



ZİRAAT FAKÜLTESİ
Faculty of Agriculture

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Atatürk University
Journal of Agricultural Faculty

ISSN 1300-9036
E-ISSN 2651-5016

Yıl: 2020

Cilt: 51

Sayı: 1

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi - Erzurum
Ocak – 2020

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Ahmet ÇELİK
Dekan / Dean

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Göksel TOZLU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü / Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection

Editörler Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Bülent ÇETİN Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Food Engineering	Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Field Crops
Prof. Dr. Saliha ÇORUH Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection	Prof. Dr. Serdar BİLEN Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition
Doç. Dr. Cihat YILDIZ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering	Doç. Dr. Melek EKİNCİ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture
Doç. Dr. Murat AYDIN Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Biotechnology	Doç. Dr. Nuray DEMİR Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics
Doç. Dr. Selda ÖRS Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Structures and Irrigation	Doç. Dr. Sinan KOPUZLU Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü	Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Animal Science

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Attila HEGEDUS Szent Istvan Üniv. MACARİSTAN	Dr. Donald L. SUAREZ USDA-ARS Lab. ABD
Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN Yeditepe Üniversitesi, TÜRKİYE	Prof. Dr. Maria DATTENA AGRIS, İTALYA
Prof. Dr. Seyyed ABOLGHASEM MOHAMMADI Tebriz Üniv. İRAN	Prof. Dr. Sougata BARDHAN Missouri Üniv. ABD
Dr. Giuseppe FABRIZIO TURRISI Catania Üniv. İTALYA	Dr. Marcin KADEJ Wroclaw Üniv. POLONYA

Dizgi / Typesetting

Nevrettin SÜRMEİ

Yazışma Adresi / Correspondence Address

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Yayın Koordinatörlüğü,
25240 Erzurum - TÜRKİYE

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty
Publication Coordinator,
25240 Erzurum - TURKEY

e-mail: auzfdeditor@atauni.edu.tr

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

51 (1) nolu Sayıya İnceleme ve Değerlendirme Yönünden Bilimsel Katkıda Bulunanlar
(Scientific Advisory Board)*

Prof. Dr. Dr. Birol KILIÇ, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta
Prof. Dr. Faris KARAHAN, Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Erzurum
Prof. Dr. Ferat UZUN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun
Prof. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Hatay
Prof. Dr. Mehmet BAŞBAĞ, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Diyarbakır
Prof. Dr. Mehmet ZENGİN, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya
Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Erzincan
Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Antalya
Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun
Prof. Dr. Ökkeş ATICI, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, Erzurum
Prof. Dr. Serkan ÖZER, Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Erzurum
Prof. Dr. Sibel TAN, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale
Doç. Dr. Banu Çiçek KURDOĞLU, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon
Doç. Dr. Fatih ÇİĞ, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Siirt
Doç. Dr. Gülgün Fatma ÜNAL ŞENGÖR, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul
Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya
Doç. Dr. Halil ERDEM, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat
Doç. Dr. Hilal SURAT, Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi, Artvin
Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum
Doç. Dr. Pervin YEŞİL, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ordu
Dr. Öğr. Üyesi Esra KADANALI, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ağrı
Dr. Öğr. Üyesi Metin Göksel AKPINAR, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bayburt
Dr. Öğr. Üyesi Şahin KÖK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale
Dr. Öğr. Üyesi Tefide KIZILDENİZ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bil. ve Tekno. Fak., Niğde
Dr. Işıl ÖZDEMİR, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Müc. Merkez Araş. Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

*İsimler unvanlara göre alfabetik olarak sıralanmıştır.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yılda üç sayı olarak yayınlanan, süreli, uluslararası ve hakemli bilimsel bir dergidir.

Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty is a periodical, international and peer-reviewed scientific journal published three times a year.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, TÜBİTAK/ULAKBİM Yaşam Bilimleri, GOOGLE SCHOLAR ve uluslararası CAB abstrakt, CAB Direkt ve **Clarivate Analytics-Zoological Record** veri tabanlarında indekslenmektedir.

Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty are indexed in the abstracting journals of the CAB, CAB Direct, **Clarivate Analytics-Zoological Record**, GOOGLE SCHOLAR and TÜBİTAK/ULAKBİM Yaşam Bilimleri Database.

