999)'a göre yapılmıştır. Laboratuvar analizleri için açılan profillerden horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış, örnekler iz element bulaşması olmaması için plastik malzeme kullanılarak toplanmış ve temiz plastik torbalarda laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kurutularak 2 mm'lik elekte elenmiş ve analizlerde kullanılmak üzere plastik saklama kaplarında depolanmıştır.

2.5 Fiziksel ve kimyasal analiz metotları

Toprak örneklerinde parça büyüklüğü dağılımı (Bouyoucoucous, 1951), 1:2.5 toprak saf su süspansiyonunda EC (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954) ve pH tayini (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004), yaş yakma metodu ile organik madde (Hocaoğlu, 1970), CaCO₃ ve KDK (Hızalan ve Ünal, 1966), 1N amonyum asetat ile Değişebilir Katyonlar (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), Hacim ağırlığı(Blake ve Hartge, 1986), LiBO₂/nitrik asitte yakma yöntemiyle elde edilen ekstraktlarda total element analizleri yapılmıştır. Majör ve minör elementler ICP AES'de, nadir toprak elementleri ise ICP MS'de okunmuştur. Majör elementler % oksitler şeklinde, minör ve nadir toprak elementleri ise mg/kg ve µg/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca örneklerde yüksek sıcaklıkta (1000 °C 3 saat) yanma kayıpları yüzde olarak belirlenmiştir (Chao ve Sanzalone, 1992).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Toprak profillerine ait morfolojik görünüm ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Toprak profillerinin arazi tanımlamaları Çizelge 1 ve 2'de sunulmuştur. Çizelgelerden de görüldüğü gibi 1 nolu profil hariç profillerin tümü dik eğimli yamaç ve etek arazi fizyografyada, andezit- bazalt ana materyal üzerinde, xeric nem ve mesic sıcaklık rejiminde gelişmiştir. 2, 3 ve 4 numaralı profillerde A horizonundan başka tanımlayıcı

horizon bulunmamaktadır. 1 numaralı profillerde ise A horizonuna ilaveten kambik B horizonu saptanmıştır. Horizon farklılaşmasının üst seviyede olmaması ve ana materyalin düşük ayrışma oranları, toprak gelişiminin başlangıç aşamalarında olduğunu göstermektedir. Profillerde renk 2.5Y ile 10 YR arasında değişmekte olup kuru iken genelde yüksek value değerlerine sahiptir.

C horizonları ise daha yüksek value değerleri göstermiştir. Profillerin açıldığı bölgenin mera, meşe ve çam örtüsü altında olması yüzeyde organik maddenin alt katmanlara göre yüksek seviyelere çıkmasına neden olmuş ve yüzey horizonları ile yüzey altı horizonlarında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklar organik madde, kök ve biyolojik aktivite seviyelerindeki farklılıklardan kaynaklanmıştır. Alt horizonların tümünde HCl uygulaması ile tepkime gözlemlenmemiştir.

Tanımlanan profillerde önemli bir farklılaşmanın bulunmayışı ana materyalin yavaş ayrıştığını, bu da bölgedeki toprakların toprak oluşumunun başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir. A horizonlarında granül, kambik B horizonunda ise köşeli blok strüktür görülmüştür. Çevredeki kireçtaşlarından oluşan karbonatlı materyalin su erozyonu ve atmosferik tozlarla kısmen taşınması nedeniyle yüzeyde HCl ile çok zayıf reaksiyon gözlenmemiştir. Ancak düşük yağış dış katılımla gelen CaCO_3 'ün alt horizonlara yıkanmasına yetmemiştir. Çalışılan profillere ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3'te belirtilmiştir.

Profillerde organik madde içeriği % 0.01 ile % 4.44 arasında değişmiştir. Toprak organik maddesi, bitki kökleri ve mikroorganizmaların organik kalıntıları parçalamaları sonucu oluşur ve mineral alterasyonunda son derece önemli bir faktördür.

Toprak organik maddesindeki düşük molekül ağırlıklı organik asitler, mineral yüzeyinde birçok kompleksler ve ligandlar oluşturarak ayrışmada ve dolayısıyla toprak genesisinde önemli bir role sahiptir. Çalışma alanındaki topraklarda organik madde yüzey horizonlarında ülkemiz kurak alanları için yüksek bir değere çıkmış olsa da genel olarak andisollerdeki oranlardan daha düşüktür.

Düşük yağış, uzun ve kurak yaz periyodu organik maddenin yüksek değerlere çıkmasına engel olmuştur. Ayrıca organik madde içeriği derinlikle ciddi miktarda azalmış ve yüzey horizonlarından sonra çok düşük değerlere inmiştir. Kireç genellikle yüzey horizonlarında yüzey altı horizonlarına göre daha yüksek bulunsa da genel olarak düşük kireç miktarı saptanmıştır.

Kireç içeriği % 0.3 ile % 1.8 arasında değişmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlikleri $24-166 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Tüm profiller tuzsuzdur. Toprakların pH' sı, ana materyalin tabiatı ve karbonatların içeriği ile ilişkili olarak genel olarak 7'nin altındadır. Nitekim pH değeri 3 ve 4 nolu profillerde tüm horizonlarda, 1 nolu profilde ise yüzey horizonlarında asidik, diğer horizonlarda ise alkalidir.

Çalışma alanındaki toprakların KDK'ları 0.49 ile 25.20 me 100 g^{-1} arasında değişmiş ve Kambik horizonlu profillerde düşük organik maddeye rağmen yüksek değerler çıkmıştır. KDK'nın bu kadar yüksek değerlere çıkması yüksek yük yoğunluklu tabakalı alumino silikatların (simektit) varlığını göstermektedir. Nitekim örneklerin kil fraksiyonlarının XRD'lerinde, Mg doymun örneklerde 14 \AA nm yansımaları, gliserol uygulamalarında $16-17 \text{ \AA}$ 'a doğru genişlemiştir. Bu da simektit ve klorit –simektit ara tabakalı killerin bulunduğunu göstermektedir.

Topraklarda değişebilir katyonlar Ca 0.25-15.31 me 100 g^{-1} , Mg 0.06-11.55 me 100 g^{-1} , Na 0.08-0.51 me 100 g^{-1} ve K 0.18-1.32 me 100 g^{-1} değişim aralığında ve tüm horizonlarda $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$ olarak belirlenmiştir. Değişebilir katyonların miktarı genelde derinlikle azalmıştır.

Buna bağlı olarak baz doymunluğu % 69-100 arasında dağılım göstermiştir. Hacim ağırlığı değerleri $1.07-1.82 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişim göstermiştir. Genelde hacim ağırlığı değerleri toprakların sahip olduğu yüksek kum içeriği nedeniyle yüksektir.

Toprakların hacim ağırlığı yüzeyde daha düşük olup yüzey altı horizonlarda yükselmiştir. Bu durum yüzeyde organik maddenin varlığından kaynaklanmıştır. Ayrıca hacim ağırlığı değerleri üzerine, C horizonlarının ayrılmış veya yumuşamış ana kaya formunda olması da etkili olmuştur. Bu nedenle hacim ağırlığı değerleri derinlikle artmıştır. Toprakların bünye dağılımları ise kil % 1.1 - 35.1, kum % 38.9 - 89.9, silt % 5.0 - 32.0 arasında dağılım göstermektedir. Çalışılan toprak profilleri kendi içinde jeokimyasal olarak benzer özellikler göstermiştir. Topraklardaki majör ve minör elementlerin dağılımı Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak Profillerinin Açıldığı Noktaların Arazi Özellikleri
Table 1. Land Features of the Soil Profiles

Pedon	Koordinatlar		Ana Materyal	Yükseklik	Arazi Pozisyonu	Eğim (%)	Vejetasyon
	Kuzey	Doğu					
I	37° 51' 35''	33° 51' 47''	Andezit-Bazalt	1539	Piedmont	2	Orman
II	37° 51' 35''	33° 51' 47''	Andezit-Bazalt	1894	Dik Yamaç	30	Mera
III	37° 51' 35''	33° 51' 47''	Andezit-Bazalt	1537	Dik Yamaç	15	Orman
IV	37° 51' 35''	33° 51' 47''	Andezit-Bazalt	1563	Dik Yamaç	20	Orman

Çizelge 2. Toprak Profillerine Ait Morfolojik Görünümler
Table 2. Morphological Specifications of Soil Profiles

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	Renk		*Strüktür	*Kıvam	Arazi Tekstürü	Biyolojik Aktivite
			Kuru	Nemli				
I	A1	0-28	10YR4/4	10YR4/3	Gr	ÇSr-Sk-P	Kumlu Kil	Çok
	A2	28-76	10YR4/3	10YR2/3	Gr	ÇSr-Sk-ÇP	Kumlu Kil	Çok
	Bw1	76-164	10YR4/3	10YR2/3	KB	ÇSr-ÇSk-ÇP	Kil	Orta
	Bw2	164-189	10YR4/3	10YR2/3	KB	ÇSr-ÇSk-ÇP	Kil	Az
	BC	189-209	10YR5/4	10YR3/4	KB	ÇSr-Sk-ÇP	Kil	Az
	C	+209	10YR5/4	10YR4/4	Ma	ÇSr-Sk-ÇP	Kil	Az
II	A1	0-34	10YR5/3	10YR4/4	Gr	Y-G-PD	Siltli Tın	Orta
	A2	34-55	10YR5/3	7,5YR4/3	Gr	HF-G-PD	Siltli Tın	Orta
	R	+55	-	-	-	-	-	-
III	A1	0-27	10YR6/2	7,5YR3/3	Gr	Y-Sk-PD	Killi Kumlu Tın	Çok
	A2	27-61	10YR5/4	10YR4/4	Gr	HF-G-PD	Killi Kumlu Tın	Çok
	A3	61-101	2,5Y7/2	10YR4/3	Gr	HF-D-PD	Kumlu Tın	Orta
	C1	101-149	2,5Y7/2	10YR5/1	Ma	HF-G-PD	Kumlu Tın	Az
	C2r	149-174	2,5Y7/1	10YR4/2	Ma	Sr-D-PD	Kumlu Tın	Az
	R	+174	-	-	-	-	-	-
IV	A1	0-11	10YR6/4	10YR4/3	Gr	HF-G-PD	Killi Kumlu Tın	Çok
	A2	11-65	10YR7/3	10YR4/3	Gr	Sr-G-PD	Siltli Kum	Çok
	A3	65-101	10YR7/3	10YR4/4	Gr	HF-G-PD	Kum	Az
	C1	101-144	10YR7/2	10YR4/3	Ma	HF-G-PD	Kumlu Ayrş. Matryl.	Az
	C2r	+144	10YR7/1	10YR5/1	Ma	HF-ÇG-PD	Kumlu Ayrş. Matryl.	Az

*Gr: Granüler, Pri: Prizmatik, KB: Köşeli Blok, Ma: Masif, Y: Yumuşak, HF: Hafif Sert, Sr:Sert, ÇSr: Çok Sert, Sk: Sıkı, ÇSk: Çok Sıkı, G: Gevşek, ÇG: Çok gevşek, P: Plastik, ÇP: Çok Plastik

Çizelge 3. Profillere Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler
Table 3. Some Physical and Chemical Properties of Profiles

Pedon	Horizon	Derinlik (cm)	pH _(Saf Su) (1/2.5)	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Hacim Ağırlığı (gr.cm ⁻³)	KDK (mq.100 gr ⁻¹)	Baz Doygunluğu (%)	Değişebilir Katyonlar (mq.100 g ⁻¹)				Tane Büyüklük Dağılımı (%)		
									Ca	Mg	Na	K	Kum	Kil	Silt
I	A1	0-28	6.56	166	2.99	1.52	15.80	100	11.60	5.14	0.29	1.12	41.9	26.1	32.0
	A2	28-76	6.79	60	1.41	1.48	18.79	100	11.91	6.13	0.16	1.32	38.9	34.1	27.0
	Bw1	76-164	6.94	59	2.04	1.36	25.20	100	15.31	10.96	0.34	0.70	39.9	35.1	25.0
	Bw2	164-189	7.01	39	1.08	1.66	21.92	100	12.83	9.26	0.35	0.67	46.9	29.1	24.0
	BC	189-209	7.06	72	0.70	1.41	22.27	100	12.55	11.55	0.39	0.69	49.9	25.1	25.0
II	C	+209	7.43	91	0.60	1.4	21.61	74	13.92	0.91	0.51	0.64	51.9	21.6	26.5
	A1	0-34	7.22	69	3.23	1.41	11.17	78	7.49	0.34	0.17	0.68	53.9	20.1	26.0
	A2	34-55	7.02	58	1.69	1.36	9.13	82	6.22	0.35	0.19	0.73	54.9	19.1	26.0
	R	+55	-	-	-	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A1	0-27	6.61	72	4.11	1.42	10.21	80	7.20	0.29	0.10	0.62	61.9	16.1	22.0
III	A2	27-61	6.60	50	1.30	1.59	5.73	85	4.12	0.16	0.13	0.45	71.9	12.1	16.0
	A3	61-101	6.93	39	0.29	1.45	2.95	81	1.79	0.08	0.21	0.31	82.9	8.1	9.0
	C1	101-149	6.67	51	0.07	1.51	0.49	100	0.25	0.01	0.12	0.23	89.9	5.1	5.0
	C2r	149-174	6.92	55	0.10	-	0.94	95	0.54	0.07	0.08	0.20	88.9	5.1	6.0
	R	+174	-	-	-	1.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	A1	0-11	6.78	69	1.57	1.56	7.54	80	5.16	0.24	0.13	0.52	58.9	17.1	24.0
	A2	11-65	6.43	56	0.60	1.54	5.40	78	3.39	0.26	0.16	0.43	66.9	17.1	16.0
	A3	65-101	6.67	29	0.17	1.56	3.47	69	1.70	0.21	0.15	0.35	76.9	7.6	15.5
	C1	101-144	6.55	24	0.04	1.35	0.93	88	0.48	0.07	0.09	0.18	82.9	5.1	12.0
	C2r	+144	6.56	34	0.01	1.39	0.71	100	0.49	0.06	0.08	0.18	83.9	1.1	15.0

Çizelge 4. Profillerdeki Bazı Majör Elementlerinin Dağılımı ve Ayrışma Oranları
Table 4. Distribution and Weathering Rates of Some Major Elements in Profiles

Pedon	Horizon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	LOI	Toplam	CIA	CIW	PIA	P	Baz/R ₂ O ₃
I	A1	57.35	17.21	5.85	2.09	4.24	2.62	1.66	0.87	0.13	0.14	7.6	99.80	55.99	59.48	50.13	81.56	0.86
	A2	56.76	18.15	6.44	2.19	3.88	2.38	1.71	0.91	0.14	0.14	7.1	99.81	59.21	63.03	53.16	80.47	0.77
	Bw1	56.37	17.93	6.41	2.26	3.83	2.16	1.55	0.87	0.14	0.14	8.1	99.79	60.16	63.75	54.51	80.56	0.76
	Bw2	56.71	18.26	6.42	2.42	3.93	2.40	1.70	0.85	0.12	0.12	6.8	99.81	59.04	62.79	53.08	80.44	0.80
	BC	56.41	18.31	6.57	2.56	3.90	2.32	1.71	0.84	0.14	0.12	6.9	99.81	59.53	63.36	53.50	80.27	0.80
	C	55.98	18.50	6.66	2.64	4.10	2.37	1.63	0.85	0.15	0.11	6.8	99.80	59.15	62.69	53.49	79.97	0.82
II	A1	57.88	17.63	5.09	2.20	4.62	3.11	1.64	0.69	0.14	0.10	6.7	99.82	54.07	57.19	48.61	81.89	0.95
	A2	57.88	18.16	5.47	2.37	4.66	3.14	1.54	0.74	0.11	0.10	5.6	99.83	54.67	57.56	49.64	81.33	0.93
	R	63.53	16.29	4.27	2.33	5.20	3.59	2.08	0.56	0.16	0.08	1.7	99.84	48.57	52.07	41.84	84.56	1.18
III	A1	58.33	16.77	5.02	2.33	4.65	3.24	1.77	0.68	0.15	0.10	6.8	99.82	52.19	55.51	46.22	82.64	1.02
	A2	60.24	17.24	5.13	2.41	4.72	3.47	1.79	0.67	0.12	0.09	3.9	99.83	51.92	55.15	46.07	82.74	1.03
	A3	61.68	16.90	5.09	2.57	4.85	3.57	1.89	0.65	0.13	0.09	2.4	99.83	50.67	53.99	44.52	83.33	1.10
	C1	62.73	16.50	5.01	2.61	5.11	3.69	2.06	0.68	0.16	0.09	1.2	99.83	48.92	52.39	42.29	83.84	1.16
	C2r	63.37	16.18	4.65	2.49	4.95	3.57	2.00	0.61	0.14	0.08	1.8	99.84	49.17	52.65	42.58	84.39	1.16
	R	63.42	16.23	4.05	2.18	5.08	3.78	2.19	0.54	0.16	0.07	2.1	99.85	48.16	51.82	41.11	84.68	1.18
IV	A1	58.18	17.90	5.67	2.40	4.96	3.29	1.54	0.79	0.10	0.10	4.9	99.82	53.00	55.75	48.05	81.45	0.98
	A2	59.59	18.08	5.42	2.27	4.95	3.44	1.58	0.74	0.08	0.09	3.6	99.84	52.75	55.52	47.75	81.84	0.98
	A3	63.23	16.39	4.34	2.05	4.70	3.40	1.94	0.56	0.11	0.07	3.0	99.85	50.62	54.14	44.11	84.40	1.07
	C1	63.53	16.39	4.29	2.31	5.05	3.73	2.09	0.57	0.14	0.08	1.7	99.84	48.70	52.21	41.96	84.47	1.17
	C2r	62.81	16.44	4.61	2.42	5.07	3.72	2.11	0.60	0.15	0.08	1.8	99.83	48.75	52.30	41.96	84.13	1.16

Profillerde SiO₂ içeriği içeriği %55,98- 63.53 arasında dağılım göstermiştir. Al₂O₃ içeriği %16.18- 18.50 arasında değişmiştir. Toprakta bulunan Al doğrudan kil dağılımı ile ilgilidir ve olgun topraklarda Al₂O₃ miktarı artmaktadır. Araştırılan topraklarda Al₂O₃ miktarı düşük ayrışma oranı nedeniyle solumda ana materyale yakın değerler göstermiştir. Aynı zamanda Si ve Al değerleri profillerde kum ve kil içeriğine bağlı olarak farklılaşmıştır. Fe₂O₃ miktarı %4.05-6.66 arasında değişmekle birlikte en yüksek değer yüzey horizonlarında görülmüştür. CaO tüm göstermiştir. CaO %3.83 – 5.20 arasında dağılım göstermiş ve ana materyallerde üst horizonlara göre daha yüksek değerler belirlenmiştir. MgO değerleri ise %2.05 ile 2.64 arasında değişim göstermiş. MgO değerlerinin genelde yüksek olması ferromagnezyen minerallerin bulunmasından kaynaklanmıştır. Nitekim birincil mineral çözümlenmelerin de yüksek amfibol ve biyotit piklerine rastlanmıştır. K₂O ve Na₂O değerleri sırasıyla %1.54-2.11, %2.16-3.78 arasında değişim göstermiştir. Bu durum andezitte ve bazaltta bol miktarda bulunan feldispatların ve aynı zamanda mikalar ve hornblentlerin de dağılımıyla yakından ilişkilidir. TiO₂ ayrışma ortamlarında dayanıklı bir bileşen olup kimyasal değişimin belirlenmesinde kullanılan bir elementtir. Topraklarda MnO % 0.07-0.14, P₂O₅ ise % 0.08-0.16 arasında dağılım göstermiştir. Diğer minör elementlerin dağılımında ise horizonlar arasında düzenli bir değişim trendi gözlenmemiştir. Araştırmada değerlendirilen kriterler göz önüne alındığında toprak oluşumunda ayrışmanın yavaş seyrettiği, toprağa katılmaların, kayıpların ve ayrılmaların ve değişimlerin çok az olduğu görülmektedir. Araştırma topraklarında toplam Fe₂O₃ miktarlarına karşılık serbest demir oksit oranları çok düşüktür ve bu da ayrışmanın düşük olduğunu göstermektedir. Bu durumun hornblendin zayıf ayrışmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Geriye kalan demirin killerin kristal yapılarında bulunma olasılığı yüksektir. Profillerde ana materyaldeki sodyum oranlarına göre yüzey horizonlarındaki Na miktarları arasında önemli bir farklılaşma görülmemiştir. Bu eğilim diğer alkali kanyonlar için de geçerlidir. Tam tersi Ca, K, Mg gibi kanyonlar yüzey horizonlarında bitkisel döngü kaynaklı artış göstermiştir. Bu da ayrışmanın çok az olduğunu, buna bağlı olarak alkali kanyonların yıkanmadığını göstermektedir. Profillerde toplam TiO₂ %0.54 - 0.91 arasında dağılım göstermiştir. Bu elementin çalışılan tüm profillerde solumdaki dağılımları birbirine çok yakın ve miktar olarak çok düşük bulunmuştur. İmmobil bir element olan TiO₂'in % miktarları toprağın ayrışma düzeyini ortaya koymaktadır. Toprak gelişiminin artmasıyla diğer elementlerin yıkanmasına bağlı olarak oransal miktarı artan bu element araştırma bölgesi topraklarında pedojenik gelişimin zayıflığına paralel olarak düşük değerler göstermektedir.

3.2 Ayrışma indeksleri

Topraklarda ayrışmanın tanımlanması için çok sayıda indeks ortaya konulmuştur (Harnois, 1988; Nesbit ve Young, 1989). Tüm indekslerin genel prensibi benzerdir ve bazik kanyonlar (Ca, Mg, K, Na) ile Al ve Si gibi kanyonlar arasındaki değişik oranların belirlenmesine dayanır. Bu çalışmada profillerin ayrışma oranlarının sayısallaştırılması için aşağıda verilen indeksler kullanılmıştır.

a- Kimyasal alterasyon indeksi (CIA) (Nesbitt ve Young, 1982)

$$CIA = (100) \left[\frac{Al_2O_3}{(Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)} \right]$$

b- Kimyasal ayrışma indeksi (CIW) (Harnois, 1988)

$$CIW = (100) \left[\frac{Al_2O_3}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O)} \right]$$

c- Bazlar/R₂O₃ oranı (Birkeland, 1999),

$$Bazlar/R_2O_3 = (MgO + CaO + Na_2O + K_2O) / (TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3)$$

d-Plajiyoklas alterasyon indeksi (PIA) (Fedo ve ark., 1995)

$$PIA = (100) \left[\frac{(Al_2O_3 - K_2O)}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)} \right]$$

e- Product İndeks (P) (Reiche, 1950)

$$P = (100) \left[\frac{SiO_2}{(TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3 + SiO_2)} \right]$$

Eşitliklerdeki CaO* değeri silikat minerallerinden kaynaklanan CaO değeridir. Bu nedenle karbonat ve apatit düzeltmesi yapılarak kullanılır. Zira silikat minerallerindeki en önemli CaO kaynaklarından biri de apatittir. Apatit düzeltmesi yapılan CaO değeri Na₂O değerinden daha düşük çıkarsa indekslerde bu değer kullanılır. Daha yüksek çıkması durumunda ise CaO değeri olarak Na₂O değeri kullanılır (McLennan ve ark., 1993). Bu çalışmada da hem kireç hem de ölçülen P₂O₅ değeri kullanılarak apatit düzeltmesi yapılmıştır. Çalışma alanındaki toprakların jeokimyasal özelliklerinden üretilen bazı ayrışma oranları Çizelge 5'de verilmiştir. Profillerde CIA değerleri %48.16 – 60.16 arasında değişmiş ve horizonlar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. En düşük CIA değeri R ve C katmanlarında bulunmuş ve genel olarak derinlikle azalma trendi gözlenmemiştir. Profiller arasında CIW değerleri 1 numaralı profil hariç önemli değişim göstermemiştir. CIW değerleri 52.07 ile 63.75 arasında derinlikle azalma trendi göstermiştir. Kambik horizon bulunan 1 nolu profilde bu değişim kambik horizonlarda artış, sonra tekrar

azalma şeklinde olmuştur. Baz/ R₂O₃ değeri 1'e yakın veya 1'in üzerinde olup 0.76 ile 1.19 arasında değişmiştir. Değerlerin horizonlar arasındaki dağılımında da derinlikle değişim gözlenmiştir. PIA değerleri profillerde birbirine yakın bir değişim göstermiş ve %41.11-76.98 arasında, P değerleri ise %79.17-84.68 arasında değişmiştir. PIA genel olarak derinlikle azalma P ise derinlikle artma eğilimi göstermiştir. CIA değeri kimyasal ayrışma ile Ca, Na ve K gibi bazik katyonların minerallerden uzaklaşması işlemine dayanır ve toprak içerisinde birincil ve ikincil minerallerin oranını yansıtan bir değerdir. Ayrışma parçalanma ile birlikte bu değer artar. CIA hidrolitik ayrışma ile feldspatların killere alterasyonun derecesini yansıtır ve nispi olarak kil miktarına işaret eder. Yoğun olarak ayrılmış ve bol miktarda kaolinit gibi residiyal killer veya gibsit gibi mineralleri içeren toprak veya sedimentlerde CIA değeri 100'dür. Ayrışmamış üst kaya kabuğu için ise bu değer 50 dir (Fedro ve ark., 1995). Şeyller için bu değer ortalama % 70 - 75 arasında değişir. CIA değerleri çok az ayrılmış (50-60), az ayrılmış (60-70) orta derecede ayrılmış (70-80), ileri derecede ayrılmış (80-90) ve aşırı derecede ayrılmış (90-100) olarak sınıflandırıldığında (Nesbitt and Young, 1982) çalışma alanındaki profillerin çok az ayrılmış olduğu görülmektedir. Genellikle CIA değerlerinin derinlikle azalması ayrışma parçalanmanın derinlikle birlikte azaldığını gösterir. Ülkemizin en genç volkanik malzemelerinden birine sahip olan Hasandağın'da CIA değerleri yaş ile uyum içinde düşük çıkmıştır. CIW değeri hiç ayrılmamış kayada 50 yoğun olarak ayrılmış ortamlarda ise 100 değerine ulaşır ve ayrışma ile artar. CIW değeri 51.82- 63.75 arasında dağılım göstermiştir. CIA için kullanılan sınıflandırma CIW için de yapılırsa, CIW profillerin düşük ayrılmaya uğradığı görülmektedir. Bu da söz konusu toprakların zamana bağlı olarak düşük yoğunlukta ayrışma süreçlerine maruz kaldığını gösteren bir diğer kanıt olarak ortaya çıkmaktadır. Bazlar/R₂O₃ oranı profil 2, 3 ve 4'de en az ayrılmayı gösterir şekilde en yüksek değerler bulunmuştur. Çalışılan tüm profillerde bu indeks formasyon yaşları ve otokton topraklarda derinlikle ayrışmanın azalması kuralı ile uyum içindedir. PIA ayrışma derecesinin sayısallaştırılmasında CIA'ya alternatif olarak kullanılan diğer bir indekstir ve plajyoklasların alterasyonu hakkında bilgi verir. Bu değer 41.11 ile 54.51 arasında değişim göstermiştir. Çalışılan tüm profillerde PIA değeri jeolojik yaşla uyum içinde dağılım göstermiştir çok düşük değerler göstermiştir. Bu durum toprakların kil mineralojisi ile de uyum içindedir. Düşük PIA değerleri, Hasandağ'ındaki düşük kil içeriği feldspatlardaki alterasyonun ve kaolinleşmenin düşüklüğünü destekleyen başka bir delil durumundadır. Benzer bir eğilimde de Product indeksi (P) değerleri dağılımında görülmüştür. P değeri 79.97- 84.68 arasında dağılım göstermiştir. Profiller arasında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

3.3 Kütle dengesi modeli

Kütle dengesi modeli toprak oluşumu süresi boyunca herhangi bir element için kayıp - kazanç ve dönüşümler sonucu ortaya çıkan miktarlarının sayısallaştırılmasında kullanılan bir metottur (Brimhall ve Dietrich, 1987). Toprakların kütle dengesi analizlerinin yapılabilmesi için horizon ve ana materyal veya ana kayanın hacim ağırlığı, hacim, kimyasal kompozisyonlarının bilinmesi ve karşılaştırılması gereklidir (Brimhall ve ark., 1991b). Bu özelliklere bağlı olarak kütle dengesi eşitliği toprak ayrışması ve ana materyalle ilişkili olarak açık sistem kayıp ve kazançlarını ortaya koymak için geliştirilmiştir. Toprak oluşumu süresince hacimsel ve kütleli değişim eşitliği Brimhall ve ark., (1988, 1991a, b), Chadwick ve ark., (1990), tarafından ortaya konmuştur. Bu tür eşitliklerde zenginleşme ve yikanma faktörü Ti veya Zr gibi immobil bir element kullanılarak belirlenir. Bu metot silikatlarca zengin kayaçla çalışma yapan birçok araştırmacı tarafından uygulanmıştır (Langley-Turnbaugh; Nieuwenhuys ve Van Breemen, 1997; White, 1995). Bu prosedür Egli ve Fitze (2000) tarafından tekrar gözden geçirilmiştir.

Kütle dengesi hesabında standardize edilmiş hacimsel değişim (ϵ) katsayısı toprakların seyrelme veya zenginleşmesinin hesaplanmasında kullanılır. Kütle dengesi modeli aşağıda sunulmuştur.

$$M_{flux(ziv)} = \sum_{\alpha=1}^A C_{jp} P_p \left(\frac{1}{\epsilon + 1} \right) T_{jw} \Delta z$$

M_{flux} , negatif ise sistemden kayıp, pozitif ise sisteme katılım olduğunu gösterir. Eğer toprak oluşumunun başlangıcı biliniyorsa bulunan değeri geçen yıla bölünerek yıllık ayrışma oranı belirlenir. Çalışmada Zr hacimsel değişimi hesaplamada immobil element olarak seçilmiştir. Zr ve Ti toprak ortamında genellikle düşük hareket kabiliyetine sahip oldukları için immobil element olarak kullanılır. (Marshall Ve Haseman, 1942; Brimhall ve Dietrich, 1987; Harden, 1988; Chadwick ve ark., 1990; Brimhall ve ark., 1991a,b; Merritts ve ark., 1992). Çizelge 5'ten de görüldüğü gibi kütle taşınım fonksiyonu anlamlı sonuçlar vermiştir. Hasandağında P1 dışında kütle fonksiyonu tüm katyonlar için negatif çıkmıştır. Bu durum profillerden net kaybı ortaya koymaktadır. 2, 3 ve 4. profillerde miktar olarak en büyük kayıp silikada, oran olarak ise en büyük kayıp Na'da gözlenmiştir. Profil 1'de görülen anomali ve buna bağlı olarak ortaya çıkan pozitif kütle taşınım fonksiyonu ise, muhtemelen söz konusu profilin açıldığı alanın bir piedmont olması ve çevredeki yüksek arazilerden gelen silika ve diğer katyonlarca zengin suların neden olduğu zenginleşme nedeniyle oluşmuştur. Diğer profillerde ise desilikasyon en baskın süreç

Çizelge 5. Profillerde bazı elementler için horizonların kütle taşınım fonksiyon değerleri (τ) ve kütle kayıp kazançları (gr cm-2)
Table 5.

Pedon	Horizon	Si		Al		Ca		Mg		Na		K		Fe	
		(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}	(τ)	M_{jflux}
I	A1	0.166	35.45	0.059	5.39	0.177	3.59	-0.099	-1.29	0.258	3.02	0.159	1.28	0.000	0.00
	A2	0.079	304.33	0.044	6.32	0.007	0.22	-0.117	-2.40	0.069	1.27	0.117	1.48	0.029	1.50
	Bw1	0.108	83.68	0.066	20.45	0.028	1.92	-0.058	-2.57	0.003	0.12	0.046	1.26	0.059	6.58
	Bw2	0.114	23.35	0.086	715.95	0.054	1.05	0.008	9.50	0.114	121.58	0.147	107.82	0.060	179.82
	BC	0.039	6.90	0.021	1.31	-0.019	-0.26	0.000	0.00	0.009	0.07	0.082	0.45	0.017	4.76
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam			758.03		749.43		6.52		3.25		126.06		112.29	
II	A1	-0.165	-41.60	-0.008	-0.77	-0.211	-3.66	-0.134	-0.26	-0.206	-2.04	-0.277	-1.92	0.093	1.32
	A2	-0.198	-40.22	-0.019	-0.43	-0.186	-2.39	-0.105	-0.61	-0.230	-2.47	-0.348	-1.79	0.127	1.34
	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Toplam		-81.81		-1.20		-6.05		-0.87		-4.51		-3.71		2.67
III	A1	-0.109	-26.58	-0.026	-1.53	-0.128	-2.34	-0.144	-1.34	-0.159	-2.10	-0.177	-1.30	-0.040	-0.72
	A2	-0.080	-25.81	0.001	0.08	-0.115	-2.78	-0.115	-1.42	-0.099	-1.73	-0.167	-1.63	-0.019	-0.45
	A3	-0.095	-44.59	-0.058	-6.06	-0.127	-4.11	-0.094	-1.55	-0.110	-2.57	-0.156	-2.03	-0.065	-1.39
	C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Toplam		-96.98		-7.51		-9.22		-4.31		-6.39		-4.96		-2.56
IV	A1	-0.121	-13.75	0.048	1.30	-0.057	-0.47	-0.003	-0.01	-0.867	-5.33	-0.293	-1.01	0.269	1.90
	A2	-0.062	-35.09	0.103	15.04	-0.020	-0.90	-0.017	-0.35	-0.855	-28.41	-0.244	-4.54	0.263	10.05
	A3	-0.005	-1.90	0.000	0.00	-0.069	-2.08	-0.113	-1.56	-0.857	-19.11	-0.072	-0.90	0.012	0.31
	C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Toplam		-13.78		16.33		-3.46		-1.92		-52.84		-6.45		12.26

olmasına rağmen Si_o/Al_o oranının da gösterdiği gibi allofan ve imogolit oluşumu için yeterli yoğunlukta gerçekleşmemiştir. Seçici çözelti ve FTIR (bu çalışmada verilmemiştir) analizleri de bu sonucu doğrulamaktadır. Profil 1 dışındaki tüm profillerde diğer bazik katyonlar düzenli negatif kütle taşınım değerleri göstermiştir. Bölgedeki kayaa çeşidinin bol miktarda Ca-Na feldspat (plajiyoklaz) ve ferromagnezyumlu mineraller içeren mafik karakterde olması sonucu söz konusu minerallerin ayrışması negatif değerlerin gözlenmesine neden olmuştur. Fe ve Al'daki negatif değerler de bu durumu açıklamaktadır. Ayrıca K, Fe, Mg'da saptanan negatif değerler mikaların çözünmesi ve biyotitin simektitlere ayrışması ile de açıklanabilir. Bazaltik kayalarda bulunan plajiyoklazlar çerçeve silikat olmalarına rağmen zamanla kolayca ayrışabilirler. Bu minerallerde bulunan alkali katyonlar ikincil kil minerallerinin yapısına girmemesi ve değişebilir formda zayıf tutulmaları nedeniyle kolayca yıkanılırlar. Ca, Na'a göre daha az net kayıp göstermiştir. Potasyum toprak oluşumunun başlangıç aşamalarında ayrışmaya oldukça duyarlıdır. Çalışma alanında K kayıpları % 35'lere kadar çıkmıştır. Çalışılan alanlarda bitki örtüsünün çok yoğun olmaması, orman vejetasyonunun zayıf olması, yüzey horizonlarında da biyolojik döngü nedeniyle pozitif kütle taşınımı değerlerinin oluşumunu engellemiştir. Al ve Fe'in diğer bazik katyonlara göre daha düşük negatif değerler göstermesi, bu katyonların kum fraksiyonundan seskioksit ve kil fraksiyonunda yeniden oryantasyonu ve böylece daha stabil bir hale dönüşmesi nedeniyle gerçekleşmiştir.

4. Sonuç

Çalışma alanında, açılan toprak profillerinde Nesbitt ve Young, (1982)'in yapmış olduğu CIA sınıf değerlerine göre düşük ayrışma oranları bulunmuştur. Profillerin yamaç yüksek eğimli alanlarda bulunması nedeniyle toprak oluşumu erozyon nedeniyle olumsuz etkilenmiştir. Toprak erozyonu ve kitle hareketi veya toprak kaymaları, dağlık arazide önemli jeomorfik süreçlerdir. Bu süreçler toprak oluşumunu akamete uğratma potansiyeline sahiptir. Bu kesinti, özellikle yüksek eğim derecesinde nispeten yaygındır. Bu nedenle bu topraklar genç topraklar olarak tanımlanabilir. Araştırma bulguları çalışma alanında topoğrafik koşulların ve yetersiz ayrışma sürecinin toprağın fiziksel-kimyasal, mineralojik ve morfolojik özelliklerini doğrudan veya dolaylı olarak güçlü bir şekilde etkilediğini ortaya koymuştur.

Pedonlardaki fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerin benzer ve sınırlı varyasyona sahip olması ve jeokimyasal özellikler kullanılarak belirlenen ayrışma indekslerinin ve kütle kayıp modelinin pedonlar boyunca çok sınırlı bir varyasyon göstermesi, pedonların benzer ayrışma seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada kütle dengesi modeli kullanılarak toprak oluşumu süresi boyunca çeşitli elementler için kayıp ve kazanç durumları ortaya konmuştur. Profil 1 dışında kütle fonksiyonu tüm katyonlar için negatif çıkmıştır. Profil 1' de görülen pozitif kütle taşınım fonksiyonu ise, muhtemelen çevredeki yüksek arazilerden gelen silika ve diğer katyonlarca zengin sulardan kaynaklanmıştır.

Elde edilen verilerden ayrışma indisleri ve kütle taşınım fonksiyonlarının toprak oluşumunun sayısallaştırılmasında kullanılabileceği görülmüştür. Türkiye'deki volkanik ana materyaller üzerinde oluşan topraklar hakkında daha çok bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'nin değişik bölgelerine dağılmış ve volkanik ana materyal üzerinde oluşan toprakların özellikleri bölgesel kontrollerle aydınlatılmalıdır. Ayrıca yaşları iyi belirlenmiş yeterli sayıda toprak profiline dayanan ardışık zamanlı ve diğer sekuenslere ait toprak oluşum süreçlerinin karşılaştırılması konusunda Türkiye'de yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda jeokimyasal belirteçler kullanılarak yapılacak çalışmaların bölgemizde toprak oluşum süreçlerinin anlaşılmasındaki önemi dikkate alınarak geliştirilmesi önerilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, TOVAG 1100301 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 1962, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Türkiye Jeoloji Haritası.
- Aydar, A., Gourgaud, A., 1998, The Geology of Mount Hasan Stratovolcano, Central Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, V: 85, Elsevier Science B.V., Page: 129-152.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and Geomorphology, 3rd ed. Oxford Univ. Press, New York.
- Blake, G. R., Hartge, K. H., 1986. Bulk Density. in: Klute, A., (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No: 9. SSSA, Madison, WI, Pp. 363-375. (S: 393).
- Bouyoucos, G. J., 1951, Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron, 43 (434-438).
- Bricker SB, Ferreira JG, Simas T (2003) An integrated methodology for assessment of estuarine trophic, status. Ecol Modelling 169:39-60

- Brimhall, G.H. & Dietrich, W.E., 1987. Constitutive mass balance relations between chemical composition, volume, density, porosity, and strain in metasomatic hydrochemical systems: Results on weathering and pedogenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 51, 567–587
- Brimhall, G.H., Chadwick, O.A., Lewis, C.J., Compston, W., Williams, I.S., Danti, K.J., Dietrich, W.E., Power, M.E., Hendricks, D., Bratt, J., 1991a, Deformational mass transport and invasive processes in soil evolution. *Science* 255, 695-702.
- Brimhall, G.H., Lewis, C.J., Ague, J.J., Dietrich, W.E., Hampel, J., Teague, T., Rix, P., 1988, Metal enrichment in bauxites by deposition of chemically mature aeolian dust. *Nature* 333(30), 819–824.
- Brimhall, G.H., Lewis, C.J., Ford, C., Bratt, J., Taylor, G., Warin, O., 1991b, Quantitative geochemical approach to pedogenesis: importance of parent material reduction, volumetric expansion, and eolian influx in laterization. *Geoderma* 51, 51-91.
- Brimhall, G.H., Dietrich, W.E., 1987, Constitutive mass balance relations between chemical composition, volume, density, porosity, and strain in metasomatic hydrochemical systems: Results on weathering and pedogenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 51, 567–587.
- Carr, R.G., Rodgers, K.A., Black, P.M., 1980. The chemical and mineralogical changes accompanying the laterization of basalt at Kerikeri, North Auckland. *J. R. Soc. N.Z.* 10, 247–258.
- Chadwick, O.A., Brimhall, G.H., Hendricks, D.M., 1990, From a black to a gray box—a mass balance interpretation of pedogenesis. *Geomorphology* 3, 369–390.
- Chao, T. T., Sanzolone, R.F., 1992, Decomposition Techniques. *Journal of Geochemical Exploration*. 106 (44-65).
- Chesworth, W., Dejoux, J., Larroque, P., 1981. The weathering of basalt and relative mobilities of the major elements at Belbex, France. *Geochim. Cosmochim. Acta* 45, 1235– 1243
- Egli, M. & Fitze, P., 2000. Formulation of pedologic mass balance based on immobile elements: a revision. *Soil Science* 165, 437-443.
- Emre, Ö., 1991, Hasan Dağı-Keçiboyduran Dağı Yöresi Volkanizmasının Jeomorfolojisi, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Doktora Tezi, (Yayınlanmamış), İstanbul, Shf: 1-198.
- Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. *Geology* 23, 921– 924.
- Harden, J.W., 1988, Genetic interpretations of elemental and chemical differences in a soil chronosequence, California, *Geoderma* 43, 179–193
- Harnois, L., 1988, The CIW index: a new Chemical Index of Weathering. *Sedimentary Geology* 55, 319– 322.
- Hızalan, E., Ünalın, H., 1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 278.
- Hocaoğlu, Ö. L., 1970, Diyarbakır, Erzurum, Rize Bölgelerinde Bazalt Kayalarından Oluşan Topraklardaki Kil Mineralleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi No 33.
- Jenkins D A, Jones R G W., (1980). Traceelements in rock, soil, plant and animal: introduction. In: Davies, B.E. (Ed.), *Applied Soil Trace Elements*. John Wiley and Son Ltd., pp. 1–20.
- Jenny, H., 1941, *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill, New York, Pp:281.
- Ketin, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış İstanbul teknik üniversitesi yayınları 595 s.
- Langley-Turnbaugh, S.J. & Bockheim, J.G., 1998. Mass balance of soil evolution on late Quaternary marine terraces in coastal Oregon. *Geoderma* 84, 265–288
- Nieuwenhuysse, A. & van Breemen, N., 1997. Quantitative aspects of weathering and neof ormation in selected Costa Rican volcanic soils. *Journal of the Soil Science Society of America* 61, 1450–1458
- Marshall, C.E., Haseman, J.F., 1942, The quantitative evaluation of soil formation and development by heavy mineral studies: a Grundy silt loam profile. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 7, 448–453.
- McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K., Hanson, G.N., 1993. Geochemical approach to sedimentation, provenance, and tectonics. *Spec. Pap.-Geol. Soc. Am.* 284, 21–40.
- Merritts, D.J., Chadwick, O.A., Hendricks, D.M., Brimhall, G.H., Lewis, C.J., 1992, The mass balance of soil evolution on late Quaternary marine terraces, northern California. *GSA Bulletin* 104, 1456–1470.
- Nesbitt, H.W., 1979. Mobility and fractionation of rare earth elements during weathering of a granodiorite. *Nature* 279, 206– 210.
- Nesbitt, H.W., Wilson, R.E., 1992. Recent chemical weathering of basalt. *Am. J. Sci.* 292, 740– 777
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* 299, 715–717
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* 299 (5885), 715–717.
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1989. Formation and diagenesis of weathering profiles. *J. Geol.* 97, 129–147.
- Owens, L.B., Watson, J.P., 1979. Rate of weathering and soil formation on granite in Rhodesia, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43" 160-166.

- Pasquare, G., 1966. Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor. *Accad. Naz. Dei Linc.*, 40, 1077-1085.
- Reiche, R. 1950. A Survey of weathering Processes and Products. University of New Mexico Publication in Geology. The University of New Mexico Press. Soil Science: 123p 400-408
- Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Investigations, Report No. 42.
- Soil Survey Manual, 1993. Soil Survey Manual. USDA Handbokk, No 18
- Soil Survey Staff.,1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and interpreting Soil Survey. USDA agriculture Handbook Washington D.C. No: 436
- Sutton, S. J., Maynard J. B. 1992. Multiple alteration events in the history of a sub-Huronian regolith at Lauzon Bay, Ontario *Canadian Journal of Earth Sciences* 29,432-445
- Wakatsuki, T., Rasyidin, A., 1992. Rates of weathering and soil formation. *Geoderma*, 52 (1992) 251-263
- U.S. Salinity lab. Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agricultural Handbook.*, No 60 USDA.
- White, A.F., 1983. Surface chemistry and dissolution kinetic of glassy rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta* 47, 805–816.
- White, A.F., 1995. Chemical weathering rates of silicate minerals in soils. In: White, A.F., Brantley, S.L. (Eds)., *Chemical Waethering Rates of Silicate Minerals. Reviews in Mineralogy*, vol. 31, Mineralogical Society of America, pp. 407–461

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.799510

Evaluation of soil hydropedological properties by factor analysis in gypsic ustorthent and typic ustifluent

 Gülay Karahan^{a,*}

^aÇankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı, Turkey

*Sorumlu yazar/corresponding author: gkarahan03@gmail.com

Geliş/Received 24/09/2020

Kabul/Accepted 13/01/2021

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate soil morphological and hydrologic variables by factor analysis in a paddy field (Gypsic Ustorthent) and grassland (Typic Ustifluvents) in Kızılırmak county of Çankırı province in central Anatolia of Turkey. Fifty undisturbed soil samples were taken from the paddy field and seventy from the grassland with plastic soil samplers. Disturbed soil samples were taken from the same points for basic soil analyses. Saturated hydraulic conductivity (K_s) was measured on soil columns using a hydraulic conductivity set with a constant-head permeameter. Following the K_s measurements, soil columns were covered to prevent evaporation. When the water flow through the columns was stopped, samplings were taken for bulk density and penetration resistance was measured. Then the soils were removed, the morphological properties were defined and quantified with the help of standard soil description charts. Soil parametric and morphological properties were evaluated by factor analysis. Five factors (Hydropedology, Silt and soil chemistry, Root, pH and mottles, Aggregation) described 80.00% of the total variation in the paddy soils and six factors (Hydropedology, Silt and soil chemistry, Root, pH and mottles, Color and soil chemistry, Aggregation) defined 84.41% of the total variation in the grassland soils. The use of soil morphological variables along with parametric variables was found promising in understanding interlinkages between pedology and hydrology.

Keywords:

Factor analysis
Hydrological properties
Hydropedology
Morphological properties
Soil mechanics

Toprak hidropedolojik özelliklerinin gypsic ustorthent ve typic ustifluent'de faktör analizi ile değerlendirilmesi

ÖZET

Bu çalışma, Orta Anadolu'nun Çankırı ili Kızılırmak ilçesinde bulunan bir çeltik tarlasında (Typic Ustifluent) ve mera alanında (Gypsic Ustorthent) toprak morfolojik ve hidrolojik değişkenlerini faktör analizi ile değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Plastik toprak örnekleyicileri ile çeltik tarlasından 50, mera alanından 70 adet bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Temel toprak analizleri için aynı noktalardan bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Doymuş hidrolik iletkenlik (K_s), toprak kolonlarında sabit yük seviyeli bir hidrolik iletkenlik seti kullanılarak ölçülmüştür. K_s ölçümünü takiben, buharlaşmayı önlemek için toprak kolonlarının üstü kapatılmıştır. Kolonlardan su akışı durduğunda, hacim ağırlığı için örnekler alınmış ve penetrasyon direnci ölçülmüştür. Sonra, topraklar çıkarılmış, toprak örneklerinin morfolojik özellikleri tanımlanarak standart toprak tanımlama çizelgeleri yardımıyla nicelendirilmiştir. Çeltik tarlası ve mera topraklarında toprak parametrik ve morfolojik özellikleri faktör analizi ile değerlendirilmiştir. Çeltik topraklardaki toplam varyasyonun %80'ini beş faktör (Hidropedoloji, Kök, Silt ve toprak kimyası, Toprak kimyası, Agregasyon) ve mera topraklarındaki toplam varyasyonun %84.41'ini altı faktör (Hidropedoloji, Kök, Silt ve toprak kimyası, Toprak kimyası, Renk ve toprak kimyası, Agregasyon) tanımlamıştır. Pedoloji ve hidroloji arasındaki bağlantıların anlaşılmasında parametrik değişkenlerle birlikte toprak morfolojik değişkenlerinin kullanılması umut verici bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:
Faktör analizi
Hidrolojik özellikler
Hidropedoloji
Morfolojik özellikler
Toprak mekaniği

© OMU ANAJAS 2021

1. Introduction

Pedology focuses on topics such as soil morphology, soil formation, and soil classification. However, it lacks in explaining some processes such as water movement in soil and plant root zone, and soil morphological and physical properties. In turn, hydrology studies the properties, occurrence, and circulation of water, and the relationship between water and environment (Hornberger et al. 1998). According to Van Tol et al. (2018), hydrological processes are quite effective in occurrence of morphological properties of soils such as mottles, color, and carbonation. However, measurement and even observation of most of the hydrological processes in the field are very difficult since these processes have large temporal and spatial variation and they are dynamic in nature. But, morphological properties of soils are not dynamic in nature and they have random spatial variation. This makes soil properties the ideal tool to conceptualize the hydrological processes. Pachepsky et al. (2008) reported that dynamics is feedback between soil structure and hydrologic function were accepted while scientific information about it was lacking. Bouma (2006) explained that pedologists have better information at the user experience, expert knowledge, and about measurements and simple models on the definition of water movement at the landscape level. However, hydrologists and soil physicists have more information on complex and specialized measurements, deterministic models for entire systems, and models for certain aspects. When pedology and hydrology are combined, hydrology can use pedological properties and pedology can use hydrological flow theory. This application will be more powerful and efficient for research than by studying separately as in the past (Bouma 2006). In addition, Lin et al. (2006) reported that working together with pedology and hydrology may be a strong tool for complex environmental issues. Hydrologists cannot see water movement clearly in the unsaturated zone, whereas pedologists can see soil pedological properties quite well from clay films to hydrologic regimes.

Bouma (2006) reported that negotiations should be made with stakeholders in all research including pedologists and hydrologists. The collaborations of pedologists and hydrologists will provide the development of the combined datasets that would be useful for each other. Related with the movement of soil water, Wood (1999) noted that it should be understood clearly where, when, and how it occurs. Therefore, combining all related datasets must be demanded continuously (Pachepsky and Rawls, 2004). Briefly, hydropedology, which studies the relationship between soil and water, provides a bridge between pedology and hydrology together with other disciplines that are related to land, air, and water interfaces (Kutilek and Nielsen, 2007). Hydropedological studies emphasize that soils both control hydrological processes (through their hydraulic properties) and serve as indicators of hydrological behavior (through the interpretation of morphological properties) (Van Tol and Le Roux, 2019). Hydropedology also aims to understand the spatial and temporal variability of soil water content, which knowledge is required for implementing precision agriculture techniques in viticulture (Camara et al. 2018).

To increase the reliability of hydrologic models, pedological data must be used. Predicting and controlling the dynamics of soil structure and hydrologic function should be studied in more detailed. Moreover, image analysis of hydropedological properties of the soil may contribute more evidence for understanding the movement of water and air in the soil. These studies can give beneficial information for land use and management of gypsiferous soils (Fazeli 2017). The aim of this paper was to evaluate hydropedological properties in paddy field (Typic Ustifluvents) and grassland (Gypsic Ustorthent) by factor analysis.

2. Material and Method

2.1. Experiment Site

Soil parametric and morphologic analyses were made on 120 disturbed and undisturbed soil samples from a paddy field (Typic Ustifluvents) and grassland (Gypsic Ustorthents) in north-central Anatolia of Turkey. The size of the study area is approximately 9 ha. It is located between 40° 20' 52" North latitude and 33° 59' 12" East longitude (Anonymous 2020) (Figure 1). The climate is semi-arid, annual temperature is 11 °C, humidity is 6%, and rainfall is 418 mm. The study area is located in a region with bare highlands and plateaus with slopes ranging from 0 to 10%. The parent material of soils comprises gypsum, marl, clay, and limestone, andesite, spilite, and basalt (Anonymous 2011).

2.2. Measurement Methods

Fifty undisturbed soil samples were taken from the paddy soils and 70 undisturbed soil samples were taken from the grassland soil (Figure 1) using a polyvinyl chloride column (15 cm length and 8.0 cm diameter) within a steel core that was connected to a hydraulic apparatus mounted on the three-point system of a tractor. The soil columns were stored in vapor proof plastics to prevent water loss until analyses. For basic soil analyzes, 120 disturbed soil

samples were collected from the same sampling points where soil columns were taken. In order to saturate the soil samples, the columns were placed in large beakers, and water was added slowly so as not to exceed the upper soil level. The beakers are covered to prevent evaporation and water loss during the saturation period. Undisturbed soil columns, saturated with capillarity from the bottom, were placed in the hydraulic conductivity set (constant-head permeameter) and readings were made when constant flow conditions were achieved in the column by adjusting the constant water load on the soil.

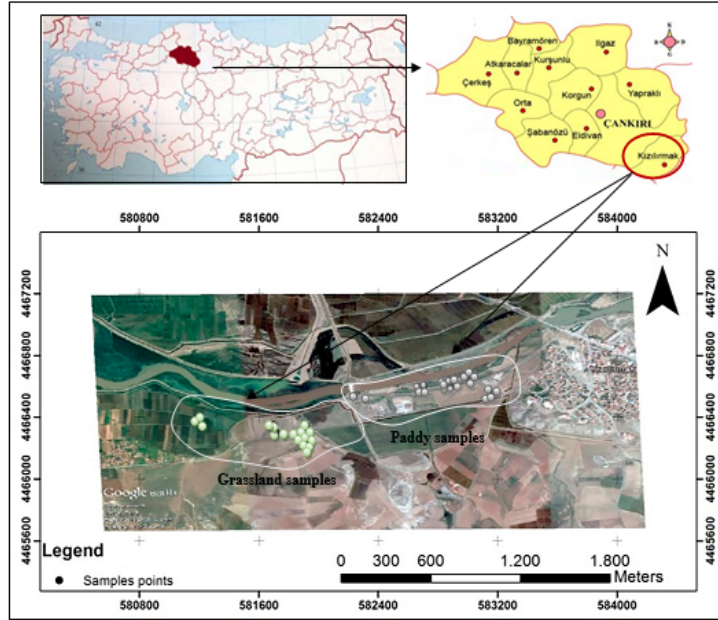


Figure 1. The study area map and sampling points (Revised from Karahan and Erşahin, 2017)

Çizelge 1. Çalışma alanı haritası ve örnekleme noktaları (Karahan and Erşahin 2017'den revize edildi)

Following saturated hydraulic conductivity measurement, a 100 cm³ undisturbed soil sample was taken from the other end of the column that reached field capacity for measuring its bulk density (Black and Hartge, 1986). The dried soil column was stood on the floor and penetration resistance (PR) was measured with the Hand penetrometer, 30405709 (Eijkelkamp). Uniform pressure was applied to the hand grips of penetrometer, and then cone was pushed into the soil at a constant rate. Penetration resistance value was read from the under the black pointer of the manometer as Newton and noted for the appropriate depth. Following measurement of PR, soil columns were disturbed gently and morphological properties of soil color, soil structure, pores, roots, mottles, consistency, stickiness, plasticity (Schoeneberger, 2012), and coefficient of linear extensibility (COLE) (Schafer and Singer, 1976) were described by soil description charts. Soil morphological properties and soil color were converted to numerical values to facilitate their use in the correlation analysis. Greater numbers were given to properties that would match greater potential K-value (Karahan and Erşahin, 2017). In addition, particle size distribution (Gee and Bauder, 1986), aggregate stability index (4 gr soil sample between 2-1 mm sieve) (Kemper and Rosenau, 1986), pH (McLean, 1982), field capacity (FC), wilting point (WP) (Klute and Dirksen, 1986), specific surface area (SSA) (Carter et al., 1986), cation exchange capacity (CEC) (Rhoades, 1982), CaCO₃ content (Nelson, 1982), and soil organic matter content (OM) (Nelson and Sommers, 1982) were measured on the synchronized disturbed soil samples.

2.3. Statistical analysis

Data of morphologic and parametric properties of paddy and grassland soils were subjected to factor analysis separately. We selected factor analysis for two main reasons: (i) Factor analysis is a technique, which reduces a large number of interrelated variables to fewer and non-correlated variables (Sağlam 2013) and it has many uses (Gorsuch, 1983; Hair et al. 1995; Thompson 2004; Tabachnick and Fidell, 2007; Williams et al. 2010). (ii) Factor analysis aims definition of a fewer number of factors that explain the relations between variables (Johnson ve Wichern, 1992) and to have meaningful factors that are easier to interpret (Hair et al. 1998). Factor analysis, which involves many linear and sequential steps, is used in many studies of soil (Mallarino et al. 1999; Erşahin and Karaman, 2000; Shukla et al. 2006; Sağlam, 2013; Sağlam et al., 2014; Keskin and Grunwald, 2018). According to

Hair et al. (1995), it suggested that sample sizes must be equal to or greater than 100. They also reported that factors must be stopped when at least 95% of the variance is explained in the natural sciences. However, Tabachnick and Fidell (2007) and Thompson (2004) noted that explaining of scree graphs can change by researchers. These results give disagreement about the determination of the factor's number. But, Gorsuch (1983) and Pett et al. (2003) noted that when large sample sizes are used this disagreement is reduced. According to Mulaik (2009) when the eigenvalues are used greater than 1.0, a smaller number of factors will find. However, soil properties are assigned the factor with the highest eigenvalues (Shukla et al., 2006). Values greater or equal to 0.5 are accepted as significant (Hair et al., 1998). In addition, according to Velicer and Jackson (1990), cited in Costello et al. (2005), it was assumed that conserving the factors with eigenvalues greater than 1.

3. Results and Discussion

Descriptive statistics of the parametric and morphological properties of soil samples taken from the paddy field and grassland are given in Tables 1 and 2. According to Table 1, K_s has the highest (1.06%) and ASI has the smallest (0.02%) variation in the paddy field. The soils in the paddy field are heavy textured, rich in $CaCO_3$, moderate in OM, and alkaline (Table 1). Root quantity shows the largest variation (0.67%) and pH shows the smallest variation (0.03%) in grassland soils (Table 2). Our soil samples have 60% of clay textured, and they carry alluvial soil properties. Significant differences were found between mean and maximum values of K_s , sand, and silt content (0.62 and 2.26; 20.39 and 74.17; 26.79 and 65.54). These differences indicated that K_s , sand, and silt content have quite high values in some sampling points (skewness values -0.76, 0.67, and 0.64 respectively).

Table 1. Descriptive statistics of parametric and morphologic properties of the paddy soils (n=50)

Çizelge 1. Çeltik topraklarının parametrik ve morfolojik özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri (n = 50)

Soil Properties	Max.	Min.	Mean	SD	CV%
K_s , cm h ⁻¹	2.26	0.0036	0.62	0.64	1.06
Clay, %	82.7	7.88	52.81	16.96	0.32
Sand, %	74.17	1.49	20.39	15.38	0.75
Silt, %	65.54	4.89	26.79	11.53	0.43
D_b , g cm ⁻³	1.62	1.06	1.23	0.09	0.07
PR, KPa	220.00	25.00	25.96	46.83	0.37
SSA, m ² g ⁻¹	284.85	96.75	21.63	44.47	0.20
CEC, Cmolc Kg ⁻¹	73.85	32.46	57.93	8.21	0.14
COLE, %	9.80	4.50	8.65	1.41	0.16
FC, %	43.00	21.00	37.82	5.94	0.15
WP, %	31.00	9.00	25.55	8.27	0.53
pH	9.77	6.70	8.27	0.53	0.06
ASI	0.58	0.45	0.50	0.01	0.02
SOM, %	7.98	0.40	4.13	1.53	0.37
$CaCO_3$, %	24.15	11.52	17.34	2.50	0.14
Color	5.00	2.00	3.10	1.01	0.32
Structure Class	4.00	1.00	1.64	0.91	0.55
Structure Type	6.00	2.00	4.27	0.86	0.20
Structure Size	4.00	1.00	2.41	0.92	0.38
Pore Size	5.00	1.00	1.88	1.26	0.62
Pore Quantity	3.00	1.00	1.55	0.73	0.47
Consistency	6.00	1.00	4.11	1.17	0.28
Plasticity	7.00	1.00	4.87	1.56	0.32
Stickiness	7.00	1.00	4.91	1.52	0.31
Root Size	3.00	1.00	1.24	0.57	0.46
Root Quantity	4.00	1.00	1.31	0.73	0.55
Mottles	1.00	1.00	1.01	0.11	0.11

CV: Coefficient of variation (%), SD: Standard deviation, K_s : Saturated hydraulic conductivity, D_b : Bulk density, PR: Penetration resistance, SSA: Specific surface area, CEC: Cation exchange capacity, COLE: Coefficient linear expansion, FC: Field capacity, WP: Wilting point, pH: Soil reaction, ASI: Aggregate stability index, SOM: Soil organic matter, $CaCO_3$: Calcium carbonate

Table 2. Exploratory statistics of parametric and morphometric properties of the grassland soils (n=70)
 Çizelge 2. Mera topraklarının parametrik ve morfolojik özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri (n = 70)

Soil Properties	Max.	Min.	Mean	SD	CV%
K _s , cm h ⁻¹	2.71	0.0036	1.14	0.58	0.50
Clay, %	76.8	6.18	36.80	14.54	0.39
Sand, %	62.75	6.67	38.80	15.02	0.38
Silt, %	50.63	11.6	24.38	8.11	0.33
D _b , g cm ⁻³	1.51	1.08	1.26	0.09	0.07
PR, KPa	180.00	27.00	85.12	45.95	0.53
SSA, m ² g ⁻¹	253.12	82.08	181.24	39.05	0.21
CEC, Cmolc Kg ⁻¹	63.63	21.80	51.64	7.36	0.14
COLE, %	9.60	4.00	7.52	1.37	0.18
FC, %	43.00	20.00	31.88	6.11	0.19
WP, %	30.00	8.00	20.02	5.58	0.27
pH	9.28	7.91	8.56	0.27	0.03
ASI	0.57	0.18	0.48	0.05	0.12
SOM, %	6.19	2.20	4.01	0.79	0.19
CaCO ₃ , %	23.19	5.10	11.48	4.12	0.35
Color	5.00	2.00	3.97	0.66	0.16
Structure Class	4.00	1.00	2.59	0.92	0.35
Structure Type	6.00	2.00	4.93	0.72	0.14
Structure Size	4.00	1.00	3.38	0.78	0.23
Pore Size	5.00	1.00	3.15	1.14	0.36
Pore Quantity	3.00	1.00	2.25	0.65	0.28
Consistency	6.00	1.00	2.97	1.04	0.35
Plasticity	7.00	1.00	3.22	1.41	0.43
Stickiness	7.00	1.00	3.45	1.28	0.37
Root Size	3.00	1.00	1.29	0.79	0.61
Root Quantity	4.00	1.00	1.36	0.91	0.67
Mottles	1.00	1.00	1.18	0.44	0.37

CV: Coefficient of variation (%), SD: Standard deviation, K_s: Saturated hydraulic conductivity, D_b: Bulk density, PR: Penetration resistance, SSA: Specific surface area, CEC: Cation exchange capacity, COLE: Coefficient linear expansion, FC: Field capacity, WP: Wilting point, pH: Soil reaction, ASI: Aggregate stability index, SOM: Soil organic matter, CaCO₃: Calcium carbonate

In the study area, the quantity of the roots is generally few but they are either too thin or too large. These large roots are found in soil samples were taken from the grassland field near the creek bed.

The suitability of soil morphological and parametric properties of paddy and grassland soils to factor analysis has been checked. The Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) ratio is 0.89 (Sharma, 1996), and the Bartlett sphericity test is significant at $\alpha = 0.00$ level (Hair et al., 1998). Therefore, data of the twenty-seven soil properties were subjected to factor analysis. As a result of the factor analysis, 5 factors for paddy and 6 factors for grassland soils were determined, whose eigenvalue was >1 and each of them decreased gradually to the total variance. In addition, factor rotation was performed to decrease the number of in-kind variables loaded on different factors (Kleinbaum et al., 1988). The results of the factor analyses are given in Tables 3 and 4.

Generally, soil parametric and morphological properties described the variation in paddy and grassland soils equally. Morphological (stickiness, plasticity, pore quantity and size, COLE, structure size, consistency, structure grade and type) and parametric (clay, K_s, FC, WP, sand content, D_b, PR, CEC, and SSA) properties were loaded on Factor 1. and explained 58.06% of the variance of the paddy soils. Similarly, mostly morphological (plasticity, stickiness, consistency, COLE, structure grade, size, and type, and pore size and quantity) and parametric (clay and sand content, K_s, PR, FC, WP, SSA, and D_b) properties were loaded on Factor 1 and explained 51.61% of the variance of the grassland soils. Soil morphological properties have become more dominant in both land use. Therefore Factor 1 was named as ‘hydropedology factor’ for paddy and grassland soils.

In paddy soils, mostly parametric properties (silt content, CaCO₃, and SOM) loaded in Factor 2 and it described 8.37% of variation. It was named as ‘silt and soil chemistry factor’.

Table 3. Factor analyse of soil parametric and morphological properties for the paddy soils (n=50)
 Çizelge 3. Çeltik topraklar için toprak parametrik ve morfolojik özelliklerin faktör analizi (n=50)

Soil variables	Factors				
	1	2	3	4	5
Clay, %	-0.95				
Stickiness	-0.94				
Plasticity	-0.94				
PQ	0.94				
PS	0.93				
K _s , cm h ⁻¹	0.93				
COLE	-0.93				
SS	0.93				
Consistency	-0.93				
SG	0.92				
FC, %	-0.86				
WP, %	-0.87				
Sand, %	0.86				
ST	0.80				
D _b , g cm ⁻³	0.76				
PR, MPa	-0.75				
CEC, CmolcKg ⁻¹	-0.69				
SSA, m ² g ⁻¹	-0.61				
Silt, %		0.75			
CaCO ₃ , %		0.73			
SOM, %		0.63			
Color		0.57			
RQ			0.83		
RS			0.84		
pH				0.73	
Mottles				0.57	
ASI					0.83
Variation, %	58.06	8.37	5.35	4.19	4.05

PQ: Pore quantity, PS: Pore size, K_s: Saturated hydraulic conductivity, COLE: Coefficient linear expansion, SS: Structure size, SG: Structure grade, FC: Field capacity, WP: Wilting point, ST: Structure type, D_b: Bulk density, PR: Penetration resistance, CEC: Cation exchange capacity, SSA: Specific surface area, CaCO₃: Calcium carbonate, SOM: Soil organic matter, RQ: Root quantity, RS: Root size, pH: Soil reaction, ASI: Aggregate stability index

Root size and quantity loaded in Factor 3. The Factor 3 described 5.35% of variation in the paddy soils, and it was named as 'root factor'. In Factor 4, soil pH and mottles described 4.19% of variation. Factor 4 was named as "pH and mottles factor". Structure stability index described 4.05% of variation and it loaded in Factor 5. Therefore, it was named as 'aggregation factor'.

In grassland soils, root size and root quantity loaded in Factor 2 and it described 11.89% of the variation. It was also named as 'root factor'. In Factor 3, soil pH, mottles, and silt content described 7.56% of variation. Factor 3 was named as 'silt and soil chemistry factor'. In Factor 4, SOM and CEC described 5.31% of variation and it was named as 'soil chemistry factor'. In Factor 5, soil color and CaCO₃ content described 4.09% of variation and it was named as 'color and soil chemistry factor'. In factor 6, as similarly with factor 5 in paddy soils, the structure stability index described 3.95% of the variation, and it was named as 'aggregation factor' (Table 4).

Soil parametric properties have consistent values reported in the literature (e.g., Mulla and Mc Bratney, 2002). Loadings in Factor 1 indicated that clay content is the key variable in paddy and grassland soils. The stickiness of soils is related to the amount of water and the degree of destruction of the soil structure. Soil consistency indicates the degree of cohesion or adhesion of the soil mass, and it is mainly controlled by the amount and type of clay, organic matter, and water content of the soil (FAO, 2006). Soil structural and consistency parameters refer to basic soil properties related to soil hydraulic properties. Therefore, these properties determine the soil water retention (Rawls and Pachepsky, 2002). Stickiness, plasticity, consistency, COLE, FC, WP, PR, CEC, and SSA are associated positively with the clay content as expected in Factor 1 (Table 3).

Table 4. Factor analyse of soil parametric and morphological properties for the grassland soils (n=70)
 Çizelge 4. Mera toprakları için toprak parametrik ve morfolojik özelliklerin faktör analizi (n=70)

Soil variables	Factors					
	1	2	3	4	5	6
Clay, %	0.98					
Plasticity	0.97					
Stickiness	0.95					
Consistency	0.95					
SG	-0.94					
PS	-0.92					
PQ	-0.92					
K _s , cm h ⁻¹	-0.91					
SS	-0.91					
COLE	0.90					
Sand, %	-0.89					
PR, MPa	0.82					
ST	-0.79					
FC, %	0.74					
WP, %	0.72					
SSA, m ² g ⁻¹	0.70					
D _b , g cm ⁻³	-0.57					
RQ		0.87				
RS		0.84				
Silt, %			0.87			
Mottles			0.78			
SOM, %				-0.81		
CEC,				0.60		
CmolcKg ⁻¹						
Color		0.57			0.69	
CaCO ₃ , %					0.69	
ASI						0.93
Variation, %	51.61	11.89	7.56	5.31	4.09	3.95

SG: Structure grade, PS: Pore size, PQ: Pore quantity, K_s: Saturated hydraulic conductivity, SS: Structure size, COLE: Coefficient linear expansion, PR: Penetration resistance, ST: Structure type, FC: Field capacity, WP: Wilting point, SSA: Specific surface area, D_b: Bulk density, RQ: Root quantity, RS: Root size, SOM: Soil organic matter, CEC: Cation exchange capacity, CaCO₃: Calcium carbonate, ASI: Aggregate stability index

In addition, soil pore and structure properties, and D_b are positively associated with K_s. However, these properties were found in negative relation with the clay content in both of the two land uses. Strong and moderate soil structure grade and blocky/angular and sub-angular soil structure type accurate the macropores. This causes the soil structure to increase the water flow.

Soils with blocky structure type show a positive correlation with saturated hydraulic conductivity because they are less water than other types of structures (Pachepsky et al. 2006). Our positive relationship between soil structure type and K_s was consistent with those found in the study of McKeague et al. (1982).

Pagliai and Vignozzi (2002) reported that water movements in soil depend on the size and type of soil structure and pores. The results are consistent with those reported in many studies, showing positive relations between macropores and K_s (Jarvis 2007; Dexter and Richard, 2009; Van Tol et al. 2012). However, soil macropores and voids can increase K_s, which are not completely related to unsaturated hydraulic conductivity K_(h) (Libohova et al., 2018). Structural macropores and/or root macropores have important contributions to K_s variability (Perret et al. 1999; Watson and Luxmoore, 1986; White 1985). Nemes et al. (2005) reported that greater porosity will result in greater hydraulic conductivity. We found strong relations between K_s and pore size (0.93) and K_s and pore quantity (0.94) in paddy soils. These values were found as (0.87) and (0.81) for grassland soils.

In general, increased clay content reduces the formation of macropores (Karahan and Erşahin, 2017), while the roots enhance macropore formation. Gardner (1960) assumed that the soils around the roots have uniform soil properties including hydraulic properties.

Wu et al. (2017) reported that soil water transport is increased by macropores. Root properties influence the uptake of soil water in water-limited regions (such as semi-arid conditions) (Ahmed et al. 2018).

We found positive correlations between root properties and clay content. However, we found negative correlations between K_s , soil structure, and pore properties, and bulk density in grassland soils. Ahmed et al. (2018) noted that hydraulic conductivity decreases rapidly when the soil dries. As soil water potential decreases more rapidly around roots, hydraulic conductivity decreases even faster. However, in paddy soils, it was found a negative relation contrary to expectation between the clay content and root properties. The reason for this may be that the roots are disturbed during tillage.

Calcium carbonate is known to increase soil aggregation. Virto et al. (2011) reported that the high content of calcium carbonate in the fine-textured soil has also contributed to its structural stabilization. However, Chan and Heenan (1998) found a reduction in macroaggregate (>2 μm) stability after liming. They reported that the decrease in structural stability is the result of the lime-induced increases in biological decomposition and the resulting soil organic carbon losses. Our values for CaCO_3 range from 5.10 to 24.15 % and there is a positive relation between CaCO_3 and K_s , structure, and pore properties in paddy soils but they are found in negative relation in grassland soils.

The soil color can provide information on some soil properties such as organic matter, and water can influence soil color. Although organic matter content is found high in this study (Table 1 and 2), there was no a

strong relationship between organic matter content and K_s for paddy (0.26) and grassland (0.29) soils. Whereas, it is known that higher SOM content in the soil results in higher K_s . It has been reported that an increase in K_s with increasing SOM content, a soil property that improves soil structure (Nemes et al. 2005).

In our study, we detected structural pores related to some voids (interstitial, tubular, dendritic, irregular, and vascular in shape) between soil aggregates. However, these voids located between aggregates, but there is not a significant relationship between ASI and K_s (0.04 and 0.16). Because the aggregation values of our study are low and range from 0.18 to 0.58%. In fact, clay may protect the soil's organic matter against degradation. It is thought that the reason for it is alluvial and colluvial parent materials in the study area. Sağlam et al (2011) reported that the clay content of the alluvial soil is higher. The study area is characterized by the fact that soils in alluvial lands are typically heavier textured (Günel 2006) as they move away from the river bed.

Mottles show temporary wet conditions within the soil (Karahana and Erşahin, 2017) and it is a redoximorphic soil property, tidely related to clay content. The presence of mottles can be attributed to influence of the parent material as well as poor drainage. The mottles and K_s show an inverse relationship. However, although it is not important (0.09), we found a positive relation between K_s and mottles in paddy soils. In addition, the mottles on the surface may be gypsum deposits which found on the impermeable layer is present.

4. Conclusion

Understanding of hydropedological processes is important for soil and water management in arid and semiarid soils. In this study, soil hydropedological properties were evaluated in paddy and grassland soils by factor analysis in Gypsic Ustorthent and Typic Ustifluent. The relations between soil morphologic and parametric properties have been investigated for the first time in a semi-arid condition in Turkey. Our results showed that morphological properties were tidely related to water movement in study soils. Therefore, it is in line with numerous recent studies dealing with the issue of hydropedology. However, there is limited literature on the effect of morphological properties on soil water relations. The contribution of morphological properties to water flow in hydropedology research is not fully reflected. We cannot think that the results of soil water modeling research are fully complete due to neglecting of hydropedological properties. They should take account because soil hydropedological properties are crucial in characterizing hydraulic behavior in soil. In addition, new studies on hydropedology can be used to interpret more complex systems involving soil and vegetation.

Acknowledges

The author thanks the Scientific and Technological Council of Turkey (TUBITAK) for the financial support given under the grant of BİDEP (2233) and Cankırı Karatekin University for partially supporting this study under the grant of BAP (2012/08).

References

Ahmed, M.A., Passioura, J., Carminati, A., 2018. Hydraulic processes in roots and the rhizosphere pertinent to increasing yield of water-limited grain crops: a critical review. *Journal of Experimental Botany*, (69)13: 3255–3265. doi:10.1093/jxb/ery183.

- Anonymous, 2020. <https://www.latlong.net/> (Date of access: 26 November 2020).
- Anonymous, 2011. T.C. Çankırı Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. www.Csb.Gov.Tr.
- Black, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: A. Klute (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd. Ed., Agronomy No. 9 (part I). ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA. 363–375.
- Bouma, J., 2006. Hydropedology as a powerful tool for environmental policy research. *Geoderma*, 131:275–86. doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.03.009
- Cámara, J., Lázaro, A., Gómez-Miguel, V., 2018. Quantifying hydropedological properties of terroir at different scales. Implications in vineyard characteristics of three viticultural regions of the Iberian Peninsula. *E3S Web of Conferences* 50, 0100. doi.org/10.1051/e3sconf/20185001001.
- Carter, D.L., Mortland, M.M., Kemper, W.D., 1986. Specific Surface. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods (2nd Edition)*. Agronomy Monograph, No. 9. pp. 413-423. 1986. <https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/id/eprint/734>.
- Chan, K.Y. and Heenan, D.P., 1998. Effect of lime (CaCO₃) application on soil structural stability of a red earth. *Australian Journal of Soil Research*, 36(1) 73 – 86. doi.org/10.1071/S97054.
- Costello, A.B. and Osborne, J.W., 2005. Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommen. for Getting the Most from Your Analysis. *Practical Assessment Research & Evaluation*, Vol 10, No 7. scholarworks. Umass.edu/pare/vol10/iss1/7.
- Dexter, A.R., Richard, G., 2009. Tillage of soils in relation to their bi-modal pore size distributions, *Soil Till. Res.* 103. pp. 113-118. doi.org/10.1016/j.still.2008.10.001
- Eijkelkamp. www.eijkelkamp-usa.com. <https://en.eijkelkamp.com/products/field-measu.-equipment/hand-penetrator-eijkelkamp-set-a.html> (Date of access: 27 November 2020).
- Erşahin, S. and Karaman, MR., 2000. Toprak Değişkenliğinin Yere Özgü Amenajman ve Toprak Verimliliği Çalışmaları için Değerlendirilmesinde Faktör Analizinin Kullanılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2000. 6: 76-81.
- FAO., 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2006. ISBN 92-5-105521-1. Rome.
- Fazeli, S., Abtahi, A., Rosa, M.P., and Abbaslou, H., 2017. Gypsification processes and porosity changes in soils from southern Iran (Jooyom region-Fars province). *Arid Ecosystems*, 7: 80-91. doi: 10.1134/S2079096117020093.
- Gardner, W.R. Dynamic aspects of water availability to plants *Soil Sci.*, 89 63 73. doi.org/10.1097/00010694-196002000-00001.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, 383-411. Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition)
- Gorsuch, R.L., 1983. *Factor Analysis*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1983.
- Günel, H., 2006. Ardıışık İki Topografya'da Yer Alan Toprakların Oluşumları ve Sınıflamaları. *GOÜ Ziraat Fak. Der.*, 23 (2), 59-68
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C. 1995. *Multivariate data analysis*. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1995.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C., 1998. *Multivariate Data Analysis (ed.)*. In Black 1998, *Multivariate Data Analysis (ed.)*: New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Hornberger, G.M., Raffensperger, J.P., Wiberg, P.L. and Eshleman, K.N., 1998. *Elements of Physical Hydrology*, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, Md. 1998.
- Jarvis, N.J., 2007. A review of non-equilibrium water flow and solute transport in soil macropores: principles, controlling factors and consequences for water quality. *Eur. J. Soil Sci.*, 58, 523–546. doi: 10.1111/j.1365-2389.2007.00915. x
- Johnson, R. and Wichern, D. 1992. *Applied multivariate statistical methods*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1992.
- Karahan, G. and Erşahin, S., 2017. Relating Macropore Flow to Soil Parametric and Morphological Variables. *SSSJ.*, Vol. 81 No.5, p.1014-1024. doi:10.2136/sssaj2016.10.0327.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. pp. 425-442 in A. Klute, ed. *Methods of soil analysis. Part 1 2nded*. American Soc. of Agronomy, Madison, WI. 1986.
- Keskin, H. and Grunwald, S., 2018. Regression kriging as a workhorse in the digital soil mapper's toolbox. *Geoderma*, 326 (2018) 22–41. doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.004.
- Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller, K.E., 1988. *Variable Reduction and Factor Analysis*: In: M Payne (Ed.), *Applied Reg. Analysis and Other Multivariate Methods*, 2th ed., p.595-641.
- Klute, A. and Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In. Klute, A (ed), *Methods of soil analysis, Part 1*. Madison, pp. 687-734; Am Soc Agron. 1986.
- Kutilek, M. and Nielsen, D.R., 2007. Interdisciplinarity of hydropedology. *Geoderma*, 138 252–260. doi: 10.1016/j.geoderma.2006.11.015.

- Libohova, Z., Schoeneberger, P., Bowling, L.C., Owens, P.R., Wysocki, D., Wills, S., Williams, C.O. and Seybold, C., 2018. Soil systems for upscaling saturated hydraulic conductivity for hydrological modeling in the critical zone. *Vadose Zone J.*, 17:170051. doi:10.2136/vzj2017.03.0051.
- Lin, H., Bouma, J., Pachepsky, Y., Western, A., Thompson, J., van Genuchten, R., Vogel, H.J. and Lilly, A., 2006. *Hydropedology: Synergistic integration of pedology and hydrology*. Water Resource Research., vol. 42 (5). doi:10.1029/2005wr004085.
- McKeague, J.A., Wang, C., and Topp, G.C., 1982. Estimating saturated hydraulic conductivity from soil morphology. *SSSAJ.*, 46, 1239–1244. doi:10.2136/sssaj1982.03615995004600060024x.
- Mallarino, A.P., 1999. Interpreting Within-Field Relationships Between Crop Yields and Soil and Plant Variables Using Factor Analysis. *Precision Agriculture*, 1, 15-25.
- McLean, E., 1982. Soil pH and Lime Requirement. p. 199–224. In Page, A., Miller, R., Keeney, D. (eds.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison.
- Mulaik, S.A., 2009. *The foundations of factor analysis. Second Edition*. Chapman & Hall/CRC Taylor and Francis Group, Statistics in the Social and Behavioral Sciences Series. Book Number-13: 978-1-4200-9981-2. 2009.
- Mulla, D. and Mc Bratney, A., 2002. Soil spatial variability. In: A. Warrick, editor, *Soil physics comp.* CRC Press, Boca Raton. p. 343–373.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. p. 181–196. In A.L. Page (ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 2nd ed. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. 1982.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. p. 539–579. In A.L. Page (ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy-SSSAJ, Madison. 1982.
- Nemes, A., Rawls, W.J. and Pachepsky, Y.A., 2005. Influence of Organic Matter on the Estimation of Saturated Hydraulic Conductivity. *SSSAJ*. 2005. 69:1330–1337. doi:10.2136/sssaj2004.0055.
- Pachepsky, Y.A. and Rawls, W.R., 2004. (Eds.) *Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology*, Elsevier, New York. 2004.
- Pachepsky, Y.A., Rawls, W.J. and Lin, H.S., 2006. *Hydropedology and Pedotransfer Functions*. Geoderma. 2006. 131:308–316. doi: 10.1016/j.geoderma.2005.03.012.
- Pachepsky, Y., Gimenez, D., Lilly, A. and Nemes, A., 2008. Promises of hydropedology. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 3, No. 040. doi: 10.1079/PAVSNR20083040
- Pagliai, M. and Vignozzi, N., 2002. Image analysis and microscopic techniques to characterize soil pore system. In: Blahovec, J., Kutilek, M. (Eds.), *Physical Methods in Agriculture*. Luwer Academic, New York. 2002. pp. 13–38.
- Perret, J.S., Prasher, S.O., Kantzas, A. and Langford, C., 1999. Three-dimensional quantification of macropore networks in undisturbed soil cores. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63:1530–1543. doi:10.2136/sssaj1999.6361530x
- Pett MA, Lackey NR and Sullivan JJ. 2003. *Making Sense of Factor Analysis: The use of factor analysis for instrument development in health care research*. Cal: Sage Publications, 2003.
- Rawls, W.J. and Pachepsky, Y.A., 2002. Soil consistence and structure as predictors of water retention. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 66, 1115–1126.
- Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. p. 149–157. In A.L. Page (ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 2nd ed. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison. 1982.
- Sağlam, M., Öztürk, H.S., Erşahin, S. and Özkan, A.İ., 2011. Spatial variation of soil physical properties in adjacent alluvial and colluvial soils under Ustic moisture regime. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion*, 8, 4261–4280. doi:10.5194/hessd-8-4261-2011.
- Sağlam, M., 2013. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. *Toprak Su Dergisi*, 2(1)7-14. doi:10.21657/TSD.71178
- Sağlam, M., Dengiz, O., Özyazıcı, M.A., Erkoçak, A. ve Türkmen, F., 2014. Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun ili örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Der.*, 51(2): 133-144.
- Sharma, S., 1996. *Applied Multivariate Techniques*. John Wileyand Sons Inc., New York.
- Schafer, W.M. and Singer, M.J., 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40(5): 805–806.
- Schoeneberger, P.J., 2012. *Field book for describing and sampling soils: Government Printing Off.* 2012.
- Shukla, M.K., Lal, R., Ebinger, M., 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil & Tillage Research*, 87, 194–204.

- Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy, Washington, DC: USDA Nat. Resour. Conserv. Serv., 2014.
- Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S., 2007. Using Multivariate Statistics. Boston: Pearson Edu Inc.
- Thompson, B., 2004. Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications. Washington, DC: American Psychological Association. 2004.
- Van Tol, J.J., Le Roux, P.A.L. and Hensley, M., 2012. Pedotransfer functions to determine water conducting macroporosity in South African soils. *Water Science and Technology*, 65 (3) 550-557.
- Van Tol, J.J., Le Roux., P.A.L., 2019. Hydropedological grouping of South African soil form. *South African Journal of Plant and Soil*, 36:3, 233-235, doi:10.1080/02571862.2018.1537012
- Velicer, W.F. and Jackson, D.N., 1990. Component Analysis Versus Common Factor Analysis Some Further Observations. *Multivariate Behav. Research*, 25(1), 97-114.
- Van Tol, J.J., Lorentz, S.A., 2018. Hydropedological interpretation of regional soil information to conceptualize groundwater–surface water interaction *Vadose Zone J.*, 17: 170097. doi:10.2136/vzj2017.05.0097.
- Virto, I., 2011. Gartzia-Bengoetxea N and Fernandez-Ugalde O. Role of organic matter and carbonates in soil aggregation estimated using laser diffractometry. *Pedosphere*, 21: 566–572.
- Watson, K.W., Luxmoore, R.J., 1986. Estimating macroporosity in a Forest watershed by use of a tension infiltrometer. *SSSAJ*. 1986. 50: 578–582.
- White, R.E., 1985. The influence of macropores on the transport of dissolved and suspended matter through soil. *Adv. Soil Sci.*, 3: 95–120. doi:10.1007/978-1-4612-5090-6_3
- Williams, B., Onsmann, A. and Brown, T., 2010. Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *J. of Emergency Primary Health Care (JEPHC)*. Vol. 8, Issue 3.
- Wood, E.F., 1999. The role of lateral flow: Over- or underrated, in *Integrating Hydrology, Ecosystem Dynamics, and Biogeochemistry in Complex Landscapes*, edited by J. D. Tenhunen and P. Kabat. pp. 197– 215, John Wiley, Hoboken, N. J.
- Wu, G.L., Liu, Y., Yang, Z., Cui, Z., Deng, L., Chang, X.F. and Shi, Z.H., 2017. Root channels to indicate the increase in soil matrix water infiltration capacity of arid reclaimed mine soils. *Journal of Hydrology*, 546 (2017) 133–139.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.805765

Maş Fasulyesi Genotiplerinde Farklı Ekim Derinliklerinin Çimlenme ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi

Cengiz Türkay^a, Ruziye Karaman^{a*}

^a*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye*

*Sorumlu yazar/corresponding author: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

Geliş/Received 05/10/2020

Kabul/Accepted 11/11/2020

ÖZET

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama alanlarında 2020 yılında açık alanda saksı denemesi şeklinde (16 Haziran - 24 Temmuz) yürütülmüştür. Çalışmada büyük tohuma sahip Partow çeşidi, orta büyüklüğe sahip 70 E 07 ve küçük tohuma sahip 70 S 07 genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Maş fasulyeleri 2, 4 ve 6 cm derinliğinde, her saksıda 25 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Saksı toprağı; tarla toprağı ve torf karışımından oluşmuş ve deneme tesadüf parsellerinde deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada çimlenme (çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi) ve fide (fide ve kök uzunluğu, toprak üstü kuru ağırlık, kök kuru ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı / toplam kuru ağırlığı oranı) özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çimlenme oranı ve indeksi, kök uzunluğu ile toprak üstü kuru ağırlık/toplam kuru ağırlık oranı (orta), kök kuru ağırlığı ve toprak üstü kuru ağırlık (küçük) özelliklerinde orta ve küçük tohumlar, ortalama çimlenme süresi ile fide uzunluğu bakımından büyük tohumlar ön plana çıkmıştır. Ekim derinliği yönünden çimlenme ve fide özellikleri incelendiğinde, 2 ve 4 cm'ye yapılan ekimlerden en yüksek değerler elde edilmiştir. Sonuç olarak, çalışmada farklı tane büyüklüğüne sahip maş fasulyesi tohumlarının çimlenme ve fide özelliklerinin ekim derinliklerinden etkilendiği belirlenmiştir. Maş fasulyesi yetiştiriciliğinde farklı büyüklükteki tohumlar 2-4 cm derinliğe ekildiğinde oluşacak bitkilerin çimlenme ile fide gelişim özellikleri yönünden daha iyi performans gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Çimlenme
Ekim derinliği
Fide parametreleri
Maş fasulyesi
Tane iriliği

Effect of sowing depth on germination and some growth parameters in mung bean genotypes different seed size

ABSTRACT

The research was carried out as a pot in an open field (June 16 - July 24) at Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture experiments area in 2020. In the study, Partow variety as a large seed, 70 E 07 genotype as a medium size and 70 S 07 genotype as a small seed were used as seed material. According to the seed sizes (large, medium and small), the mung beans were planted in 2, 4 and 6 cm depths with 25 seeds in each pot. It is consisted of potting soil, field soil and peat (3:1) and the research was established to completely randomized plot design with three replications. In the study, germination (germination rate, germination index, mean germination time) and seedling characteristics (seedling and root length, seedling and root dry weight, above ground dry weight/total dry weight ratio) were examined. According to obtained data; while small and medium seeds characteristics germination ratio and index, root length with above ground dry weight/total dry weight ratio (medium), root dry weight and above ground dry weight (small) characteristics; large seeds have superior in mean germination time with seedling length. In terms of seed depth, When germination and seedling characteristics examined, 2 and 4 cm seed depth obtained values were maximum. As a result, germination and seedling characteristics of mung bean seeds with different grain sizes were affected by planting depths. In mung bean cultivation, it has been determined that if seeds of different sizes are sown at a depth of 2-4 cm and in terms of germination and seedling growth characteristics, superior plants can be obtained.