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Sayfa No

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- Türkiye’de Portakal Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları
Marketing Margins and Economic Analysis of the Orange Market in Turkey
N. ERTEK, O. DEMİR, A. KESKİN..... 1-7
- Korunan Alanlarda Peyzaj Karakter Analizi Hatıla Vadisi Milli Parkı Örneği
Landscape Character Analysis in Protected Areas Hatila National Park Sample
H. TURGUT, A. TIRNAKÇI..... 8-20
- Tuz Gölünde Rekreatif Turizm Olanaklarının Belirlenmesi
Determination of Recreational Tourism Opportunities in Salt Lake
A. ÇELİK ÇANGA..... 21-31
- Polivinil Alkol Uygulamasının Toprak Fiziksel Özellikleri ve Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkisi
The Effect of Polyvinyl Alcohol Application on Soil Physical Properties and Development of Corn Plants (*Zea mays* L.)
F. HACİMÜFTÜOĞLU, M. Y. CANBOLAT 32-43
- Vespa crabro germana* Christ, 1791 (Hymenoptera: Vespidae)’in Yuva Materyalinin Kimyasal Bileşenleri, Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktiviteleri
Chemical Components, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Nest Materials *Vespa crabro germana* Christ, 1791 (Hymenoptera: Vespidae)
Ö. ERTURK, A. ŞİMŞEK..... 44-52
- Effects of Salt Stress on Seed Germination of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Pea (*Pisum sativum* L.)
Tuz Stresinin Nohut (*Cicer arietinum* L.) ve Bezelyede (*Pisum sativum* L.) Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri
E. DADAŞOĞLU, M. EKİNCİ, E. YILDIRIM..... 53-62
- Foresights Derived from Recent Studies Conducted on Turkey Aphid Fauna
Son Zamanlarda Yapılan Çalışmalara Göre Türkiye Afıt Faunasıyla İlgili Öngörüler
G. GÖRÜR, Ö. ŞENOL, H. AKYILDIRIM BEĞEN, B. AKYÜREK..... 63-68
- Erzurum İli Uzundere İlçesinde Farklı Fizyografyaya (Taban ve Yamaç) Sahip Meyve ve Sebze Bahçelerinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri
Determination of Some Physical and Chemical Properties of Soil Examples from Fruit and Vegetable Gardens with Different Fizyografy to Uzundere District
M. ALTUN, A. AYDIN..... 69-78
- Examining the Role of Livelihood Diversification as a Part of Climate-Smart Agriculture (CSA) Strategy
İklim-Akıllı Tarım Stratejisinin Bir Parçası Olarak Geçim Çeşitliliğinin Rolünün İncelenmesi
A. SARDAR, A. K. KIANI, Y. KUSLU, A. BILGİC..... 79-87
- Sarıkamış Orman İçi Mera Bitki Örtülerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi
Determination of Some Vegetation Characteristics in Forest Gap Rangelands of Sarıkamış
A. BİLGİLİ, A. KOÇ..... 88-96
- Ayva (*Cydonia oblonga* Miller) Meyvesi ile Farklı Ambalaj ve Sıcaklıklarda Depolanan Ayva Reçelinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi
Some Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit and Quince Jam Stored in Different Packaging and at Different Temperatures
M. ZOR, M. ŞENGÜL..... 97-108

DERLEME / REVIEW

- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as Food Toxicant in Smoked Fishes
Tütsülenmiş Balıklarda Gıda Toksikantı Olarak Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
E. OZ..... 109-118



Türkiye’de Portakal Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları

Nur ERTEK^a  Okan DEMİR^b  Atilla KESKİN^{c,*} 

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: keskin.1@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.562115

Geliş Tarihi (Received): 08.05.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 25.09.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Bu çalışmada Türkiye’de portakalın üretici-tüketici fiyatları ve pazarlama yapısı incelenmiştir. 2003-2017 yılları arasında üretim-tüketim, dış ticaret, fiyat dalgalanmaları ve pazarlaması üzerinde durulmuştur. Türkiye’de meyve veren ağaç sayısı ve üretim miktarındaki artış ile birlikte verimde de artış olduğu tespit edilmiştir. Portakal cari ve reel fiyatlara göre pazarlama marjları hesaplanmış, cari fiyatlara göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanarak yıllık enflasyon oranları ile karşılaştırılmıştır. Portakal ile ilgili arz ve talep modelleri tahmin edilmiş ve istatistiki olarak yorumlanmıştır. Sonuçta portakal üretim miktarı üzerine gübre reel fiyatı ve trendin (zamanın), portakal tüketim miktarı üzerine ise nüfusun etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Turunçgiller, Portakal, Pazarlama yapısı, Fiyat dalgalanmaları

Marketing Margins and Economic Analysis of the Orange Market in Turkey

ABSTRACT: In this study, the orange producer and consumer prices and marketing structure in Turkey were examined. Between 2003 and 2017, production, consumption, foreign trade, price fluctuations and marketing were emphasized. The yield with the increase in the number of bearer and the production rate was determined to be an increase in Turkey. According to the current and real prices, the orange margins are calculated and the producer and consumer chain indexes are calculated according to the current prices and compared with the annual inflation rates. Supply and demand models related to orange were estimated and interpreted statistically. As a result, it was determined that the real price of the fertilizer on the orange production quantity and the trend (time) on the orange production amount and the population on the orange consumption amount were effective.