Keywords:
Germination
Sowing depth
Seedling parameters
Mung bean
Seed size

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

İnsan gıdası, hayvan beslenmesi ve yeşil gübre olarak kullanılan maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.), bir sıcak mevsim baklagil türüdür (Karaman, 2019). Maş fasulyesinin taneleri % 51 karbonhidrat, % 26 protein, % 10 nem, % 4 mineral madde ve % 3 vitamin içermekte olup, demir (100 g kuru tohum başına 6 mg) açısından zengindir. Maş fasulyesinin lizin (7 g / 16g N cinsinden), sistein (0.6 g / 16g), metheonin (1 g / 16g), treonin (3.5 g / 16g) ve triptofan (0.4 g / 16g) amino asitleri bakımından öne çıkmakta ve tahıl tanelerinin tamamlayıcısıdır (Asaduzzaman ve ark., 2008). Bu nedenle maş fasulyesi yeterli miktarda içerdiği kaliteli proteinler sayesinde fakirin eti olarak kabul edilmektedir (Singh ve ark., 2018). Dahiya ve ark. (2015), maş fasulyesinin bin tane ağırlığının 7.3-60.1 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tane büyüklüğü genotip ve çevre şartlarına bağlı olarak değişim göstermekte olduğundan ekim yapılırken de tane büyüklüğü büyük önem arz etmektedir.

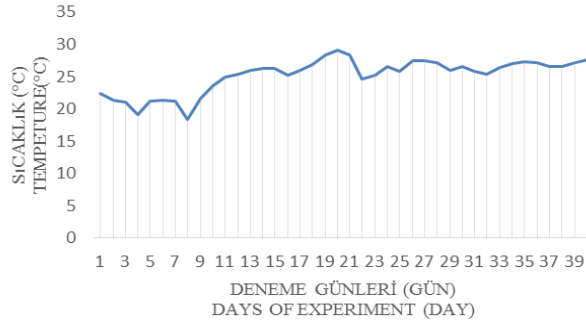
Azot fikse etme kabiliyeti, kısa vejetasyon süresi ve kuraklığa toleranslı olması sebebiyle maş fasulyesi orta bünyeli topraklara iyi adapte olabilmektedir (Shil ve Bandopadhyay, 2007). Dünya’da maş fasulyesinin yaklaşık 7.3 milyon ha alanda, 5.3 milyon ton üretimi vardır. Bu üretimin % 30’unu Hindistan ve Myanmar oluşturmaktadır. Maş fasulyesi pazarı kullanıma göre; kuru tane (Güney Asya ve Kenya’da önemli), filiz (Doğu ve Güneydoğu Asya’da önemli), şeffaf erişte / nişasta (Doğu ve Güneydoğu Asya’da önemli) ve hamur/ezme (Doğu Asya’da önemli) olarak dört ana bölüme ayrılmıştır (Nair ve Schreinemachers, 2020). Türkiye’de ise maş fasulyesinin, Akdeniz ve Güneydoğu kuşaklarında bölgesel olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’deki çalışmalar incelendiğinde, maş fasulyesi tarımında çıkış oranları ve sürelerinde değişimler görülmektedir (Pekşen ve ark., 2015; Akgündüz, 2016; Karaman, 2019; Akbay ve ark., 2020). Çıkışlardaki bu değişimlerin çeşit özelliği, ekim derinliği ya da toprak sıcaklığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tohumların ekim derinliği, iyi bir ürün standardı ve daha yüksek verim elde etmeye katkıda bulunduğu için önemlidir (Siddig ve Abdellatif, 2015). Ayrıca ekim derinliği, tohumların çıkış süresi ve çıkış oranı üzerine direkt etki etmektedir (Oda ve ark., 2009). Çünkü ekim derinliği, zaman içinde çimlenecek bitkinin tohum boyutuna yani, yedek gıda maddesine bağlıdır (Singh ve ark., 2010). Başarılı bir çimlenme, tohum boyutu (yedek gıda maddesi), koleoptil ve plumula uzunluğu ile ilişkilidir. Yüzlek ekim, toprak üst katmanındaki yetersiz toprak nemi nedeniyle düşük çimlenmeye neden olurken, derin ekim ise, bitkinin çimlenmesini ve verimi azaltabilmektedir (Aikins ve ark., 2008). Derin ekimde tohumlar çimlenirken kotiledonunu toprak yüzeyine çıkaramadıkları için toprak kaynaklı hastalıklar ve böceklerden zarar görürken, çok yüzlek ekilen tohumlar üst toprak yüzeyindeki nem eksikliği nedeniyle çimlenememekte veya alatava yakalanmaktadır. Ayrıca, abiyotik stres koşulları durumunda (kuraklık, sıcaklık gibi) ilkbahar ekimlerinin, derin yapıldığı durumlarda çıkışlar geciktirildiğinden verim düşmektedir (Özköse, 2017). Bu nedenle ekim derinliği, çimlenmenin başlamasından itibaren verim potansiyelini belirleyebilmektedir. Baklagil bitkilerinin verimliliğini optimum seviyeye getirmek için, ekim derinliği ve ekim geometrisi deneme kurmada önemli rol oynamaktadır (Baye ve ark., 2020). Genellikle tohum büyüklüğüne bağlı olarak ekim derinliği de değişim göstermektedir.

Bu çalışma; farklı tohum büyüklüğüne sahip maş fasulyelerinde en yüksek çıkış sağlayan ve en iyi fide gelişimi gösteren ekim derinliğinin belirlenmesini amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama alanında 2020 yılında açık alanda saksı denemesi şeklinde (16 Haziran - 24 Temmuz) yürütülmüştür. Çalışmada, büyük (Partow), orta (70 E 07) ve küçük (70 S 06) tohum iriliklerine sahip maş fasulyesi çeşit ve genotipleri kullanılmıştır. Büyük tohum iriliğine sahip Partow çeşidinin bin tane ağırlığı 58.7 g, orta tohum iriliğine sahip 70 E 07 genotipinin bin tane ağırlığı 44.7 g ve küçük tohum iriliğine sahip 70 S 06 genotipinin bin tane ağırlığı 28.6 g olduğu bildirilmiştir (Karaman, 2019). Deneme alanında yapılan toprak örneklemelerine göre; deneme topraklarının killi-tınlı yapıda, hafif alkali (pH değeri 7.7), hafif tuzlu, kireçli, organik madde içeriği bakımından fakir (% 1.5), fosfor bakımından yeterli (23.5 mg/kg) seviyede, potasyum bakımından zengin (772.2 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. Deneme açık alanda yapıldığından iklim koşulları büyük önem arz etmektedir. Deneme süresince sıcaklıklar 18.3-29.3°C arasında değişim göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Isparta ilinin deneme günlerine (16 Haziran- 24 Temmuz) ait ortalama sıcaklık değerleri
Figure 1. The mean temperature values experiment days of the province Isparta (June 16 - July 24)

Saksı toprağı için tarla toprağı ve torf (3:1) karışımı ile harç yapılmış ve ağız çapı 33 cm, dip (taban) çapı 20 cm ve 28 cm boyundaki 13 kg'lık plastik saksılara doldurulmuştur. Araştırma; Tesadüf Parselleri deneme deseninde Faktöriyel Düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Tohum büyüklerine (büyük, orta ve küçük) göre maş fasulyeleri 2, 4 ve 6 cm derinliğinde, her saksıda 25 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Ekimden hemen sonra saksılar sulanmış ve bundan sonra bitkilerin su ihtiyacına göre (iki günde bir) her saksıya eşit oranda su verilmiştir. Çıkışlar tamamlandıktan sonra saksılarda 10 bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Saksılardaki kalan 10 bitki 40. gün sonunda kökleri ile sökülerek, bir elek üzerinde su ile yıkayıp temizlenmiş ve bazı çimlenme ile fide özellikleri incelenmiştir. Çıkış oranı; saksılara ekilen tohumlardan çıkış yapan bitkiler sayılmış ve % olarak ifade edilmiştir. Çimlenme indeksi (GI)'nin hesaplanmasında; $(GI) = \frac{\sum(Gt/Tt)}{Tt}$ formülü kullanılmış, burada Gt: ekimden sonraki t'inci günde çimlenen tohum sayısını, Tt: ekimden sonraki gün sayısını göstermektedir (Wang et al., 2004; Karaman ve Kaya, 2017). Ortalama çimlenme süresi ise; $(MGT) = \frac{\sum TiNi}{\sum Ni}$ formülü kullanılarak hesaplanmış, burada Ti: ekimden sonraki kaçınıcı günde gözlem yapıldığını, Ni: gözlemin yapıldığı günde çimlenen tohum sayısını belirtmektedir (Ellis ve Robert, 1980; Karaman ve Kaya, 2017). Fide ve kök uzunluğu; cetvelle ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir. Kuru toprak üstü ve kök ağırlığı; bitkiler, kök ve toprak üstü kısımları kök boğazından kesilerek birbirinden ayrılmış ve etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar 70°C sıcaklıkta tutularak, kuru ağırlıkları 0.01 g hassasiyetteki terazide tartılmış ve g olarak belirlenmiştir. Toprak üstü/kök kuru ağırlık oranı; kök ve toprak üstü kısımların kuru ağırlıkları belirlendikten sonra, toprak üstü kısmın kök kuru ağırlığına oranlanmasıyla bulunmuştur.

Araştırmada, elde edilen verilerin varyans ve korelasyon analizi TOTEMSTAT istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre 0.05 düzeyinde belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çimlenme özellikleri

Araştırmada, çimlenme özelliklerine ilişkin elde edilen verilerin istatistik analizlerine göre tüm çimlenme karakterlerinde genotip x ekim derinliği interaksyonları 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı, genotiplere göre farklılık göstermiş, en yüksek çimlenme oranı 70 E 07 genotipinde (% 89.33), en düşük ise Partow çeşidinde (% 73.56) belirlenmiş olup, 70 E 07 ve 70 S 06 genotipleri aynı istatistiki grupta yer almışlardır (Çizelge 1). Maş fasulyesi genotiplerinin en uygun ekim derinliği yönünden çimlenme oranı özelliğinde en yüksek değerler 4 cm'de belirlenmiştir. Tohumların kısa sürede yüksek çimlenme yüzdesini ifade eden çimlenme indeksi, çalışmada genotipler bakımından en yüksek 70 E 07 genotipinde belirlenmiş olup, 70 S 06 genotipi ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Ekim derinliklerinin çimlenme indeksi ortalamaları 2.11 - 2.73 arasında değişim göstermiş ve ekim derinliklerinin artmasıyla, çimlenme indeksi de azalmıştır. Maş fasulyesi genotipleri arasında en yüksek çimlenme indeksi, 2 cm ekim derinliğinde tespit edilmiştir.

Genotiplere göre, ortalama çimlenme süresi 6.29-7.55 gün arasında değişim göstermiştir. Genotipler arasında en kısa ortalama çimlenme süresi Partow çeşidinde tespit edilmiştir. En geç çimlenme 70 S 06 genotipinde belirlenmiş ve 70 E 07 ve 70 S 06 genotipleri arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır. Ekim derinliklerinin ortalama çimlenme süresi 6.76-7.71 gün arasında değişim göstermiş olup, en erken çimlenme 2 cm ekim derinliğinde belirlenmiştir. En kısa ortalama çimlenme süresine sahip olan 2 cm ekim derinliği ile 6 cm ekim derinliği istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Partow çeşidinde en kısa ortalama çimlenme süresi, 6 cm ekim derinliğinde belirlenmiş ancak, bunun sebebi 6 cm derinliğe ekilen maş fasulyelerinin çıkışı kısa zamanda tamamlaması ve

çimlenme oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. 70 E 07 genotipinin en erken çimlenme süresi ise 2 cm ekim derinliğinde belirlenirken, 2 ve 6 cm ekim derinlikleri arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır. 70 S 06 genotipinin ise, ekim derinliklerin artmasıyla ortalama çimlenme süresi uzamıştır (Çizelge 1). Kara ve Akman (2007), buğday çeşitlerinin tohumlarını tane büyüklüğüne göre gruplandırmışlar ve farklı ekim derinliklerinde saksılara ektikleri çalışmada, ekim derinliğinin artması ile çimlenme oranında azalma gözlemlenmiştir. Genellikle iri tohumların çimlenme oranlarının en yüksek olduğunu saptamışlar ve çalışma sonucunda ekim derinliği ve tane büyüklüğünün bitkilerin performansını direkt etkilediğini, ekim derinliğinin artmasının tane büyüklüğü ve çeşide bağlı olarak inceledikleri özellikler üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu belirlemişlerdir. Ekim derinliği üzerine yapılan çalışmalarda genel olarak ekim derinliğinin artması ile Kaya ve Şanlı (2008), nohut çeşitlerini optimum derinliğin dışındaki ekimlerin çıkış süresini geciktirdiğini; Tanveer et al. (2012), kavunda çimlenme oranı ve indeksinin azaldığını; Özaslan Parlak ve ark. (2013), çok yıllık çim tohumlarında çıkış oranlarında azaldığını; Özköse (2017), yem bezelyesi hatlarını çıkış süresinin arttığını ve çıkış oranını azaldığını; Baye et al. (2020), baklada ekim derinliğinin artması ile çıkış süresinin uzadığını (7 günden 12 güne) ve çimlenme oranının ise azaldığını (% 90.1'den % 65.1'e) bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda ekim derinliğinin fide çıkışı, gelişimi ve ürün verimi üzerine etkili olduğunu ve üniform tohum derinliğinin yüksek verim elde etmek için önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Ekim derinliği tekdüze bir çıkış olması, büyüme, verim ve elde edilen ürünün kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Ekimin yüzlek yapılması toprağın üst katmanındaki nem içeriğinin yetersiz olması durumunda çimlenme oranını düşürebilmekte ya da çimlenmenin başlamasının ardından toprağın kuruması ile tohum canlılığını kaybedebilmektedir. Ekimin derin yapılması ise, çimlenme süresini uzatırken, bunun yanında avantajları da bulunmaktadır. Derin ekim yapılması, herbisit uygulaması yapılan alanlarda çıkışın geciktirilip yabancı otlarla rekabeti önlemesi ve ayrıca yüzlek ekimde diğer bir sorun olan kuş zararını da ortadan kaldırmaktadır. Tohum büyüklüğü, genotip, toprak strüktürü ve sıcaklığı ekim derinliği üzerinde etkili olan önemli faktörlerdir (Özköse, 2017). Ayrıca toprak sıcaklığı da çıkış için önemli bir faktördür. Karaman (2019), maş fasulyesi genotiplerini Isparta koşullarında iki yetiştirme sezonunda ekmiş (2017-2018) ve ilk yıl ekim yapılan Nisan ayında ortalama sıcaklıklar 10.6°C olması sebebiyle çıkışların ikinci yıla göre (14.2°C) genel olarak daha geç olduğunu ve çıkış süresinin genotiplere göre değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Özköse (2017), toprak sıcaklığının düşük olduğu zamanlarda yüzlek ekim yapılmasının daha avantajlı olacağını bildirmiştir. Yapılan araştırmaların sonuçları, çalışmayı destekler niteliktedir.

Çizelge 1. Tane iriliği farklı maş fasulyesi genotiplerinde ekim derinliğinin çimlenme özelliklerine ait ortalamalar
Table 1. The means of germination properties of sowing depth in mung bean genotypes with different seed size

Çeşit-Genotipler Variety-Genotypes	Ekim Derinlikleri (cm) Sowing Depth (cm)			
	2	4	6	Ortalama /Mean
	Çimlenme Oranı (%)/Germination Ratio (%)			
Partow	81.33 a	86.00 a	53.33 b	73.56 B*
70 E 07	92.00 a	93.33 a	82.67 b	89.33 A
70 S 06	84.00 b	96.00 a	82.67 b	87.56 A
Ort. /Mean	85.78 B	91.78 A	72.89 C	
Cv	8.44			
	Çimlenme İndeksi/Germination Index			
Partow	2.52 a	2.44 a	1.59 b	2.18 B
70 E 07	2.90 a	2.68 b	2.49 b	2.69 A
70 S 06	2.77 a	2.70 a	2.24 b	2.57 A
Ort. /Mean	2.73 A	2.61 B	2.11 C	
Cv	8.63			
	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)/ Mean Germination Time (day)			
Partow	6.44 b	7.68 a	4.75 c	6.29 B
70 E 07	7.20 b	7.77 a	7.36 b	7.44 A
70 S 06	6.64 c	7.68 b	8.32 a	7.55 A
Ort. /Mean	6.76 B	7.71 A	6.81 B	
Cv	11.84			

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

3.2. Fide ve kök özellikleri

Çalışmada, farklı ekim derinliklerinde ekilen, farklı tohum iriliklerine sahip maş fasulyesi çeşit ve genotiplerinde, fide ile kök uzunluğu, toprak üstü ile kök kuru ağırlığı ve toprak üstü/toplam kuru ağırlığı özelliklerine ilişkin elde edilen verilerin istatistik analizlerine göre tüm karakterlerde genotip x ekim derinliği etkileşimlerinin 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmada, ekim derinliklerinin artmasına bağlı olarak fide uzunluğu da azalmıştır. En yüksek fide uzunluğu 15.52 cm ile Partow çeşidinde elde edilmiş, 70 S 06 ve 70 E 07 genotipleri arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır. Genotipler içerisinde en yüksek fide uzunluğu 2 cm ekim derinliğinde (sırasıyla 16.55, 13.50 ve 14.86 cm) belirlenmiştir. En düşük fide uzunluğu ise, yine her üç genotipte de 6 cm ekim derinliğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, ekim derinliğinin ana etkisi incelendiğinde en uzun kök uzunluğu 70 E 07 genotipinde (38.60 cm) belirlenmiş, en kısa kök uzunluğu ise 70 S 06 genotipinde (36.55 cm) tespit edilmiştir. 70 S 06 genotipi ile Partow çeşidi istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ekim derinliğine göre, en uzun kök uzunluğu 4 cm ekim derinliğinde tespit edilirken, 2 ve 6 cm ekim derinlikleri arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır. 70 E 07 genotipi ve Partow çeşidinde en uzun kök uzunluğu 4 cm ekim derinliğinde belirlenirken (sırasıyla 37.65 ve 41.95 cm), 4 cm ekim derinliği ile diğer ekim derinlikleri arasında bir fark ortaya çıkmamıştır. 70 S 06 genotipinde ise, en uzun kök uzunluğu diğer genotip ve çeşidin aksine 6 cm ekim derinliğinde belirlenmiş olup, 2 ve 4 cm ekim derinliği ile 6 cm ekim derinliği aynı istatistiki grupta yer almıştır.

Çeşit ve genotiplerin oluşturdukları toprak üstü kuru ağırlık miktarları önemli farklılıklar göstermiş, ekim derinliklerinin ortalaması olarak en yüksek toprak üstü kuru ağırlık 70 S 06 genotipinde (9.62 g) belirlenmiş, bunu azalan sırayla Partow çeşidi (6.49 g) ve 70 E 07 genotipi (5.72 g) izlemiştir. Ekim derinliklerine göre toprak üstü kuru ağırlığı en yüksek 6 cm ekim derinliğinde, en düşük ise 4 cm ekim derinliğinde tespit edilmiştir. Çeşit ve genotiplere göre en yüksek toprak üstü kuru ağırlık, Partow çeşidi ve 70 S 06 genotipinde 6 cm ekim derinliğinde tespit edilirken, 70 E 07 genotipinde ise, 2 cm ekim derinliğinde belirlenmiştir. Çeşit ve genotiplere göre en küçük toprak üstü kuru ağırlığı Partow çeşidinde 2 cm ekiminde, 70 E 07 ve 70 S 06 genotiplerinde ise 4 cm ekim derinliğinde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çeşit ve genotiplerin oluşturdukları kök kuru ağırlık miktarları önemli farklılıklar göstermiş, çeşit ve genotiplerin ortalaması olarak en yüksek toprak üstü kuru ağırlık 70 S 06 genotipinde belirlenmiş (9.62 g), bunu azalan sırayla 70 E 07 (3.84 g) ve Partow (2.43 g) çeşidi izlemiştir. Ekim derinliğinin ana etkisi incelendiğinde en yüksek kök kuru ağırlık 4 cm ekim derinliğinde belirlenirken, 4 cm ekim derinliği ile 2 cm ekim derinliği istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Maş fasulyelerinin çeşit ve genotiplerin kök kuru ağırlık bakımından ekim derinliklerine tepkileri farklı olmuş, en yüksek kök kuru ağırlığı sırasıyla 70 E 07 ve 70 S 06 genotiplerinde 2 cm’de (sırasıyla 6.48 ve 3.99 g), Partow çeşidinde ise, 6 cm (2.99 g) ekim derinliğinde belirlenmiştir (Çizelge 2).

70 E 07 ve 70 S 06 genotiplere göre en yüksek toprak üstü/toplam kuru ağırlık oranı 70 E 07 genotipinde belirlenmiş (% 0.40), bunu azalan sırayla 70 S 06 genotipi (% 0.38) ve Partow çeşidi (% 0.27) izlemiştir. Ekim derinliklerine göre en yüksek toprak üstü/toplam kuru ağırlık oranı 4 cm ekim derinliğinde tespit edilmiştir. Maş fasulyesi çeşit ve genotiplerinin, en yüksek toprak üstü/toplam kuru ağırlık oranı her üçünde de 4 cm ekim derinliğinde (sırasıyla % 0.30, %0.42 ve %0.42) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Silvertown (1981)’a göre, tohum büyüklüğü ile üretkenlik arasında önemli korelasyonlar bulunmaktadır. Yaptığı araştırmada küçük tohumların hayatta kalmak için daha fazla tohum ürettiğini ve yaşam sürelerinin iri tohumlara göre kısa olduğunu bildirmiştir. Foster (1986), tohum büyüklüğünün, tohumlukların yayılma mesafesinin, fide gelişiminin ve hatta hayatta kalmasının belirlenmesinde önemli bir faktör olduğunu ifade etmiştir. Tohum ağırlığındaki farklılığın depo maddelerinin miktarındaki farklılıktan kaynaklandığını, büyük tohumların fidelerinin boyu küçük tohumların fidelerinden daha uzun olduğunu ve büyük tohumları daha derine ekildiğini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, tohum büyüklüğünün kotiledon alanı ve ağırlığı, yaprak alanı, kök ağırlık ve toplam fide kuru ağırlığı ile pozitif olarak ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Büyük tohumlardan elde edilen fidelerin, besin içeriğinin küçük tohumlara göre daha fazla olduğunu ve kotiledonların erken döneminde fidelerin büyümesine katkısı, fotosentetik kapasiteden çok depolama kapasitelerine bağlı olduğunu saptamışlardır. Murali (1997), fide yapısı küçük tohumlarda içerdiği bileşenlerin az olması sebebiyle daha zayıf yapıda, büyük tohumlar ise, daha iyi durumda ve daha fazla hayatta kalma şansına sahip olduğunu bildirmiştir. Edwards ve Hartwig (1971), soya küçük ve orta büyüklükteki tohumlarının, çimlenmenin gerçekleştiği tüm nem seviyelerinde büyük tohumlardan daha hızlı çimlenmiş ve daha büyük kök gelişimi sağladığını bildirmişlerdir. Aikins ve Afuakwa (2008), börtücede ekim derinliğinin ortalama fide çıkışını, bitki boyu, gövde çevresi, yaprak sayısı ve kuru madde verimini etkilediğini rapor etmişlerdir.

Fatima ve ark. (2009), maş fasulyesi çeşidinin 15, 30, 45 ve 60 gün boyunca incelemişler ve en yüksek bitki boyutunun 4 cm derinliğe ekilen ve büyük boyuttaki materyallerde saptamışlardır. Thiyam ve ark. (2017), bezelye tohumlarını yüzlek ettiklerinde büyük tohumlar, maximum sayıda fide (sürgün+kök) oluşturmuş ve bu fidelerin boylarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları araştırmamızı destekler niteliktedir.

Çizelge 2. Tane iriliği farklı maş fasulyesi genotiplerinde ekim derinliğinin fide uzunluğu, kök uzunluğu, topraküstü kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve toprak üstü/toplam kuru ağırlığına ait ortalamalar

Table 2. The means of seedling length, root length, dry weight above ground, root dry weight and above ground / total dry weight of 109owing depth in mung bean genotypes with different seed size

Çeşit-Genotipler Variety-Genotypes	Ekim Derinlikleri (cm) Sowing Depth (cm)			Ortalama/ Mean
	2	4	6	
Fide Uzunluğu (cm) / Seedling Length(cm)				
Partow	16.55 a	15.10 b	14.92 b	15.52 A*
70 E 07	13.50 a	12.25 b	12.11 b	12.62 B
70 S 06	14.86 a	13.75 a	9.95 b	12.85 B
Ort. /Mean	14.97 A	13.70 B	12.33 C	
Cv	3.3			
Kök Uzunluğu (cm)/ Root Length(cm)				
Partow	36.24 a	37.65 a	35.85 a	36.58 B
70 E 07	36.83 b	41.95 a	37.03 b	38.60 A
70 S 06	36.85 a	35.35 a	37.45 a	36.55 B
Ort. /Mean	36.64 B	38.32 A	36.78 B	
Cv	2.92			
Toprak Üstü Kuru Ağırlık (g)/ Above Ground Dry Weight (g)				
Partow	5.43 c	6.03 b	8.01 a	6.49 B
70 E 07	6.44 a	4.79 c	5.92 b	5.72 C
70 S 06	9.74 b	8.93 c	10.19 a	9.62 A
Ort. /Mean	7.20 B	6.58 C	8.04 A	
Cv	11.49			
Kök Kuru Ağırlık (g)/Root Dry Weight (g)				
Partow	1.89 c	2.49 b	2.90 a	2.43 C
70 E 07	3.99 a	3.58 b	3.96 a	3.84 B
70 S 06	6.48 a	6.42 a	5.14 b	6.01 A
Ort. /Mean	4.12 AB	4.16 A	4.00 B	
Cv	5.82			
Toprak üstü kuru ağırlık/Toplam Kuru Ağırlık oranı (%)/Above Ground Dry Weight/Total Dry Weight Ratio (%)				
Partow	0.26 b	0.30 a	0.27 b	0.27 C
70 E 07	0.38 b	0.42 a	0.40 ab	0.40 A
70 S 06	0.39 b	0.42 a	0.33 c	0.38 B
Ort. /Mean	0.34 B	0.38 A	0.33 B	
Cv	9.84			

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

3.3. İncelenen özellikler arası ilişkiler

Çalışmada çimlenme özellikleri arasında olumlu ve önemli ilişkiler bulunmaktadır. Ortalama çimlenme süresinin artması ile çimlenme oranı ($r=0.630$) ve çimlenme indeksi ($r=0.567$) değerleri artmıştır. Çimlenme özelliklerinin değerlerinin artması ile fide uzunluğunun azaldığı (negatif korelasyon) belirlenmiştir. Çimlenme özelliklerinden OÇS özelliği ile fide uzunluğu arasında olumsuz ve önemli; toprak üstü kuru ağırlık /toplam kuru ağırlık arasında önemli ve olumlu ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çalışmada ortalama çimlenme süresinin artması ile fide uzunluğu değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Fide uzunluğunun artması ile kök uzunluğunun azaldığı ve bu iki özellik arasında önemsiz ve negatif korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Murali (1997), fide yapısı küçük tohumlarda içerdiği bileşenlerin az olması sebebiyle daha zayıf yapıda, büyük tohumlar ise, daha iyi durumda ve daha fazla hayatta kalma şansına sahip olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, araştırmacı yaptığı çalışmada tohum büyüklüğü ile çiçeklenme ve meyve verme süresi arasında önemli ve negatif bir ilişki (negatif korelasyon), çimlenme ve yaşama gücü arasında ise önemli ve olumlu bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Toprak üstü kuru ağırlık ile kök uzunluğu arasında önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Bu durumun da fide uzunluğu ile kök uzunluğu arasında negatif ilişki (negatif korelasyon) bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak üstü kuru ağırlığı ile de kök kuru ağırlığı arasında önemli ve negatif korelasyon gözlemlenmiştir. Fide uzunluğunun artması ile toprak üstü kuru ağırlığı artmış, kök uzunluğu azalmış ve kök kuru ağırlığı da azalmıştır. Toprak üstü kuru ağırlık ile kök kuru ağırlığı arasındaki ilişki Atılğan ve Tolay (2008) ve Eren ve Demirel (2020)'nin yürüttüğü çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi ve kök kuru ağırlığı artması ile toprak üstü kuru ağırlık /toplam kuru ağırlık oranı arttığı, fide uzunluğunun artması ile azaldığı görülmüştür. Korelasyon analizi sonucunda incelenen özelliklere göre, çeşit ve genotiplerin ekim derinliğinin artması ile fide uzunluğu azalış göstermiş olup, bu da bitkinin optimum derinlikten daha derine ekildiğinde fidenin gelişiminin azaldığını göstermiştir.

Çizelge 3. İncelenen Özelliklere Ait Korelasyon Katsayıları
Table 3. Correlation Coefficients of Belong to Examined Properties

Özellikler	ÇO	Çİ	OÇS	FU	KU	TÜKA	KKA
Çİ	0.713**						
OÇS	0.630**	0.567**					
FU	-0.180 ^{öd}	-0.023 ^{öd}	-0.595**				
KU	0.280 ^{öd}	0.229 ^{öd}	0.340 ^{öd}	-0.366 ^{öd}			
TÜKA	-0.173 ^{öd}	-0.177 ^{öd}	0.006 ^{öd}	0.256 ^{öd}	-0.412*		
KKA	0.244 ^{öd}	0.356 ^{öd}	0.310 ^{öd}	-0.379 ^{öd}	-0.141 ^{öd}	-0.749**	
HO	0.513**	0.629**	0.520**	-0.484*	0.290 ^{öd}	0.069 ^{öd}	0.682**

* % 5 düzeyinde önemli, ** % 1 düzeyinde önemli, öd önemli değil, ÇO: çimlenme oranı, Çİ: çimlenme indeksi, OÇS: ortalama çimlenme süresi, FU: fide boyu, KU: kök uzunluğu, TÜKA: toprak üstü kuru ağırlık, KKA: kök kuru ağırlık, HO: toprak üstü kuru ağırlık /toplam kuru ağırlık oranı

4. Sonuç

Ülkemizde tüketimi yeni popülerite kazanan maş fasulyesi genellikle ithal olarak pazara sürülmektedir. Halbuki, ülkemiz için alternatif bir baklagil türü olarak maş fasulyesinin ülke çiftçisine tanıtılması ve yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu sayede her yıl yapılan maş fasulyesi ithalat miktarı da azalacaktır. Yetiştirme teknikleri içerisinde ekim normunun bilinmesi üretimin artması için oldukça önemlidir. Bu çalışma ile de farklı boyuttaki maş fasulyesi çeşit ve genotiplerinin hangi derinliklerde ekilmesi gerektiği ve bu derinliklerin çıkışı ile fide gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir.

Çalışmada farklı tane büyüklüğüne sahip maş fasulyesi genotiplerinin çimlenme ve fide özellikleri ekim derinliklerinden etkilenmiştir. Özellikle çimlenme özellikleri üzerine 6 cm'ye yapılan ekimlerin çeşit ve genotipler için olumsuz etki etmiştir. Derine ekim (6 cm) ile özellikle iri taneli Partow çeşidinde çimlenme oranlarını önemli seviyede azalttığı görülmüştür. Bu durumun aksine maş fasulyesi tohumlarını 4 cm derinliğe ekilmesi ile önemli performans kriterleri olan çimlenme özellikleri, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve toprak üstü kuru ağırlık/ kök kuru ağırlığı oranı üzerine belirgin şekilde olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Çalışmada ekim derinliği ve çeşit ile genotiplerin fide uzunluğu üzerinde oldukça fazla etkili olmuştur. Fide uzunluğu artan ekim derinlikleri ile çeşit ve genotiplerin olumsuz etkilendiği ve 2 cm ekilen tohumların farklı boyutta genotipler de olsa en iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak da, toprak yüzeyine yakın olan tohumların çimlenmesini hızlıca tamamlaması ve fide gelişimini artırması olarak düşünülmektedir. Bu nedenle maş fasulyesinin 2-4 cm derinliğe ekilebileceği ve bunun sonucunda çimlenme ile fide gelişim özellikleri yönünden üstün bitkilerin elde edilebileceği saptanmıştır.

Kaynaklar

- Aikins, S. H. M., Afuakwa, J. J., 2008. Growth and dry matter yield responses of cowpea to different sowing depths. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 3(5-6): 50-54.
- Akbay, F., Uslu, Ö.S., Erol, A., 2020. The effect of different planting times on the agronomic characteristics and forage quality of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(5): 1160-1165. doi: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i5.1160-1165.3335>.
- Akgündüz, M., 2016. Maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotiplerinin kuraklık hassasiyetlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96s, Samsun.
- Asaduzzaman, M., Karim, M.F., Ullah, J., Hasanuzzaman, M., 2008. Response of mungbean (*Vigna radiata* L.) to nitrogen and irrigation management. American-Eurasian Journal of Scientific Research, 3(1):40-43.
- Atılğan, N. G., Tolay, İ., 2008. Beş tritikale çeşidinde çinkonun bazı fide özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 65-74.
- Bariş, E., Demirel, F., 2020. Fide gelişim dönemindeki bazı buğday genotiplerinde özellikler arası korelasyon analizi. Journal of Agriculture, 3(1): 28-32.
- Baye, E., Ebrahim, Z., Kasahun, N., Wasyihun, N., Siyum, K., Yachiso, D., Msanya, B.M., 2020. Effects of planting depth on germination and growth of faba bean (*Vicia faba* L.) at fitche, oromia national regional state, Central Ethiopia. American Journal of Agriculture and Forestry, 8(3): 58-63. doi: 10.11648/j.ajaf.20200803.11.
- Dahiya, P.K., Linnemann, A.R., Van Boekel, M.A.J.S., Khetarpaul, N., Grewal, R.B., Nout, M.J.R., 2015. Mung bean: Technological and nutritional potential. Critical reviews in food science and nutrition, 55(5): 670-688. doi: 10.1080/10408398.2012.671202.
- Edwards Jr, C.J., Hartwig, E.E., 1971. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. Agronomy Journal, 63(3): 429-450. doi: <https://doi.org/10.2134/agronj1971.00021962006300030024x>
- Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1980. Towards a Rational Basis for Testing Seed Quality. In Seed Production (Ed: P.D. Hebblethwaite), 605-635, Butterworths, London.
- Fatima, K., Biswas, P. K., Ali, H., Rahman, J., 2010. Emergence and seedling attributes of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) as influenced by sowing depth and seed size. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 3(4), 343-348.
- Foster, S.A., 1986. On the adaptive value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. The Botanical Review, 52(3): 260-299.
- Kara, B., Akman, Z., 2007. Farklı tane iriliği ve ekim derinliklerinin buğday (*Triticum aestivum* L.)'ın kök ve toprak üstü organlarının ilk gelişmesine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 193-202.
- Karaman, R., 2019. Maş fasulyesi (*Vigna radiata* Wilczek) genotiplerinin/yerel popülasyonlarının ısparta koşullarında fenolojik, morfolojik, agronomik ve bazı teknolojik özellikler yönünden karakterizasyonu. Doktora Tezi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 226s, Isparta.
- Karaman, R., Kaya, M., 2017. Mercimeğe (*Lens esculanta* Moench) uygulanan farklı klor tuzu ve dozlarının kimi ilk gelişme özelliklerine etkisi. Journal of Agricultural Sciences, 23: 10-21.
- Kaya, M., Şanlı, A., 2008. Ekim derinliğinin nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde kök ve toprak üstü organlarının ilk gelişmesine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2): 115-122.
- Murali, K.S., 1997. Patterns of seed size, germination and seed viability of tropical tree species in southern India. Biotropica, 29(3): 271-279.
- Nair, R., Schreinemachers, P., 2020. Global status and economic importance of mungbean. In The Mungbean Genome (pp. 1-8). Springer, Cham.
- Oda, M. C., Sedyama, T., Barros H.B., 2009. Manejo da cultura. In: Sedyama T (ed.) Tecnologia de produção e usos da soja. Editora Mecnas, Londrina, p.93-99.
- Özaslan Parlak, A., Demiray, H. C., Hakyemez, B. H., Parlak M., Gökkuş, A., 2013. Toprak bünyesi ve ekim derinliğinin çok yıllık çimin (*Lolium perenne*) sürme özelliklerine etkisi. Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 3, 568-573, 13-15 Eylül, Konya.
- Özköse, A., 2017. Farklı ekim derinliklerinin yem bezelyesinin verim ve bazı verim özellikleri üzerine etkileri. Sakarya University Journal of Science, 21(6), 1188-1200. doi: 10.16984/saufenbilder.306457.
- Pekşen, E., Toker, C., Ceylan, F. Ö., Aziz, T., Farooq, M., 2015. Determination of promising high yielded mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes under middle black sea region of Turkey. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (2): 169-175. doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.169-175.
- Shil, S., Bandopadhyay, P.K., 2007. Retaining seed vigor and viability of mungbean by dry dressing treatments. Journal of Food Legumes, 20:75-173.
- Siddig, A.M.A., Abdellatif, Y.I., 2015. Effect of seed size and sowing depth on germination and some growth parameters of faba bean (*Vicia faba* L.). Agricultural and Biological Sciences Journal, 1(1): 1-5.

- Silvertown, J. W., 1981. Seed size, life span, and germination date as coadapted features of plant life history. *The American Naturalist*, 118(6):860-864.
- Singh, A. K., Bharat, R. C., Chandra, N., Dimree, S., 2010. Effect of seed size and seeding depth on fava bean (*Vicia fava* L.) productivity. *Environment and Ecology*, 28 (3A): 1722- 1727.
- Singh, R., Heusden, A.W.V., Kumar, R., Visser, R.G.F., 2018. Genetic variation and correlation studies between micronutrient (Fe and Zn), protein content and yield attributing traits in mungbean (*Vigna radiata* L.). *Legume Research*, 41:167–74. doi: 10.18805/lr.v0i0.7843
- Tanveer, A., Salman Arshad, M., Ayub, M., Mansoor Javaid, M., Yaseen, M., 2012. Effect of temperature, light, salinity, drought stress and seeding depth on germination of *Cucumis melo* var. *agrestis*. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18(4): 445-459.
- Thiyam, R., Yadav, B., Rai, P. K., 2017. Effect of seed size and sowing depth on seedling emergence and seed yield of pea (*Pisum sativum*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 1003-1005.
- Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z. B., Liu, Y. L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science*, 44 (2): 535-541.



Zonguldak İlinde Meyve Üreticilerinin Kimyasal Gübre ve Tarım İlacı Kullanımına Yönelik Çevresel Duyarlılıkları

Osman Kılıç^{a*}, Gamze Aydın Eryılmaz^b, Serdar Çakır^c

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

^b Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

^c Çaycuma İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Zonguldak, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: okilic@omu.edu.tr

Geliş/Received 27/10/2020 Kabul/Accepted 13/11/2020

ÖZET

Konvansiyonel meyve yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımı verimi artırmakta, ancak yoğun ve bilinçsiz uygulamalar, insan başta olmak üzere doğadaki bütün varlıkları olumsuz etkilemektedir. Bu araştırmanın amacı, Zonguldak ilinde konvansiyonel meyve yetiştiriciliği yapan işletmelerde kimyasal gübre ve ilaç kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarına yönelik üretici duyarlılığının belirlenmesidir. Üreticilerin kimyasal gübre ve ilaç kullanımına yönelik duyarlılıkları; uygulama öncesi, uygulama esnası ve uygulama sonrasındaki tutum ve davranışlarına göre üç aşamada değerlendirilmiştir. Araştırmada, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenen 125 meyve üreticisiyle anket yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre üreticilerin en önemli görüşünün, ürün verimini koruyacak şekilde kimyasal gübre ve ilaç kullanımını azaltmak istemeleri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üreticilerin, toprak analizi yaptırma ve entegre mücadele yöntemlerini uygulamada çok fazla istekli olmadıkları ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen diğer önemli bir sonuç ise, gübreleme ve ilaçlama sonrası boş ambalajların imha edilmesi sorununun, üretici ve tüketici sağlığı ile çevrenin korunması açısından çözüme kavuşturulması gereken konular arasında yer almasıdır. Bu sonuçlar; bilinçli kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, kimyasal mücadele dışındaki yöntemlerin uygulanabilirliği ve atık yönetimiyle ilgili konulara yönelik eğitim ve yayım çalışmalarını öncelikli hale getirmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Meyve yetiştiriciliği
Kimyasal gübre
Tarım ilacı
Çevresel duyarlılık
Üretici tutum ve davranışı

Environmental Sensitivity of Fruit Producers Toward Chemical Fertilizer and Pesticide Use in Zonguldak Province

ABSTRACT

The use of chemical fertilizers and pesticides in conventional fruit growing increases yield, but intensive and unconscious practices negatively affect all entities in nature, especially human. The aim of this research is to determine the sensitivity of producers to environmental problems caused by the use of chemical fertilizers and pesticides in conventional fruit growing farms in Zonguldak province. The sensitivity of the producers towards the use of chemical fertilizers and pesticides was evaluated considering their attitudes in three stages of application; before, during and after application. In the research, a survey was conducted with 125 fruit producers determined by the stratified random sampling method. According to the results of the research, it has been determined that the most important opinion of the producers is that they want to reduce the use of chemical fertilizers and pesticides in a way that preserves product yield. In addition, it has been revealed that the producers are not very willing to conduct soil analysis and apply integrated control methods. Another important result obtained from the research is that the problem of disposing of empty packages after fertilization and spraying is among the issues that need to be resolved in terms of producer and consumer health and protection of the environment. These results prioritize training and extension activities on conscious use of chemical fertilizers and pesticides, applicability of methods other than chemical control, and waste management.

Keywords:
Fruit growing
Chemical fertilizer
Pesticide
Environmental sensitivity
Producers' attitude and behavior

1. Giriş

Tarım; besin ihtiyacını karşılamanın yanı sıra, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ekonominin öncü sektörü olma özelliği nedeniyle daima önemini korumaktadır. Dünya nüfusundaki hızlı artışın etkisiyle, artan gıda ihtiyacının karşılanması için gerekli tedbirler alınmadığı takdirde, bu ihtiyacın ileriki yıllarda mevcut üretim olanaklarıyla karşılanamayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla gelecek nesillere ait gıda talebinin karşılanması, tarımsal ürünlerde verimliliğin artırılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Tarımsal ürünlerde verim ve kaliteyi artırmanın yolu, modern tarımsal tekniklerin ve girdilerin kullanılmasından geçmektedir. Ancak uzun yıllar üretimi artırmayı hedefleyen bu anlayış, daha fazla verim alabilmek için kimyasal gübre ve ilaç kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu süreçte gelişmiş ülkeler, üreticilerin geçimlerini sağlayacak geliri teminat altına almanın yanı sıra, gelecek nesillerin gıda ihtiyacını tehlikeye düşürmemek ve çevre sorunlarına yol açmamak için, tarımsal girdilerin çevreyle daha uyumlu bir şekilde kullanılmasını öncelikli hedef kabul etmişlerdir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise bundan farklı olarak, tarım işletmeleri önemli yapısal problemlere sahip oldukları için, tarım ve çevre ilişkilerinin henüz tam olarak kurulduğu söylenemez.