Keywords: Citrus, Orange, Marketing structure, Price fluctuations

GİRİŞ

Yaş sebze meyve sektörü; insanlığın temel ihtiyacı olan bitkisel karbonhidrat, protein ve vitaminlere sahip besinlerin üretilmesi ve tüketime sunulması, gerekli işleme tesislerine ulaştırılması gibi tarım sektörü içerisindeki önemli alt sektörlerden birisidir (Demir, 2015). 2017 yılı dünya yaş meyve üretiminde ilk üç sırada Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve Brezilya gelmektedir. Türkiye dünya yaş sebze üretiminde %2,8 pay ile 4. sırada, yaş meyve üretiminde ise %2,6 pay ile 5. sırada gelmektedir (Çam, 2017).

Turunçgiller; portakal, mandalina, limon, altıntop, turunç gibi ekonomik değeri yüksek çeşitleri içeren, subtropik iklim isteği olan bir bitki topluluğudur. İçerdiği C vitamini ile insan sağlığına yararları olan turunçgiller, taze tüketiminin yanında, reçel, meyve suyu, hatta kozmetik ürünlere hammadde olarak işlenmektedir (Akgün, 2006). 2017 yılı verilerine göre dünyada 9,2 milyon hektarlık alanda yapılan turunçgil üretimi giderek artmaktadır.

146,6 milyon ton olan turunçgil üretiminin %26,5’i Çin, %13,5’i Brezilya ve %7,8’i Hindistan’da yapılmaktadır. Dünya turunçgil üretiminin %3,3’ünü sağlayan Türkiye ise 7. sıradadır (FAO, 2019).

2017 yılında Türkiye’de 140 bin hektar alandan 4,8 milyon ton turunçgil üretimi yapılmıştır. Uluslararası verilere göre dünyada ve Türkiye’de de en çok üretimi yapılan turunçgil türü ise portakaldır. Dünyada 3,9 milyon hektarlık alanda portakal üretimi yapılmaktadır. Bu alanın %16,4’ü Brezilya’ya, %15,6’sı Hindistan’a ve %13,1’i de Çin’e aittir. Dünya genelinde portakal üretimi 73,3 milyon tondur. Bu üretim miktarının %23,8’i Brezilya, %11,7’si Çin ve %10,4’ü Hindistan’da üretilmektedir. Bu ülkelerin verimlerine bakıldığında Brezilya 27,6 ton/ha, Çin 25,9 ton/ha ve Hindistan 12,7 ton/ha’dır (FAO, 2019).

Türkiye, sahip olduğu meyve çeşidi ve üretim potansiyeli bakımından ihracatçı ülkeler içinde avantajlı konumdadır (Niyaz ve Demirbaş, 2011).

Türkiye’de 2017 yılında 51,3 bin hektar alandan yaklaşık 2,0 milyon ton portakal üretilmiştir. Türkiye, dünya portakal üretiminin %2,7’sini karşılamaktadır. Dünya genelinde 2016 yılında 6,8 milyon ton portakal ihracatı yapılmıştır. Portakal ihracatının öncü ülkeleri İspanya (%22,9), Güney Afrika (%15,6) ve Mısır (%11,0)’dır. Türkiye ise dünya portakal ihracatında 6. sıradadır ve %5,9’unu karşılamaktadır. 2016 yılında portakal ithal eden ülkeler Hollanda, Fransa, Almanya, Rusya ve Birleşik Krallık Ülkeleridir. Portakal üretiminde önde olan Brezilya portakalı meyve suyu ve konsantre olarak da ihraç etmektedir. 2016 yılında Brezilya 2,3 milyon ton meyve suyu ihraç etmiştir. Çin ve Hindistan nüfusları nedeniyle portakal üretimleri ancak iç tüketimlerini karşılamaktadır. Bu nedenle üretimde öncü ülkeler ihracatçı ülkeler arasında yer almamıştır (FAO, 2019).

2017 yılında Türkiye’de portakal üretimi en fazla Antalya (%28,2), Adana (%20,9), Hatay (%17,5), Muğla (%15,2) ve Mersin’de (%14,6) yapılmaktadır. Portakal üretiminde önde gelen illerin sahip olduğu meyve veren ağaç sayısı sırasıyla Antalya (3,4 milyon), Adana (2,7 milyon), Mersin (2,2 milyon), Muğla (2,0 milyon) ve Hatay (2,0 milyon) illeridir. İllerin sahip olduğu ortalama verim ise Hatay 164,3 kg/ağaç, Antalya 162,0 kg/ağaç, Osmaniye 151,0 kg/ağaç, Adana 145,3 kg/ağaç ve Mersin 127,7 kg/ağaç şeklinde sıralanmaktadır (TÜİK, 2019).

Türkiye’nin 2017 yılında turunçgil ihracatından elde ettiği gelir 852,8 milyon dolardır. Bu gelirin %39,2’si mandalina, %34,4’ü limon ve %18,4’ü de portakal ihracatından elde edilmektedir. 2017 yılında portakal ihracatının %31,5’ini Irak’a, %30,8’ini Rusya’ya, %10,0’ını İran’a, %7,3’ü Ukrayna’ya ve %3,1’i Gürcistan’a yapılmaktadır. Buna karşılık Türkiye’nin 20,6 milyon dolarlık turunçgil ithalatının %59,4’u portakal, %28,2’si mandalina, %9,2’si limon ve %3,1’i greyfurttur. Türkiye’nin turunçgil en fazla ithal ettiği ülke %93,8 oranı ile Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’dir (TÜİK, 2019).

Türkiye’de 2017 yılında portakal üretici fiyatları 185,3 \$/ton iken ihracatta önde giden İspanya’da 283,9 \$/ton, Güney Afrika’da 270,3 \$/ton, Mısır’da 163,2 \$/ton, Amerika Birleşik Devletleri’nde 315,0 \$/ton ve Yunanistan’da 389,3 \$/ton’dur (FAO, 2019).

Bu çalışmada portakalın üretici-tüketici fiyatları dikkate alınarak ekonomik analizler yapılarak pazarlama durumu incelenmiştir. Ayrıca Portakal arz ve talep fonksiyonları ile ilgili modeller tahmin edilerek portakal arz ve talebini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Gübre fiyatı, mazot fiyatı, tarım işçi fiyatı Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ve Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsüne (TEPGE 2019) ait web sitesinde, yıllara

göre yağış miktarı ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM, 2019) web sitesinden alınmıştır. Ayrıca çeşitli yayın ve kaynaklardan da yararlanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada portakalın 2003-2017 dönemi üretim miktarı, meyve veren ağaç sayısı miktarları, verim, üretici (çiftçi eline geçen fiyatlar) ve tüketici (perakende) fiyatları yıllık verileri Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK, 2019) alınmıştır. İthalat-ihracat miktarları ise Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2019) ve Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE, 2019) internet sitelerinden elde edilmiştir. Gübre fiyatı, mazot fiyatı, tarım işçi fiyatı TÜİK ve TEPGE’den, yıllara göre yağış miktarı ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM, 2019) internet sitesinden alınmıştır. Ayrıca çeşitli yayın ve kaynaklardan da yararlanılmıştır.

Metot

Portakal üretici ve tüketici cari fiyatları, üretici ve tüketici fiyat indeksleri (2017=100) dikkate alınarak reel fiyatlara dönüştürülmüştür. Fiyatlardaki yıldan yıla dalgalanmalar, önce mutlak değerler halinde gösterilmiş, daha sonra karşılaştırılan iki yıldan, ilkinin yüzdesi halinde ifade edilmiştir. Elde edilen yüzde oranlarının işaretleri dikkate alınmadan ortalamalar hesaplanmıştır (Dağdemir ve Birinci, 1999; Altundağ ve Güneş, 1992). Çiftçi eline geçen fiyatlar (üretici fiyatları) ile tüketicinin ödediği fiyatlar arasındaki fark "Pazarlama Marjı" olarak hesaplanmıştır (Aşkan ve Dağdemir, 2015; Topcu, 2003; Topcu, 2004).

Zincirleme fiyat indeksi hesap edilirken 2003-2017 yıl aralığı ele alınarak üretici ve tüketici cari fiyatları yıldan yıla karşılaştırmalı olarak hesap edilmiştir. Zincirleme fiyat indeksinde temel yıl yoktur. Herhangi bir yıla ait indeks, bir önceki yılın fiyatı temel alınarak hesaplanmıştır. Zincirleme fiyat indeksinde asıl amaç, fiyatın zamanda yıllık değişmelerini incelemek, yani bir sonraki yılda bir önceki yıla göre fiyatların ne oranda arttığını ya da azaldığını belirlemektir (Dağdemir, 1998).