Tarım toprakları; besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması, yıkanması ve erozyona uğraması sonucu zamanla fakirleşmektedir. Bu nedenle tarımsal üretimin en önemli kaynağı olan toprak, gübreleme ve diğer tarımsal işlemlerle daha verimli hale getirilmeye çalışılmaktadır. Dolayısıyla gübreleme, toprağın verimliliğini sürdürülebilmesi için bitkiler tarafından kullanılan besin maddelerinin toprağa takviye edilmesi bakımından önemlidir (Sönmez ve ark., 2008). Tarım ilaçları ise zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak için kullanılan maddelerden oluşan karışımlardır (Özcan ve Tongur, 2019). Tarımda verimliliğin artırılması, girdilerin tekniğine uygun şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bitkiler tarafından kullanılan gübreden geriye kalanı, yer altı ve yüzey sularına karışarak insan, bitki ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca artan gübre ihtiyacını karşılamak için kurulan üretim tesislerinden, çevreye yayılan atık sular da dikkate alındığında sorunun ne kadar kritik boyutta olduğu görülecektir (Atılğan ve ark., 2007). Tarımsal mücadelenin, olası sağlık risklerini ve korunma yollarını bilerek, tarımsal ekosistemdeki tüm canlıları korumayı dikkate alacak şekilde uygun metotlarla yapılması gerekir. Tarım ilaçları önerilen metot ve dozda uygulanmaz ise, tarımsal ekosistem yoğun ilaç kullanımının neden olduğu kalıntılarla kirlenecektir. Bu kirlilik, besin zinciri ve benzeri yollarla canlılara ulaşacak ve ciddi sağlık riskleri oluşturacaktır (Akar ve Tiryaki, 2018).

Türkiye; sahip olduğu iklim koşulları, verimli toprak yapısı ve sulama potansiyeli nedeniyle bütün bölgelerde meyve yetiştiriciliğinin yapılmasına uygun bir ekolojiye sahiptir. Meyve yetiştiriciliğinde verimi artırmak için, yeterli gübre kullanımı ve uygun sulama yöntemleri gibi uygulamaların yanında hastalık, zararlı ve yabancı otlarla da etkili mücadelenin yapılması zorunludur (Erbek ve ark., 2018). Ancak birim alandan daha fazla ürün elde etmek amacıyla yoğun dozda gübre uygulamak, ayrıca hastalık ve zararlılarla mücadelenin erken aşamalarında dahi çoğu zaman tek çözüm yolu olarak ilaçlamayı görmek doğru bir yaklaşım değildir (Peker, 2012). Kaldı ki gereğinden fazla uygulanan kimyasalların, insan sağlığı ve çevreye uzun vadede öngörülen olumsuz etkileri küresel nitelikte olup, bu durum ciddi sosyal ve ekonomik sorunları beraberinde getirmektedir. Doğal kaynakların tahrip olmasıyla birlikte, tarımsal ürünlerde dışa bağımlılık, kırsal alandan kentlere göç, kırsal toplum özelliğinin yok olması, kırsal ve kentsel nüfus dengesizliğinin artması gibi başlıca sorunlar ortaya çıkmaktadır (Eryılmaz ve Kılıç, 2018).

Türkiye’de, tarımsal ürünlerde kimyasal gübre ve ilaç kullanımı ile üreticilerin çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarını ele alan birçok araştırma yapılmıştır (Kurtaslan ve ark., 2000; Kızılaslan ve Kızılaslan, 2005; Günden ve Miran, 2008; Peker, 2012; Kızıloğlu ve Kızılaslan, 2017; Akar ve Tiryaki, 2018; Aydın ve ark., 2019; Bayraktar ve Boz, 2020; Sayın ve ark., 2020). Tarımsal girdilerin yoğun uygulandığı meyve yetiştiriciliğinde ise, kimyasal gübre ve ilaç kullanımına yönelik üretici duyarlılığını ele alan araştırmaların sayısında son yıllarda artış vardır (Oğuz ve ark., 2000; Demirçan ve Yılmaz, 2005; Akbaba, 2010; Çelik ve Karakaya, 2017; Erdoğan ve ark., 2017; Erbek ve ark., 2018; Kılıç ve ark., 2018; Dilmen ve ark., 2020). Yapılan araştırmalarda, üretici algısının yoğun ve bilinçsiz kullanılan gübre ve ilaçların çevreyi olumsuz etkilediği yönünde olduğuna, biyolojik mücadele yöntemlerinin ise üreticiler tarafından yeterince bilinmediğine işaret edilmektedir. Ayrıca araştırmalarda, giderek yaygınlaşan çevre dostu tarımsal üretim tekniklerinin benimsenmesi ve uygulanmasıyla ilgili önemli bilgilere de yer verilmektedir. Bu araştırmalar; tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevresel sorunların çözümüne yönelik üretici bilincinin ve duyarlılığının geliştirilmesine, çevre sorunlarına yönelik politikaların oluşturulmasına ve gerekli önlemlerin alınmasına katkı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Araştırmanın yapıldığı Zonguldak ilinde, 2019 yılı itibarıyla 483204 dekar olan tarım arazisi içinde %58.03 ile en yüksek pay meyve yetiştiriciliğine aittir. İldeki meyve arazisinin önemli bir kısmını ise fındık arazisi (%91.91) oluşturmaktadır, bunu ceviz arazisi (%3.64) ve elma arazisi (%1.11) izlemektedir. Bunların dışında kiraz, armut, çilek, kestane, kivi, erik, vişne, ayva, dut, şeftali, üzüm ve böğürtlen yetiştiriciliği yapılmakla birlikte, bunların toplam meyve arazisi içindeki payı %3.34’tür (TÜİK, 2020). Bu araştırmanın amacı, konvansiyonel meyve üreticilerinin kimyasal gübre ve tarım ilaçlarının uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrasındaki çevresel

duyarlılıklarının tespit edilmesidir. Araştırmayla, gübre ve ilaçların temin edilmesi, saklanması, güvenli kullanımı ve kullanım sonrasındaki üretici tutum ve davranışlarını ortaya koyarak, çevresel sorunlara yönelik çözüm önerilerine dikkat çekilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarının; üreticiler açısından tarımsal üretimde kârlılığın, tüketiciler açısından güvenilir gıdanın, tarımsal açıdan ise sürdürülebilirliğin sağlanması için gerekli altyapının oluşturulmasına ve uygulamaya dönük düzenlemelerin yapılmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, konvansiyonel meyve yetiştiriciliği yapan ve çiftçi kayıt sistemine kayıtlı işletmelerle 2020 yılında yapılan anketler oluşturmaktadır. Araştırmada, örnekleme birimi olarak meyve arazisi büyüklüğü esas alınmıştır. İşletmeler; 1-6 dekar, 7-13 dekar, 14 dekar ve daha fazla meyve arazisine sahip olanlar şeklinde üç gruba ayrılmıştır. Daha sonra anket yapılan işletme sayısı, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle 125 olarak belirlenmiştir (Yamane, 1967). Oransal dağılıma göre anket yapılan işletme sayısı; birinci grupta 57, ikinci grupta 37 ve üçüncü grupta 31 olarak tespit edilmiştir. Veriler, işletme büyüklük grupları ve işletmeler ortalamasına göre değerlendirilmiştir.

Anket formunun birinci bölümü; işletme yöneticisi konumundaki üreticilere ait bilgileri, işletmeye ait sosyo-ekonomik özellikleri, işletmelerdeki arazi mülkiyet durumunu ve tasarruf şekillerini kapsamaktadır. İkinci bölüm ise üreticilerin kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımı konusunda; uygulama öncesinde, uygulama esnasında ve uygulama sonrasındaki çevresel duyarlılıklarının tespit edilmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Üreticilerin kimyasal gübre ve ilaç kullanımına ilişkin duyarlılıklarındaki önem sırası, 5'li likert tipi şeklindeki sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda hesaplanan ortalama skora göre belirlenmiştir (Hiçbir zaman: 1, nadiren: 2, ara sıra: 3, genellikle: 4, her zaman: 5).

Araştırmada; yaş, eğitim, tarımsal deneyim, tarım dışı gelir, aile nüfusu, büyükbaş hayvan sayısı, arazi mülkiyeti ve arazi tasarruf şekilleri açısından işletme büyüklük grupları arasındaki farklılığın test edilmesinde varyans analizinden yararlanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde, işletme büyüklük grupları arasındaki farklılıkların görülebilmesi için, Post-Hoc çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır. Üreticilerin kimyasal gübre ve ilaç kullanımına yönelik çevresel duyarlılıkları Kruskal-Wallis H testiyle değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın test edilmesinde ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Anket yapılan işletme yöneticilerinin cinsiyete göre dağılımları incelendiğinde, üç işletme büyüklük grubunda da çoğunluğu erkeklerin olduğu görülmektedir. İşletme büyüklük grupları arttıkça işletme yöneticilerinin yaş ortalaması düşmekte, eğitim ($P<0.01$) ve tarımsal deneyim süresi ($P<0.01$) ise artmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletme yöneticisine ve işletmeye ait özellikler
Table 1. Characteristics related to farm manager and farm

	1. grup	2. grup	3. grup	İşletmeler ortalaması
Yöneticiye ait özellikler				
Cinsiyet (%)				
Kadın	14.04	13.51	6.45	12.00
Erkek	85.96	86.49	93.55	88.00
Yaş (yıl)	53.67	54.43	51.32	53.31
Eğitim (yıl)***	6.21 ^a	8.03 ^b	9.55 ^b	7.58
Tarımsal deneyim (yıl)***	10.32 ^a	13.08 ^b	18.87 ^c	13.26
Sosyal güvence (%)				
SSK	61.40	59.46	58.06	60.00
Bağ-Kur	26.32	21.62	16.13	22.40
Emekli sandığı	12.28	18.92	25.81	17.60
Tarım dışı gelir (TL/yıl)	44120.00	41150.27	52250.32	45257.28
İşletmeye ait özellikler				
Aile nüfusu (kişi)	3.44	3.65	4.29	3.71
Üretim faaliyeti (%)				
Bitkisel üretim	77.19	83.78	90.32	82.40
Bitkisel üretim + Hayvancılık	22.81	16.22	9.68	17.60
Büyükbaş hayvan sayısı (baş)	0.95	0.62	0.26	0.68

***. % 1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır

İşletme yöneticilerinin tamamı sosyal güvenceye sahip olup, işletmeler ortalamasına göre SSK, Bağ-Kur ve emekli sandığına bağlı olanların oranı sırasıyla %60, %22.40 ve %17.60'dır. Anket yapılan birinci gruptaki işletmelerde aile nüfusu mevcudu ortalama 3.44 kişi olup, işletme büyüklük gruplarına göre nüfus artmaktadır. Bitkisel üretimle birlikte, sınırlı sayıda büyükbaş hayvanı olan ve büyük ölçüde aile tüketimine yönelik üretim yapan işletmeler de vardır. Büyükbaş hayvan sayısı işletme büyüklük gruplarına göre azalmakta, işletmeler ortalamasına göre 0.68 baş olmaktadır (Çizelge 1).

İncelenen birinci gruptaki işletmelerde arazi varlığı ortalama 5.69 dekar, ikinci ve üçüncü grupta 11.92 dekar ve 23.88 dekar'dır ($P<0.01$). İşletmeler ortalamasına göre 12.05 dekar olan işletme arazisinin %96.68'i mülk, geriye kalanı kiralanan araziden oluşmaktadır. İşletmelerde yetiştirilen çok sayıda meyve çeşidi bulunmakla birlikte, işletmeler ortalamasına göre fındık toplam arazinin %67.97'si kadardır. İşletme arazisi içindeki payı yüksek olan diğer meyve çeşitleri ise %9.71 ile ceviz, %3.16 ile armut ve %2.24 ile elmadır. Fındık ($P<0.01$) ve ceviz ($P<0.01$) arazisi büyüklüğü açısından, işletme büyüklük grupları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Arazi mülkiyeti ve kullanım durumu

Table 2. Land ownership and usage status

	1. grup		2. grup		3. grup		İşletmeler ortalaması	
	(da)	(%)	(da)	(%)	(da)	(%)	(da)	(%)
Arazi mülkiyet durumu								
Mülk arazi***	5.14 ^a	90.33	11.87 ^b	99.58	23.35 ^c	97.78	11.65	96.68
Kiralanan arazi	0.55	9.67	0.05	0.42	0.53	2.22	0.40	3.32
İşletme arazisi***	5.69 ^a	100.00	11.92 ^b	100.00	23.88 ^c	100.00	12.05	100.00
Arazi tasarruf şekli								
Fındık***	2.98 ^a	52.37	6.97 ^b	58.47	19.23 ^c	80.53	8.19	67.97
Ceviz***	0.52 ^a	9.14	0.96 ^a	8.05	2.62 ^b	10.97	1.17	9.71
Armut	0.05	0.88	0.92	7.72	0.35	1.47	0.38	3.16
Elma	0.14 ^a	2.46	0.70 ^b	5.87	-	-	0.27	2.24
Kiraz	0.07	1.23	0.45	3.78	0.09	0.38	0.19	1.58
Çilek	0.16	2.81	0.12	1.01	-	-	0.11	0.91
Kivi	-	-	0.14	1.17	0.05	0.21	0.05	0.42
Erik	-	-	0.12	1.01	-	-	0.04	0.33
Şeftali	-	-	-	-	0.05	0.21	0.01	0.08
Ayva	-	-	0.03	0.25	-	-	0.01	0.08
Yulaf	0.21	3.69	0.03	0.25	-	-	0.11	0.91
Yonca	0.45	7.91	0.28	2.35	0.08	0.33	0.31	2.57
Yulaf + Silaj mısır	0.30	5.27	0.32	2.69	-	-	0.23	1.91
İşlenmeyen arazi	0.81	14.24	0.88	7.38	1.41	5.90	0.98	8.13
İşletme arazisi	5.69	100.00	11.92	100.00	23.88	100.00	12.05	100.00

***: %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır

İşletme yöneticilerinin kimyasal gübre ve ilaç kullanımına ilişkin görüşleri incelendiğinde, ilk sırada 4.31 skorla "Ürün verimini koruyacak şekilde gübre ve ilaç kullanımını azaltmak isterim" görüşü yer almaktadır. Bunu üreticilerin "Boş gübre ve ilaç ambalajlarını köy merkezinde uygun bir alan gösterilirse oraya bırakırım" (4.09) ve "Boş gübre ve ilaç ambalajlarının depozitolu olarak iade edilmesi imkânının olmasını isterim" (4.09) görüşleri takip etmektedir.

Üreticilerin en az katıldıkları görüşler; 2.71 skorla "Komşu üreticilerin yanlış gübre ve ilaç kullanımı arazime zarar verir", 2.94 skorla "Organik gübreler de kimyasal gübreler kadar etkilidir" ve 3.06 skorla "Gübre ve ilaçlar sulamayla birlikte yer altı sularına karışır" ifadeleri olmaktadır. İşletme büyüklük grupları arttıkça, gübre ve ilaç kullanımıyla ortaya çıkacak zararlı etkilere karşı gösterilen hassasiyetin de arttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$) (Çizelge 3). Araştırma sonuçlarından hareketle, üreticilerin boş gübre ve ilaç ambalajlarının uygun şekilde imha edilmesi konusunda sorumluluk üstlenmekte istekli oldukları söylenebilir.

Bu durum, üreticilerde çevresel duyarlılığın ve çevrenin korunmasıyla ilgili sorumluluk duygusunun uygulamaya yönelik davranış değişiminin sağlanması açısından önemlidir. Manisa ilinde yapılan bir araştırmada, üreticilerin %40.1'i bazı pestisitlerin kalıntı bırakabileceğini, %26.6'sı pestisit kalıntılarının yıkanmayla kaybolacağını, %21.6'sı ise kalıntı bırakmayacağını belirtmiştir (Erdil ve Tiryaki, 2020).

Çizelge 3. Üreticilerin gübre ve ilaç uygulamaları konusundaki görüşleri
 Table 3. Farmers' points of views on fertilizer and pesticide applications

	1. grup	2. grup	3. grup	İşletmeler ortalaması	Önem sırası
Ürün verimini koruyacak şekilde gübre ve ilaç kullanımını azaltmak isterim	4.09	4.51	4.48	4.31	1
Boş gübre ve ilaç ambalajlarını köy merkezinde uygun bir alan gösterilirse oraya bırakırım	3.70	4.35	4.48	4.09	2
Boş gübre ve ilaç ambalajlarının depozitolu olarak iade edilmesi imkânının olmasını isterim	3.63	4.41	4.55	4.09	2
Uzmanlar tarafından gübreleme ve ilaçlama konusunda bilgilendirilmeye ihtiyaç duyuyorum	3.88	4.14	4.26	4.05	3
Gübre ve ilaçlar etkin kullandığında verimde kayıp olmaz	3.86	4.24	3.87	3.97	4
Boş gübre ve ilaç ambalajlarını ilçe merkezinde uygun bir alan gösterilirse oraya bırakırım	3.51	4.22	4.16	3.88	5
Gübre ve ilaçlar bilinçsiz kullanıldığında kalıntıya sebep olur	3.70	3.91	3.94	3.82	6
Gübre ve ilaçlar kanser dâhil birçok hastalığa neden olur	2.98	3.38	4.00	3.35	7
Gübre ve ilaçlar uygun dozda kullanılırsa kalıntı sorunu olmaz	3.07	3.32	3.84	3.33	8
Gübre ve ilaçların ürünlerde bıraktığı kalıntılar yıkamayla yok olmaz	2.79	3.51	3.77	3.25	9
Gübre ve ilaçları doğal çevreye ve yaban hayata zararlı olabilir	2.63	3.32	3.68	3.09	10
Gübre ve ilaçlar sulamayla birlikte yer altı sularına karışır	2.70	3.11	3.68	3.06	11
Organik gübreler de kimyasal gübreler kadar etkilidir	2.49	2.76	3.97	2.94	12
Komşu üreticilerin yanlış gübre ve ilaç kullanımı arazime zarar verir	2.35	2.73	3.35	2.71	13
Toplam skor***	45.38 ^a	51.91 ^b	56.03 ^c	49.95	

***: %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır

Üreticilerin gübre ve ilaçların uygulanması öncesinde sergiledikleri önemli davranışlar, işletmeler ortalamasına göre ilaçlama (3.67) ve gübreleme (3.59) konularında teknik yardım alma şeklinde olmuştur. İşletmeler ortalamasına göre, gübreleme ve ilaçlama konusunda gazete, dergi, broşür gibi yayınların takip edilmesi (2.53) ve tarım ilaçlarının çözülme özelliklerine göre seçilmesi (2.56) üreticilerin en az üzerinde durdukları konular olarak tespit edilmiştir. Üreticilerin gübreleme ve ilaçlama öncesi kendilerine teknik anlamda yardım sağlayacak eğitim faaliyetlerine katılım, uzman desteği ve konuyla ilgili yayınların takip edilmesi gibi konulara ilgisini gösteren toplam skor işletme büyüklük gruplarına göre artmaktadır ($P<0.01$) (Çizelge 4). Ancak üreticilerin gübre ve ilaçların uygulanması öncesi davranışlarıyla ilgili bir genelleme yapmak gerekirse, bu dönemde üreticilerin henüz yeterli bilince sahip olmadıkları söylenebilir.

Kimyasal gübre ve ilaçların uygulanması esnasında, üretici davranışlarına ait toplam skora göre işletme büyüklük grupları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır ($P<0.01$). İşletmeler ortalamasına göre gübreleme ve ilaçlama esnasındaki üretici davranışlarına ilişkin en yüksek skorun 3.87 olması, en önemli aşama olan bu uygulama döneminde de uygulama öncesinde olduğu gibi üreticilerin orta düzeyde duyarlılık gösterdikleri anlaşılmaktadır. Genel olarak üreticilerin sergiledikleri en önemli davranış olan çok rüzgârlı havada ilaçlama yapmama (3.87), ilacın rüzgârla birlikte daha hızlı bir şekilde çevreye yayılmasını önlemek açısından önem taşımaktadır. Gübreleme yaparken eldiven ve koruyucu kıyafet kullanımında gösterilen hassasiyet (3.53), işletmeler ortalamasına göre ikinci sırada yer almaktadır. Üçüncü sıradaki davranış ise hastalık, zararlı ve yabancı otların belirli bir popülasyona ulaştığında ilaç kullanmaya başlanmasıdır (3.37). Bu davranışa ait ortalama skora bakıldığında, araştırma bölgesinde entegre mücadele yöntemlerinin çok fazla tercih edilmediği anlaşılmaktadır (Çizelge 5). Hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede yoğun ilaçlamanın etkili tek yöntem olduğu konusundaki yanlış algı, üretim maliyetini artırdığı gibi insan sağlığına ve çevreye zarar vererek doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Adıyaman ilinde yapılan bir araştırmada, üreticilerin %70.7'sinin rüzgârlı havada ilaçlama yapmadığı tespit edilmiştir (Önen ve ark., 2015). Samsun ilinde yapılan bir araştırmada, hastalık, zararlı ve yabancı ot ortaya çıktığında ilaçlama yapan üreticilerin oranı %81.3 olarak tespit edilmiştir (Bayraktar ve Boz, 2020). Siirt ilinde yapılan bir araştırmaya göre, üreticilerin sadece %34'ü zararlıların yoğunluğuna bakarak zirai mücadele yapmaktadır (Dilmen ve ark., 2020).

Çizelge 4. Üreticilerin gübre ve ilaçların uygulanması öncesindeki duyarlılıkları
 Table 4. Farmers' sensitivity before the application fertilizers and pesticides

	1. grup	2. grup	3. grup	İşletmeler ortalaması	Önem sırası
İlaçlamaya başlamadan önce teknik yardım alırım	3.45	3.64	4.10	3.67	1
Gübrelemeye başlamadan önce teknik yardım alırım	3.30	3.62	4.10	3.59	2
Gübreleme konusundaki eğitimlere katılmaya özen gösteririm	2.60	3.24	3.54	3.02	3
İlaçlama konusundaki eğitimlere katılmaya özen gösteririm	2.51	3.16	3.61	2.98	4
İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü teknik elemanlarının önerilerine göre gübreleme ve ilaçlama yaparım	2.46	2.73	3.30	2.75	5
Gübre seçimini toprak analizine göre yaparım	1.88	3.14	3.81	2.73	6
İlaç seçerken, toprakta ve suda çabuk parçalanmasına dikkat ederim	2.20	2.67	3.10	2.56	7
Gübreleme ve ilaçlama konusunda gazete, dergi, broşür gibi yayınları takip ederim	1.93	2.76	3.35	2.53	8
Toplam skor***	20.33 ^a	24.96 ^b	28.91 ^c	23.83	

***: %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır

Çizelge 5. Üreticilerin gübre ve ilaç uygulamaları esnasındaki duyarlılıkları
 Table 5. Farmers' sensitivity during the applications of fertilizers and pesticides

	1. grup	2. grup	3. grup	İşletmeler ortalaması	Önem sırası
Aşırı rüzgârlı havada ilaçlama yapmam	3.82	3.61	4.27	3.87	1
Gübrelemede eldiven ve koruyucu kıyafet kullanırım	3.19	3.54	4.13	3.53	2
Hastalık, zararlı ve yabancı otlar belirli bir popülasyona geldiğinde ilaç kullanmaya başlarım	3.01	3.55	3.83	3.37	3
İlaçlama yaparken ambalajdaki etiket bilgisine göre doz ayarlaması yaparak gereğinden fazla ilaç kullanmam	2.68	3.55	4.10	3.29	4
İlaçlamada eldiven ve koruyucu kıyafet kullanırım	2.64	3.55	4.03	3.25	5
Gübreleme ve ilaçlamadan sonra hasada kadar olan süreyi dikkate alırım	2.54	3.55	4.10	3.23	6
Toprakta yıkanma sonucu içme suyunda ve akarsulardaki nitrat miktarında artış olmaması için yüksek düzeyde azotlu gübreleme yapmam	2.86	3.22	3.61	3.15	7
Zararlıyı görmeden ilaç kullanmaya başlamam	3.09	3.00	3.27	3.11	8
Her yıl aynı gübre çeşidini kullanmam	2.75	3.11	3.35	3.01	9
Gübre ve ilaç uyguladığım alan ile su kaynakları arasında güvenli bir mesafe bırakırım	2.04	2.78	3.55	2.63	10
Toplam skor***	28.62 ^a	33.46 ^b	38.24 ^c	32.44	

***: %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır

Gübreleme ve ilaçlama sonrası boş ambalajların imha edilmesinde uygun olmayan yöntemlerin kullanılması, insanlar başta olmak üzere bütün canlılara zarar vermektedir. Araştırmada, işletmeler ortalamasına göre boş ambalajları yakarak imha etme (3.33) ve tarımsal atıkları birbirleriyle reaksiyona girmeyecek şekilde yok etme (3.22), gübreleme ve ilaçlama sonrası gösterilen en önemli davranışlar olarak tespit edilmiştir. Boş ambalajların poşetlenerek çöp kutusuna atılması (2.88) da, işletmeler ortalamasına göre uygulama sonrasındaki yaygın üretici davranışları arasında yer almaktadır. Boş ambalajları; yakarak imha etme ($P < 0.01$), birbirleriyle reaksiyona

girmeyecek şekilde yok etme ($P<0.01$), poşetleyerek çöp kutusuna atma ($P<0.01$), düzensiz bir şekilde çevreye atma ($P<0.05$) ve yıkayıp yeniden kullanma ($P<0.01$) davranışları yönünden işletme büyüklük grupları itibariyle istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar vardır (Çizelge 6). Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan araştırmalara göre, üreticilerin boş ilaç ambalajlarını kendi yöntemleriyle imha etmesi ya da rastgele çevreye atması yaygın davranışlardır. Antalya ilinde yapılan bir araştırmada, ilaçlama sonrası boş ambalajların yakılması (%55) ve çöpe atılması (%26.2) en önemli davranışlar olmakla birlikte, boş ilaç ambalajlarını toprağa gömen (%10), çevreye atan (%8.5) ve yeniden kullanan (%0.3) üreticilerin de olduğu tespit edilmiştir (Akar ve Tiryaki, 2018). Samsun ilinde yapılan bir araştırmada ise, üreticilerin %48.2'sinin ilaçlama sonrası boş ambalajları çöpe attığı, %45.5'inin yaktığı, %4.5'inin yeniden kullandığı, %1.8'inin depoladığı ortaya konulmuştur (Bayraktar ve Boz, 2020).

Çizelge 6. Gübre ve ilaç uygulamaları sonrasında boş ambalajların imha edilmesi

Table 6. *Disposing of empty packages after applications of fertilizers and pesticides*

	1. grup	2. grup	3. grup	İşletmeler ortalaması
Yakarak imha etme***	2.96 ^a	3.41 ^b	3.90 ^c	3.33
Birbirleriyle reaksiyona girmeyecek şekilde atma***	2.75 ^a	3.24 ^a	4.06 ^b	3.22
Poşetleyerek çöp kutusuna atma***	3.07 ^a	2.86 ^b	2.55 ^b	2.88
Düzensiz bir şekilde çevreye atma**	1.70 ^a	1.51 ^b	1.48 ^b	1.59
Yıkayıp yeniden kullanma***	1.30 ^a	1.22 ^a	1.00 ^b	1.20

** : %5 ve *** : %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır

4. Sonuç

Kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımı, ekonomik ve çevresel açıdan konvansiyonel tarımın en kritik yönlerinden birini teşkil etmektedir. Gerek ülkelerin tarım politikalarındaki eksik uygulamalar gerekse üreticilerin duyarlı yaklaşımları, geçmişte olduğu gibi gelecekte de vazgeçilmez bir sektör olan tarımın sürdürülebilirliğini tehdit eden ve sürekli tartışılan bir alan haline getirmiştir. Bitkisel üretimde yanlış gübreleme ve ilaçlamanın; insan sağlığı, toprak ve su kaynakları ile biyolojik çeşitliliğe yönelik zararlı etkilerini ortaya koyan araştırmaların önemi büyüktür. Zonguldak ilinde yapılan bu araştırma sonuçlarına göre, konvansiyonel meyvecilik yapan işletmelerde kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımının, çevresel etkileri konusunda üreticilerin genel olarak orta düzeyde bilince sahip oldukları görülmektedir. Özellikle birinci gruptaki işletmeler, kimyasal mücadeleye başlamadan önce hastalık ve zararlıların belirli bir popülasyona gelmesinin gerekliliği konusunda çok fazla özen göstermemektedir. Gereğinden fazla yapılan yoğun ilaçlamaya dayalı mücadele şekli toprak, su ve havayı kirletmektedir. Kimyasal gübre ve ilaçların neden olduğu olumsuzlukların minimum seviyeye indirilmesi konusunda, il ve ilçe Tarım ve Orman Müdürlükleri ile üniversiteler tarafından belirli aralıklarla ve birbirleriyle koordineli olarak eğitim faaliyetlerinin artırılması gerekir. Eğitimlerde, ilaçlama dışındaki entegre mücadele yöntemlerine de ağırlık verilerek çevreyle uyumlu alternatif yöntemlerin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Bu eğitim faaliyetlerinde, mutlaka bitki koruma ve güvenli gıda konusunda uzman teknik elemanlardan yararlanılmasına önem verilmelidir. Söz konusu eğitim faaliyetleriyle, insan sağlığı ve çevrenin korunması konusunda üretici bilinci ve çevre korumaya karşı sorumluluk duygusu güçlendirilmelidir. Önerilen yöntemlerin üreticiler tarafından ne oranda yerine getirildiğinin denetlenmesi, eğitimlerin etkisinin ve başarısının artırılması bakımından önemlidir.

Araştırma sonuçları, üreticilerin çevre koruma konusunda olumlu tutum sergilediklerini, ancak bu durumun üreticilerin gübre ve ilaçların uygulama öncesi, uygulama esnası ve uygulama sonrasındaki davranışlarına net bir şekilde yansımadağı anlaşılmaktadır. Üreticiler gübreleme ve ilaçlama esnasında koruyucu malzeme kullanımında nispeten dikkatli olmalarına rağmen, konuyla ilgili hassasiyetin tam olarak oluştuğu söylenemez. Bu nedenle koruyucu malzeme olmadan uygulama yapıldığında, üreticilerin karşılaşacakları olumsuzluklara yönelik sağlık kuruluşlarından destek alınarak geniş katımlı seminerler düzenlenmelidir. Ayrıca gübre ve ilaç satışının yapıldığı yerlerde üreticilerin dikkatini çekecek şekilde afişler asılmalı, gübreleme ve ilaçlama yöntemleri ile koruyucu malzeme kullanımı konusunda hazırlanan broşürler dağıtılmalıdır. Gübreleme ve ilaçlama başta olmak üzere, tüm tarımsal uygulamalarla ilgili gerekli çalışmaların doğru şekilde yapılmasının ekonomik, sosyal ve çevresel faydalarına yönelik yapılacak kamu spotları da bu anlamda etkili olacaktır. Kimyasal gübre ve ilaç satışının daha kontrollü yapılmasını sağlayacak uygulanabilir bir denetim sisteminin kurulmasıyla, bu uygulamalara yönelik objektif bir sınırlandırma sistemi de getirilmiş olacaktır. Gübrelemede toprak analizi şartının getirilmesi, ilaçlamada ise reçetelendirme sistemine geçilmesi ve buna yönelik yasal düzenlemelerin yapılması etkili bir denetim sisteminin oluşturulması açısından önemli bir gereklilik olarak düşünülmelidir. Aynı zamanda gübre ve ilaç satışında görevli personele yönelik düzenlenecek eğitim programları, çevresel duyarlılık konusunda üreticilerin doğru karar vermelerini sağlayacaktır.

Üreticilerin gübre ve ilaçlama sonrası boş ambalajları uygun yöntemlerle imha etmemeleri, başta insan olmak üzere bütün canlılar için büyük risk oluşturmaktadır. Araştırmada, üreticilerin önemli bir kısmının köy merkezinde uygun bir yer temin edilmesi halinde, boş gübre ve ilaç ambalajlarını güvenliği sağlanmış bu yere bırakma konusunda istekli oldukları, ancak böyle bir imkân olmadığı için ambalajların çoğunlukla yakılarak imha edildiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla yerel yönetim ve diğer ilgili kurumlar tarafından, gübre ve ilaç uygulaması sonrası ortaya çıkan ambalajlar için öncelikle pilot olarak seçilecek köylerde özel atık toplama alanları oluşturulmalıdır. Böylece seçilen köylerde uygulamadan kaynaklanan eksikler kısa zamanda tespit edileceği gibi, daha geniş alanlar için uygulanabilir bir atık yönetimi planı da hazırlanmış olacaktır. Araştırma alanında gübre ve ilaç ambalajlarının imha edileceği ortamın sağlanmasıyla birlikte, ambalajların imha edilmesi konusunda tam bir bilinçlendirme sağlanana kadar üreticilerin belli aralıklarla bilgilendirilmelerine devam edilmelidir. Bu noktada eğitim çalışmaları ve denetimler faydalı olabileceği gibi, etkileme gücü yüksek olan önder üreticilerden de yardım alınması atık yönetiminde başarıyı artıracaktır.

Kaynaklar

- Akar, Ö., Tiryaki, O., 2018. Antalya ilinde üreticilerin pestisit kullanımı konusunda bilgi düzeyi ve duyarlılıklarının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1): 60-70.
- Akbaba, B.Z., 2010. Adana ili turunçgil yetiştiriciliği ve insektisit kullanımının değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 80s, Adana.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B., Erkan, M., 2007. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji Dergisi, 15(62): 37-47.
- Aydın, B., Öztürk, O., Özer, S., Çebi, Ü., Özkan, E., 2019. Tarımsal uygulamalarda üreticilerin çevre algısının analizi: Edirne ili örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(4): 851-858.
- Bayraktar, A., Boz, İ., 2020. Samsun ili Çarşamba ilçesinde çiftçilerin tarımsal mücadele ilaçları kullanımında çevreye karşı tutum ve davranışları. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 392-398.
- Çelik, A., Karakaya, E., 2017. Bingöl ili Adaklı ilçesi elma üreticilerinin tarımsal ilaç kullanımında bilgi tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi ve ekonomik analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2): 119-129.
- Demircan, V., Yılmaz, H., 2005. Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. Ekoloji, 14(57): 15-25.
- Dilmen, H., Pala, F., Dilmen, M.Ö., 2020. Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) üreticilerinin tarımsal mücadele konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi: Türkiye, Siirt ili örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(1): 1-8.
- Erbek, E., Özyörük, A., Arslan, Ü., 2018. Bursa ili Gürsu ve Kestel ilçelerindeki meyve üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(2): 69-76.
- Erdil, M., Tiryaki, O., 2020. Manisa ilinde çiftçilerin tarım ilaçları kullanımı konusundaki bilinç düzeyi ve duyarlılıklarının araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 81-92.
- Erdoğan, O., Tohumcu, E., Baran, M.F., Gökdoğan, O., 2017. Adıyaman ili badem üreticilerinin zirai mücadele uygulamalarının değerlendirilmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(11): 1414-1421.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O., 2018. Türkiye’de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(4): 624-631.
- Günden, C., Miran, B., 2008. Yeni çevresel paradigma ölçeğiyle çiftçilerin çevre tutumunun belirlenmesi: İzmir ili Torbalı ilçesi örneği. Ekoloji, 18(69): 41-50.
- Kılıç, B., Uzundumlu, A.S., Tozlu, G., 2018. Fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık yönünden incelenmesi: Giresun ili örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4): 396-405.
- Kızılaslan, H., Kızılaslan, N., 2005. Çevre konularında kırsal halkın bilinç düzeyi ve davranışları (Tokat ili Artova ilçesi örneği). ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1): 67-89.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, N., 2017. Kahramanmaraş ili Merkez ilçe kırsalında çiftçilerin gübre kullanım durumu. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1): 18-23.
- Kurtaslan, T., Oruç, E., Çiçek, A., 2000. Tokat ilinde çiftçilerin çevre sorunları konusundaki bilgi ve bilinç düzeyleri, konuya ilişkin yaklaşımlarının değerlendirilmesi. IV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 6-8 Eylül, Tekirdağ.
- Oğuz, C., Direk, M., Yiğit, F., 2000. Konya ilinde elma üreticilerinin tarım ilacı kullanımı ve çevresel etkileri. IV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 6-8 Eylül, Tekirdağ.
- Önen, C., Avcı, S., Güneş, G., 2015. Çiftçilerin tarım ilaçlamasında kullandığı koruyucu sağlık önlemleri. Türkiye Halk Sağlığı Dergisi, 13(2): 147-154.
- Özcan, Z., Tongur, S., 2019. Pestisitlerin toksisitesinin *lepidium sativum* test moduyla çevre ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(4): 144-150.

- Peker, A.E., 2012. Konya ili domates üretiminde tarımsal ilaç kullanımına yönelik çevresel duyarlılık analizi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 47-54.
- Sayın, B., Bayav, A., Beşen, T., Karamürsel, D., Çelikyurt, M., Emre, M., Kuzgun, M., Yılmaz, Ş., Arslan, S., 2020. Üreticilerin biyolojik ve biyoteknik mücadele uygulamalarına bakışı ve çevre duyarlılıklarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(2): 453-466.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2): 24-34.
- TÜİK, 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 15 Ekim 2020).
- Yamane, T., 1967. *Elementary Sampling Theory*. Printice Hall Inc. Englewood Cliffs, Nt.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.820241

Orta ve Batı Karadeniz Bölgesinden Toplanan Yulaf Genotiplerinin Değerlendirilmesi

● Zeki Mut^a, ● Hasan Akay^{b*}, ● Özge Doğanay Erbaş Köse^a, ● İsmail Sezer^c

^aBilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, Türkiye

^cOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: hasan.akay@omu.edu.tr

Geliş/Received 03/11/2020

Kabul/Accepted 11/11/2020

ÖZET

Yulaf dünyada hayvan yemi, gıda, kozmetik ve ilaç sanayi gibi birçok alanda kullanılan çok amaçlı bir tahıldır. Bu çalışmada Türkiye'nin Orta ve Batı Karadeniz Bölgesindeki 10 ilden toplanan 251 adet yerel yulaf genotipi kullanılmıştır. Toplanan genotipler 4 standart yulaf çeşidi ile birlikte Augmented deneme desenine göre Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında iki yıl süreyle yetiştirilmiştir. Çalışmada, salkım gösterme süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak yaprak uzunluğu, bayrak yaprak genişliği, kuru ot verimi ve tane verimi incelenmiştir. İncelenen bütün özellikler bakımından genotipler ve yıl x genotip etkileşimleri arasında istatistik olarak önemli ($p < 0.01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin ortalama kuru ot verimi 326 ile 1479 kg da⁻¹ ve tane verimi 128.7 ile 572.4 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Biplot grafiğine göre, tane verimi ile kuru ot verimi, bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak yaprak uzunluğu ve yatma durumu arasında olumlu ilişki belirlenmiştir. Ayrıca, incelenen özelliklerin populasyonların toplandığı illere göre değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Yulaf
Populasyon
Tane verimi
Ot verimi

Evaluation of Oat Genotypes Collected from the Middle and Western Black Sea Region

ABSTRACT

Oat is a multi-purpose cereal used in many areas such as animal feed, food, cosmetics and pharmaceutical industry purpose in the world. In this study, 251 local oat genotypes were collected from ten provinces in the Central and Western Black Sea Region in Turkey were used. The genotypes were grown in Samsun Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture experiment area for two years according to Augmented trial design together with four registered oat cultivars. In the study, days to panicle emergence, days to maturity, plant height, main stem thickness, flag leaf length, flag leaf width, hay yield and grain yield were investigated. It was determined that there were statistically significant ($p < 0.01$) differences between genotypes and year x genotype interactions in terms of all traits examined. The average hay yield and grain yield of the genotypes varied between 326 and 1479 kg da⁻¹ and 128.7 and 572.4 kg da⁻¹, respectively. According to the biplot graph, a positive relationship was determined between grain yield and hay yield, plant height, stem thickness, flag leaf length and lodging ratio. In addition, it was determined that the investigated traits vary according to the provinces where the population was collected.

Keywords:
Oat
Population
Grain yield
Hay yield

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Yulaf (*Avena sativa* L.), dünyada hayvan yemi, gıda, kozmetik ve ilaç sanayi gibi birçok alanda kullanılan çok amaçlı bir tahıldır. Dünya da yulafın *Avena sativa* L., *Avena byzantina* Koch. and *Avena nuda* L. olmak üzere üç türünün kültürü yaygın olarak yapılmaktadır (Hoffmann, 1995; Batalova ve ark., 2016). Diğer serin iklim tahıllarına göre serin ve yağışlı iklimlere ve düşük verimli topraklara daha iyi uyum sağlamaktadır (Peltonen-Sainio ve ark., 2007). Ancak, yulaf özellikle sapa kalkma ve çiçeklenme döneminde yetersiz ve düzensiz yağışlardan olumsuz yönde etkilenmektedir (Buerstmayr ve ark., 2007). Genellikle tanesi ve otu hayvan beslenmesinde kullanılan yulafın; son yıllarda gıda sanayi, kozmetik ve ilaç sanayisinde kullanımının artmasından dolayı önemi giderek artmaktadır.

Ülkemizde yulaf, genel olarak tanesi ve otu hayvan yemi olarak kullanılmak amacıyla yetiştirilir. Tanesindeki karbonhidrat, yağ, protein, lif, mineral madde ve vitamin oranının yüksekliği, protein kalitesinin arpa ve diğer yemlik tahıllar ayarında olması gibi nedenlerle yulafın besleme değeri ve lezzeti artmakta ve hayvanlar tarafından sevilerek yenmektedir (Sencar, 1985; Stevens ve ark., 2000; Martines ve ark., 2010). Yulaf tanesinde bulunan avenin maddesi genç organizmaların gelişmelerini, atlarda kasların güçlenmesini sağlar (Kün, 1988). Yulaf iyi bir at yemi olarak bilinmesine rağmen, aynı zamanda süt hayvanları, tüm genç hayvanlar ve kümes hayvanları içinde iyi bir yemdir (Wood, 2001). Hayvan beslenmesinde, kullanılan yulafın, en yüksek enerjiyi sağlaması için, protein ve yağ oranının yüksek, beta gluklan (β -glucan) oranının ise düşük olması istenmektedir (Peterson ve ark., 2005).

Yulaf hayvan beslenmesi kadar insan gıdası ve endüstri hammaddesi olarak da önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda, insan besini olarak yulaf tüketimi, yulafın besin değerinin anlaşılması ile artış göstermiştir (Food and Drug Administration, 1997). Lif içeriğinin yüksek olması, kolesterolü düşürmesi, kronik kalp hastalıklarına yakalanma riskini azaltması gibi yönleri ile insan sağlığı açısından da önemli bir bitkidir (Peterson ve ark., 2005). Yulaf ezmesi şeker hastalarının diyetlerinde, kansızlığı önlemede ve kandaki yağ oranının düşürülmesinde kullanılmaktadır (Cervantes-Martinez ve ark., 2001). İnsan beslenmesinde, yulaf tanesinin protein ve çözülebilir lif oranının yüksek, yağ oranının ise düşük olması istenmektedir (Peterson ve ark., 2005).

Ülkemiz ekonomik yönden önemli pek çok bitki türünün orijin ve/veya çeşitlilik merkezi durumundadır. Ancak ülkemizde hızla artan nüfus, gelişen teknoloji ve endüstrileşme, artan yapılaşma, köyden kente göç gibi çevresel problemlerle birlikte insanların bilinçsiz ve duyarsız davranışları, tarım yapılan toprakların hızla ve üzerindeki doğal zenginlikleri ile kaybolmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak, tarım alanları marjinal alanlara kaydırılmakta ve elde edilen ürün miktarı azalmaktadır. Ülkemize paralel olarak tüm dünyada da benzer problemlerin yaşanması ve bunların bazı kurumlar tarafından fark ediliyor olması, son yıllarda doğal kaynakların muhafazası ve korunmasına yönelik yapılan çalışmaların artırılması ve desteklenmesini sağlamaktadır. Kültürü yapılan beyaz yulafın (*Avena sativa* L.) ve kırmızı yulafın (*Avena byzantina* Koch.) kökeninin Anadolu olduğu belirtilmekte ve ülkemizin yulaf form ve çeşit zenginliği bakımından özel bir önem taşıdığı vurgulanmaktadır (Kün, 1988). Kendine döllen bir cins olarak tanımlanmakla birlikte yulaf, materyal ve ortamlara göre %1-2 oranında yabancı döllenmektedir. Bu durum yulafın geniş genetik varyasyonların ortaya çıkmasının temel nedenidir.