Tek yıllık tarımsal ürünlerin arz miktarı bir önceki yılın fiyatının fonksiyonudur. Ancak portakal çok yıllık olup üretim kararı değiştirilemeyecektir. Bu nedenle, portakal üretim kararlarının varsayımsal bir yıl gecikmeli cevap verdiği düşünülmüştür. Çiftçi eline geçen fiyat ile portakal üretimi arasındaki ilişki incelenirken, belli bir yıl fiyatının (t) üretim üzerindeki etkisinin ancak bir yıl sonra ($t-1$) ortaya çıkabileceği dikkate alınarak, portakal üretim serisi aynen korunmuş, fiyat serisi bir yıl geriye kaydırılarak analiz yapılmıştır.

Arz ve talep fonksiyonlarıyla ilgili modeller tahmin edilirken, seriler tek tek doğrusal, çift

logaritmik ve yarı logaritmik modellerde denenmiştir. Yapılan analizlerde en uygun istatistikî sonuçları veren yarı logaritmik modeller (Log-Lin) kullanılmıştır. Tüm bağımsız değişkenlerdeki fiyatlar reel olarak (2017=100) dikkate alınmıştır. Kurulan modellerde zaman serisi analizlerinde görülen otokorelasyon probleminin olup olmadığını anlamak için Durbin-Watson testi uygulanmış ve otokorelasyon düzeltmeleri yapılmıştır.

Portakal arz fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen model formül 1'deki gibidir.

$$\text{Log } PU_{(t)}: \alpha + \beta_1 PUF_{(t-1)} + \beta_2 MUF_{(t-1)} + \beta_3 GF_{(t)} + \beta_4 IF_{(t)} + \beta_5 MF_{(t)} + \beta_6 K_{(t)} + \beta_7 T_{(t)} + \epsilon \quad (1)$$

PU: Portakal Üretim Miktarı (ton)

PUF: Portakal Üretici Reel Fiyatı (₺ / kg)

MUF: Mandalina Üretici Reel Fiyatı (₺/kg)

GF: Gübre Reel Fiyatı (₺/ton)

MF: Mazot Reel Fiyatı (₺/lt)

IF : Tarım İşçi Reel Fiyatı (₺/ay)

K : Kukla Değişkeni (2003-2017 yılları ortalama yağış miktarı 627,3 mm'dir. Yıllara göre

ortalama altı"0", ortalama üstü "1" kabul edilmiştir.)

T : Trend (2003-2017 yılları; 1,2,3, ... , 15)

Portakal talep fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen model formül 2'deki gibidir.

$$\text{Log } PT_{(t)}: \alpha + \beta_1 PTF_{(t)} + \beta_2 N_{(t)} + \beta_3 T_{(t)} + \epsilon \quad (2)$$

PT: Portakal Tüketim Miktarı (ton) (Üretim + İthalat – İhracat)

PTF: Portakal Tüketici Reel Fiyatı (₺ / kg)

N : Nüfus (kişi)

T : Trend (2003-2017 yılları; 1,2,3, ... , 15)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye 2017 yılında toplam meyvelik alanı içinde portakalın payı %1,5, toplam ağaç sayısı içindeki payı ise %1,6'dır (TÜİK, 2019). Toplam turuncu ağaç sayısı içinde portakal ağacı sayısı %32,3, meyve veren turuncu ağaç sayısı içinde %35,5 oranındadır. Meyve veren portakal ağacı sayısı 2003 ile 2017 yılları karşılaştırıldığında %7,6 artmıştır. Portakal üretimi 2003- 2017 yılları arasında %56,0, verimi ise %44,7 oranında artmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'de portakala ait meyve veren ağaç sayısı, üretim ve verim durumu

Yıllar	Meyve Veren Ağaç Sayısı (1000 adet)	Üretim (ton)	Verim (kg/ağaç)
2003	12 200	1 250 000	103
2004	12 400	1 300 000	105
2005	12 071	1 445 000	120
2006	12 275	1 535 806	125
2007	12 221	1 426 965	117
2008	13 044	1 427 156	109
2009	13 394	1 689 921	126
2010	13 418	1 710 500	128
2011	12 948	1 730 146	134
2012	13 270	1 661 111	125
2013	13 523	1 781 258	132
2014	13 862	1 779 675	128
2015	14 055	1 816 798	129
2016	13 861	1 850 000	134
2017	13 124	1 950 000	149

Kaynak: TÜİK, 2019

2003 ile 2017 yılları arasında kişi başına portakal tüketimi %19,9 oranında, toplam tüketim ise %44,3 oranında artış göstermiştir. Kişi başına tüketim yıllara göre artış göstermiş ve ortalama 18,9 kg olarak hesaplanmıştır. İthalatta dalgalanma ile birlikte artış gözlemlenirken ihracatta ise 2,2 kat artış gözlemlenmiştir. Portakal ihracatı 2006 yılında %40,1 oranında artmış ve 2003 yılından 2017 yılına 2,2 kat artış göstermiştir (Tablo 2). Genel olarak portakal cari fiyatları dalgalanmalarla birlikte artış eğilimindedir. Üretici fiyatlarında özellikle 2011

yılında bir önceki yıla göre %23,9 oranında artmış ve en yüksek değerine ulaşmıştır. 2013 yılında bir önceki yıla göre %14,7 azalma göstermiş ve daha sonra 2017 yılına kadar artış gözlenmiştir. 2017 yılında bir önceki yıla göre portakal üretici fiyatı %17,7 oranında artmıştır.

Tüketici fiyatları ise artış eğiliminde olup 2003 yılına göre 2017 yılında yaklaşık 2,4 kat artmış ve 2,79 ₺/kg olmuştur. Tüketici fiyatları 2017 yılında bir önceki yıla göre %34,8 artış gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. Türkiye’de portakalın kişi başına tüketim ve pazarlaması

Yıllar	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Toplam Tüketim (ton)	Kişi Başına Tüketimi (kg/yıl)
2003	41 160	175 908	1 115 252	16,6
2004	30 808	134 036	1 196 772	17,6
2005	54 060	193 538	1 305 522	19,0
2006	40 303	246 360	1 329 749	19,1
2007	64 861	175 525	1 316 301	18,6
2008	29 783	161 751	1 295 188	18,1
2009	40 853	272 284	1 458 490	20,1
2010	28 591	232 608	1 506 483	20,4
2011	44 259	366 331	1 408 074	18,8
2012	30 816	327 438	1 364 489	18,0
2013	33 472	280 569	1 534 161	20,0
2014	28 213	341 677	1 466 211	18,9
2015	45 697	331 926	1 530 569	19,4
2016	36 797	402 949	1 483 848	18,6
2017	48 000	389 000	1 609 000	19,9

Kaynak: FAO, 2019; TÜİK, 2019

Tablo 3. Türkiye’de cari fiyatlara göre portakal pazarlama marjı

Yıllar	Üretici Fiyatları (₺/kg)	Tüketici Fiyatları (₺/kg)	Pazarlama Marjı (₺/kg)	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	0,36	1,14	0,78	32	68
2004	0,43	1,09	0,66	39	61
2005	0,54	1,04	0,50	52	48
2006	0,50	1,11	0,61	45	55
2007	0,57	1,44	0,87	40	60
2008	0,65	1,56	0,91	42	58
2009	0,59	1,64	1,05	36	64
2010	0,67	1,57	0,90	43	57
2011	0,83	1,73	0,90	48	52
2012	0,68	1,66	0,98	41	59
2013	0,58	1,90	1,32	31	69
2014	0,61	1,78	1,17	34	66
2015	0,61	2,28	1,67	27	73
2016	0,62	2,07	1,45	30	70
2017	0,73	2,79	2,06	26	74

Kaynak: TÜİK, 2019, orijinal hesaplamalar

Tüketicinin bir kg portakala ödediği fiyat ile bir kg portakala karşılık çiftçi eline geçen fiyat arasındaki fark pazarlama marjını vermektedir. Yani, aracılardan eline geçen değer kastedilmektedir. Cari fiyatlar dikkate alındığında, yıllara göre aracılardan eline geçen yüzde oranlar %48-%74, üretici eline geçen oranlar ise %26-%52 arasında değişmektedir (Tablo 3).

Portakal reel fiyatlarını incelediğimizde 2003 yılında portakal üretici fiyatı 1,12 ₺/kg iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 0,73 ₺/kg’dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında

üreticinin 15 yıllık süreçte portakal fiyatları üzerinden satın alma gücü %34,8 oranında azalmıştır.