Yulaf Dünya da 9.9 milyon hektar alanda ekilmekte ve 23 milyon ton ürün elde edilmektedir. Türkiye de ise 105 bin hektar alanda 260 bin ton üretim yapılmaktadır (FAO, 2020). Sürdürülebilir tarım ve sağlıklı yaşam açısından çok önemli olan yulafın ülkemizde daha fazla üretim alanı artması, tüketim alanlarının çeşitlendirilmesi ve bölgelere uygun çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle ekim alanlarının artırılması için yerel yulaf popülasyonlar üzerinde durulması ve bu tohumların ıslahçılar için geniş bir varyasyon oluşturması nedeniyle çok önemlidir. Bu çalışma, Batı ve Orta Karadeniz'de bulunan 10 ilde toplanan yerel yulaf popülasyonlarının verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

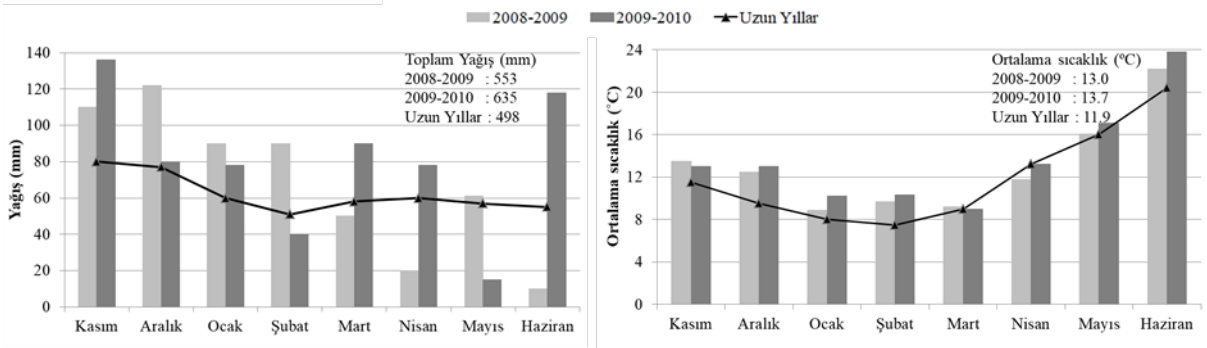
2. Materyal ve Yöntem

Araştırma da yulaf popülasyonları 15 ile 1414 m arasında değişen yüksekliğe sahip, Batı ve Orta Karadeniz sınırları içerisinde yer olan 10 ilden toplanmıştır. Düzce'den 11, Bolu'dan 41, Zonguldak'tan 47, Karabük'ten 12, Kastamonu'dan 30, Ordu'dan 6, Sinop'tan 21, Samsun'dan 48, Amasya'dan 14 ve Tokat'tan 21 olmak üzere toplam 251 farklı yerel yulaf popülasyonu toplanmıştır. Toplanan bu yulaf genotipleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisinde 2008-2009 ve 2009-2010 yetiştirme sezonlarında 4 standart çeşit (Faikbey, Seydişehir, Yeşilköy-330 ve Yeşilköy-1779) ile Augmented deneme desenine göre yürütülmüştür. Ekim işlemi 6 metre uzunluğundaki parsellere 20 cm sıra aralığında m²'de 450 canlı tohum bulunacak şekilde 4 sıra olarak birinci yıl 18.11.2008 ve ikinci yıl 05.11.2009 tarihinde elle ekilmiştir. Ekimden önce dekara 13 kg Diamonyum fosfat (DAP %18 N - %46 P) ile 8 kg amonyum nitrat (%33 N) gübresi ve kardeşlenme döneminde ise 13 kg amonyum nitrat (%33 N) gübresi uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesinde kardeşleneme döneminde geniş yapraklılara karşı (Tribenuran-metil (DF) %75) herbisit uygulaması yapılmıştır. Yulafın ot için hasadı, parseldeki bitkilerin % 50'si geç süt olum dönemine geldiğinde, tane amaçlı hasat ise ana saptaki tanelerin sarı olum ile tam

olum arasında olduğu dönemde orakla toprak yüzeyinden 5 cm yükseklikten biçilerek yapılmış ve tane amaçlı örnekler parsel harman makinesi ile harmanlanmıştır.

Deneme yerinin yulaf yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalaması ile çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait yağış ve ortalama sıcaklık değerleri Şekil 1’de, deneme alanının toprak özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Çalışmada, salkım gösterme süresi, olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, ana sap kalınlığı, bayrak yaprak ayası uzunluğu, bayrak yaprak ayası genişliği, yatma durumu, kuru ot verimi ve tane verimi belirlenmiştir. İncelenen özelliklere ait veriler Augmented Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. Ayrıca Cluster (kümeleme) analizi ile toplanan illere göre genotiplerin benzerlikleri ortaya konulmuştur. Biplot analizleri, Yan (2001)’in belirttiği yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiş, grafiklerdeki önemlilik dereceleri ise biplot grafiklerindeki vektörler arası açılar dikkate alınarak belirlenmiştir. Ayrıca grafikler temel olarak iki yönlü olup temel bileşen analizleri PC1 ve PC2 bileşenlerinden oluşmaktadır. Elde edilen verilerin analizleri ve grafikleri JMP-13 paket programında yapılmıştır (JMP, 2013).



Şekil 1. Denemenin yürütüldüğü Samsun ilinin araştırma yılları ve uzun yıllarına ait iklim verileri

Figure 1. Climate data for 2008-2009, 2009-2010 growing seasons and long years of Samsun province where the experiment was conducted

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Table 1. Some physical and chemical properties of trial area soils

	1.Yıl (2008)	2.Yıl (2009)
Tekstür	Killi	Killi
pH	Nötr (7.08)	Hafif alkali (7.60)
Kireç (%)	Kireçsiz (1.68)	Kireçsiz (2.81)
Toplam Tuz (mmhos/cm)	Tuzsuz (0.14)	Tuzsuz (0.10)
P (ppm)	İyi (26.61)	İyi (25.40)
K ₂ O (kg da ⁻¹)	Düşük (30.59)	Düşük (35.12)
Organik madde (%)	Orta (2.87)	İyi (3.13)

*Analizler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Batı ve Orta Karadeniz bölgesinden toplanan 251 popülasyon ve 4 çeşit ile yürütülen araştırmada incelenen bütün özellikler bakımından genotipler ve yıl x genotip interaksiyonları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Yıllar arasında ise salkım gösterme süresi, bayrak yaprak uzunluğu ve genişliği hariç incelenen diğer bütün özellikler bakımından önemli ($p < 0.01$) farklar belirlenmiştir (Çizelge 2). Ayrıca, genotiplerin histogram grafikleri Şekil 2’de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllarda toplam yağış, ortalama sıcaklık ve yağışın aylara göre dağılımının farklı olması yıllara göre incelenen özelliklerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yulaf genotiplerinde salkım gösterme süresi 131.7 ile 159.8 gün arasında değişmiştir. Salkım gösterme gün sayısı çeşitlerde 155.6 gün iken popülasyonlarda 152.7 gün olarak belirlenmiştir. Şekil 2’ye göre, genotiplerin % 34’sinin (56 genotip) salkım gösterme süresine 155.0-157.5 gün sınıf aralığında yoğunlaşmıştır. G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G33, G34, G35, G36, G37, G38, G65, G66, G67, G79, G80, G83, G93, G99, G98, G131, G168, G182, G204, G246 numaralı popülasyonların salkım gösterme süresi normal dağılımın dışında kalmıştır

(Şekil 2). Salkım gösterme süresi en yüksek 155.9 gün ile Karabük, en düşük ise 146.3 gün ile Düzce ilinden toplanan yerel çeşitlerde tespit edilmiştir. Salkım gösterme süresi bakımından yıllar arasında istatistiki olarak fark olmamakla birlikte birinci yıl 152.7 gün ikinci yıl ise 153.8 gün olmuştur (Çizelge 2). Buerstmayr ve ark. (2007), 120 yulaf genotipinde yaptıkları çalışmada, salkım gösterme süresi bakımından önemli genetik varyasyon ve yüksek kalıtım gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Salkım gösterme süresi özelliği üzerine yapılan başka bir çalışmada, araştırmacılar genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulmuştur (Özbaş ve ark. 2009). Yapılan diğer çalışmalarda, yulaf bitkisinde salkım gösterme süresinin 141 ile 185 gün arasında değiştiği bildirilmiştir (Nawaz et al., 2004; Locatelli et al., 2009; Dumlupınar ve ark., 2017).

Çizelge 2. Toplanan illere göre genotiplerin incelenen özelliklere ait ortalama değerleri ve varyans analizi

Table 2. Mean values and variance analysis of the genotypes for the examined traits according to the collected provinces

Toplanan iller	SGS	OGS	BB	SK	BYU	BYG	OV	TV	YD
Düzce	146.3	210.6	118.8	4.48	32.55	1.40	911.6	378.5	0.4
Bolu	153.6	217.9	118.2	4.37	27.44	1.70	719.3	281.0	0.1
Zonguldak	152.6	217.8	118.8	4.37	29.50	1.88	1014.7	337.4	0.3
Karabük	155.9	218.9	112.7	4.34	32.64	1.98	812.6	272.7	0.0
Kastamonu	154.1	217.3	113.1	4.30	29.18	2.01	769.6	247.8	0.1
Ordu	152.0	217.2	107.0	4.13	27.13	1.81	952.5	415.2	0.2
Sinop	154.4	219.3	120.8	4.55	37.90	1.96	884.0	351.7	0.0
Samsun	153.3	216.9	116.1	4.36	31.15	1.75	862.2	350.7	0.1
Amasya	153.4	216.4	117.9	4.38	38.78	1.78	743.9	308.2	0.1
Tokat	151.5	213.4	104.4	3.78	30.69	1.53	701.4	353.9	0.1
2008-2009	152.7	221.0	121.2	4.61	28.61	1.79	881.9	389.7	0.1
2009-2010	153.8	212.9	110.5	4.03	28.77	1.80	798.3	253.4	0.1

	SD		Kareler ortalaması ve önemlilik						
Yıl	1	56.70 ^{öd}	8251.34**	15640.19**	45.53**	294.25 ^{öd}	0.03 ^{öd}	894034.4**	2417854.0**
Genotip	254	44.18**	34.70**	224.87**	0.30**	77.91**	0.18**	87894.3**	14687.9**
Y × G İnt.	254	18.13**	15.33**	151.01**	0.3**	51.74**	0.15**	51571.4**	4416.3**
Hata	66	1.07	1.10	0.18	0.0003	0.51	0.0014	822.0	63.1
VK		0.68	0.48	0.37	4.01	2.25	2.11	3.35	2.37

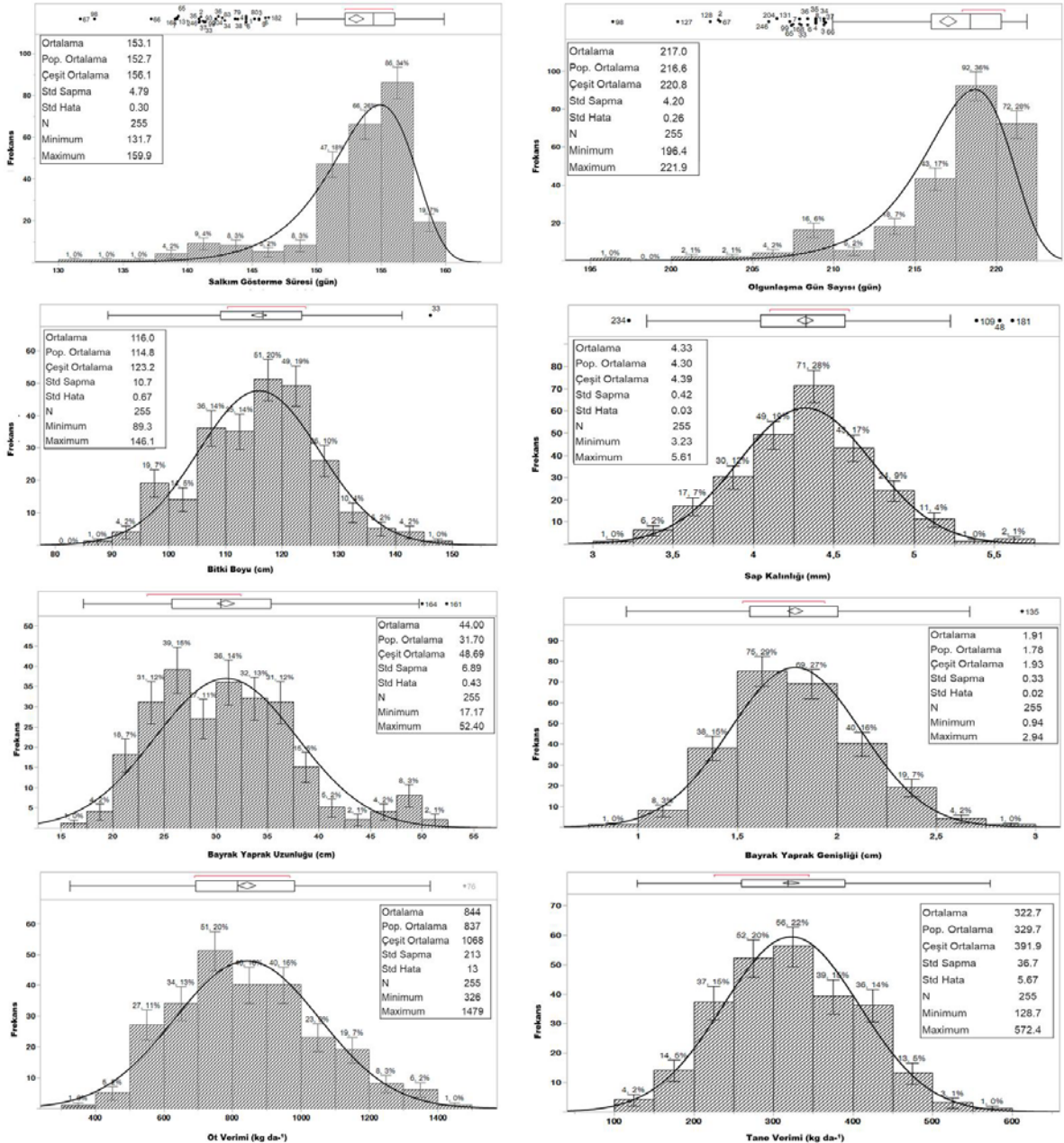
** : 0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil, SGS: Salkım gösterme süresi (gün), OGS: Olgunlaşma süresi (gün), BB: Bitki boyu (cm), SK: Sap kalınlığı (mm), BYU: Bayrak yaprak uzunluğu (cm), BYG: Bayrak yaprak genişliği (cm), OV: Ot verimi (kg da⁻¹), TV: Tane verimi (kg da⁻¹), YD: Yatma durumu

Yulaf genotiplerinde olgunlaşma gün sayısı 196.4 ile 221.9 gün arasında değişmiştir. Olgunlaşma gün sayısı ortalaması popülasyonlarda ve çeşitlerde sırasıyla 220.0 gün ve 216.6 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil2). Şekil 2'ye göre, 92 genotipin olgunlaşma gün sayısı 217.5 ile 220.0 gün sınıf aralığında olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma gün sayısı en kısa G98 numaralı genotip ile G1, G2, G3, G4, G6, G7, G8, G33, G35, G36, G37, G65, G66, G67, G99, G127, G128, G131, G168, G204, G246 numaralı genotipler normal dağılımın dışında yer almıştır (Şekil 2). Olgunlaşma gün sayısı en fazla 219.3 gün ile Sinop, en düşük ise 210.6 gün ile Düzce illerinden toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir. Olgunlaşma süresi birinci yıl 221.0 gün ikinci yıl ise 212.9 gün olmuştur (Çizelge 2). Nawaz ve ark. (2004), çalışmalarında olgunlaşma süresi farklılıklarının genotiplerden kaynaklandığını bildirmiştir.

Tahıllarda bitki boyu önemli bir özelliktir. Her iki yılda da yulaf genotipleri arasında bitki boyu bakımından önemli farkların olduğu görülmüştür. Genotiplerin bitki boyu 89.3 ile 146.1 cm arasında değişmiştir. Bitki boyu ortalaması toplanan popülasyonlarda 114.8 cm, çeşitlerde ise 123.2 cm olarak belirlenmiştir. Şekil 2'ye göre 115 ile 120 cm sınıf aralığında 51 adet genotip olduğu tespit edilmiş ve en yüksek bitki boyuna sahip G33 numaralı genotip normal dağılımın dışında yer almıştır (Şekil 2). Bitki boyu en yüksek 120.8 cm ile Sinop, en düşük 104.4 cm ile Tokat illerinden toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir (Çizelge 2). Bitki boyu genotip yanında yetiştirilen bölgedeki yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı, sıcaklık gibi faktörlerde etkilenmektedir. Bitki boyu birinci yıl 121.2 cm ile ikinci yıldan (110.5 cm) daha yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Bu durumun, birinci yıl Mayıs ayında ikinci yıla göre daha fazla yağış düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitki boyu; başta su, sıcaklık, besin maddesi ve güneş ışığı gibi farklı çevre faktörlerinin yanı sıra genetik yapıdan da (Buerstmayr et al. 2007; Dumlupınar et al. 2011) etkilenmektedir. Özellikle bitki boyunun çok uzun olmaması ve yatmaya dayanıklı olması yulaf ıslahında istenilen bir özelliktir (Sarı ve ark., 2011). Mut ve ark. (2018) bitki boyunun önemli ölçüde çevre

faktörleri yanında genetik yapıdan da etkilendiğini bildirmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda yulafın bitki boyunun 76.3 ile 160.5 cm arasında değiştiği bildirmiştir (Dumlupınar ve ark. 2011; Mut ve ark., 2018).

Bu çalışmada, genotiplerin sap kalınlığının 3.23 ile 5.61 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Popülasyonlar sap kalınlığı bakımından oldukça yüksek varyasyon göstermiştir. Ortalama sap kalınlığı toplanan popülasyonlarda 4.30 mm, çeşitlerde 4.49 mm olmuştur (Şekil 2). Şekil 2’de görüldüğü gibi 71 genotipin sap kalınlığının 4.25 ile 4.50 mm sınıf aralığında olduğu ve G234, G48, G108 ile G181 numaralı genotiplerin normal dağılımın dışında yer aldığı belirlenmiştir. Sap kalınlığı en düşük 4.13 mm ile Ordu, en yüksek ise 4.55 mm ile Sinop illerinden toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir. Sap kalınlığının birinci yıl (4.61 mm) ikinci yıldan (4.03 mm) daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Yatma problemi olan yulaf bitkisi için sap kalınlığı önemli bir özelliktir. Çeşitli araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda genotipler arasında sap kalınlığı açısından önemli farklar tespit edilmiştir (Ahmad ve ark., 2008; Mut ve ark., 2011; Erbaş ve Mut, 2013; Narlıoğlu, 2016). Güngör ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada sap kalınlığı ile tane verimi arasında pozitif ilişki tespit etmişlerdir.



Şekil 2. 255 adet yulaf genotipinde incelenen özelliklerin histogram grafikleri ve tanımlayıcı istatistik verileri
Figure 2. Histogram graphs and descriptive statistical data of the traits examined in 255 oat genotypes

Yatma durumu yulafın en önemli sorunlarından biridir. Yatma durumu skala değerlerine göre belirlendiği için bu veriler üzerinde varyans analizi yapılmamıştır. Genotiplerin yatma gösterip göstermediği değerlendirilmesi iki yıl üzerinden değerlendirilmiş olup, 2008-2009 ve 2009-2010 yıllarından her hangi birinde yada her iki yılda da yatma gösterenler yatan genotip olarak belirlenmiştir. Çalışmada G1, G2, G3, G10, G33, G34, G35, G36, G38, G39, G65, G66, G67, G68, G70, G71, G72, G73, G74, G76, G77, G78, G97, G98, G99, G119, G138, G141, G147, G202, G212, G213, G216, G221, G234, G243 ve G245 numaralı genotipler (37 genotip) yatma göstermiştir. Düzce'den toplanan popülasyonlarda en yüksek yatma görülürken, Sinop'tan toplanan popülasyonlarda hiç yatma görülmemiştir (Çizelge 2). Yatma durumu, genotiplere göre değişmekle birlikte, iklim şartları ile ekim sıklığı, sulama, azotlu gübreleme gibi kültürel uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Tamm (2003), iklim şartlarının yatmaya etkili olduğunu bildirirken, Burstmayr ve ark. (2007), yatmanın genotiplere göre değiştiğini ve önemli genetik kalıtım gösterdiğini bildirmişlerdir. Tahıllarda yerel çeşitler, uzun boylu ve yatmaya karşı daha hassas olmalarına (Özberk, 2018) karşın, modern çeşitlerin daha kısa boylu ve yatmaya daha dayanıklı oldukları (Radielli ve ark., 2008) bilinmektedir. Bununla birlikte ot amacıyla yetiştirilen yulafların uzun boylu ve yatmaya dayanıklı olması tercih edilmektedir.

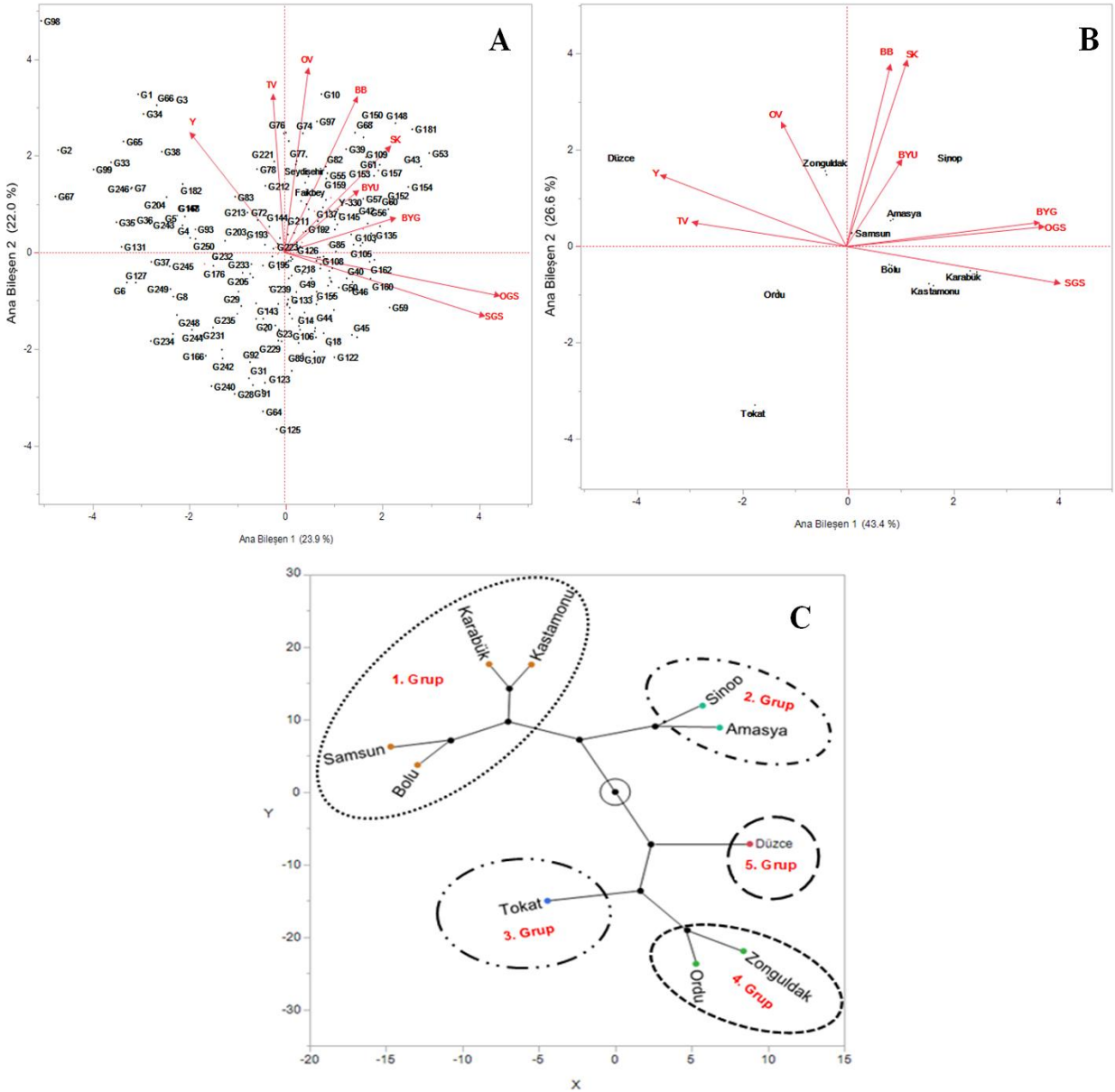
Genotiplerin bayrak yaprak uzunluğu 17.17 ile 52.40 cm arasında değişmiştir. Şekil 2'ye göre bayrak yaprak uzunluğu 39 genotipte 25.0 ile 27.5 cm sınıf aralığı içinde yer almış ve bu sınıf toplam popülasyonun % 15'ini oluşturur. En yüksek bayrak yaprak uzunluğuna sahip G161 ve G164 numaralı genotipler normal dağılımın dışında yer almışlardır (Şekil 2). Bayrak yaprak uzunluğu en yüksek Amasya (38.78 cm), en düşük Ordu'dan toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir. Bayrak yaprak uzunluğu birinci yıl 28.61 cm ikinci yıl 28.77 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Semchenko ve Zobel (2005) ve Narlıoğlu'nun (2016) yaptığı çalışmalarda bayrak yaprak uzunluğu bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Gautam ve ark. (2006) ise bayrak yaprak uzunluğunun çevre koşullarından etkilendiğini ve yulafta yeşil ot ve tane verimini artırmada bitki başına kardeş sayısı, bayrak yaprak uzunluğu ve kuru madde verimi özelliklerine dayalı seçimin daha etkili olacağı sonucuna varmışlardır. Yapılan diğer çalışmada bayrak yaprak uzunluğunun tane verimi ve olgunlaşma gün süresini olumlu etkilediğini bildirmiştir (Güngör ve ark., 2017).

Genotiplerin bayrak yaprak genişliği 0.94 ile 2.94 cm arasında değişmiştir. Şekil 2'ye göre bayrak yaprak genişliği bakımından 144 genotip 1.50 ile 2.00 cm sınıf aralıkları içinde yer almış ve bu sınıflar toplam popülasyonun % 56'sını oluşturmuştur. En büyük bayrak yaprak genişliğine sahip G135 (2.94 cm) numaralı genotip normal dağılımın dışında yer almıştır (Şekil 2). Bayrak yaprak genişliği en büyük Kastamonu (2.01 cm), en küçük Düzce'den toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir. Bayrak yaprak genişliği birinci yıl 1.79 cm ikinci yıl 1.80 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Semchenko ve Zobel (2005) ve Narlıoğlu'nun (2016) yaptıkları çalışmalarda bayrak yaprak genişliği bakımından genotipler arasında önemli farklar olduğunu tespit etmişlerdir. Güngör ve ark. (2017), yulaf bitkisinde bayrak yaprak genişliği ile tane verimi arasında olumlu ilişki bildirmişlerdir.

Yulafın otu, yeşil, kuru ve silaj olarak kullanılan değerli bir yem kaynağıdır. Bu çalışmada, genotiplerin kuru ot verimi 326 ile 1479 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Ortalama kuru ot verimi toplanan popülasyonlarda 837 kg da⁻¹, çeşitlerde 1068 kg da⁻¹ olmuştur (Şekil 2). Şekil 2'de görüldüğü üzere 51 genotipin ortalama kuru ot verimi 700 ile 800 kg da⁻¹ sınıf aralığında yer almış ve G76 (1479 kg da⁻¹) numaralı genotip en yüksek değerle normal dağılımın dışında yer almıştır. Kuru ot verimi en düşük 702 kg da⁻¹ ile Tokat, en yüksek ise 1015 kg da⁻¹ ile Zonguldak ilinden toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir (Çizelge 2). Kuru ot veriminin birinci yıl (881.9 kg da⁻¹) ikinci yıldan (798.3 kg da⁻¹) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Sırasıyla G76 (1479.0 kg da⁻¹), G81 (1378.5 kg da⁻¹), G78 (1356.5 kg da⁻¹), G70 (1344.0 kg da⁻¹), G150 (1325.0 kg da⁻¹), G74 (1324.5 kg da⁻¹), G82 (1308.0 kg da⁻¹), G77 (1296.0 kg da⁻¹), G73 (1294.0 kg da⁻¹), G181 (1286.0 kg da⁻¹), G109 (1285.5 kg da⁻¹), G97 (1267.5 kg da⁻¹), G191 (1233.5 kg da⁻¹), G99 (1227.0 kg da⁻¹), G182 (1213.5 kg da⁻¹), G11 (1193.5 kg da⁻¹), G69 (1188.0 kg da⁻¹), G65 (1185.0 kg da⁻¹), G188 (1179.5 kg da⁻¹) ve G68 (1175.0 kg da⁻¹) numaralı genotipler en yüksek ot verimine sahip olmuştur. Aydın ve ark. (2010) kuru ot veriminin kışlık ekimlerde 521 ile 1290 kg da⁻¹, yazlık ekimlerde 527 ile 825 kg da⁻¹, Mut ve ark. (2015) 100 farklı yulaf çeşidi ile yaptıkları çalışmada kuru ot veriminin 603 ile 1183 kg da⁻¹, Avcı (2017) kuru ot verimini kışlık ekimde 1263 kg da⁻¹, yazlık ekimde 688 kg da⁻¹, Mut ve ark. (2018) farklı lokasyonlarda yaptıkları çalışmada kuru ot veriminin 848 ile 1078 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Genotiplerin tane verimi 127.7 ile 572.4 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Tane verimi ortalaması birinci yıl 389.7 kg da⁻¹ ikinci yıl 253.4 kg da⁻¹ olmuştur (Çizelge 2). Tane verimi en düşük Kastamonu (247.8 kg da⁻¹) en yüksek Ordu (415.2 kg da⁻¹) illerinden toplanan popülasyonlardan elde edilmiştir. Tane verimi popülasyonların % 7'sinde 100 - 200 kg da⁻¹, % 35'inde 200 - 300 kg da⁻¹, % 37'sinde 300 - 400 kg da⁻¹, % 19'unda 400 - 500 kg da⁻¹ ve % 1'inde 500 - 600 kg da⁻¹ arasında değişmiş ve bütün genotipler normal dağılım içinde yer almışlardır (Şekil 2). En yüksek tane verimine sahip 20 genotip sırasıyla G10 (572.4 kg da⁻¹), G148 (529.0 kg da⁻¹), G75 (523.2 kg da⁻¹), G34 (519.7 kg da⁻¹), G175 (498.5 kg da⁻¹), G189 (487.4 kg da⁻¹), G93 (485.8 kg da⁻¹), G109 (484.6 kg da⁻¹), G144 (481.2 kg da⁻¹), G61 (480.6 kg da⁻¹), G146 (477.9 kg da⁻¹), G150 (475.9 kg da⁻¹), G3 (473.6 kg da⁻¹), G191 (467.3 kg da⁻¹), G153 (463.6 kg da⁻¹), G182 (461.5 kg da⁻¹), G250 (456.7 kg da⁻¹), G249 (449.8 kg da⁻¹), G7 (449.6 kg da⁻¹) ve G5 (448.5

kg da⁻¹) numaralı genotipler olmuştur. Yulafta tane verimi genetik yapı kadar iklim ve toprak koşulları, yetiştirme teknikleri gibi çevresel faktörlerden de etkilenmektedir.



Şekil 3. İncelenen özelliklerin biplot analizi ile gruplandırılması A) incelenen özellikler ile yulaf genotipleri arasındaki ilişki B) İncelenen özellikler ile genotiplerin toplandığı illerin ilişkisi C) Küleleme diyagramı ile incelenen özelliklere göre genotiplerin toplandığı illerin gruplandırılması

Figure 3. The grouping of the investigated traits by biplot analysis method and A) the relation of oat genotypes with the investigated traits, B) the relation of collected provinces with the investigated traits, C) Grouping of provinces collected according to the investigated traits with the constellation plot

Yulafta yapılan çalışmalarda Doehlert ve ark. (2001), Mut ve ark. (2018) tane veriminin çeşitler arasında önemli farklılık gösterdiğini ve tane verimi üzerine çevresel faktörlerin genetik farklılıktan daha fazla etkiye sahip olduğunu, Tamm (2003) ise tane verimi üzerine hem genetik farklılığın hem de çevresel faktörlerin etkili olduğunu, Batalova ve Gorbunova (2009) ekim sıklığı, toprak nem durumu ve iklim şartlarının çeşitlerin farklı çevre koşullarına uyum yeteneğinin araştırıldığı çalışmada bu faktörlerin yulafta tane verimi üzerine önemli etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Peterson ve ark. (2005) 33 yulaf genotipi ile yaptıkları çalışmada tane verimlerinin

yıllara göre önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Mut ve ark. (2018) farklı lokasyonlarda 25 yulaf genotipi ile yaptıkları çalışmada tane veriminin 215 ile 581 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Toplanan genotipler ile incelenen özellikler arasındaki ilişkileri bir bütün olarak gösteren biplot analizinin, yalnızca iki özellik arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon analizine göre üstünlükleri vardır (Yan ve Reid, 2008). Araştırmada incelenen özelliklerin genotiplere göre değişimi Şekil 3A'da verilmiştir. Biplot analizine göre, Ana bileşen 1 % 23.9 ve Ana bileşen 2 % 22.0 toplam varyasyonun % 45.9'unu açıklamıştır (Şekil 3A).

Tane verimi ile kuru ot verimi, bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak uzunluğu ve yatma durumu arasındaki açı 90°'den küçük olduğu için olumlu bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Genotipler incelenen özellikler bakımından toplandıkları illere göre gruplandırılıp biplot analizi yapılmış ve Şekil 3B de verilmiştir. Analiz sonucunda Ana bileşen 1 (% 43.4) ve Ana bileşen 2 (% 26.6) toplam varyasyonun % 70.0'ını açıklamıştır. Biplot grafiği incelendiğinde, özellikle merkeze yakın olan Samsun ve Amasya illerinden toplanan popülasyonlar birden fazla özellik açısından ortalamanın üstünde değerlere sahip olmuştur. Düzce ilinden toplanan popülasyonlar tane ve ot verimi bakımından öne çıkmış, ancak bu popülasyonlar yatma oranı daha yüksek olmuştur. Sinop ilinden toplanan popülasyonlar bitki boyu, sap kalınlığı, salkım gösterme süresi, olgunlaşma süresi, bayrak yaprak uzunluğu ve genişliği bakımından öne çıkmıştır. Kastamonu ve Karabük illerinden toplanan popülasyonlar salkım gösterme süresi, olgunlaşma süresi ve bayrak yaprak genişliği özellikleri açısından öne çıkmıştır (Şekil 3B).

Yulaf genotipleri incelenen özellikler bakımından toplandıkları illere göre küme diyagramı ile gruplandırılmıştır. Bu diyagrama göre toplanan iller incelenen özelliklere göre 2 ana gruba ve bu ana gruplar 5 alt gruba ayrılmıştır. 1. alt grupta Bolu, Samsun, Karabük ve Kastamonu; 2. alt grupta Amasya ve Sinop; 3. alt grupta Tokat; 4. alt grupta Zonguldak ve Ordu ve 5. alt grupta ise Düzce ili yer almıştır. Birinci gruba oluşturan illerden toplanan popülasyonların salkım gösterme süresi, bitki boyu, bayrak yaprak ayası uzunluğu ve sap kalınlığı yüksek bulunurken, ikinci gruba oluşturan illerden toplanan popülasyonların, incelenen bütün özellikler bakımından ortalamanın üstünde olduğu görülmüştür. Üçüncü gruba oluşturan Tokat ilinden toplanan popülasyonlar tane verimi dışında kalan diğer özellikler bakımından ortalamanın altında değerler göstermiştir. Dördüncü gruba oluşturan illerden toplanan popülasyonlar ot verimi bakımından en yüksek değerlere sahip olmuştur. Beşinci gruba oluşturan Düzce ilinden toplanan popülasyonlar bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak yaprak uzunluğu, ot verimi ve tane verimi bakımından ön plana çıkmış fakat en yüksek yatma gösteren genotiplerde bu gruba yer almıştır. Çalışmada toplanan popülasyonlar arasındaki önemli genetik farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bitki ıslahı çalışmalarının temelini bu genetik kaynaklar arasındaki farklılıklar oluşturmaktadır. Primitif formlar ve yerel çeşitler genetik taban olarak kültür bitkilerinin ileride çıkabilecek sorunlarının giderilmesinde veya kültür bitkilerine yeni özelliklerin kazandırılmasında önemli gen kaynaklarıdır (Akgün ve ark., 1998). Yetiştikleri bölgelerin ekolojik koşullarına tam olarak uyum sağlayan yerel çeşitler tarımın dolayısıyla insanlığın geleceğinin güvencesidir (Özgen ve ark., 2000).

4. Sonuç

Çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, toplanan yerel yulaf çeşitlerinin birçok özellik bakımından önemli bir varyasyona sahip olduğu anlaşılmaktadır. Toplanan yulaf genotiplerinin bazılarının incelenen birçok özellik bakımından standart çeşitlerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Sırasıyla G10, G148, G75, G34, G175, G189, G93, G109, G144, G61, G146, G150, G3, G191, G153, G182, G250, G249, G7 ve G5 numaralı genotipler tane verimi bakımından en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Tane verimi ile kuru ot verimi, bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak uzunluğu ve yatma durumu arasında olumlu ilişkiler belirlenmiştir. Zonguldak ve Ordu illerinden toplanan popülasyonlar ot verimi bakımından en yüksek değerlere sahip olurken, Düzce ilinden toplanan popülasyonlar bitki boyu, sap kalınlığı, bayrak yaprak uzunluğu, ot verimi ve tane verimi bakımından ön plana çıkmıştır. Toplanan genotiplerin yapılacak olan ıslah çalışmaları için hem seleksiyon hem de melezleme materyali olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından TOVAG 107O208 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ahmad, G., Ansar, M., Kalem, S., Nabı, G., Hussain, M., 2008. Performance of early maturing oats (*Avena sativa* L.) cultivars for yield and quality. J. Agric. Res., 46(4): 341-346.
- Akgün, İ., Tosun, M., Sağsöz, S., 1998. Bitkisel gen kaynaklarının önemi ve Erzurum'un bitkisel gen kaynakları yönünden değerlendirilmesi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 363-372, 14-18 Eylül, Erzurum, Türkiye.

- Avcı, İ. 2017. Yazlık ve kışlık ekilen yulaf (*Avena* spp.) genotiplerinin yeşil ot verimi ve silaj kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Aydın, N., Mut, Z., Mut, H., Ayan, G., 2010. Effect of autumn and spring sowing dates on hay yield and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10:1539-1545.
- Batalova, G.A., Gorbunova, L.A., 2009. Oat yield and seed quality depending on sowing rate. Russian Agricultural Sciences, 35(1):18-19.
- Batalova, G.A., Shevchenko, S.N., Tulyakova, M.V., Rusakova, I.I., Zheleznikova, V.A., Lisitsyn, E.M., 2016. Breeding of naked oats having high-quality grain. Russian Agricultural Sciences, 42(6):407-410.
- Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., Zechner, E., 2007. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of World wide origin produced under central european growing conditions. Field Crops Research, 101:341-351.
- Cervantes-Martinez, C. T., Frey, K. J., White, P. J., Wesenberg, D.M., Holland, J.B., 2001. Selection for greater glucan content in oat grain. Crop Science, 41:1085-1091.
- Doehlert, D.C., McMullen, M.S., Hammond, J.J., 2001. Genotyping and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. Crop Science, 41:1066-1072.
- Dumlupınar, Z., Tekin, A., Herek, S., Tanrikulu, A., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2017. Türkiye kökenli yulaf genotiplerinin bazı tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(7):763-772.
- Dumlupınar, Z., Maral, H., Kara, R., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2011. Evaluation of Turkish oat land races based on grain yield, yield components and some quality traits. Turkish J. FieldCrops, 16(2):190-196.
- Erbaş, D.Ö., Mut, Z., 2013. Saf hat yulaf genotiplerinin tarımsal ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, 160-168, 10-13 Eylül, Konya, Türkiye.
- FAO., 2020. Statistical Databases. www.fao.org Erişim Tarihi: 15.05.2020.
- Food and Drug Administration, 1997. Food labeling: health claims; oats and coronary heart disease; Final Rule. Federal Register 62: 3583-3601
- Gautam, S.K., Verma, A.K., Wishwakarama, S.R., 2006. Genetic variability and association of morpho-physiological characters in oat (*Avena sativa* L.). Farm Science Journal, 15(1):82-83.
- Güngör H., Dokuyucu T., Dumlupınar Z., Akkaya A., 2017. Yulafta (*Avena* spp.) tane verimi ile bazı tarımsal özellikler arasındaki ilişkilerin korelasyon ve path analizleriyle saptanması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(01):61-68.
- Hoffmann, L.A., 1995. World production and use of oats. Editor: Welch RW, The Oat crop-production and utilization. Chapman and Hall, London. pp. 34-61.
- JMP., 2013. JMP User Guide, Release 7 Copyright © 2007, SAS InstituteInc., Cary, NC, USA, ISBN 978-1-59994-408-1.
- Kün, E., 1988. Serin iklim tahılları, s.216. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, 299, Ankara
- Locatelli, A.B., Federizzi, L.C., Milach, S.C., Mcelroy, A.R., 2009. Flowering time in oat: genotype characterization for photoperiod and vernalization response. Field Crops Research, 106: 242-247.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Wehrhahne, L.N., 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. Field Crops Research, 116:92-100.
- Mut, Z., Akay, H., Erbaş Köse, Ö.D., 2018. Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. Journal Soil Science Plant Nutrinoal, 18(1): 269-281.
- Mut, Z., Akay, H., Sezer, İ., Gülümser, A., Öner, F., Erbaş, Ö.D., 2011. Farklı orijinli yulaf (*Avena sativa* L) genotiplerinin Samsun ekolojik koşullarında tarımsal ve bazı kalite özelliklerinin tespiti. 9. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I: S.88-93, 12-15 Eylül 2011 Bursa, Türkiye.
- Mut, Z., Akay, H., Erbaş, Ö. D., 2015. Hay yield and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of world wide origin. International Journal of Plant Production, 9(4):507-522.
- Narlıoğlu, A., 2016. Bazı Yulaf genotiplerinin verim ve kalite kriterleri ile silaj özellikleri bakımından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Nawaz, N.,Razzaq, A., Ali, Z., Sarwar, G., Yousaf, M., 2004. Performance of different oat (*Avena sativa* L.) varieties under the agro-climatic conditions of Bahawalpur Pakistan. Internatinoal Journal Agriculture Biology, 6(4):624-626.
- Özbaş, M.O., İnan, A.S., Çağırğan, M.İ., 2009. Agronomic and quality characterization of oats genotypes selected for winter tolerance, Turkish Journal of Field Crops, 14(2):150-158.
- Özberk, İ., 2018. Mezopotamya'nın yerel buğdayları. Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu, 40-42, 20-22 Aralık, Bolu, Türkiye.