Tüketici fiyatlarını reel olarak incelediğimizde yıllara göre dalgalanmalar olmakla birlikte düşüş yaşanmıştır. Portakal tüketici fiyatı 2003 yılında 3,40 ₺/kg iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 2,79 ₺/kg’dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında tüketicinin 15 yıllık süreçte portakal fiyatları üzerinden satın alma gücü %17,9 oranında azalmıştır. Reel fiyatlarda yıllara göre aracılardan eline geçen yüzde oranlar %44-%74, üretici eline geçen oranlar ise %26-%56 arasında değişmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Türkiye’de reel fiyatlara göre portakal pazarlama marjı (2017=100)

Yıllar	Üretici Fiyatları (₺/kg)	Tüketici Fiyatları (₺/kg)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	1,12	3,40	2,28	33	67
2004	1,24	2,94	1,70	42	58
2005	1,43	2,59	1,16	55	45
2006	1,21	2,52	1,31	48	52
2007	1,27	3,08	1,81	41	59
2008	1,31	2,96	1,65	44	56
2009	1,12	3,07	1,95	36	64
2010	1,17	2,71	1,54	43	57
2011	1,36	2,69	1,33	51	49
2012	1,03	2,43	1,40	42	58
2013	0,81	2,66	1,85	30	70
2014	0,79	2,26	1,47	35	65
2015	0,73	2,75	2,02	27	73
2016	0,69	2,40	1,71	29	71
2017	0,73	2,79	2,06	26	74

Kaynak: TÜİK, 2019, orijinal hesaplamalar

Portakal reel fiyatlarını incelediğimizde 2003 yılında portakal üretici fiyatı 1,12 ₺/kg iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 0,73 ₺/kg’dır. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında üreticinin 15 yıllık süreçte portakal fiyatları üzerinden satın alma gücü %34,8 oranında azalmıştır.

Tüketici fiyatlarını reel olarak incelediğimizde yıllara göre dalgalanmalar olmakla birlikte düşüş yaşanmıştır. Portakal tüketici fiyatı 2003 yılında 3,40

₺/kg iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 2,79 ₺/kg’dır. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında tüketicinin 15 yıllık süreçte portakal fiyatları üzerinden satın alma gücü %17,9 oranında azalmıştır. Reel fiyatlarda yıllara göre araçların eline geçen yüzde oranlar %44-%74, üretici eline geçen oranlar ise %26-%56 arasında değişmektedir (Tablo 4).

Tablo 5. Türkiye’de cari fiyatlara göre portakal üretici-tüketici zincirleme indeksleri ve yıllık enflasyon oranları

	Üretici Zincirleme İndeksi	Üretici İndeks Farkı	ÜFE	Tüketici Zincirleme İndeksi	Tüketici İndeks Farkı	TÜFE
2003	100,0	-	13,9	100,0	-	18,4
2004	119,4	19,4	13,8	95,6	-4,4	9,3
2005	125,6	25,6	2,7	95,4	-4,6	7,7
2006	92,6	-7,4	11,6	106,7	6,7	9,7
2007	114,0	14,0	5,9	129,7	29,7	8,4
2008	114,0	14,0	8,8	108,3	8,3	10,1
2009	90,8	-9,2	5,9	105,1	5,1	6,5
2010	113,6	13,6	8,9	95,7	-4,3	6,4
2011	123,9	23,9	13,3	110,2	10,2	10,5
2012	81,9	-18,1	2,5	96,0	-4,0	6,2
2013	85,3	-14,7	7,0	114,5	14,5	7,4
2014	105,2	5,2	6,4	93,7	-6,3	8,2
2015	100,0	0,0	5,7	128,1	28,1	8,8
2016	101,6	1,6	9,9	90,8	-9,2	8,5
2017	117,7	17,7	15,5	134,8	34,8	11,9

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

Tablo 5’te portakal cari fiyatlarına göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanmış ve bunların yıllara göre farkları alınarak enflasyon oranları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma

sonucunda portakalda üretici eline geçen fiyatların 2004, 2005, 2007, 2008 2010, 2011 ve 2017 yıllarında enflasyon oranının üstünde kaldığı tespit edilmiştir. Bu yıllarda fiyatlar üreticinin lehine, diğer

yıllarda ise aleyhine olmuştur. Tüketicinin durumunu incelediğimiz zaman portakalda 2007, 2013, 2015 ve 2017 yıllarında tüketicinin satın alma gücü düşerken diğer yıllarda artmıştır. Üretici ve tüketici açısından fiyat değişimleri enflasyonun oranına göre

üretici ve tüketiciyi olumlu ya da olumsuz etkilemektedir. Üretici fiyat artışları üretici için olumlu bir durum iken tüketici fiyat artışları tüketici için olumsuzdur.