- Özgen, M., Adak, S., Söylemezoğlu, G., Ulukan, H., 2000. Bitki genetik kaynaklarının korunma ve kullanımında yeni yaklaşımlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 5. Teknik Kongresi, 259- 284, 17-21 Ocak, Ankara, Türkiye.
- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., 2007. Duration of vegetative and generative development phases in oat cultivars released since 1921. *Field Crops Research*, 101:72-79.
- Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson, C.A., 2005. Relations among agronomic trait and grain composition in oat genotypes grown in different environments. *Crop Science*, 45:1249-1255.
- Radielli, R., Lagana, L., Rizza, F., Nicosia, O.L.D., Cattivelli, L., 2008. Genetic progress of oats in Italy. *Euphytica*, 164: 679-687.
- Sarı, N., İmamoğlu, A., 2011. Menemen ekolojik koşullarına uygun ileri yulaf hatlarının belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(1): 16-25.
- Semchenko, M., Zobel, K., 2005. The Effect of breeding on allometry and phenotypic plasticity in four varieties of oat (*Avena sativa* L.). *Field Crops Res.*, 93:151-168.
- Sencar, Ö., 1985. Ekim sıklığı ve nitrojen uygulamalarının dört yulaf çeşidine etkileri. I. tane verimi, saman verimi ve hasat-indeksi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1-4):51-59.
- Stevens, E.J., Armstrong, K.W., Bezar, H.J., Griffin, W.B., Hampton, J.G. 2000. The importance of oats in resourcepoor environments. In *Proceedings of the 6th International Oat Conference*, 13-16, Lincoln University, Canterbury, New Zealand
- Tamm, I., 2003. Genetic and environmental variation of grain yield of oat varieties, *Agronomy Research*, 1: 93-97.
- Wood, P. J. , 2010. Oat and rye β -glucan: properties and function. *Cereal Chemistry*, 87(4), 315-330.
- Yan, W., Reid, J.F., 2008. Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science*, (48):417-423. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.05.0254>



Kaba Yem Olarak Değerlendirilen Ökse Otunun Antioksidan Özellikleri ve Kondanse Tanen İçeriklerinin Belirlenmesi

Burcu Yıldız^a, Yasin Emre Öztürk^a, Yusuf Murat Kardeş^a, Hanife Mut^a,
 Erdem Gülümser^a

^aBilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar/corresponding author: yusufmurat.kardes@bilecik.edu.tr

Geliş/Received 10/10/2020

Kabul/Accepted 23/10/2020

ÖZET

Dünya üzerinde dağılım alanları gitgide genişleyen ökse otu, yaşadığı konukçu bitkilerin öz suyunu emerek yaşayan, dolayısıyla da konukçusuna zarar veren yarı parazit bir bitkidir. Diğer taraftan ökse otu, içermiş olduğu sekonder metabolitler ile hayvan besleme ve sağlığı açısından önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada; yabani armut ve kavak ağaçlarından Ocak, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında toplanan ökse otunda toplam fenolik (TFN), toplam flavonoid (TFL), radikal kovucu aktivite (DPPH) ve kondanse tanen (KT) içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucuna göre, TFN, TFL, DPPH ve KT içerikleri sırasıyla 8.383-10.739 mg GA/g, 12.770-15.107 mg QE/g, % 57.56-73.19 ve % 0.882-1.086 arasında değişmiştir. Sonuç olarak, çalışmada belirlenen söz konusu bileşiklerin ökse otunun toplandığı ağaç türlerine ve toplama zamanlarına göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiş olup, bu sonuçların ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Ökse otu
Kaba yem
Hayvan sağlığı
Antioksidan
Kondanse tanen

Determination of antioxidant properties and condensed tannin content of mistletoe used as roughage

ABSTRACT

Mistletoe, whose distribution areas are widening in the world, is a semi-parasitic plant that lives by sucking the sap of the host plants it lives in, this harming its host. On the other hand, the mistletoe is important for animal nutrition and health with the secondary metabolites it contains. In this study, it was aimed to determine total flavonoid (TF) and phenolic contents (TF), free radical scavenging activity (DPPH), and condensed tannin (CT) contents of mistletoe collected from wild pear and poplar trees in July, August, December, and January. According to the results of the study, TF, TP, DPPH and CT contents ranged between 8.383-10.739 mg GA/g, 12.770-15.107 mg QE/g, 57.56-73.19% and 0.882-1.086%, respectively. As a result, it was determined that the said compounds determined in the study differ according to the tree species and collection times of the mistletoe, and these results are thought to shed light on future studies.

Keywords:
Mistletoe
Roughage
Animal health
Antioxidant
Condensed tannin

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Ökse otu (*Viscum album*) yarı parazit bir bitki olup, Santatales takımının Viscaceae (Loranthaceae) familyasındandır. Ülkemizde halk arasında, bacaksız bitki, çekem tohumu, gevele, gökçe, yapışkan otu gibi isimlerle de bilinmektedir (Yüksel ve ark., 2005). İlk defa M.Ö. 305 yılında Yunanlı botanikçi Theophrastus tarafından parazit bir bitki olarak tanımlanan ökse otu, 18. yüzyılda Carl Unnaeus tarafından *Viscum album* olarak isimlendirmiştir (Gill, 1953).

Ökse otu genel olarak tıbbi amacıyla kullanılan ve ticari önemi olan değerli bir bitkidir. Zira gelişmiş ülkelerde (Amerika, Almanya ve İsviçre gibi) bitkinin ekstraktları kapsül halinde piyasada bulunmaktadır. Diğer taraftan ökse otu hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak da değerlendirilmektedir. Gülşen ve Umucalılar, (2007) ile Umucalılar ve ark. (2007) çiftçilerin ökse otunu konukçu olarak bulunduğu ağaçların dallarından keserek hayvanlara yedirdiğini bildirmektedirler. Öztürk ve ark. (2020) farklı ağaç türlerinden topladıkları ökse otunun ham protein, potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin sırasıyla % 13.28-1945, % 2.685-3.857, % 0.505-0.560, % 0.968-1.382 ve % 0.381-580 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sarıçiçek ve ark. (2013) ise bitkinin fenolik bileşikler içermesi nedeniyle silaj olarak değerlendirilebileceğini bildirmiştir.

Ruminantların beslenmesi üzerine yapılan son çalışmalar, flavonoidler ve fenolik bileşiklerin rumen sağlığı ve hayvan üretkenliği açısından çok önemli olduğunu göstermiştir (Rochfort ve ark., 2008, Patra ve ark., 2016, Lee ve ark., 2017). Dohi ve ark (1997) ile Robbins (2003) söz konusu bileşikler içeren bitkiler ile beslenen hayvanlarda, yem alımının dolayısıyla da, veriminin arttığını bildirmişlerdir. Santos Neto ve ark. (2009) ile Frozza ve ark. (2013) ise bu bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahip olduğunu belirtmektedir. Diğer taraftan flavonoidler ile fenolik bileşikler, rumen fermantasyonu, şişkinlik ve asidoz gibi beslenme streslerini de kontrol altına almaktadır (Paula ve ark., 2016, Seradj ve ark., 2014). Tarım, dünya genelinde sera gazı salınımına yol açan en önemli sektörlerin başında gelmektedir (Acar ve ark., 2019). Atmosfere salınan metan gazının ¼'ünün ruminantların sindirim sisteminde üretildiği tahmin edilmektedir (Lascano ve Cardenas, 2010). Bazı bitkiler bünyesinde kondanse tanen olarak adlandırılan ikinci bileşik barındırmaktadır. Bu bileşiklerin rumende bazı hidrojen üreten protozoolar ve doğrudan hidrojen kullanan metan üretici organizmaları engellediği ve sera gazı salınımını azalttığı bilinmektedir. (Martin ve ark., 2016). Diğer taraftan kondanse tanenler antihelmintik etki göstererek hayvan iç parazitlerini azaltmakta ve hayvanlarda verim artışı sağlamaktadır (Lüscher ve ark., 2016).

Bu çalışmada, Bilecik doğal florasından toplanan ökse otunun antioksidan özellikleri ile kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak ökse otu (*Viscum album* L.) kullanılmış olup, bitki Ocak Temmuz, Ağustos, Aralık aylarında Bilecik ili merkez ilçesine bağlı Kurt Köyü'nden toplanmıştır. Ökse otuna ait bitki örnekleme, daha önce yerleri tespit edilmiş 3 adet yabancı armut ve kavak ağaçları üzerinden ve her ağacın 3 farklı yerinden yapılmıştır. Yaz ve kış aylarına ait her bir dönemde de, bitki örneklerinin toplanması yine aynı ağaçlardan gerçekleştirilmiştir. Toplanan ökse otu örnekleri kese kâğıdına konulduktan sonra, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'na getirilmiştir. Daha sonra bu örnekler etüve konularak 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve 1 mm çapındaki değirmende öğütülerek analizler için hazır hale getirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ökse otunun Toplanması
Figure 1. Field collection mistletoe

2.1 Toplam Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Ekstraktların toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu Reaktif (FCR) Singleton ve ark. (1999) metoduna göre uyarlanmıştır. Çalışma için örnek çözeltilerinden 0.2 ml alınmış ve üzerine 9 ml distile su ilave edilmiştir. Daha sonra bu çözelti üzerine 0.2 ml Folin-Ciocalteu eklenerek 3 dk beklemeye bırakılmıştır. Son olarak 0.6 ml sodyum karbonat (Na_2CO_3) (%20) eklenerek toplam hacim 10 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta inkübe edildikten sonra spektrofotometrede 760 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart kalibrasyon eğrisi oluşturmada saf su'da çözülmüş gallik asit kullanılmıştır. Gallik asitten ana stok olarak 0.1 mg/ml hazırlanarak seyreltme ile yedi farklı konsantrasyon elde edilmiştir. Kontrol için örnek çözeltisi kadar (0.2 ml) saf su ilave edilmiştir. Gallik asit standart grafiğine göre tüm bitki ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt olarak hesaplanmıştır.

2.2 Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi

Quercetin stok çözeltisi 200 mg/L konsantrasyonda hazırlandı ve bu konsantrasyondan seyreltme ile beş farklı konsantrasyon elde edildi. Bitkilerin sap ve tohumlarının ekstraktları (1 ml) aynı miktarda % 2'lik AlCl_3 ile karıştırılarak oda koşullarında 10 dakika bekletildi. Numunelerin 415 nm'de absorbansları okundu. Aynı işlemler standart Quercetin için de yapılarak örneklerin flavonoid içerikleri Quercetin eşdeğeri (mg QE/g) olarak hesaplandı (Arvouet-Grand ve ark., 1994).

2.3 Radikal Kovucu Aktivitelerin (DPPH) Belirlenmesi

Serbest radikal aktiviteleri bilinen bir radikal olan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak belirlenmiştir (Gezer ve ark., 2006). DPPH radikali süpürücü aktivite tayini için 4 mg DPPH, 100 ml metanol içerisinde çözerek oluşturulan derişim hazırlanmıştır. Ekstraktlardan ana stoktan farklı konsantrasyonlarda seyreltmeler yapılmıştır. 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 spektrofotometre cihazında 517 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart olarak askorbik asit ve bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) kullanılmıştır. Kontrol için deney tüpüne ekstrakt çözelti miktarı kadar örnek çözücüsü ilave edilmiş olup, her bir deneme 3 tekrerrürlü olarak yapılmıştır. DPPH radikali süpürücü %'sinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\% \text{ DPPH radikal süpürücü aktivitesi} = \frac{(\text{A}_{\text{kontrol}} - \text{A}_{\text{ekstrakt}})}{\text{A}_{\text{kontrol}}} \times 100.$$

2.4 Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Belirlenmesi

0.01 gr örnek tartılarak üzerine 6 ml tanen çözeltisi (1.5 ml Bütanol-HCl ayracı, 250 μl tanen ekstraktı, 50 μl Fe FeCl_3 çözeltisi) dökülmüş ve bir tüpe konularak vortexte karıştırılmıştır. Test tüpünün ağzı sıkıca kapatılıp 1 saat 100 °C de tutulmuş ve örnekler soğutulmuştur. Daha sonra örnekler spektrofotometrede 550 nm absorbans değerinde okutulmuştur (Bate-Smith, 1975). Absorbans değerleri belirlenen örneklerin kondanse tanen içerikleri ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Kondanse tanen: Absorbans (550 nm} \times 156,5 \times \text{seyreltme faktörü) / Kuru ağırlık (\%)}.$$

2.5 Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen sonuçlar SAS paket programı kullanılarak iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuş olup, grup ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında ise Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Toplam Fenolik İçeriği

Bilecik ilinden Ocak, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında yabani armut ve kavak ağaçlarından toplanan ökse otlarına ait toplam fenolik içeriği Çizelge 1'de verilmiştir. Toplam fenolik içeriği bakımından ökse otunun toplandığı ağaçlar ile toplama zamanı arasındaki farklılık ve toplama zamanı x ağaç türü interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur. İkili interaksyonlar incelendiğinde, ökse otunun toplam fenolik içeriği 8.383 (Temmuz + yabani armut) - 10.739 (Temmuz + kavak) mg GA/g arasında değişmiştir. Toplama zamanları arasında en yüksek toplam fenolik içeriği 10.420 mg GA/g ile Aralık ayında tespit edilmiştir. Yabani armut ağacından toplanan ökse otunun ortalama toplam fenolik içeriği 9.589 mg GA/g, kavak ağacının ise 9.504 mg GA/g olmuştur (Tablo 1). Yıldız ve

ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada ökse otunun toplam fenolik içeriğinin 6.114 mg/g, Durdun ve ark. (2009) ise 11.33 mg/g olduğunu bildirmişlerdir.

3.2 Toplam Flavonoid İçeriği

Çizelge 1 incelendiğinde, toplam flavonoid içeriği bakımından ökse otunun toplandığı ağaçlar arasındaki farklılık çok önemli ($p<0.01$), toplama zamanı ve toplama zamanı x ağaç türü interaksyonunun ise önemsiz olduğu görülmektedir. En yüksek toplam flavonoid içeriği 15.107 mg QE/g ile Aralık ayında kavak ağacından, en düşük ise 12.770 mg QE/g ile Temmuz ayında kavak ağacından toplanan ökse otundan elde edilmiştir. Toplama zamanları bakımından toplam flavonoid içeriği 13.106 (Ağustos) ile 14.966 (Aralık) mg QE/g ile arasında değişmiştir. Yabani armut ağacından toplanan ökse otunun toplam flavonoid içeriği (14.205 mg QE/g ile) kavak ağacına (13.489 mg QE/g ile) göre daha yüksek olmuştur (Tablo 1). Papuc ve ark. (2009) ökse otunda toplam flavonoid içeriğinin 9.72 mg/g, Yıldız ve ark. (2019) ise 2.73 mg/g olduğunu belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada belirlenen toplam flavonoid içeriği söz konusu araştırmacıların bulgularından yüksek olurken, farklılıkların toplanan ağaç türlerinden ve toplama zamanlarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 1. Ökse otunda toplam fenolik içeriği ile radikal kovucu aktivite değeri
Table 1. Total phenolic and total flavonoid content in Mistletoe

Aylar	Toplam fenolik (mg GA/g)**			Toplam flavonoid (mg QE/g)		
	Armut	Kavak	Ortalama*	Armut	Kavak	Ortalama
Ocak	9.709 c	8.639 d	9.174 c	15.003	13.283	14.143
Temmu	8.383 e	10.739 a	9.561 b	13.577	12.770	13.172
Ağustos	9.621 c	8.444 e	9.032 d	13.413	12.797	13.106
Aralık	10.645 a	10.195 b	10.420 a	14.827	15.107	14.966
Ortalama	9.589	9.504		14.205	13.489	
a	A**	B**		A**	B**	

** $p<0.01$.

3.3 Radikal Kovucu Aktivite

Radikal kovucu aktivite değerleri bakımından ökse otunun toplandığı ağaç türleri ile toplama zamanı arasındaki farklılık ile toplama zamanı x ağaç türü interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Çizelge 2). İkili interaksyonlara göre, en yüksek radikal kovucu aktivite değeri kavak ağacından Aralık (% 73.19) ve Temmuz (% 67.48) aylarında toplanan ökse otlarında tespit edilmiştir. Toplama zamanları bakımından radikal kovucu aktivite değeri % 61.05 (Ağustos)– 69.31 (Aralık) arasında değişmiştir. Toplanan ağaçlar değerlendirildiğinde ise, kavak ağacı (% 65.63) yabani armut ağacından (% 62.02) daha yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 2). Roman ve ark. (2009) ökse otunun radikal kovucu aktivite değerinin % 66.2-88.2 arasında değiştiğini, Vicas ve ark. (2011) ise, Aralık ayında topladıkları ökse otunun radikal kovucu aktivite değerinin % 76.60 olduğunu bildirmişlerdir.

3.4 Kondanse Tanen İçeriği

Ökse otlarının kondanse tanen içeriği üzerinde toplama zamanlarının etkisi önemsiz, toplanan ağaç türlerinin çok önemli ($p<0.01$), toplama zamanı x ağaç türü interaksyonu ise önemli ($p<0.05$) olmuştur (Çizelge 2). Ökse otunun kondanse tanen içeriği ikili interaksyonda % 0.882 (Ağustos + kavak) – 1.086 (Ocak + kavak) arasında değişmiştir. Toplanan ağaçlar bakımından yabani armut ağacı (1.005) kavak ağacına (% 0.968) göre daha yüksek kondanse tanen içeriğine sahip olmuştur. Toplama zamanları değerlendirildiğinde ise, ökse otlarının kondanse tanen içeriği % 0.933 (Temmuz) - % 1.076 (Ocak) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Barry (1987) düşük tanen içeriğine (% 2-3) sahip bitkilerin rumendeki protein bozulmasını azalttığı için yararlı bir etkiye sahip olduğunu bildirirken, Kumar ve Singh (1984) ise yüksek miktardaki tanenin protein sindirimi ile mikrobiyal ve enzim faaliyetlerini olumsuz şekilde etkilediğini belirtmektedir. Çalışmada ökse otunun kondanse tanen içeriği kritik düzeyin (% 2-3) altında olmuştur. Li ve ark. (1996) düşük yoğunluktaki tanen miktarının (% 0.1-0.5) yem tüketimi sonrası rumende şişme tehlikesini

ortadan kaldırmak için yeterli olduğunu bildirmiştir. Yıldız ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada ökse otunun kondanse tanen içeriğini % 0.234 olarak bildirmiştir. Farklılıkların toplama zamanı ve toplanan ağaçlardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 2. Ökse otunda radikal kovucu aktivite değeri ile kondanse tanen içeriği
Table 2. Free radical scavenging activity and condense tannin content in *Mistletoe*

Aylar	Radikal kovucu aktivite (%)**			Kondanse tanen içeriği (%)*		
	Armut	Kavak	Ortalama**	Armut	Kavak	Ortalama a
Ocak	63.90 bc	61.14 cd	62.52 b	1.066 a	1.086 a	1.076
Temmu	57.56 d	67.48 ab	62.52 b	0.969 ab	0.896 b	0.933
Ağustos	61.37 bcd	60.73 cd	61.05 b	1.016 ab	0.882 b	0.949
Aralık	65.42 bc	73.19 a	69.31 a	0.969 ab	1.010 ab	0.990
Ortalama	62.06	65.63		1.005	0.968	
a	B**	A**		A**	B**	

** p<0.01; * p<0.05.

4. Sonuç

Yabani armut ve kavak ağaçlarından Ocak, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında toplanan ökse otunun antioksidan özellikleri ile kondanse tanen içeriklerinin belirlendiği bu çalışmada, toplanan ağaçlar ve zamanlar arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Toplam fenolik, flavonoid ve radikal kovucu aktivite bakımından Aralık, kondanse tanen içeriği bakımından ise Ocak ayında toplanan bitkiler daha üstün performans sergilemiştir. Bu durum söz konusu metabolitlerin kış döneminde daha etkin olduğunu göstermektedir. Toplanan ağaçlar arasında ise radikal kovucu aktivite dışında kalan özellikler yabani armut ağacında daha yüksek olmuştur.

Antioksidanlar ve kondanse tanenler hayvan besleme açısından oldukça önem teşkil etmektedir. Bu noktada ökse otlarının söz konusu özelliklere sahip olması ve ülkemizde de yaygın olarak bulunması mevcut çalışmayı daha da özgün ve önemli hale getirmektedir. Buna göre, çalışmada belirlenen toplam fenolik, flavonoid, radikal kovucu aktivite ve kondanse tanen içerikleri, ökse otunun toplandığı ağaç türlerine ve toplama zamanlarına göre değişebileceğini göstermiş olup, ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederiz. (2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (Başvuru numarası: 1919B011903490)).

Kaynaklar

- Acar, Z., Can, M., Önal Aşçı, Ö., Gülümser, E., Kaymak, G., Ayan, İ., 2019. Sera Gazı Salınımı ve Çevre Kirliliğinin Azaltılması Yönünden Yemlik Baklagillerin Önemi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8(3): 313-317.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., Legret, P., 1994. Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. Journal de pharmacie de Belgique, 49: 462-468.
- Barry, T.N., 1987. Secondary compounds of forages. In, Hacker JB, Ternouth JH (Eds):mNutrition of Herbivores. Academic Press, Sydney, 91-120.
- Bate-Smith, E.C., 1975. 1975. Phytochemistry of proanthocyanidins. Phytochemistry, 14: 1107-1113.
- Dohi, H., Yamada, A., Fukukawa, T., 1997. Intake stimulants in perennial ryegrass(*Lolium perenne* L.) fed to sheep. J. Dairy Sci. 80: 2083-2086.
- Durdun, N.C., Papuc, C.P., Crivineanu, M., Nicorescu, V., 2009. The effect of polyphenols from some plants alcoholic extracts on lipid peroxidation and nonenzymatic haemoglobin glycosylation. Veterinary Medicine, 55: 299-306.
- Frozza, C. O. S., Garcia, C. S. C., Gambato, G., de Souza M. D., Salvador, M., Moura, S., Padilha, F. F., Seixas, F. K., Collares, T., Borsuk, S., Dellagostin, O. A., Henriques, J. A., Roesch-Ely, M., 2013. Chemical

- characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. *Food and Chemical Toxicology* 52: 137-142.
- Gezer, K., Duru, M.E., Kıvrak, I., Türkoğlu, A., Mercan, N., Türkoğlu, H., Gülcan, S., 2006. Free-radical Scavenging Capacity and Antimicrobial Activity of Wild Edible Mushroom of Turkey. *African journal of Biotechnology*, 5 (20): 1924-1928.
- Gill, L.S., 1953. *Plant Diseases the Yearbook of Agriculture*. US Department of Agriculture, Washington, D.C. 77-73.
- Gülşen, N., Umucalılar, H.D., 2007. Toros Göknarı ökse otunun besleyici değerinin “in sütü” ve “in vitro” yöntemlerle tespiti. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 17(1): 6-13.
- Kumar, R., Singh, M., 1984. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *J Agric Food Chem*, 32: 447- 453.
- Lascano, C.E., Cárdenas, E., 2010. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. *Rev Bras Zootec*, 39: 175-182.
- Lee, S.H.Y., Humphries, D.J., Cockman, D.A., Givens, D.I., Spencer, J.P.E., 2017. Accumulation of citrus flavanones in bovine milk following citrus pulp incorporation into the diet of dairy cows. *EC Nutrition* 7(4): 143-154.
- Li, Y.G., Tanner, G., Larkin, P., 1996. The DMACA-HCl protocol and the threshold proanthocyanidin content for bloat safety in forage legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 70: 89-101.
- Lüscher, A., Suter, M., Finn, J.A., 2016. Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *The journal of the International Legume Society*, Issue 12, April 2016, 8-10.
- Martin, C., Copani, G., Niderkorn, V., 2016. Impacts of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *The journal of the International Legume Society*, Issue 12, April 2016, 24-25.
- Öztürk, E., Gülümser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M., Başaran, U., 2020. Ökse Otu (*Viscum album* L.)’nun Yem Kalitesinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2): 201-206.
- Papuc, C., Crivinean, M., Goran, G., Nicorescu, V., Durdun, N., 2009. Free Radicals Scavenging and Antioxidant Activity of European Mistletoe (*Viscum album*) and European Birthwort (*Aristolochia clematitis*). *Revista De Chimie*, 61(7): 619-622.
- Patra, A.K., Kamra, D.N., Agarwal, N., 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Animal Feed Science and Technology*, 128 (3-4): 276-291.
- Paula, E.M., Samensari, R.B., Machado, E., Pereira, L.M., Maia, F.J., 2016. Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. *Livest Sci* 185:136-41.
- Robbins, R.J., 2003. Phenolic acids in foods. *J. Agric. Food Chem.* 51, 2866-2887.
- Rochfort, S., Parker, A.J., Dunshea, F.R., 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry* 69(2): 299-322.
- Roman, G.P., Neagu, E., Radu, G.L., 2009. Antiradical activities of *Salvia officinalis* and *Viscum album* L. Extracts concentrated by ultrafiltration process. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment* Vol. 8 No. 3, pp. 47-58, ISSN 1644-0730.
- Santos Neto, T. M., Mota, R. A., Silva, L. B. G., Viana, D. A., Lima-Filho, J. L., Sarubbo, L. A., Converti, A., Porto, A. L. F., 2009. Susceptibility of *Staphylococcus* spp. isolated from milk of goats with mastitis to antibiotics and green propolis extracts. *Letters in Drug Design & Discovery* 6: 63-68.
- Sarıççek, Z., Fatma, A., 2013. Farklı konakçılara ait ökse otları (*Viscum album* L.)’nın silaj kalitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. 8. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Bildiriler Kitabı, 5-7 Eylül, Çanakkale.
- Seradj, A.R., Abecia, L., Crespo, J., Villalba, D., Fondevila, M., Balcells, J., 2014. The effect of Bioflavex® and its pure flavonoid components on in vitro fermentation parameters and methane production in rumen fluid from steers given high concentrate diets. *Anim Feed Sci Technol* 197: 85-91.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., 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.
- Umucalılar, H.D., Gülşen, N., Coşkun, B., Hayırlı, A., Dural, H., 2007. Nutrient composition of mistletoe (*Viscum album*) and its nutritive value for ruminant animals. *Agroforestry Systems*, 71: 77-87.
- Vicas, S., Rugină, D., Leopold, L., Pinte, A., Socaciu, C., 2011a. HPLC Fingerprint of Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of *Viscum album* from Different Host Trees, *Notulae Botanicae Cluj-Napoca*, 39 (1): 48-57.
- Yıldız, S., Gürgen, A., Kılıç, C., Sana, T., Kılıç, A.O., Can, Z., 2019. Antioxidant, Antimicrobial and Anti-Quorum Sensing Activities of *Usnea filipendula* and *Viscum album*. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Dergisi*, 4: 613-620.
- Yüksel, B., Akbulut, S., Keten, A., 2005. Çam Ökseotu (*Viscum Album* Ssp. *Austriacum* (Wiesb.) Vollman)’ Nun Zararı, Biyolojisi Ve Mücadelesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 6(2): 111-124.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.845454

Bazı Esansiyel Yağların *Lucilia sericata* Larvaları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi

Meltem Kökdener*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, Samsun, Turkey

*Sorumlu yazar/corresponding author: kokdener@omu.edu.tr

Geliş/Received 23/12/2020 Kabul/Accepted 12/01/2021

ÖZET

Bu çalışma dört farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların *Lucilia sericata*'nın (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) bazı biyolojik parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmak üzere yapılmıştır. Araştırmada *Mentha piperita* L. (Lamiaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae), *Eugenia caryophyllata* (Caryophyllaceae), *Oleum pinus* sp. elde edilen uçucu yağlarının 6 farklı konsantrasyonu (%100, 60, 50, 40, 30, 20) *L. sericata* larvalarına uygulanmıştır. Denemeler laboratuvar şartlarında (%70±0.2 nem ve 24±0.5°C sıcaklık) yürütülmüştür. Bu çalışmada, artan uçucu yağ konsantrasyonları, larva ve pupa gelişim süresinde, pupa ve yetişkin ağırlığında, larva ve pupanın hayatta kalmasını etkilemiştir. Sonuçlar, tüm yağların %100 ve %60 konsantrasyonunun (çam turpentin hariç) öldürücü olduğunu göstermiştir. Bu, çalışmada kullanılan dört yağ içerisinde *Piper nigrum*'un *L. sericata* larvalarının kontrolünde diğer yağlardan daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Esansiyel yağlar
Lucilia sericata
Larval gelişim
Pupa ağırlığı
Erişkin ağırlığı

Determination of effects of some essential oil on *Lucilia sericata* larvae

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of essential oils obtained from four different plants on some biological parameters of *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae). Six different doses (%100, 60, 50, 40, 30, 20) of the essential oils obtained from *Mentha piperita* L. (Lamiaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae), *Eugenia caryophyllata* (Caryophyllaceae), *Oleum pinus* sp. were applied to larvae of *L. sericata* in study. The experiments were carried out under laboratory conditions (70±0.2% humidity and 24±0.5°C temperature). In this study, increasing concentration of essential oil impacted to the larval and pupal development time, weight of pupae and adult, survival of larvae and pupae. The results showed that 100% and 60% concentration (except of pine turpentin) of all oil are lethal. Among the four oils used in the study, *Piper nigrum* is considered as more effective than other essential oil in the control of larvae of *L. sericata*.

Keywords:
Essential oil
Lucilia sericata
Larval development
Pupal weight
Adult weight

© OMU ANAJAS 2021

1. Giriş

Lucilia sericata (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae), tüm dünyada oldukça yaygın leş sinegidir. Aynı zamanda tıbbi, tarımsal ve veterinerlik bilimi açısından önemli kozmopolit bir türdür (Smith ve Wall, 1997; Singh ve ark., 2014; Greenberg, 1991; Byrd ve ark., 2010). Ölümünden sonra cesede ilk gelen türlerden biri olması nedeniyle de (Taleb ve ark., 2018) adli soruşturmalarda ölüm sonrası geçen zamanın tahmininde (ÖSZ) sıklıkla

kullanılmaktadır. *L. sericata* larvaları fakültatif ektoparazitlerdir, hijyenik olmayan alanlar, mezbahalarda, kasaplarda, ahırlarda sıkça görülen bu sinekler mikobakteriyel enfeksiyon ajanlarının yayılmasına neden olmaktadır (Khater ve ark., 2009; 2011). Bu sinekler organik doku ile beslenirler ve sıklıkla hayvanlarda, insanlarda miyaza neden olurlar (Khater ve ark., 2009). Yumurtadan çıkan larvalar beslenirken, deride tahrişe neden olmaktadır (İlhan ve ark., 2018). Larvaların çıkardıkları enzimler ve ciltteki lezyon ve bu lezyonlarda oluşan toksik maddeler zamanla hayvanlarda, enfeksiyonlara, kaşıntı ve ölüme neden olurlar (Ütük, 2006; Khater ve ark., 2009; Aldemir ve ark., 2012).

Miyaz, koyunlarda süt ve yün üretiminin azalmasına, kilo ve doğurganlık sorunlarına (Snoep ve ark., 2002), cilt hasarına (Chabra ve Pathak, 2009) yol açmaktadır. Miyaz hayvancılık sektöründe (Hourigan, 1979) her yıl ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Chhabra ve Pathak, 2009). İnsan sağlığı ve güvenliği için, miyaz hayvansal üretim endüstrisinde kontrol altına alınmalıdır, bu amaçla yapılacak ilk şeylerden biride buna neden olan sineklerle mücadeledir. *L. sericata*'nın kontrolü için tüm dünyada sentetik piretroid, organofosfat ve spreyleyler (Tellam ve Bowles, 1997) kullanılmaktadır. Pestisit bazlı kimyasal maddeler yaygın olarak sineklerle mücadelede kullanılmakta fakat bir süre sonra o maddeye karşı direnç gelişmesi nedeniyle etkisini yitirmektedirler (Whyard ve ark., 1994). Ayrıca bu kimyasal maddeler toprak ve suda kirliliğe, çevrede uzun süre bozulmadan kaldığı için insan ve hayvan sağlığı üzerinde toksik etkilere neden olmaktadır (Hasheminia ve ark., 2011). Tüm dünya sineklerle mücadelede daha güvenilir, ekonomik ve çevresel sorunlara neden olmayan alternatif kimyasal madde bulma çabası içerisinde (Isman, 2006). Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biride bitkisel kaynaklı yağlardır. Uzun yıllardır antimikrobiyal, antifungal, antioksidan (Zhang ve ark., 2016), analjezik, antiseptik (Osanloo ve ark., 2018) ve anti-enflamatuar etkileri (Dogan ve Bagci., 2018; Asghari ve ark., 2018) nedeniyle tıpta veterinerlik alanında ve kozmetik sektöründe kullanılan bu uçucu yağların, son yıllarda böcek öldürücü etkileri dolayısıyla zırai mücadelede kullanılmaya başlanmıştır (Sengottayan 2013; Isman, 2006; Pavela, 2015; Regnault ve ark. 2012). Bu esansiyel yağların, kısa sürede dekompoze olmaları, çevreye zarar vermemeleri, etkilerinin hızlı olması, kullanım kolaylığı ve düşük maliyeti nedeniyle zararlı mücadelesinde tercih edilmektedir (Isman, 2006; Shalaby ve ark., 2016). Bu uçucu yağlar eklemecaklıları uzaklaştırıcı, üremelerini ve gelişmelerini engelleyici etkileri vardır (Papachristos ve Stamopoulos., 2002; Osman ve ark., 2016; Sharaby ve El-Nujiban, 2016).

İnsan ve hayvanlarda miyaza neden olan *L. sericata* larva ve erişkinlerine karşı çeşitli yağlarla ilgili çalışmalar yapılmıştır (Morsy ve ark., 1998; Mazyad ve ark., 1999; El-Khateeb ve ark., 2003; Khater ve ark., 2009; 2011; 2018; Shalaby ve ark., 2016; Khater ve Geden., 2018), fakat bizim kullandığımız yağlar ve konsantrasyonlarıyla ilgili henüz hiç bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, *Mentha piperita*, *Piper nigrum*, *Dianthus caryophyllus*, *Oleum pinus* sp elde edilen yağların *Lucilia sericata* larvalarının bazı biyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. *L. sericata* Kolonisi

Bu çalışmada kullanılan *L. sericata* erişkinleri 2017 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünden (41° 15'N, 36° 19'S) toplanmış ve laboratuvar kolonisi oluşturulmuştur. *L. sericata* erişkinleri (50 cm x 50 cm x 50 cm) etrafı tülle çevrili kafeslerde, 24°C' de, %70±2 bağıl nem ve 12:12 (A:K) foto periyot olan yetiştirme odalarında tutulmaktadır. Bu çalışma 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Fizyolojisi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasındaki genetik değişkenliği azaltmak için aynı koloniden alınan larvalar deneyde kullanılmıştır. Kafesteki erişkinler toz şeker ve su ile beslenmiştir. Kafeslerde yaklaşık 1:1 erkek ve dişi oranında 500 erişkin sinek bulunmaktadır. Sinek kolonileri 2 yıl boyunca korunmuş ve periyodik olarak vahşi erişkin yakalanarak desteklenmiştir. Yetişkin sineklerinin bulunduğu kafeslere 50 g taze tavuk karaciğeri içeren petri kapları yerleştirilerek yumurta elde edilmiştir. Çatlayan yumurtalardan elde edilen birinci evre larvalar hem sinek kolonisinin sürekli kültürü için hem de larvisidal deneyler için kullanılmıştır.

2.2. Uçucu Yağlar

Çalışmada kullanılan nane, karabiber, karanfil, çam terebentin esansiyel yağları bitki uzmanından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan dört uçucu yağın farklı dozları (%20, 30, 40, 50, 60, 100) saf su ve %0,3'lük tween 80 (Emülgatör) kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonlar kullanılmaya kadar 4°C' de cam şişelerde saklanmıştır.

2.3. Biyolojik Çalışmalar

Yumurtadan çıkan birinci evre (instar) larva grupları, ince bir fırça ile karıştırılmış, rastgele seçilen 15 adet birinci evre (instar) larva (L1) farklı konsantrasyonda uçucu yağ ile (1ml solüsyonla) karıştırılmış 10g tavuk karaciğeri içeren 200ml' lik plastik kaplara (Firatmed Ürünleri, Fıratmed Ankara, Türkiye) konulmuştur. Her yağ konsantrasyonu için deneyler dört tekrar halinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak saf su kullanılmıştır. İçerisinde larva olan plastik kaplar inkübatöre aktarılmıştır (%70±0.2 bağıl nem, 12:12 (A:K) foto periyotta ve 24°C). Tüm kaplarda larvaların mortalitesi, ilk 12 saatten sonra etkisini göstermiştir. Ölü larvalar günde iki kere kontrol edilerek ortamdaki çıkarılmıştır. Gözlemler yetişkin çıkıncaya kadar devam etmiştir. Yetişkin sinekler toplanarak -20°C' de tutulmuş, daha sonra dondurucudan çıkarılarak cinsiyet tayini yapılmıştır. Toplam larval mortalite (TLM): $TLM = \frac{\text{toplam ölü larva} \times 100}{\text{test edilen toplam larva}}$; Pupa oranı: $\text{Pupa \%} = \frac{A}{B} \times 100$ (burada: A=pupa sayısı, B=test edilen larva sayısı); erişkin sayıları ise: $\text{Erişkin sayısı} = \% = \frac{A}{B} \times 100$ (burada: A=ortaya çıkan yetişkin sayısı, B=test edilen pupa sayısı) denklemlerine göre hesaplanmıştır

2.4. İstatistiksel Analiz

Larva, pupal mortalite, pupa oranı, pupal ağırlık, erişkin cinsiyet oranı erişkin ağırlığı sinek erişkin ortaya çıkma oranları, tek yönlü varyans analiziyle incelenmiştir. Mortalite verileri, her bir konsantrasyon, kullanılan yağa göre ve bunlar arasındaki etkileşimler dikkate alınarak analiz edilmiştir. Aradaki farkın anlamlılığında ortalamalar Turkey HSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. F değeri $p < 0.05$ olduğunda istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir. Esansiyel yağlarla biyolojik parametreler arasındaki ilişki lineer regresyon analiziyle incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çok farklı alanlarda kullanılan ticari öneme sahip olan bitkisel yağların böcek öldürücü aktiviteleri son yıllarda tüm dünyanın dikkati çekmekte ve bu konuda yapılan araştırma sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada *Mentha piperita* L. (Lamiaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae), *Eugenia caryophyllata* (Caryophyllaceae), *Oleum pinus* sp bitkilerinden elde edilen yağların, *L. sericata* larvalarının biyolojik parametreleri üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Larval, pupal süreler, larval, pupal mortalite, pupa ve erişkin ağırlıkları yağların tüm konsantrasyonlarında kontrolle karşılaştırılmıştır.

3.1. Larval ve Pupal Gelişim Süresi

Çalışmamızda yağların kimyasal yapısı ve konsantrasyonuna bağlı olarak da larval ve pupal sürelerin değiştiği görülmüştür (Çizelge 1). En uzun larval süre karabiber yağı %20' lik konsantrasyonlarda görülürken (11 gün) en kısa ise çam yağının tüm konsantrasyonları ve nane yağının %20' lik konsantrasyonunda (6 gün) gözlemlenmiştir. Farklı yağlardaki larval gelişim zamanları karşılaştırılmış larval süreler arasındaki fark anlamlı çıkmıştır (%20 konsantrasyon için, $F_{4,177}=7560.032$, $p=0.000$; %30 konsantrasyon için $F_{3,109}=86.00,3$ $p=0.000$; %40 konsantrasyon $F_{2,107}=23725.119$ $p=0.000$; %50 konsantrasyon için $F_{2,93}=682.019$, $p=0.000$). Tüm konsantrasyonlarda pupal süre kontrole kıyasla daha uzundur. En kısa pupal süre karabiber yağı %20' lik konsantrasyonlarda görülürken (7 gün) en uzun ise çam yağının tüm konsantrasyonları ve nane yağının %20' lik konsantrasyonunda (11 gün) gözlemlenmiştir. Farklı yağlardaki pupal gelişim süreleri arasındaki fark anlamlı çıkmıştır (%20 konsantrasyon için, $F_{4,177}=13691$, $p=0.000$; % 30 konsantrasyon için $F_{3,109}=2855.305$ $p=0.000$; %40 konsantrasyon $F_{2,107}=33433.851$, $p=0.000$; %50 konsantrasyon için $F_{2,93}=14961$, $p=0.000$). Larval ve pupal süre ile yağ konsantrasyonları arasındaki istatistiksel açıdan anlamlı pozitif doğrusal bir ilişki vardır (larval süre için; $R^2=0.90$; $P=0.0000$ pupal süre için $R^2=0.77$; $P=0.0000$). Pinto ve ark. (2015), yaptıkları çalışmalarında *Musca domestica* Linnaeus 1758 (Diptera: Muscidae)' nın limon otu (*Cymbopogon citratus*) yağının konsantrasyonuna bağlı olarak gelişim süreleri farklı etkilenmiştir. Limon otunun %5, 10, 25, 100 konsantrasyonlarıyla etkileşimlerinde gelişim sürelerinin uzadığı, %50 ve %75 konsantrasyonuyla etkileşimlerinde ise gelişim sürelerinin kısaldığı görülmüştür. Mukandiwa ve ark. (2012), yaptığı çalışmalarında *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Calliphoridae) ve *Chrysomya marginalis* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Calliphoridae), larvalarını *Alocasia zebрина*, *Clausena anisata*, *Erythina lysistemon* ve *Sparrmannia africana* bitki ekstraktlarıyla muamele edilince larval ve pupal gelişim sürelerinin uzadığını gözlemlenmişlerdir, bu bulguların sonuçları bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumludur.

3.2. Larval ve Pupal Mortalite Oranı

Larva ve pupal mortalite oranları konsantrasyona ve yağın kimyasal yapısına göre farklılık göstermiştir. Yağların hepsinde %100 konsantrasyonda larval mortalite oranı %100' dür. Ayrıca %60 konsantrasyonda çam terebentin yağı hariç larval mortalite oranı %100' dür. Çizelge 2' de farklı yağ konsantrasyonlarındaki pupa ve erişkin sayıları verilmiştir. Yapılan çalışmada, en düşük larval mortalite oranı karanfil yağı %20 (%6.6), en yüksek ise karabiber yağının %20 ve karanfil %30 konsantrasyonunda görülmüştür (%33). Pupal mortalite yüzdesi en düşük %20 çam terebentin yağında (%0) en yüksek ise karanfil yağı %30 konsantrasyonda görülür (%50). Lineer regresyon analizi yağların tüm konsantrasyonları ile pupa sayıları ve erişkin sayıları arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermiştir (pupa sayıları; $R^2=0.058$; $P=0.0000$, erişkin sayıları; $R^2=0.091$, $P=0.0000$). Yaptığımız çalışmada yağların konsantrasyonları arttıkça mortalite oranları artmıştır. Kullanılan yağlar içerisinde karabiber yağı *L. sericata* larvaları üzerinde en etkili yağ olarak görülmüştür, bunu karanfil yağı ve nane yağı takip etmiştir. En az etkisi olan ise çam terebentin yağı bulunmuştur. Mohamed ve ark. (2016), yaptıkları çalışmalarında *Commiphora molmol* ve *Balanites aegyptiaca* bitki ekstraktlarının yüksek konsantrasyonlarının *L. sericata* larvalarını tümüyle öldürdüğünü göstermişlerdir. Khater ve Khater, (2009) yaptıkları çalışmalarında %16 konsantrasyonda çemen otu ve kereviz ekstraktlarının *L. sericata*'nın pupa oranını ve yetişkin oranları oldukça azalttığını göstermiştir. Shalaby ve ark. (2016), yaptıkları çalışmalarında lavanta ve kâfur yağının %32 lik konsantrasyonunda *L. sericata*'nın larval mortalite oranını %100 ve %93.3 olarak bulmuşlardır. Pinto ve ark. (2015) *M. domestica* ile yaptıkları çalışmalarında kullanılan ekstraktların dozuna bağlı olarak mortalite oranının değiştiği bulmuşlardır ve bu bulgular bizim çalışmamızla uyumludur. Yaptığımız çalışmada en az pupa karanfil %30, karabiber %20 konsantrasyonda (10 pupa), en az erişkin karanfil %30 konsantrasyonda görülmüştür (5 erişkin). Khater, (2017), *L. sericata* üzerinde *Alianthus altissima*, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum* bitki ekstraktlarının etkisini araştırdığı çalışmasında pupa oranlarının %18-%60 arasında erişkin çıkma oranının ise %24.5-%84.6 oranında değiştiği bulmuşlardır. Khater ve ark. (2011), *L. sericata*' üzerinde çemen otu, kereviz, turp ve hardal otu ekstraktlarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında pupa oranlarının, çemen ve kereviz ekstraktlarının %16 konsantrasyonunda belirgin bir şekilde azaldığını göstermiştir. Ayrıca hardal yağının %8 konsantrasyonda, turp yağının %12 konsantrasyonda, çemen ve kereviz yağının %16 konsantrasyonda erişkin çıkmasının baskılandığını bildirilmiştir.

Çizelge 1. *L. sericata*'nın farklı konsantrasyondaki yağlarda larval ve pupa süreleri

Table 1. Larval and pupal duration of *L. sericata* in oils with different concentrations

Konsantrasyon (%)	Yağ	Larval gelişim süresi (gün) (ort± std)	Pupal gelişim süresi (gün) (ort± std)
Kontrol	-	8.02±0.08b*	6.04±0.05a
20	Karabiber	11.03±0.06c	7.03±0.06a
	Karanfil	6.09±0.02a	10.02±0.08b
	Çam terebentin	6.01±0.06a	11.02±0.04b
	Nane	6.01±0.06a	11.03±0.08b
Kontrol	-	8.02±0.08b	6.04±0.05a
30	Karanfil	8.18±0.09b	11.02±0.02b
	Çam terebentin	6.02±0.07a	11.01±0.053b
	Nane	7.07±0.04ab	11.01±0.06b
	Karabiber	-	-
Kontrol	-	8.02±0.08b	6.04±0.05a
40	Çam terebentin	6.05±0.01a	11.05±0.01b
	Nane	9.01±0.04b	10.03±0.06b
	Karanfil	-	-
	Karabiber	-	-
Kontrol	-	8.02±0.08b	6.04±0.05a
50	Çam terebentin	6.11±0.05a	11.03±0.08b
	Nane	9.02±0.06b	10.01±0.04b
	Karabiber	-	-
	Karanfil	-	-
Kontrol	-	8.02±0.08b	6.04±0.05a
60	Çam terebentin	6.20±0.09a	11.03±0.07b
	Nane	-	-
	Karabiber	-	-
	Karanfil	-	-

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey-HSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P<0.05$). (ort± std=Ortalama standart sapma)

Çizelge 2. *L. sericata*'nın farklı konsantrasyondaki yağlarda pupa ve erişkin sayıları
Table 2. Pupal and adult numbers of *L. sericata* in oils of different concentrations

Konsantrasyon (%)	Yağ	Pupa sayısı (N)	Pupa Sayısı (%)	Erişkin sayısı (N)	Erişkin sayısı (%)
Kontrol	-	15	100	14	93
20	Karabiber	10	66	8	80
	Karanfil	14	93	11	78
	Çam terebentin	12	80	12	100
	Nane	13	86	9	69
30	Karanfil	10	66	5	50
	Çam terebentin	12	80	11	91
	Nane	12	80	8	66
	Karabiber	-	-	-	-
40	Çam terebentin	12	80	10	83
	Nane	13	86	11	84
	Karanfil	-	-	-	-
	Karabiber	-	-	-	-
50	Çam terebentin	12	80	10	83
	Nane	12	80	8	83
	Karanfil	-	-	-	-
	Karabiber	-	-	-	-
60	Çam terebentin	12	80	8	83
	Karanfil	-	-	-	-
	Karabiber	-	-	-	-
	Nane	-	-	-	-

(ort± std=Ortalama standart ±sapma)

Çizelge 3. *L. sericata*'nın farklı konsantrasyondaki yağlarda pupa ve erişkin ağırlıkları
Table 3. Pupal and adult weights of *L. sericata* at different concentrations of oils

Konsantrasyon (%)	Yağ	Pupa ağırlığı (mg) (ort± std)	Erkek ağırlığı (mg) (ort± std)	Dişi ağırlığı (mg) (ort± std)
Kontrol	-	28.86±0.50d*	27.95±0.10b	35.52±0.33d
20	Karabiber	19.60±0.47a	30.09±0.58c	31.72±0.13c
	Karanfil	19.23±0.50a	28.16±0.71b	23.78±0.15a
	Çam terebentin	23.23±0.32c	28.61±0.17b	38.50±0.56d
	Nane	21.32±0.20b	18.46±0.42a	26.20±0.93b
Kontrol	-	28.86±0.50d	27.95±0.10c	35.52±0.33d
30	Karanfil	10.17±0.21a	19.77±0.34a	20.86±0.11b
	Çam terebentin	23.02±0.34c	25.50±0.15b	38.10±0.47c
	Nane	20.47±0.32b	28.28±0.81c	18.40±0.78a
	Karabiber	-	-	-
Kontrol	-	28.86±0.50c	27.95±0.10b	35.52±0.33a
40	Çam terebentin	21.30±0.41b	21.70±0.16a	35.80±0.84a
	Nane	18.72±0.31a	20.10±0.16a	35.36±0.76a
	Karabiber	-	-	-
	Karanfil	-	-	-

Kontrol	-	28.86±0.50c	27.95±0.10c	35.52±0.33c
50	Çam terebentin	19.77±0.39b	16.06±0.11b	32.43±0.95b
	Nane	14.36±0.42a	14.25±0.13a	12.21±0.16a
	Karabiber	-	-	-
	Karanfil	-	-	-
Kontrol	-	28.86±0.50b	27.95±0.10a	35.52±0.33b
60	Çam terebentin	18.80±0.36a	28.47±0.53a	18.51±0.14a
	Karabiber	-	-	-
	Karanfil	-	-	-
	Nane	-	-	-

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey–HSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($P < 0.05$). (ort± std=Ortalama standart ±sapma).

3.3. Pupa ve Erişkin Ağırlığı

Pupa ağırlığı ve erişkin ağırlığı yağların kimyasal yapısına ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişmiştir. En ağır pupa çam terebentin yağında % 20 ve % 30 konsantrasyonda (23.23 ± 0.32 ; 23.02 ± 0.34) en düşük ise karanfil yağı %30 konsantrasyonda (10.17 ± 0.21) görülmüştür. Yağların pupal ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($F_{4,177} = 71.866$, $p = 0.000$). Pupa ağırlıkları açısından yağlar ve konsantrasyonlar karşılaştırıldığında aradaki fark anlamlıdır ($F_{4,177} = 71.866$, $p = 0.000$; $F_{3,109} = 110.593$, $p = 0.000$; $F_{2,107} = 33.073$, $p = 0.000$; %50 konsantrasyon için $F_{2,93} = 48.428$, $p = 0.000$). Lineer regresyon analizi yağların konsantrasyonları ile pupa ağırlıkları arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir ($R^2 = 0.042$; $P = 0.000$).

Çizelge 3' te farklı konsantrasyonlardaki yağlarda pupa ve erişkin ağırlıkları verilmiştir. Dişi ve erkekler ağırlıkları, yağların konsantrasyonları açısından karşılaştırıldığında en ağır dişi çam terebentin yağı %20 ve %30 konsantrasyonda (38.50 ± 0.47 ; 38.14 ± 0.56) en hafif dişi nane yağında %50 konsantrasyonda (12.21 ± 0.16) görülmüştür. En ağır erkek karabiber yağı %20 konsantrasyonda (30.09 ± 0.58) en hafif erkek nane yağı %50 konsantrasyonda (14.25 ± 0.13) en hafif dişi nane yağı %20 konsantrasyonda görülmüştür. Yağların erişkin ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($F_{4,177} = 71.866$, $p = 0.000$). Dişi ağırlıkları yağların konsantrasyonları açısından karşılaştırıldığında %20, %30 ve %50 konsantrasyonları için aradaki fark anlamlıyken (%20 için: $F = 18.954$, $p = 0.000$; %30 için: $F_{3,64} = 47.871$, $p = 0.000$; %50 için: $F_{2,50} = 13.264$, $p = 0.000$) %40 konsantrasyon için dişi ağırlıkları arasındaki fark anlamsızdır (%40 için $F_{2,59} = 0.021$, $p = 0.979$). Erkek ağırlıkları yağların konsantrasyonları açısından karşılaştırıldığında (%20 için $F_{4,177} = 4,832.625$, $p = 0.000$; %30 konsantrasyon için $F_{3,64} = 4.652$; $p = 0.000$) aradaki fark anlamlı; %40 ve %50 konsantrasyon için erkek ağırlıkları arasındaki fark anlamsızdır ($F_{2,59} = 3.497$, $p = 0.039$; %50 konsantrasyon için $F_{2,50} = .004$, $p = 0.0966$). Lineer regresyon analizi yağların konsantrasyonları ile dişi ve erkek ağırlıkları arasında bir korelasyon olmadığını göstermiştir (dişi ağırlığı; $R^2 = 0.004$; $P = 0.0398$, erkek ağırlığı; $R^2 = 0.006$, $P = 0.0911$).

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların sinek larvalarının kütükül yapısını deforme ettiği (Schmutterer ve ark., 2016) ve nöroendokrin kontrolüne etki ettiği bilinmektedir (Meurant ve ark., 1994). Larva büyüme, gelişme ve farklılaşma için gerekli olan nöro-hormonların salınmasından endokrin bezlerin sorumlu olduğu bilinmektedir (Akkol ve ark., 2020) dolayısıyla bu bezlerin çalışmasının etkilenmesi ve nörodejaneratif bozukluklara yol açmakta, larval gelişimi ve larval metabolizmayı etkilemektedir. Mohamed ve ark. (2016), yaptıkları çalışmalarında bitkisel yağların *L. sericata* larvalarını etkilemesi sonucunda küçük boyutlu ve deforme pupaların ve erişkinlerin oluştuğu görülmüştür. Khater ve ark. (2011), yaptığı çalışmada marul yağının larvada %57, pupada %50 ve yetişkinlerde %50 oranlarında deformiteye neden olduğunu göstermiştir. Küçük, pigmentli ve bükülmüş, zayıf larvalara küçük, deformiteli pupa ve erişkinlere neden olmuştur, yaptığımız çalışmayla uyumludur.

4. Sonuç

Dört farklı bitki ekstraktlarının *L. sericata* larvalarının biyolojik parametreleri üzerindeki etkilerini incelediğimiz çalışmamızda sonucunda, *Piper nigrum*'dan elde edilen yağın *L. sericata* larvalarının kontrolünde diğer yağlardan daha etkili olduğu görülmüştür. Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldıklarında larvaları öldüren morfolojik anormallığe yol açan bu bitkisel yağlar kolaylıkla, yetişkinlerin ortaya çıkmasını önleyebilir. *L. sericata*'ya karşı sentetik böcek ilaçlarına alternatif olarak bitkisel yağların kullanılması hem ucuz hem de etkili bir yöntemdir. Elde ettiğimiz veriler ileride yapılması planlanan haşere önleme ve etkisiz hale getirmeye yönelik

çalışmalarda böcek kontrol ajanlarının geliştirilmesine ışık tutacaktır. Zararlılarla ve sineklerle mücadelede farklı esansiyel yağların toksik etkisini inceleyen çalışmalar planlanmalı, validasyon çalışmaları yapılmalı ve haşere yönetimi programlarına entegre edilmelidir.

Kaynaklar

- Akkol, E. K., İlhan, M., Kozan, E., Dereli, F.T.G. Sak, M., Sobarzo-Sánchez, E., 2020. Insecticidal Activity of *Hyoscyamus niger* L. on *Lucilia sericata* Causing Myiasis. *Plants*, 9(5): 655-665. doi :https://doi.org/10.3390/plants9050655.
- Aldemir, O.S., Ural, K., 2012. Aysul, N., Derincegöz, O., Simsek, E., Güler, A.G. A case of traumatic myiasis in a dog. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 36 (2): 109-111. doi:10.5152/tpd.2012.26.
- Asghari, B., Zengin, G., Bahadori, M.B., Abbas, M.M., Dinparast, L., 2018. Amylase, glucosidase, tyrosinase and cholinesterases inhibitory, antioxidant effects and GC-MS analysis of wild mint (*Mentha longifolia* var. *calliantha*) essential oil: A natural remedy. *European Journal of Integrati and Medicine*, (22): 44-49. doi:10.1016/j.eujim.2018.08.004.
- Byrd, J.H., Tomberlin, J.K., Castner, J.L., 2010. Insects of forensic importance. In: Byrd, J.H., Castner, J.L., (Eds). *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press Boca Raton;. pp. 39–126.
- Chhabra, M.B., Pathak, K.M.L., 2009. Myiasis of domestic animals and man in India. *Journal of Veterinary Parasitology*, 23 (1): 1-7. doi: 10.1007/s12639-012-0109-0.
- Dogan, G., Bagci, E., 2018. Chemical composition of essential oil of *Pinus nigra* sub sp. *Pallasiana* (Pinaceae) Twigs, from different regions of Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (2): 511-519. doi:10.1080/0972060X.2017.1415771.
- El-Khateeb, R.M., Abdel-Shafy, S., Zayed, A.A., 2003. Insecticidal effects of neem seed and vegetable oils on larval and pupal stages of sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of the Egyptian Veterinary Medical Association*, (63): 255-268.
- Greenberg, B., 1991. Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 28 (5): 565-577. doi: 10.1093/jmedent/28.5.565.
- Hashemina, S.M., Sendi, J.J., Jahromi, K.T., 2011. Moharrampour S. The effects of *Artemisia annua* L. and *Achillea millefolium* L. crude leaf extracts on the toxicity, development, feeding efficiency and chemical activities of small cabbage *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99 (3): 244-249. doi:10.1016/j.pestbp.2010.12.009.
- Hourigan, J.W., 1979. Spread and detection of soroptic scabies of cattle in united states. *Journal of American Veterinary Association*, (175) 1278-1280.
- Isman, M.B., 2006. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*. (51): 45-66. doi:10.1146/annurev.ento.51.110104.151146.
- Khater, H.F., 2009. The insecticidal activity of four medicinal plants against the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Dermatology*, 48 (5): 492-497. doi: 10.1111/j.1365-4632.2009.03937.x.
- Khater H.F., Hanafy, A.M., Abdel-Mageed, A.D., Ramadan, M.Y., El-Madawy, R.S., 2011. The insecticidal effect of some Egyptian plant oils against *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Dermatology*, 50 (2): 187-194. doi: 10.1111/j.1365-4632.2009.03937.x.
- Khater, K.S., 2017. Efficacy of some plant extracts on *Lucilia Sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, Toxicology Pest Control*, 9 (1): 1-7. doi:10.21608/eajbsf.2017.17047.
- Khater, H.F., Ali, M.A., Abouelella, G.A., Marawan, M.A., Govindarajan, M., Murugan, K., Abbas, R.Z., Vaz, N.P., Benelli, G., 2018. Toxicity and growth inhibition potential of vetiver, cinnamon, and lavender essential oils and their blends against larvae of the sheep blowfly, *Lucilia sericata*. *International Journal of Dermatology*, 57: 449 – 457. doi: 10.1111/j.1365-4632.2009.03937.x.
- Khater, H.F., Geden, C.J., 2018. Potential of essential oils to prevent fly strike and their effects on the longevity of adult *Lucilia sericata*. *Journal of Vector Ecology*, 43(2): 261-270. doi:10.1111/jvec.12310.
- Mazyad, S.A., El-Serougi, A.O., Morsy, T.A., 1999. The efficacy of the volatile oils of three plants for controlling *Lucilia sericata*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 29 (1): 91-100.
- Meurant, K., Sernia, C., Rembold, H., 1994. The effects of azadirachtin a on the morphology of the ring complex of *Lucilia cuprina* (Wied) larvae (Diptera: Insecta). *Cell and Tissue Research*, 275 (2): 247-254. doi:10.1007/BF00319422.
- Mohamed, H.S., Abbas, Fahmy, M.M., Attia, M.M., El Khateeb, R. M., Shalaby, H A., Massoud, A.M., 2016. The insecticidal activity of two medicinal plants (*Commiphora molmol*) and (*Balanites aegyptiaca*) against the

- blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3(3): 144-158.
- Morsy TA, Shoukry A, Mazyad SA, Makled KM. The effect of the volatile oils of *Chenopodium ambrosioides* and *Thymus vulgaris* against the larvae of *Lucilia sericata* (Meigen). Journal of the Egyptian Society of Parasitology, 1998; 28 (2): 503-510.
- Mukandiwa, L., Eloff, J.N., Naidoo, V., 2012, Evaluation of plant species used traditionally to treat myiasis for activity on the survival and development of *Lucilia cuprina* and *Chrysomya marginalis* (Diptera: Calliphoridae). Veterinary Parasitology, 190 (3-4): 566-572. doi:10.1016/j.vetpar.2012.06.027.
- Osanloo, M., Sedaghat, M.M., Esmaeili, F., Amani, A., 2018. Larvicidal activity of essential oil of *Syzygium aromaticum* (Clove) in comparison with its major constituent, eugenol, against *Anopheles stephensi*. Journal of Arthropod-Borne Diseases, 12 (4): 361-369.
- Osman, S.E.I., Swidan, M.H., Kheirallah, D.A., Nour, F.E., 2016. Histological effects of essential oils, their monoterpenoids and insect growth regulators on midgut, integument of larvae and ovaries of *Khapra beetle*, *Trogoderma granarium* everts. Journal of Biological Science, (16): 93-101. doi:10.3923/jbs.2016.93.101.
- Papachristos, D.P., Stamopoulos, D.C., 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38 (2): 117-128. doi:10.1016/S0022-474X(01)00007-8.
- Pavela, R., 2015. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. Industrial Crops and Products, (76): 174-187. doi:10.1016/j.indcrop.2015.06.050.
- Pinto, Z.T., Sánchez, F.F., Santos, A.R.D., Amaral, A.C.F., Ferreira, J.L.P., Escalona-Arranz, J.C., de Carvalho Queiroz, M.M., 2015. Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 24 (1): 36-44. doi:10.1590/S1984-29612015006.
- Regnault, R.C., Vincent, C., Arnason, J.T. 2012. Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. Annual Review of Entomology, (57): 405-424. doi:10.1146/annurev-ent-120710-100554.
- Schmutterer, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology, 35 (1): 271-297. doi:10.1146/annurev.en.35.010190.001415.
- Sengottayan, S.N., 2013. Physiological and biochemical effect of neem and other Meliaceae plants secondary metabolites against Lepidopteran insects. Frontiers in Physiology, (4): 359. doi:10.3389/fphys.2013.00359.
- Shalaby, H.A., El Khateeb, R.M., El Namaky, A.H., Ashry, H.M., Kandil, O.M., El Dobal, S.K.A., 2016. Larvicidal activity of camphor and lavender oils against sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). Journal of Parasitic Diseases, 40 (4): 1475-1482. doi:10.1007/s12639-015-0715-8.
- Sharaby, A., El-Nujiban, A., 2016. Histological effects of some essential oils combination on different tissues of the black cutworm larvae *Agrotis ipsilon* (Hufn.). Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences, (3): 6-11.
- Smith, K.E., Wall, R., 1997. Asymmetric competition between larvae of the blowflies *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* in carrion. Ecological Entomology, 22 (4): 468-474. doi: 10.1046/j.1365-2311.1997.00093.x.
- Singh, B., Crippen, T.L., Zheng, L., Fields, A.T., Yu, Z., Ma, Q., Wood, T. K., Dowd, S.E., Flores, M., Tomberlin, J.K., Tarone, A.M., 2015. A metagenomic assessment of the bacteria associated with *Lucilia sericata* and *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). Applied Microbiology and Biotechnology, 99(2):869-83. doi 10.1007/s00253-014-6115-7.
- Snoep, J.J., Sol, J., Sampimon, O.C., Roeters, N., Elbers, A.R.W., Scholten, H.W., Borgsteede, F.H.M., 2002. Myiasis in sheep in the netherlands. Veterinary Parasitology, 106 (4): 357-363. doi:10.1016/S0304-4017(02)00088-2.
- Taleb, M., Açıkgöz, H.N., Tail, G., Djedouani, Bi, Toumi, M., 2018. Title first data on the distribution of *Lucilia sericata* meigen, *Calliphora vicina* Robineau Desvoidy and *Chrysomya albiceps* Wiedmann (Diptera: Calliphoridae) in Algeria title. Zoology and Ecology, 28 (2): 142-154. doi: 10.1080/21658005.2018.1462611.
- Tellam, R.L., Bowles, V.M., 1997. Control of blowfly strike in sheep: Current strategies and future prospects. International Journal for Parasitology, 27 (3): 261-273. doi:10.1016/S0020-7519(96)00174-9.
- Ütük, A.E., 2006. Bir köpekte travmatik myiasis olgusu. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 20 (1): 97-99.
- Whyard, S., Downe, A.E.R., Walker, V.K., 1994. Isolation of an esterase conferring insecticide resistance in the mosquito *Culex tarsalis*. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 24 (8): 819-827. doi:10.1016/0965-1748(94)90110-4.
- Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Jiang, P., Quek, S., 2016. Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Food Control, (59): 282-289. doi:10.1016/j.foodcont.2015.05.032.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.845696

Some Physico-Chemical and Mechanical Properties and Workability of Bilecik Şeyh Edebali University Campus Soils

Zeynep Demir ^{a,*}, Zeki Mut ^b, Hanife Mut ^b, Erdem Gülümser ^b

^a Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Ankara 06172, Turkey

^b Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Field Crops, Bilecik 11230, Turkey

*Sorumlu yazar/corresponding author: zdemir06@yahoo.com

Geliş/Received 23/12/2020 Kabul/Accepted 30/12/2020

ABSTRACT

In this study, some physico-chemical and mechanical properties and appropriate moisture levels for workability of soil series in Bilecik Şeyh Edebali University Campus area in Turkey were determined. Soil samples were taken from 0 - 20 cm depth of 20 different points in Gülümbe and Aşağıköy series. Soils in the Gülümbe were clay (C) and clay loam (CL) in texture with a mean bulk density of 1.05 g cm⁻³, saturated hydraulic conductivity of 0.66 cm h⁻¹, slightly alkaline (pH=7.74), medium soil organic matter (SOM) (2.01%), high lime (17.08%), insufficient available phosphorus (1.92 kg P₂O₅ da⁻¹), sufficient available potassium (88.54 kg K₂O da⁻¹), cation exchange capacity (CEC) of 37.71 cmol kg⁻¹, insufficient available Fe (2.35 mg kg⁻¹) and available Mn (5.18 mg kg⁻¹), sufficient available Zn (1.81 mg kg⁻¹) and available Cu (1.00 mg kg⁻¹) contents. Soils in the Aşağıköy were loamy (L) and sand-clay-loam (SCL) in texture with a bulk density of 1.31 g cm⁻³, saturated hydraulic conductivity of 2.32 cm h⁻¹, slightly alkaline (pH=7.74), low organic matter (1.81%), medium lime (6.75%), high available phosphorus (18.76 kg P₂O₅ da⁻¹), sufficient available potassium (133.94 kg K₂O da⁻¹), CEC of 25.26 cmol kg⁻¹, sufficient available Fe (5.67 mg kg⁻¹) and available Cu (2.57 mg kg⁻¹), insufficient available Mn (3.21 mg kg⁻¹) and available Zn (0.66 mg kg⁻¹) contents. While the highest liquid limit (LL) (68.17%) and plastic limit (PL) (31.49%) values were determined in Gülümbe series with the highest clay content and the lowest LL (46.50%) and PL (24.80%) values were in Aşağıköy series with the lowest clay content. Plasticity index (PI) of the soils in Gülümbe and Aşağıköy series respectively varied between 32.73 - 40.26% with a mean of 36.17% and between 21.70 - 28.0% with a mean of 24.73%. Based on LL and PI values, Gülümbe soils were classified as "highly plastic inorganic clays" and Aşağıköy soils were classified as "moderately plastic inorganic clays". LL values of the soils had significant correlations with clay (0.88**), sand (-0.71*), PL (0.75**), PI (0.89**), consistency index (0.57*), SOM (0.62*), CEC (0.75**) and available K₂O (0.54*). The upper and lower moisture limits for optimum tillage were recommended as 29.15 - 23.50% for Gülümbe series and as 24.95 - 21.24% for Aşağıköy series. It was concluded that campus soils could be cultivated at field capacity without any structural deformations because of the consistency index values were between 0.75 - 1.00.

Keywords:
Soil physicochemical properties
Field capacity
Atterberg limits
Consistency index
Clay activity
Soil workability

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Kampüs Topraklarının Bazı Fiziko-Kimyasal ve Mekaniksel Özellikleri ve İşlenebilirlikleri

ÖZET

Bu çalışmada, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Kampüs alanında yer alan toprak serilerinin bazı fiziko-kimyasal ve mekaniksel özellikleri ve işlenebilirlikleri için uygun nem düzeyleri belirlenmiştir. Gülümbe ve Aşağıköy toprak serilerinden 0-20 cm derinlikten 20 farklı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Gülümbe serisindeki topraklar killi (C) ve killi tın (CL) bünyeli, ortalama hacim ağırlığı 1.05 g cm⁻³, doygun hidrolik iletkenlik değeri 0.66 cm h⁻¹, hafif alkalın (pH=7.74), orta düzeyde organik madde (%2.01), yüksek düzeyde kireç (%17.08), yetersiz düzeyde elverişli fosfor (1.92 kg P₂O₅ da⁻¹),

Anahtar Sözcükler:
Fiziko-kimyasal toprak özellikleri
Tarla kapasitesi
Atterberg limitleri
Kıvam indeksi

yeterli düzeyde elverişli potasyum ($88.54 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$), kation değişim kapasitesi $37.71 \text{ cmol kg}^{-1}$, Killerin aktivitesi yetersiz düzeyde elverişli Fe (2.35 mg kg^{-1}) ve Mn (5.18 mg kg^{-1}), yeterli düzeyde elverişli Zn (1.81 mg kg^{-1}) ve Cu (1.00 mg kg^{-1}) içermektedir. Aşağıköy serisindeki topraklar tınlı (L) ve kumlu killi tın (SCL) tekstürlü, ortalama hacim ağırlığı 1.31 g cm^{-3} , doymun hidrolik iletkenlik değeri 2.32 cm h^{-1} , hafif alkalin ($\text{pH}=7.74$), düşük düzeyde organik madde (1.81%), orta düzeyde kireç (6.75%), yüksek düzeyde elverişli fosfor ($18.76 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$), yeterli düzeyde elverişli potasyum ($133.94 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$), kation değişim kapasitesi $25.26 \text{ cmol kg}^{-1}$, yeterli düzeyde elverişli Fe (5.67 mg kg^{-1}) ve Cu (2.57 mg kg^{-1}), yetersiz düzeyde elverişli Mn (3.21 mg kg^{-1}) ve Zn (0.66 mg kg^{-1}) içermektedir. En yüksek likit limit (LL) (68.17%) ve plastik limit (PL) (31.49%) değerleri en yüksek kil içeriğine sahip olan Gülümbe serisinde belirlenirken, en düşük LL (46.50%) ve PL (24.80%) değerleri en düşük kil içeriğine sahip olan Aşağıköy serisinde belirlenmiştir. Gülümbe and Aşağıköy serilerinde toprakların plastiklik indeksi (PI) sırasıyla $32.73 - 40.26$ arasında olup ortalama 36.17 ve $21.70 - 28.0$ arasında olup ortalama 24.73 'tür. LL ve PI değerlerine göre, Gülümbe serisine ait topraklar "fazla plastik inorganik killer" grubuna ve Aşağıköy serisine ait topraklar ise "orta derecede plastik inorganik killer" grubunda sınıflandırılmıştır. Toprakların LL değerleri kil (0.88^{**}), kum (-0.71^*), PL (0.75^{**}), PI (0.89^{**}), kıvam indeksi (0.57^*), organik madde (0.62^*), kation değişim kapasitesi (0.75^{**}), elverişli potasyum (0.54^*) ile önemli korelasyonlar göstermiştir. Gülümbe ve Aşağıköy serilerindeki toprakların optimum işlenmeleri için en uygun nem düzeyinin üst ve alt sınırı sırasıyla $29.15 - 23.50$ ve $24.95 - 21.24$ olarak belirlenmiştir. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Kampüs alanındaki toprakların kıvam indeksi değerlerinin 0.75 ile 1.00 arasında olması nedeniyle toprak strüktüründe bozulmalara neden olmadan tarla kapasitesindeki nem düzeylerinde işlenmelerinin uygun olacağı belirlenmiştir.

© OMU ANAJAS 2021

1. Introduction

Soil behaviors in agricultural and engineering practices are largely dominated by physical characteristics (Phogat et al., 2015). Such physical characteristics directly influence penetration of the roots deep into soil profile, soil water holding capacity, available nutrients, soil aeration and heat diffusion. Soil other characteristics like chemical and biological characteristics are also designated by physical characteristics (Chris Sheba et al., 2019). Texture and structure are the most significant physical characteristics of the soils. While texture implies the relative proportion of each sand, silt and clay particles, structure implies the arrangement of individual particles. Both parameters designate soil porosity and pore size distribution. Soil pores then directly influence soil air-water-heat relationships. Soil texture is an inherent characteristic, but structure can be altered through various processes and implementations. Soil tillage may alter soil structure, so cultural practices should be conducted at proper soil moistures to prevent possible destructions in soil structure.

Plant growth and development are largely influenced by several physicochemical and biological characteristics of the soils. Soil quality for plant growth and development is designated by soil aeration and temperature. These parameters are largely dominated by soil moisture (Phogat et al., 2015). Soil structure is assessed through various factors including porosity, infiltration rate, hydraulic conductivity, bulk density, level of compaction, soil moisture and aeration. Aggregate stability and particle size distribution, especially the quantity of macro ($>250 \text{ mm}$) and micro ($<250 \text{ mm}$) aggregates have significant effects on porosity, pore sizes and continuity or discontinuity of the pores (Six et al., 2004). As compared to micro aggregates, macro aggregates generally have greater organic matter and nutrient contents. Macro aggregates are less prone to soil erosion, may generate larger pores, thus offer better aeration and infiltration conditions (Niewczas and Witkowska-Walczak, 2003). Then, for better quality, soils are desired to have greater quantity of stable macro aggregates (Buczko and Bens, 2006).

Soil compaction alters aeration and infiltration conditions of the soils. Soil tillage induces soil compaction when performed at improper soil moistures. Thus, tillage should be practiced at optimum soil moisture levels. In soil mechanics, optimum water content is the water content at which the maximum dry unit weight was achieved under certain quantity of compactive effort. However, the term in soil tillage (optimum water content for tillage- OPT) is defined as the water content at which tillage produces the greatest proportion of small aggregates. Soil tillage at wetter or drier side of the optimum moisture may generate damages in soil structure and aggregate stability. In case of soil tillage at wetter side of optimum, structural damages are encountered through production of larger clods. In case of soil tillage at drier side of optimum, greater quantity of energy is needed to overcome the shear strength or friction among the soil particles. OPT is generally related to consistency limits, so called as Atterberg Limits, of the soils. Atterberg limits are a basic measure of critical soil moisture contents of fine-grained soils and include liquid limit (LL), plastic limit (PL) and shrinkage limit (SL). Soil texture (sand, silt and clay contents) and organic matter content greatly influence consistency limits of the soils (Lal and Shukla, 2004). Atterberg limits are commonly used to predict soil shear strength (Sharma and Bora, 2003), compressibility (Ball et al., 2000) and mechanical behavior (Campbell et al., 1980). LL and PL are especially used in estimation of mechanical behavior of fine-grained soils

and these limits reveal significant information about soil particles, organic matter, clay mineralogy and physicochemical characteristics of the soils (Soane et al., 1972).

Workability implies the desired soil conditions for tillage. It refers to soil conditions at which tillage could be practiced without causing any structural damages. Workability largely depends on tillage methods, organic matter content, soil moisture content, soil texture and bulk density. Therefore, soil workability is directly related to consistency limits (Kezdi, 1969). Soils are considered to be workable when the tillage operations are executed without any structural damage or compaction (Rounsevell, 1993).

Soil fertility implies the ability of a soil to sustain plant growth and development. It is quite a complex quality criterion for soils and closely related to available nutrients of the soils. A fertile soil has sufficient depth for sufficient root growth, adequate water holding capacity, well natural drainage, sufficient aeration, available essential nutrients and organic matter content. Maintenance of soil fertility requires proper management of nutrient supply and availability through fertilization and soil conservation practices. Soil fertility management offers optimization of plant nutrition and ultimately serves for sustainability of agricultural practices (FAO, 2006). Preservation and sustainability of soil fertility will be possible through identification of soil physical, chemical and biological characteristics and improvement of these characteristics with physical, chemical and horticultural practices (Tümsavaş, 2002). Therefore, soil fertility and characteristics should be identified and soils then be used and managed accordingly. This study was conducted to determine physico-chemical and mechanical characteristics and workability of soil series in Bilecik Şeyh Edebali University campus.

2. Materials and Methods

Soil samples taken from 0 - 20 cm soil profile of 20 different points in Bilecik Şeyh Edebali University Campus field, Turkey constituted the soil material of the present study. Samples were brought to laboratory in placed bags. Samples were air-dried under room temperature. Air-dried samples were then passed through 4 and 2 mm sieves before the analyses. Soil particle size distribution (sand, silt and clay contents) was analyzed with the use of hydrometer test (Demiralay, 1993). A pressure plate apparatus was used to determine soil moisture at field capacity (FC) and permanent wilting point (PWP) (Hillel, 1982). Available water content (AWC) was then calculated as the difference between FC and PWP (Hillel, 1982). Soil bulk density (BD) was identified as described by Tüzüner (1990). Soil total porosity was determined with the aid of Equation 1 as described in Tüzüner (1990);

$$F = 1 - (BD/2.65) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Where; F is total porosity, %; BD is bulk density, g cm⁻³. A value of 2.65 g cm⁻³ is an adequate estimate of particle density for moist soils.

Structural stability index (SSI) was calculated with the aid of hydrometer data by using Equation 2 (Leo, 1963):

$$SSI = \sum b - \sum a \dots \dots \dots (2)$$

Where; SSI = Soil Stability Index, b = clay fraction (%) and a = silt + clay fraction (%).

A wet-sieving apparatus was used to determine aggregate stability (AS) (Kemper and Rosenau, 1986). A constant-head permeameter, generally used for fine-grained soils, was used to determine saturated hydraulic conductivity (Ks) of the samples by using Equation 3 (US Salinity Lab. Staff, 1954);

$$K_s = \frac{Q}{A t} \left(\frac{S}{S + H} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Where; Ks is saturated hydraulic conductivity, cm h⁻¹; Q is effluent discharge from the soil column, cm³; A is cross-sectional area of soil column, cm²; t is time passed, hours; S is length of soil column, cm; H is water head over the soil column, cm.

Mean weight diameter was calculated with the aid of dry sieving (from 2.00, 1.00, 0.50, 0.25, 0.106 and 0.053 mm sieves) data by using Equation 4 as described in (Hillel, 1982);

$$MWD = \sum_{i=1}^k W(i) \bar{x}_i \dots\dots\dots(4)$$

Where; MWD is mean weight diameter, mm; \bar{x} is mean diameter of a particular size range, mm; $W(i)$ is weight of a particular size range.

Soil consistency limits (Liquid Limit – LL, Plastic Limit – PL) were determined in accordance with Black (1965). Plasticity Index (PI) was calculated as $PI = LL - PL$. Equation 5 was used to calculate the consistency index (I_c) with the use of LL, water content (W) and PI (Baumgartl, 2002);

$$I_c = (LL - W) / PI \dots\dots\dots(5)$$

Eq. 6 (Baumgartl, 2002) was used to calculate the activity of clays (A):

$$A = PI / (\% \text{ clay content}) \dots\dots\dots(6)$$

Soil pH values were measured with a pH meter and electrical conductivity (EC) values were measured with an EC-meter (Richard, 1954). Scheibler calcimeter was used to determine soil lime contents (Soil Survey Staff 2014). Modified Walkley-Black method was used to determine soil organic matter (SOM) content (Kacar, 1994). Soil available P contents were determined through extraction with 0.5 M NaHCO_3 (pH =8.5) (Olsen et al., 1954). Samples were extracted with NH_4OAc (pH=7.0) to get soil available potassium contents (Jackson, 1958). Cation exchange capacity (CEC) values were determined as described by Richard (1954). Micronutrients were determined in a spectrophotometer with the use of DTPA- extraction (Kacar, 1994). Available calcium and magnesium were determined according to Jackson (1958). Correlations between the investigated parameters were tested with the use of Pearson's correlation method (SPSS 19.0, SPSS Inc., 2011).

3. Results and Discussion

3.1 Soil physical characteristics

Descriptive statistics for physical and mechanical characteristics of soil series in Bilecik Şeyh Edebali University Campus were given in Table 1. For Gülümbe soil series, clay contents varied between 34.99 - 47.38%, silt contents between 19.58 - 29.83% and sand contents between 30.04 - 40.03%. For Aşağıköy soil series, clay contents varied between 19.31 - 31.90%, silt contents between 20.50 - 46.43% and sand contents between 34.26 - 56.71%. According to Soil Survey Division Staff (1993), Gülümbe series were classified as clay (C) and clay-loam (CL) and Aşağıköy series were classified as loam (L) and sandy-clay-loam (SCL). Soil texture significantly influence water holding capacity, consistency limits, CEC and erosion susceptibility of the soils (Berry et al., 2007). In this study, clay contents had significant correlations with BD (-0.70**), AS (0.75**), LL (0.88**), PI (0.85**), SOM (0.63*) and CEC (0.87**) (Table 4).

Bulk density (BD) of the soils varied between 0.87 - 1.19 gr cm^{-3} in Gülümbe series and between 1.20 - 1.44 gr cm^{-3} in Aşağıköy series. Bulk density is used as a well indicator of soil compaction, thus it reveals significant information about porosity, infiltration and soil moisture (USDA, 1987). Bulk density also designates soil fertility and productivity (Nyéki et al., 2017). It is largely dependent on texture, OM, soil minerals (Brady, 1990). In this study, BD had significant correlations with clay (-0.70**), sand (0.75**), FC (-0.88**), PWP (-0.97**), AS (-0.76**), total F (-0.99**), Ks (-0.69*), MWD (-0.86**) and PI (-0.67**) (Table 4). Ideal BD values for root growth were reported as <1.10 g cm^{-3} for fine-grained (clay) soils and as < 1.40 g cm^{-3} for loamy soils (Soil Qual. Staff, 1999). Gülümbe soils were clay in texture and average bulk density (1.05 g cm^{-3}) was lower than the ideal value; Aşağıköy soils were loam in texture and again average bulk density (1.31 g cm^{-3}) was also lower than the ideal value. Such values indicated that present soil series were under risk of compaction unless cultivated at proper soil moistures.

Table 1. Descriptive statistics for physical and mechanical characteristics

Parameters	Gülümbe							Aşağıköy							
	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV, %	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV, %	
Sand, %	30.04	40.03	33.61	3.90	0.88	-0.12	11.61	34.26	56.71	44.35	7.59	0.20	0.04	17.10	
Silt, %	19.58	29.83	24.68	3.93	0.10	-1.50	15.94	20.50	46.43	32.14	9.15	0.28	-0.50	28.47	
Clay, %	34.99	47.38	41.72	4.88	-0.46	-1.52	11.69	19.31	31.90	23.51	4.08	1.68	3.59	17.35	
BD, gr cm ⁻³	0.87	1.19	1.05	0.11	-0.53	0.72	10.55	1.20	1.44	1.31	0.09	0.65	-1.06	7.11	
FC, %	27.64	31.60	29.15	1.89	0.88	-1.90	6.48	20.64	26.32	24.95	1.98	0.53	-0.57	8.56	
PWP, %	14.56	19.60	16.33	1.89	1.19	0.83	11.58	8.11	11.75	9.89	1.36	-0.21	-1.01	13.71	
AWC, %	11.47	14.20	12.82	0.99	-0.11	-0.67	7.73	11.54	14.57	13.27	1.03	-0.66	-0.09	7.76	
AS, %	55.24	76.73	66.42	7.72	-0.33	-0.52	11.63	20.08	46.22	26.31	9.83	2.36	5.69	37.36	
Total F, %	54.92	67.25	60.33	4.28	0.50	0.61	7.10	45.54	54.53	50.59	3.51	-0.68	-1.07	6.94	
Ks, cm h ⁻¹	0.04	1.85	0.66	0.68	1.16	1.30	104.13	1.76	2.89	2.32	0.43	0.39	-1.03	18.63	
SSI, %	36.45	59.36	54.02	8.74	-2.29	5.36	16.18	14.85	31.90	19.77	6.11	1.57	2.33	30.89	
Aggregate stability (fractions. mm), %	2-1	32.36	52.58	40.98	6.87	0.76	1.34	16.76	23.32	33.54	29.40	3.76	-0.65	-0.71	12.77
	1-0.50	22.06	30.15	26.89	2.97	-0.61	0.33	11.06	19.88	24.44	23.04	1.59	-1.59	2.36	6.90
	0.50-0.25	19.68	39.38	30.49	7.52	-0.05	-0.87	24.67	30.29	52.80	42.83	6.77	-0.70	2.34	15.81
	0.25-0.106	0.01	0.04	0.02	0.01	0.71	-2.05	67.83	0.01	12.60	2.77	4.90	1.77	2.45	176.96
	0.106-0.053	0.37	2.89	1.57	1.01	-0.28	-1.37	64.32	0.47	4.23	1.75	1.71	1.18	-0.88	97.68
0.053>	0.01	0.11	0.05	0.04	0.64	-1.96	84.24	0.05	0.86	0.21	0.29	2.49	6.34	138.53	
MWD, mm	0.82	1.06	0.93	0.08	0.35	-0.11	8.99	0.70	0.83	0.78	0.05	-0.49	-1.34	6.56	
LL, %	61.23	68.17	65.09	3.18	-0.12	-2.86	4.88	46.50	53.00	49.68	2.41	0.19	-1.54	4.85	
PL, %	27.91	31.49	28.92	1.56	1.23	-0.33	5.40	24.80	25.01	24.95	0.08	-1.36	1.38	0.31	
PI, %	32.73	40.26	36.17	3.22	0.36	-2.08	8.89	21.70	28.00	24.73	2.36	0.23	-1.64	9.55	
Ic (at FC)	0.89	1.11	0.95	0.09	0.08	-1.43	8.66	0.95	1.16	0.99	0.08	-0.70	-0.78	7.29	
A	0.78	1.09	0.88	0.12	1.48	1.60	13.55	0.82	1.18	1.07	0.12	-1.76	3.50	11.19	

BD: Bulk density, FC: Field capacity, PWP: Permanent wilting point, AWC: Available water content, AS: Aggregate stability, Total F = Total porosity, Ks: Saturated hydraulic conductivity, SSI: Structural stability index, MWD: Mean weight diameter, LL: Liquid limit, PL: Plastic limit, PI: Plasticity index, Ic: Index of consistency, A: activity of clays.

Total porosity (F) values varied between 54.92 - 67.25% in Gülümbe series and between 45.54 - 54.53% in Aşağıköy series. Phogat et al. (2015) indicated that total F values should be between 30-45% for sandy soils, between 40-55% for loamy soils and between 45-60% for clay soils. Although coarse-textured soils have larger pores, total porosity is greater in fine-textured soils. However, total porosity of fine-textured soils greatly varies since these soils often undergo wet-dry cycles, thus subjected to continuous swell-shrink and aggregation-dispersion processes. Total porosity is directly dependent on soil texture and structure, but various other factors including OM, bulk density and tillage may have indirect effects on total porosity (Phogat et al., 2015). In this study, total porosity had significant correlations with BD (-0.99**), FC (0.88**), PWP (0.97**), AS (0.76**), Ks (0.67*), MWD (0.86**) and PI (0.69*) (Table 4).

Mean weight diameters (MWD) varied between 0.82 - 1.06 mm in Gülümbe series and between 0.70 - 0.83 mm in Aşağıköy series. Mean weight diameter reveals the weight of each size group and values of > 0.25 mm are desired for reliable plant growth and development. It is a measure of aggregate stability and an index of anaerobic condition, compaction, erosion risk and surface crust (Cooper, 2011). Furthermore Garcia et al. (2018) indicated that aggregate stability had significant effects on soil productivity, erosion and degradation. In present study, MWD had significant correlations with clay (0.84**), BD (-0.86**), FC (0.67*), PWP (0.83**), AS (0.75**), total F (0.86**), Ks (0.79**), SSI (0.71**), LL (0.79**), PL (0.67**) and PI (0.74**) (Table 4).

Aggregate stability (AS) of the soils varied between 55.24 - 76.73% in Gülümbe series and between 20.08 - 46.22% in Aşağıköy series. AS is a significant quality indicator of soils and largely dependent on soil OM and microbial activity. Soil aggregation and resultant aggregate stability significantly influence soil infiltration rates, water holding capacity, aeration and availability of essential nutrients (Pirmoradian et al., 2005; Six et al., 2004). In this study, AS had significant correlations with clay content (0.75**), BD (-0.76**), PWP (0.82**), total F (0.76**), Ks (0.74**), SSI (0.64*), MWD (0.75**) and PI (0.61*) (Table 4). AS designate soil resistance to mechanical impacts like rainfall and runoff and to water erosion (Canasveras et al., 2010).

Available water content (AWC) values varied between 11.47 - 14.20% in Gülümbe series and between 11.54 - 14.57% in Aşağıköy series. AWC is an indicator of the amount of water held at field capacity that can be lost through evapotranspiration and theoretically used by plants. Soil texture, depth and potential impervious barriers have significant effects on AWC. Available water content is also highly correlated with soil bulk density, compaction and OM contents (Nyéki et al., 2017).

Saturated hydraulic conductivity (Ks) values varied between 0.04 - 1.85 cm h⁻¹ in Gülümbe series and between 1.76 - 2.89 cm h⁻¹ in Aşağıköy series. Ks is dominantly influenced by total porosity, pore sizes and geometry (Hillel, 1982). In other words, texture is the primary factor designating saturated hydraulic conductivity. For Ks, researchers ordered the soil textures as sandy > loamy > clay and emphasized the effects of macro pores and continuity of pores on Ks, rather than the total porosity (Bahtiyar, 1996; Ozdemir, 1998). Ks values increase with increasing quantity of macro pores (Ahuja et al., 1984). In present study, Ks had significant correlations with clay (-0.67*), sand (0.59*), silt (0.64*), BD (-0.69*), AS (0.74**), total F (0.67*) and PI (0.61*) (Table 4).

Structural stability index (SSI) values varied between 36.45 - 59.36% in Gülümbe series and between 14.85 - 31.90% in Aşağıköy series. Soil structure is commonly used as an indicator of soil quality and productivity. It also designates the soil susceptibility to erosion. Agronomic practices may either improve or destruct soil structure just based on proper timing of such practices (Hillel, 1982).

3.2. Atterberg limits, consistency index and workability of the soils

Descriptive statistics for Atterberg limits, consistency index and activity of clays of the soil series in Bilecik Şeyh Edebali University Campus were provided in Table 1. Liquid limit (LL) values varied between 61.23 - 68.17% in Gülümbe series and between 46.50 - 53.00% in Aşağıköy series. Demiralay and Güresinli (1979) classified soils based on LL as: low plastic for LL of <30%, medium plastic for LL of between 30 - 50% and highly plastic for LL of >50%. Since LL values of Gülümbe series were greater than 50%, they were classified as highly plastic. Aşağıköy series with LL values of less than 50% were then classified as medium plastic. Previous researchers indicated that soil plasticity was designated by type of clay and clay content (Mbagwu and Abeh, 1998; Sönmez and Öztaş, 1988). Plastic limit (PL) values varied between 27.91 - 31.49% in Gülümbe series and between 24.80 - 25.01% in Aşağıköy series. Greater LL and PL values of Gülümbe series were attributed to higher clay contents. LL and PL values are largely dependent on type of clay, clay content, OM content and exchangeable cations of the soils. LL and PL values generally increase with increasing OM and clay contents (Baumgarti, 2002; Gülser and Candemir, 2004). In identification of ideal time for soil tillage, Canbolat and Öztaş (1997) reported that LL and PL had positive correlations with clay content, organic matter content and CEC and negative correlations with sand content. In this study, LL had significant correlations with clay (0.88**), sand (-0.71*), SOM (0.62*) and CEC (0.75**). PL values had significant correlations with clay (0.72**), sand (-0.63*), SOM (0.59*) and CEC (0.67**) (Table 4). Significant positive correlations were observed between LL and PL (0.75**) and LL and PI (0.89**) (Table 4). These results

are in a good agreement with those of Gülser and Candemir (2006), Gülser et al. (2008), Gülser et al. (2009), Gülser et al., (2010) and Demir (2020). Based on LL and PI values, Gülümbe series were classified as “highly plastic inorganic clays” and Aşağıköy series were classified as “medium plastic inorganic clays” (Munsuz, 1985). Plasticity index (PI) is the difference between LL and P Land implies the range of moisture in which soils exhibit plastic behavior. Jumikis (1984) classified soils based on PI values as: low plastic for PI of <7, medium plastic for PI of between 7 – 17 and highly plastic for PI of >17. In present study, PI values varied between 32.73 – 40.26% in Gülümbe series and between 21.70 – 28.00% in Aşağıköy series. Atanur (1973) reported increasing LL and PL values and decreasing PI values in medium and low plastic soils, decreasing LL, increasing PL, thus decreasing PI values in highly plastic soils with increasing lime contents. In this study, lime content had significant negative correlations with PI (-0.62*). Soil tillage at high PI levels results in puddling (Mueller et al., 2003). PI values of Gülümbe series were greater than Aşağıköy series, thus risk of puddling during soil tillage is greater in Gülümbe series.

Consistency index (Ic) implies soil consistency at any moisture levels. Ic values close to 1.0 indicate plastic (Ic=1.0 at PL) and values close to 0 indicate liquid behavior (Ic=0 at LL) of the soil (Baumgarti, 2002). In present study, considering the soil moistures at field capacity, consistency index values varied between 0.89 – 1.16. Such a case indicated that both series exhibited plastic behavior at field capacity. The best soil tillage is achieved at Ic values of between 0.75 – 1.0 at which soils have a compaction resistance of greater than 100 kPa (Baumgarti, 2002). Especially in heavy-textured soils with quite a high clay content, excessive dry conditions make soil tillage difficult and increase energy inputs. On the other hand, soil tillage at Ic of below 0.75 destructs soil texture. Such a case reduces hydraulic conductivity, plant nutrient uptake and then negatively influence plant growth and microbial activity (Baumgarti, 2002). Dexter and Bird (2001) indicated optimum moisture for soil tillage as the moisture content at which the greatest number of fine aggregates was obtained and such a moisture corresponded about 90% of moisture at plastic limit. Mueller et al. (2003) reported Ic of 1.15 and 90% of PL as the maximum soil moisture content for optimum tillage of cohesive soils. In present study, soil gravimetric moisture content calculated at Ic of 0.75, 1.0 and 1.15 and 90% of plastic limit were provided in Table 2 and mean soil gravimetric moisture contents were presented in Figure 1. Petelkau (1984) indicated that the best tillage was achieved at a moisture content hold at -5 kPa matrix potential and such a potential corresponded to 50-60% in clay soils, 40-75% in loamy soils and 20-85% in sand-loam soils. Optimum soil moisture content for soil tillage was reported as between 0.75 - 1.00 of Ic (Baumgartl, 2002). It can be improper cultivation of the fine-grained soils near Ic of 0.75 (37.97%) or over the field capacity (29.15%) in Gülümbe series. It seems that soil tillage at Ic of 1.0 or plastic limit (28.92%), Ic of 1.15 (23.50%) and 0.9 of plastic limit (26.03%) were suitable in Gülümbe series. Consistency index value at field capacity was near 1.00. Thus, the lower moisture limit for suitable cultivation of the soils in Gülümbe series was recommended as 23.50% and the upper moisture limit was 29.15% or field capacity (Figure 1). The lower moisture limit for suitable cultivation of the soils in Aşağıköy series was recommended as 21.24% and the upper moisture limit was 24.95% or field capacity (Figure 1). Mean consistency index of Gülümbe and Aşağıköy series (0.95 and 0.99, respectively) varied between 0.75 - 1.0, thus soil tillage around field capacity moistures was considered to be suitable (Table 1).

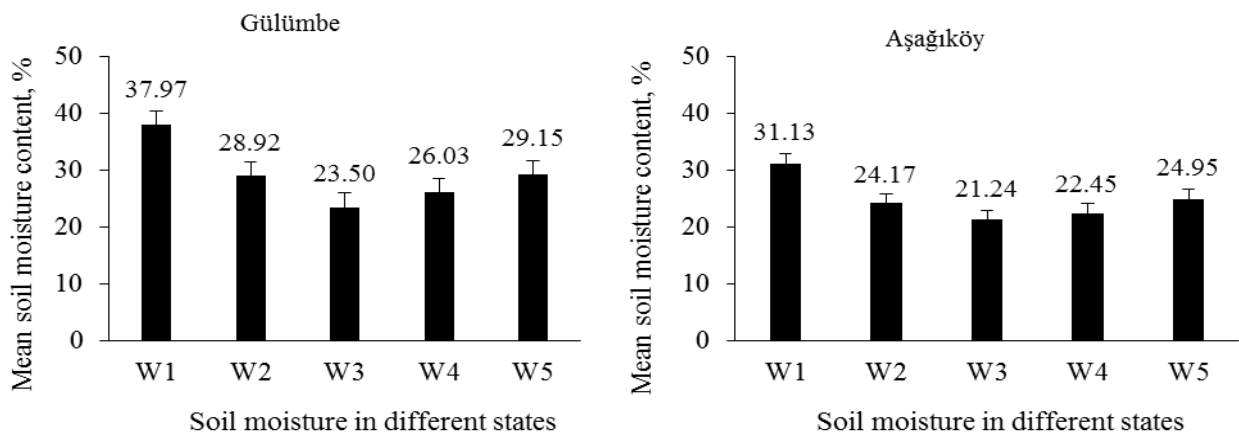


Figure 1. Soil moisture (W) at FC and different index of consistency values for suitable workability (W1 at consistency index of 0.75; W2 at consistency index of 1 or plastic limit; W3 at consistency index of 1.15; W4 at 0.9 plastic limit; W5 at FC)

Activity index (A) characterizes the relationship between the clay content and plasticity index. Skempton (1953) determined activity index values of between 1.5-7.0 for montmorillonite, between 0.5-1.2 for palygorskite, between 0.5-1.2 for illite and between 0.3-0.5 for kaolinite. In addition, Baumgartl (2002) classified soils based on A values as: active soils (smectite) for A values of >1.25; normal soils (illite) for A values of between 0.75-1.25; inactive soils (kaolinite) for A values of <0.75). In present study, A values varied between 0.78 – 1.09 in Gülümbe series and between 0.82 – 1.18 in Aşağıköy series.

Table 2. Calculated soil moisture contents for suitable workability

	Gülümbe							Aşağıköy						
	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV,%	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV,%
W1 (at Ic=0.75)	36.27	40.65	37.97	1.55	0.97	1.33	4.09	30.23	32.00	31.13	0.64	0.06	-1.21	2.05
W2 (at Ic=1.00 or PL)	27.91	31.49	28.92	1.56	1.23	-0.33	5.40	24.80	25.01	24.17	0.08	-1.36	1.38	0.31
W3 (at Ic= 1.15)	21.87	26.00	23.50	1.75	0.76	-1.55	7.46	20.80	21.56	21.24	0.32	-0.38	-2.11	1.49
W4 (at 0.90 PL)	25.12	28.34	26.03	1.40	1.23	-0.32	5.39	22.32	22.51	22.45	0.07	-1.39	1.50	0.31
W5 (at FC)	27.64	31.60	29.15	1.89	0.88	-1.90	6.48	20.64	26.32	24.95	1.98	0.53	-0.57	8.56

W1 at consistency index of 0.75; W2 at consistency index of 1 or plastic limit; W3 at consistency index of 1.15; W4 at 0.9 plastic limit; W5 at FC

3.3. Soil chemical characteristics

Descriptive statistics for soil chemical characteristics were provided in Table 3. Soil pH values varied between 7.50 – 7.99 in Gülümbe series and between 7.66 – 7.81 in Aşağıköy series. Present pH values revealed that soils were slightly alkaline (Ülgen and Yurtsever, 1995). Nutrient availability is largely dependent on pH. It was reported that majority of essential nutrients are available at pH values of between 5.5 – 7.0 and phosphates were not available at pH of above 7.5 (Jiao et al., 2009). In present study, soils had pH values almost at upper limit of nutrient availability.

Electrical conductivity (EC) reveals information about ion (Ca^{+2} , Na^{+1} , Mg^{+2} , K^{+1} , Cl^{-1} , SO_4^{-2} , and HCO_3^{-1}) concentration of soil extract (He et al., 2012). Electrical conductivity values varied between 0.36 - 0.63 dS m^{-1} in Gülümbe series and between 0.34 - 0.81 dS m^{-1} in Aşağıköy series. According to the classification of Richards (1954), all of the soils were classified as unsaline. There was a negative correlation between EC and pH ($r = -0.54^*$) (Table 4). Ouhadi and Goodarzi (2007) also indicated negative relationships between soil pH and EC. The H^{+1} ions pushed out and exchange sites are occupied by salt ions, then pH values decreased with increasing salinity levels. The EC levels of between 0.2 – 1.4 are defined as reliable values for soils (Hartsock et al., 2000). Present EC values were within this range (Table 3).

Soil organic matter (SOM) contents varied between 1.45 - 2.88% in Gülümbe series and between ranged between 1.46 - 2.07% in Aşağıköy series (Table 3). According to classification of Ülgen and Yurtsever (1995), SOM content was classified as “medium” in Gülümbe series and “low” in Aşağıköy series. Six et al. (2000) and Krull et al. (2003) indicated that medium and fine-textured soils (loamy and clay) had greater organic matter contents than coarse-textured (sandy) soils. Rice (2006) indicated that clay particles sheltered organic matter and prevented decomposition of organic matter. In present study, soil organic matter content had significant correlations with clay (0.63*), CEC (0.56*), available Fe (0.72*), available Zn (0.67*), LL (0.62*) and PL (0.59*) (Table 4).

Cation exchange capacity (CEC) values varied between 31.04 - 42.99 cmol kg^{-1} in Gülümbe series and between 22.67 - 28.04 cmol kg^{-1} in Aşağıköy series (Table 3). Soil OM and clay minerals play a key role in cation exchange capacity of neutral (pH = 7) soils. Parfitt et al. (1994) indicated that dissociation of carboxyl groups increased cation exchange capacity of organic matter. CEC of organic matter was reported as between 100 to 1000 cmol kg^{-1} (Oades, 1989). On the other hand, CEC of clay minerals was reported as between 0 (pure kaolinite) and 110 cmol kg^{-1} (smectite) (Dixon and Weed, 1989). In present study, CEC had significant correlations with clay content (0.87**), SOM (0.56*), available Ca (0.74**), available P_2O_5 (0.61*), available Cu (0.52**) and available Fe (0.68*) (Table 4).

Table 3. Descriptive statistics for chemical properties of the soils

Parameters	Gülümbe							Aşağıköy						
	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV,%	Min.	Max.	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV,%
pH	7.50	7.99	7.74	0.16	0.14	2.22	2.02	7.66	7.81	7.74	0.07	-0.37	-2.22	0.87
EC, dS m ⁻¹	0.36	0.63	0.54	0.10	-1.20	1.36	18.64	0.34	0.81	0.60	0.14	-0.54	1.80	23.97
CaCO ₃ , %	10.49	22.57	17.08	4.69	-0.42	-1.31	27.48	4.70	8.83	6.75	1.63	0.17	-1.93	24.14
SOM, %	1.45	2.88	2.01	0.63	0.65	-1.87	31.33	1.46	2.07	1.81	0.23	-0.68	-1.05	12.81
CEC, cmol kg ⁻¹	31.04	42.99	37.71	3.87	-0.76	2.34	10.27	22.67	28.04	25.26	1.96	0.53	-0.75	7.76
Available P ₂ O ₅ , kg da ⁻¹	0.31	3.76	1.92	1.33	0.29	-1.56	69.64	11.26	28.04	18.76	6.54	0.41	-1.90	34.87
Available K ₂ O, kg da ⁻¹	56.20	122.86	88.54	25.17	0.09	-1.21	28.42	33.41	203.19	133.94	67.74	-0.65	-1.26	50.58
Available Ca, mg kg ⁻¹	5855.00	5905.00	5867.90	19.00	2.01	4.23	0.32	4654.00	5950.00	5108.00	456.25	1.12	0.93	8.93
Available Mg, mg kg ⁻¹	274.73	645.75	462.59	132.23	0.09	-0.38	28.59	365.18	760.00	495.13	126.03	1.84	4.31	25.45
Available Cu, mg kg ⁻¹	0.59	1.35	1.00	0.32	-0.48	-1.92	31.67	1.85	3.36	2.57	0.59	0.23	-1.59	23.09
Available Fe, mg kg ⁻¹	1.60	3.01	2.35	0.51	-0.08	-0.48	21.76	4.11	7.59	5.67	1.43	0.45	-1.76	25.12
Available Mn, mg kg ⁻¹	2.37	10.40	5.18	3.48	1.01	-1.33	67.18	2.27	5.25	3.21	1.20	1.21	-0.35	37.46
Available Zn, mg kg ⁻¹	0.16	5.02	1.81	1.73	1.54	2.90	95.55	0.48	0.82	0.66	0.13	-0.30	-1.46	18.98

pH: Soil reaction, EC: Electrical conductivity, SOM: Soil organic matter, CEC: Cation exchange capacity

Available phosphorus (P_2O_5) contents varied between 0.31 - 3.76 kg da⁻¹ in Gülümbe series and between 11.26 - 28.04 kg da⁻¹ in Aşağıköy series (Table 3). Ülgen and Yurtsever (1995) classified the available phosphorus content of soils as: deficient for < 3 kg da⁻¹, marginal for 3-6 kg da⁻¹, sufficient for 6-9 kg da⁻¹, high for 9-12 kg da⁻¹ and very high for > 12 kg da⁻¹. Based on this classification, available phosphorus content was identified as “insufficient” in Gülümbe series and “very high” in Aşağıköy series. Soil pH dominates phosphorus availability and the greatest bioavailability is achieved at pH of 6.5. Thus, alkaline soils generally have lower phosphorus availability. Lime content of alkaline soils also reduces phosphorus availability. In this study, available phosphorus content of the soils had significant correlations with lime content (-0.74**) (Table 4).

Lime contents varied between 10.49 - 22.57% in Gülümbe series and between 4.70 - 8.83% in Aşağıköy series (Table 3). According to classification of Ülgen and Yurtsever (1995), lime contents were classified as “high” in Gülümbe series and “medium” in Aşağıköy series. Available potassium (K_2O) contents varied between 56.20 - 122.86 kg da⁻¹ in Gülümbe series and between 33.41 - 203.19 kg da⁻¹ in Aşağıköy series (Table 3). Lindsay and Norwell (1969) classified the available potassium content of soils as: deficient for < 20 kg da⁻¹, marginal for 20-30 kg da⁻¹ and sufficient for > 30 kg da⁻¹. Present findings revealed that soils in the fields of Bilecik Şeyh Edebali University Campus were sufficient in potassium.

The mean values of available Fe, Cu, Mn, and Zn contents were respectively determined as 2.35, 1.00, 5.18, 1.81 mg kg⁻¹ in Gülümbe series and as 5.67, 2.57, 3.21, 0.66 mg kg⁻¹ in Aşağıköy series (Table 3). When classified according to the limit values specified in Sillanpää (1990), Gülümbe soils were classified as sufficient in available Cu and Zn and insufficient in available Fe and Mn. Aşağıköy soils were found to be sufficient in available Fe and Cu and insufficient in available Mn and Zn. High phosphorus contents resulted in zinc deficiency in Aşağıköy series since zinc and phosphorus have antagonistic relationships (Salimpour et al., 2010). In the present study, available Zn content of the soils had significant correlations with P (0.63*), SOM (0.67*) and Mn (0.61*). Availability of trace elements is largely dominated by soil pH (Förstner, 1995). Precipitation - dissolution reactions also play a great role in availability of these elements (Rieuwerts et al., 1998). The pH-induced charges alter bioavailability of micronutrients (Gillman, 2007). Availability of trace elements is influenced by organic carbon content dominantly controlled by soil pH (Bradl, 2004). Kabata-Pendias (2011) reported decreasing trace element concentrations with increasing soil pH levels. Available Fe content was reported to have significant positive correlations with clay content and organic matter content (Sangamner et al., 2012). In this study, available Fe contents of soils had significant correlations with pH (-0.61*), clay content (0.79**), SOM (0.72*), available Mn (0.65*), available Zn (0.73*) and CaCO₃ (-0.42*) (Table 4). Present findings well comply with the results of Sharma et al. (2003) and Eissa et al. (2010).

Table 4. Correlation matrix among the soil parameters

	S	Si	C	BD	FC	PWP	AWC	AS	Total F	Ks	SSI	Aggregate stability (fractions, mm)					MWD	
												2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.106	0.106-0.053		0.053>
Si	-.31																	
C	-.50	-.67*																
BD	.75**	.14	-.70**															
FC	-.56*	-.12	.54	-.88**														
PWP	-.72**	-.22	.76**	-.97**	.87**													
AWC	.32	.20	-.43	.19	.24	-.27												
AS	-.58*	-.33	.75**	-.76**	.50	.82**	.63*											
Total F	-.75**	-.14	.70**	-.99**	.88**	.97**	-.19	.76**										
Ks	.59*	.64*	-.67*	-.69*	.53	.42	.39	.74**	.67*									
SSI	-.61*	-.40	.75**	-.48	.82**	.34	-.26	.64**	.48	.85**								
2-1	-.72**	-.28	.81**	-.82**	.64*	.80**	-.33	.75**	.82**	.76**	.79**							
1-0.5	-.56*	-.33	.74**	-.65*	.40	.68*	.56*	.72**	.65*	.68*	.64*	.63*						
0.5-0.25	.57*	.26	-.68	.58*	-.34	-.63*	.57*	-.83**	-.58*	.62*	-.64*	-.84**	-.72**					
0.25-0.106	.42	.14	-.45	.62*	-.66*	-.54	-.22	-.11	-.62*	.48	-.51	-.39	-.22	-.13				
0.106-0.053	.25	.16	-.34	.43	-.37	-.29	-.16	.07	-.43	.28	-.19	-.31	-.29	-.12	.78**			
0.053>	.43	.14	-.46	.55	-.35	-.42	.22	-.33	-.55	.36	-.31	-.56	-.25	.23	.49	.66*		
MWD	-.73**	-.30	.84**	-.86**	.67*	.83**	-.16	.75**	.86**	.79**	.71**	.99**	.70**	-.81**	-.46	-.39	-.58*	
LL	-.71*	-.44	.88**	-.65*	.54	.51	.54	.69*	.71*	.59*	.57*	.77**	.72**	-.62	-.35	-.06	-.33	.79**
PL	-.63*	-.20	.72**	-.62*	.57*	.65*	.18	.56*	.63*	.46	.76*	.76**	.65*	-.67*	-.40	-.11	-.23	.67**
PI	-.45	-.49	.85**	-.67*	.43	.61*	.63*	.61*	.69*	.61*	.62*	.73**	.69**	-.70**	-.31	-.03	-.34	.74**
Ic	-.09	.02	.05	-.26	-.48	-.20	-.55	.25	-.26	-.12	-.12	.01	.27	-.40	.57*	.51	.28	.02
A	-.04	.42	-.36	.18	-.32	-.13	-.38	.19	-.18	.31	-.16	-.24	-.07	-.07	.47	.41	.39	-.28
pH	.16	-.59*	.41	.13	-.19	-.09	-.19	-.02	-.13	-.28	-.05	.13	.31	-.19	.07	-.29	-.30	.15
EC	.23	.09	-.31	.21	.01	-.21	.44	-.45	-.21	.16	-.14	-.46	-.51	.71**	-.38	-.08	.33	-.44
CaCO ₃	-.55	-.52	.70**	-.69*	.61*	.74**	-.27	.63*	.69*	.53	.58*	.82**	.50	-.64*	-.44	-.18	-.40	.71**
SOM	-.13	.25	.63*	-.27	.48	.36	.22	.28	.27	.11	.33	-.07	-.08	-.03	.11	.42	.23	-.09
CEC	-.67*	-.38	.87**	-.90**	.80**	.95**	-.31	.85**	.90**	.84**	.67*	.83**	.72**	-.70**	-.48	-.25	-.41	.86**
Av. P ₂ O ₅	.46	.45	.56	.64*	.46	.42	.51	.42	.64*	.76**	.51	.67*	.71**	.78**	.08	-.15	.21	.67*
Av. K ₂ O	.37	-.08	-.22	.31	-.04	-.27	.46	.56*	.31	.17	.26	.40	.47	.57*	-.18	-.10	.27	.39
Av. Ca	-.49	-.30	.65*	-.71**	.58*	.68*	.19	.66*	.71**	.74**	.72**	.56*	.57*	-.37	-.58*	-.33	-.40	.61*
Av. Mg	.11	-.08	-.01	.01	.20	-.08	.55	-.26	-.01	.01	.02	-.04	-.16	.27	-.33	-.37	-.18	-.01
Av. Cu	.44	.31	.78**	.65*	.47	.44	.54	.50	.55	.61*	.51	.62*	.60*	.69**	.26	.02	.38	.72**
Av. Fe	.45	.24	.79**	.90**	-.78**	-.91**	.27	-.69**	-.90**	.77**	-.87**	-.82**	-.52	.50	.70**	.42	.59*	-.84**
Av. Mn	-.20	.22	-.05	-.28	.11	.33	-.43	.49	.28	.03	.22	-.02	.22	-.17	.14	.42	.10	-.02
Av. Zn	-.53	.37	.07	-.66*	.65*	.53	.03	.55	.66*	-.11	.53	.40	.19	-.36	-.15	.17	-.08	.39

**Correlation is significant at 0.01 level, *Correlation is significant at 0.05 level. S: Sand, Si: Silt, C: Clay, BD: Bulk density, FC: Field capacity, PWP: Permanent wilting point, AWC: Available water content, AS: Aggregate stability, Total F: Total porosity, Ks: Saturated hydraulic conductivity, SSI: Structural stability index, MWD: Mean weight diameter, LL: Liquid limit, PL: Plastic limit, PI: Plasticity index, Ic: Index of consistency, A: Activity of clays, pH: Soil reaction, EC: Electrical conductivity, SOM: Soil organic matter, CEC: Cation exchange capacity.

Table 4. Correlation matrix among the soil parameters (Continued)

	LL	PL	PI	Ic	A	pH	EC	CaCO ₃	SOM	CEC	Av. P ₂ O ₅	Av. K ₂ O	Av. Ca	Av. Mg	Av. Cu	Av. Fe	Av. Mn
Si																	
C																	
BD																	
FC																	
PWP																	
AWC																	
AS																	
Total F																	
Ks																	
SSI																	
2-1																	
1-0.5																	
0.5-0.25																	
0.25-0.106																	
0.106-0.053																	
0.053>																	
MWD																	
LL																	
PL	.75**																
PI	.89**	.75**															
Ic	.57*	-.21	-.69*														
A	.19	-.02	.37	.05													
pH	.07	.17	-.03	.47	-.59*												
EC	-.20	-.26	-.12	-.42	.35	-.54*											
CaCO ₃	-.16	.54*	-.62*	.40	-.39	.20	-.21										
SOM	.62*	.59*	.31	-.42	.21	-.82**	.39	-.19									
CEC	.75**	.67**	.69**	.14	-.46	.12	-.33	.77**	.56*								
Av. P ₂ O ₅	.38	.42	.31	.18	-.44	-.11	.46	-.74**	.06	.61*							
Av. K ₂ O	.54*	.59*	.65*	-.15	.46	-.08	.73**	-.22	.13	.37	.59*						
Av. Ca	-.41	-.47	-.32	-.42	.33	.01	-.11	.70**	.11	.74**	.71*	.46					
Av. Mg	-.26	-.31	-.20	-.50	.51	.23	-.01	.11	.16	.07	.08	.22	.26				
Av. Cu	-.37	-.40	-.30	-.58*	.55	-.17	.43	-.76**	.16	.52*	.51	.49	.53	-.01			
Av. Fe	-.07	-.26	.10	-.43	.12	-.61*	.11	-.42*	.72*	.68*	.48	.15	.68*	.03	.53		
Av. Mn	-.45	-.51	-.36	-.52	.48	-.51	-.01	-.09	.47	.17	.41	.27	.22	-.57*	.63*	.65*	
Av. Zn	.44	.54	.55	.15	-.34	-.42	-.01	.23	.67*	.46	.63*	.30	.37	-.17	.69*	.73*	.61*

**Correlation is significant at 0.01 level, *Correlation is significant at 0.05 level. S: Sand, Si: Silt, C: Clay, BD: Bulk density, FC: Field capacity, PWP: Permanent wilting point, AWC: Available water content, AS: Aggregate stability, Total F: Total porosity, Ks: Saturated hydraulic conductivity, SSI: Structural stability index, MWD: Mean weight diameter, LL: Liquid limit, PL: Plastic limit, PI: Plasticity index, Ic: Index of consistency, A: Activity of clays, pH: Soil reaction, EC: Electrical conductivity, SOM: Soil organic matter, CEC: Cation exchange capacity.

4. Result

In this study, physico-chemical and mechanical characteristics of two soil series (Gülümbe and Aşağıköy) in Bilecik Şeyh Edebali University Campus were determined and suitable moisture contents for soil workability were assessed. Soils in Gülümbe series were clay (C) and clay loam (CL) in texture with a mean bulk density of 1.05 g cm^{-3} , saturated hydraulic conductivity of 0.66 cm h^{-1} , soils were slightly alkaline ($\text{pH}=7.74$), medium in soil organic matter (SOM) (2.01%), high in lime (17.08%), insufficient in available phosphorus ($1.92 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$), sufficient in available potassium ($88.54 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$), cation exchange capacity (CEC) of $37.71 \text{ cmol kg}^{-1}$, insufficient in available Fe (2.35 mg kg^{-1}) and available Mn (5.18 mg kg^{-1}), sufficient in available Zn (1.81 mg kg^{-1}) and available Cu (1.00 mg kg^{-1}) contents. Soils in Aşağıköy series were loamy (L) and sandy-clay-loam (SCL) in texture with a bulk density of 1.31 g cm^{-3} , saturated hydraulic conductivity of 2.32 cm h^{-1} , soils were slightly alkaline ($\text{pH}=7.74$), low in organic matter (1.81%), medium in lime (6.75%), high in available phosphorus ($18.76 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$), sufficient in available potassium ($133.94 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$), CEC of $25.26 \text{ cmol kg}^{-1}$, sufficient in available Fe (5.67 mg kg^{-1}) and available Cu (2.57 mg kg^{-1}), insufficient in available Mn (3.21 mg kg^{-1}) and available Zn (0.66 mg kg^{-1}) contents. Especially in Gülümbe series with the highest clay content (47.38%), soil tillage and seedbed preparation timing should be well defined. Soils should be tilled when the soil is mellow. Soils with different texture get mellow at different times. When the clay soils are tilled before such a time, destructions are encountered in physical structure. On the other hand, soil tillage at excessive moistures may create large clods. Organic matter supplementations can be made to improve soil aeration and structure. Increasing organic matter contents will also improve quantity and availability of essential nutrients. A well-balanced fertilization based on soil analysis results will improve soil fertility and prevent antagonistic effects of nutrients. Based on LL and PI values, Gülümbe series were classified as “highly plastic inorganic clays” and Aşağıköy series were classified as “medium plastic inorganic clays”. Upper and lower moisture limits for suitable cultivation were recommended as 29.15 - 23.50% for Gülümbe series and as 24.95 - 21.24% for Aşağıköy series. Since consistency index values varied between 0.75 - 1.00, it was concluded that Bilecik Şeyh Edebali University Campus soils could be cultivated at field capacity without any structural deformations.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Soil Fertilizer and Water Resources Central Research Institute and Prof. Dr. Abdullah Baran and Çağla Temiz (PhD student) of Ankara University Agricultural Faculty for providing the facilities and working environment for this study.

References

- Ahuja, L.R., Naney, J.W., Green, R.E., Nielsen, D.R., 1984. Macroporosity to characterize spatial variability of hydraulic conductivity and effects of land management. *Soil Science Society of America Journal*, 48: 699-702. <https://doi.org/10.2136/sssaj1984.03615995004800040001x>.
- Atanur, A., 1973. Kireç stabilizasyonu ve yol yapımındaki tatbikatı. Bayın. Bak. Karayolları G.M. Yayın No: 208.
- Bahtiyar, M., 1996. Yerleşim Yeri Katı Atıklarının Tarımda Değerlendirmesi. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, Çorlu, 3-6 Ocak 1996, s. 384-390.
- Ball, B.C., Campbell, D.J., Hunter, E.A., 2000. Soil compactibility in relation to physical and organic properties at 156 sites in UK. *Soil Tillage Research* 57, 83-91.
- Baumgartl, T., 2002. Atterberg Limits. *Encyc. of Soil Sci.* Marcel Dekker Inc. pp:89-93.
- Berry, W., Ketterings, Q., Antes, S., Page, S., Russell Anelli, J., Rao, R., DeGloria, S., 2007. Soil Texture Agronomy Fact Sheet Series, Fact Sheet 29. Cornell University Cooperative Extension. Available at [Access date: 19.08.2018]: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet29.pdf>.
- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling, *Agronomy Monograph 9.1*, American Society of Agronomy (ASA), Soil Science Society of America Journal, Madison, Wisconsin, USA.
- Bradl, H.B., 2004. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents, *Journal of Colloid and Interface Science*, 277(1): 1-18.
- Brady, N.C., 1990. The nature and properties of soils, Macmillan Publishing Company Incorporated.
- Buczko, U., Bens, O., 2006. Assessing soil hydrophobicity and its variability through the soil profile using two different methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 718-727.
- Campbell, D.J., Stafford, J.V., Blackwell, P.S., 1980. The plastic limit, as determined by the drop-cone test, in relation to the mechanical behavior of soil. *Journal of Soil Science*. 31(1), pp.11-24.

- Canasveras, J.C., Barron, V., Del Campillo, M.C., Torrent, J., Gomez, J.A., 2010. Estimation of aggregate stability indices in Mediterranean soils by diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 158: 78-84.
- Canbolat, M.Y., Öztaş, T., 1997. Toprağın Kıvam Limitleri Üzerine Etki Eden Bazı Faktörler ve Kıvam Limitlerinin Tarımsal Yönden Değerlendirilmesi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi*. 28(1): 120-129.
- Chris Sheba M., Devaki, R., Uma, R.N., 2019. Case study on the soil physical parameters disparity and NPK concentrations in regions found in and around Pachapalayam, Coimbatore, Tamil Nadu. 5th International Conference on Man Machine Systems. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 705:012052. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/705/1/012052.
- Cooper, J., 2001. Soil structure, management and effect on nutrient availability and crop production. Organic Producers Conference, Facing Current and Future Challenges, Newcastle University.
- Demir, Z., 2020. Some Physical and Mechanical Properties and Workability of Soils in a Sarayköy Research and Application Station. IV. International Eurasian Agriculture And Natural Sciences Congress, 30-31 October 2020, pp. 341-348.
- Demiralay, I., 1993. Soil Physical Analysis. Atatürk University, Faculty of Agriculture Publication, Erzurum-Turkey, 143:131.
- Demiralay, İ., Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri ve Sıkışabilirliği Üzerinde bir Araştırma. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Der.* 10(1-2): 77-93.
- Dexter, A.R., Bird, N.R.A. 2001. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. *Soil Til.Res.* 57: 203-212.
- Dixon, J.B., Weed, S.B., (eds) (1989). Minerals in soil environment. SSSA book series no. 1. SSSA, Madison.
- Eissa, M.A., Nafady, M., Ragheb, H., Attia, K., 2010. Management of phosphorus fertigation for drip irrigated wheat under sandy calcareous soils. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(5): 510-516.
- FAO, 2006. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin-16. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy by R.N. Roy, A. Finck, G.J. Blair, H.L.S. Tandon. Soil fertility and crop production- Chapter 4. pp: 43.
- Förstner, U., 1995. Land contamination by metals-global scope and magnitude of problem, in *Metal Speciation and Contamination of Soil*, H. E. Allen, C. P. Huang, G. W. Bailey, and A. R. Bowers, Eds., pp. 1-33, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA.
- Garcia, C., Nannipieri, P., Hernandez, T., 2018. Chapter 9-The Future of Soil Carbon, in *The Future of Soil Carbon: Its Conservation and Formation*, Editor(s): Carlos Garcia, Paolo Nannipieri, Teresa Hernandez, Academic Press, pp. 239-267, ISBN 9780128116876, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811687-6.00009-2>.
- Garcia, C., Nannipieri, P., Hernandez, T., 2018. Chapter 9-The Future of Soil Carbon, in *The Future of Soil Carbon: Its Conservation and Formation*, Editor(s): Carlos Garcia, Paolo Nannipieri, Teresa Hernandez, Academic Press, Pages 239-267, ISBN 9780128116876, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811687-6.00009-2>.
- Gillman, G.P., 2007. An analytical tool for understanding the properties and behaviour of variable charge soils, *Soil Research*, 45(2): 83-90.
- Gülser, C., Candemir, F., 2004. Changes In Atterberg Limits With Different Organic Waste Applications. *Natural Resource Management for Sustainable Development*, International Soil Congress, SSST, Atatürk University, Turkey.
- Gülser, C., İç, S., Candemir, F., Demir, Z., 2008. Effects of rice husk application on mechanical properties and cultivation of a clay soil with and without planting. *International Meeting on Soil Fertility Land Manag. & Agroclimatology*, p:217-223, 29 Oct. -01 Nov., Kuşadası, Turkey.
- Gülser, C., Candemir, F., 2006. Some mechanical properties and workability of Ondokuz Mayıs University Kurupelit Campus Soils. *J.of Fac.of Agric. OMU*, 2006, 21 (2): 213-217.
- Gülser, C, Selvi, Ç., İç, S., 2009. Some Mechanical Properties and Workability of Soils in a Karadeniz Agricultural Research Institute Field. *J Agricultural Machinery Sci.*, 5(4): 423-428.
- Gülser, C, Dengiz, O., İç, S., Demir, Z., Selvi, K.Ç., 2010. Some mechanical properties and workability of Aşağı Aksu Basin soils. *In: Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality*. R.Kizilkaya, C.Gulser, O.Dengiz (eds.), May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. pp. 82-87.
- Hartsock, N.J., Mueller, T.G., Thomas, G.W., Barnhisel, R.I., Wells, K.L., Shearer, S.A., 2000. Soil electrical conductivity variability. In *International conference on precision agriculture*. (Vol. 5).
- He, Y., DeSutter, T., Prunty, L., Hopkins, D., Jia, X., Wysocki, D., 2012. Evaluation of 1:5 soil to water extract electrical conductivity methods. *Geoderma*. 185: 1861217.
- Hillel, D., 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Press Limited, p. 14-28. Oval Road, London.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

- Jiao, Y., Xu, Z., Zhao, J., 2009. Effects of grassland conversion to cropland and forest on soil organic carbon and dissolved organic carbon in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia. *Acta Ecologica Sinica*, 29: 150-154.
- Jumikis, A.R., 1984. *Soil Mechanics*. Robert E. Krieger Publishing Company, Inc., Malabar, Florida.
- Kabata-Pendias, A., 2011. *Trace Elements in Soils and Plants*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Kacar, B., 1994. *Chemical Analysis of Plant and Soil-III. Soil Analysis*, 705. Ankara University Faculty of Agriculture, Ankara, Turkey. No.3.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution In: *Methods of Soil Analysis*, 2nd Edn. Part I. (Ed.: A. Klute) ASA, Madison, WI. p. 425-442.
- Kezdi, A., 1969. *Handbuch der Bodenmechanik*. Band 1, Bodenphysik, 259 pp., Band 3, Bodenmechanisches Versuchswesen, 1st edn. Berlin/Kiado Budapest: VEB Verlagfür Bauwesen, p. 274.
- Krull, E.S., Baldock, J.A., Skjemstad, J.O., 2003. Importance of mechanisms and processes of the stabilization of soil organic matter for modelling carbon turnover. *Functional Plant Biology* 30, 207-222.
- Lal, R., Shukla, M.K., 2004. *Principles of Soil Physics*. New York, NY, USA: Marcel Dekker Inc.
- Leo, W.M., 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Science*, 96:342-346.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1969. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33: 49-54.
- Mbagwu, J.S.C., Abeh, O.G., 1998. Prediction of Engineering Properties of Tropical Soils Using Intrinsic Pedological Parameters. *Soil Sci.*, 163(2): 93-102.
- Sönmez, K., Öztaş, T. 1988. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Mekaniksel Özellikleri Mekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 19(1-4): 145-153.
- Mueller, L., Schindler, U., Fausey, N.R., Lal, R., 2003. Comparison of methods for estimating maximum soil water content for optimum workability. *Soil Till. Res.* 72: 9-20.
- Munsuz, N., 1985. *Toprak mekaniği ve teknolojisi*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları: 922, Ders Kitabı:260, Ankara.
- Niewczas, J., Witkowska-Walczak, B., 2003. Index of soil aggregate stability as linear function value of transition matrix elements. *Soil Till. Res.* 70 (2): 121-130.
- Nyéki, A., Milics, G., Kovács, A.J., Neményi, M., 2017. Effects of Soil Compaction on Cereal Yield. *Cereal Research Communications*, 45(1):1-22.
- Oades, J.M. 1989. An introduction to organic matter in mineral soils. p. 89-159. In J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.) *Minerals in soil environments*. 2nd ed. SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circular*, Vol 939 (p.19). Washington D.C., United States Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office.
- Ouhadi, V.R., Goodarzi, A.R., 2007. Factors impacting the electro conductivity variations of clayey soils. *Iran. J. Sci. Technol. Trans. B: Eng.* 31: 109-121.
- Özdemir, N., 1998. *Toprak Fiziği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 30, Samsun.
- Parfitt, R.L., Eason, C.T., Morgan, A.J., Wright, G.R., Burke, C.M., 1994. The fate of sodium monofluoroacetate (1080) in soil and water. Pages 59-66 in Seawright, A.A., Eason, C.T. editors. *Proceedings of the Science Workshop on 1080*, 12-14 December 1993, Christchurch, New Zealand. Royal Society of New Zealand, Wellington.
- Petelkau, H., 1984. Auswirkungen von Schadverdichtungen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenertrag sowie Massnahmen zu ihrer Minderung. Grundlagen und Verfahren der rationellen Bodenbearbeitung und Erschliessung des Unterbodens fuer Pflanzen. *Akademia der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Tagungsbericht Nr. 227: 25-34.*
- Phogat, V.K., Tomar, V.S., Dahiya, R., 2015. Soil physical properties. In: Rattan, R.K., Katyal, J.C., Dwivedi, B.S., Sarkar, A.K., Bhattachatyya, Tapan, Tarafdar, J.C. (Eds.), *Soil Science: An Introduction*. Indian Society of Soil Science, India, pp. 135-171.
- Pirmoradian, N., Sepaskhah, A.R., Hajabbasi, M.A., 2005. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability as influenced by tillage treatments. *Biosyst. Eng.* 90(2): 227-234.
- Rice, C.W., 2006. Organic matter and nutrient dynamics. *Encyclopedia of Soil Science*, 2: 1180-1183.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. United States Salinity Laboratory Staff. United States Department of Agriculture, 60:160.
- Rieuwerts, J.S., Thornton, I., Farago, M.E., Ashmore, M.R., 1998. Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals, *Chemical Speciation & Bioavailability*, 10(2): 61-75.

- Rounsevell, M.D.A., 1993. A review of soil workability models and their limitations in temperate regions. *Soil Manage.* 9: 15-20.
- Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H., Besharati, H., Miransari, M., 2010 Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria, *Australian Journal of Crop Science*, 4(5): 330-334.
- Sangamner, N.A., Malpani Commerce, D.J., Sarada, B.N., 2012 Evaluation of soil fertility status from Sangamner area, Ahmednagar District, Maharashtra, India. *RASAYAN. J. Chem*, 5(3): 398-406.
- Sharma, B., Bora, P. K., 2003. Plastic limit, liquid limit and undrained shear strength of soil-reappraisal. *J. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE*, 129(8): 774-777.
- Sharma, R.P., Singh, M., Sharma, J.P., 2003. Correlation studies on micronutrients vis-à-vis soil properties in some soils of Nagpur district in semi- arid region of Rajasthan. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 51: 522-527.
- Sillanpää, M., 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. *FAO Soils Bulletin* 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K., 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.* 79: 7-31.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K., 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.* 79: 7-31.
- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C., 2000. Soil structure and soil organic matter: I. Distribution of aggregate size classes and aggregate associated carbon. *Soil Science Society of America Journal* 64: 681-689.
- Skempton, A.W., 1953. The colloidal activity of clays. In: *Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, pp. 57-61.
- Soane, B.D., Campbell, D.J., Herkes, S.M., 1972. The characterization of one Scottish arable topsoils by agricultural and engineering methods. *Journal of Soil Science*, 23: 93-104.
- Soil Quality Staff., 1999. *Soil Quality Test Kit Guide*. Agric. Res. Serv., Natural Resource Conserv. Serv., Soil Quality Inst., USDA.
- Soil Survey Staff., 1993. *National Soil Survey Handbook*. USDA-SCS, Soil Survey Division. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC. Section 618.
- Soil Survey Staff., 2014. *Kellogg soil survey laboratory methods manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42, version 5.0. Burt R. et al. (eds). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, p. 279-281.
- Tümsavaş, Z., 2003. Bursa İli Vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2): 9-21.
- Tüzüner, A., 1990. *Soil and water analysis laboratory manual*. Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs, General Directorate of Rural Services, Ankara, Turkey.
- US Salinity Lab. Staff., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agricultural Handbook No. 60, Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- USDA, 1987. *Soil Mechanics Level I. Module 3 - USDA Textural Soil Classification. Study Guide.*, Stillwater, OK, USA: USDA, Soil Conservation Service.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı)*. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.