Tablo 6. Portakal arz fonksiyonu ile ilgili regresyon analizi sonuçları

LogPU	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	6,8749 ***	0,1076	0,000	
PUF	0,0279	0,0788	0,734	
MUF	0,2667 **	0,0945	0,026	
GF	-0,0001 *	0,0001	0,072	0,001
IF	-0,0001	0,0001	0,478	
MF	-0,0159	0,0219	0,491	
K	0,0266	0,0160	0,141	
T	0,0499 ***	0,0090	0,001	

*: %10, **: %5 ve ***: %1 önem seviyelerinde anlamlıdır

Portakal arz fonksiyonunu ile ilgili olarak tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre portakal üretimi ile portakal üretici reel fiyatı, mandalina üretici reel fiyatı, kukla (yağış miktarı) ve trend (zaman) arasında doğru bir ilişki, gübre reel fiyatı, tarım işçi reel fiyatı ve mazot reel fiyatı arasında ise ters bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Yine portakal üretimi ile mandalina üretici reel fiyatı arasında doğru bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu ekonomik teoriye uymayan bir durumdur. Zaman serisi verilerinin kullanılması sonucu katsayıların işaretlerinde ekonomik teoriye ters sonuçlar da çıkabilmektedir.

Portakal üretici reel fiyatı modelde anlamlı çıkmamıştır. Bu ürün çok yıllık olarak üretilip tesis dönemi olan turuncgillerdir. Fiyatlardaki değişime göre yıllık olarak bunların üretim alanlarının azaltılıp artırılması mümkün değildir. Ancak uzun süre

zarfında üretimin azaltılıp artırılmasına karar verilebilir.

Portakal arz modeline Durbin-Watson testi uygulanmış olup otokorelasyon problemi bulunmamıştır. Modelde R^2 değeri yüksek (0,977) olup yapılan F testine göre portakal arz fonksiyonu için tahmin edilen model %1 ($P=0,001$) önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden gübre reel fiyatı %10 önem seviyesinde, trend (zaman) ise %1 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli, diğer bağımsız değişkenlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Trend (zaman) ile portakal üretimi arasında doğru yönlü bir ilişki vardır. Yani zaman içinde teknolojik gelişmelerin portakal üretimini olumlu etkilediği varsayılabilir. Gübre fiyatının düşmesi portakal üretimi üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

Tablo 7. Portakal talep fonksiyonu ile ilgili regresyon analizi sonuçları

LogPT	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	15,3564 ***	4,9841	0,002	
PTF	- 0,0058	0,0513	0,910	
N	- 0,0001 *	0,0001	0,098	0,001
T	0,1433 *	0,0752	0,057	
RHO	-0,0601	0,2668	0,8216	

*: %10, **: %5 ve ***: %1 önem seviyelerinde anlamlıdır

RHO: Düzeltilmiş Korelasyon Katsayısı

Portakal talep fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre portakal tüketimi ile portakal tüketici reel fiyatı ve nüfus arasında ters bir ilişki, trend (zaman) arasında ise doğru bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Portakal tüketimi ile nüfus arasında doğru bir ilişki beklenirken ters bir ilişki durumu ortaya çıkmıştır.

Portakal talep modeline Durbin-Watson testi uygulanmış, otokorelasyon problemi tespit edilmiş ve

otokorelasyon düzenlemesi yapılmıştır. Sonuçta Durbin-Watson istatistiği 2,195 olup kalıntılar arasında (RHO: -0,0601) negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Modelde R^2 değeri yüksek (0,823) olup yapılan F testine göre portakal talep fonksiyonu için tahmin edilen model %1 ($P=0,001$) önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden trend (zaman) %10 önem seviyesinde

istatistiki olarak önemli, diğer bağımsız değişkenlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Portakal tüketiminde zamana göre üretim artmış, bu artış tüketim üzerinde de etkili olmuştur.

Portakal arz ve talep fonksiyonlarına göre arz elastikiyeti (Ae) **0,030**, talep elastikiyeti (Te) **0,016** bulunmuştur. $Ae > Te$ olduğunda Örümcek Ağı Teorisine göre fiyatlar merkezden çevreye doğru uzaklaşmakta genişleyen dalgalanmalar ile devri hareket büyümektedir (Gülten, 1985; Dağdemir, 2019). Portakal için arz ve talep esneklikleri çok düşük seviyelerde olmalarına rağmen üreticilerin fiyatlardaki değişimlere karşı duyarlılığı tüketicilere göre daha fazla olmaktadır.

SONUÇ

Portakal üretim, verim, ihracat, toplam tüketim ve kişi başına tüketimde yıllara göre artış gözlenmiştir. Portakalda reel fiyatlara (2017=100) göre 15 yılda üretici fiyatları üreticilerin aleyhine azalış gösterirken, tüketici fiyatları tüketicilerin lehine azalış göstermiştir. Cari fiyatlara göre zincirleme indeks hesaplamalarında da fiyat değişmelerinin çoğu yılda tüketici lehine olduğu belirlenmiştir. Portakal üretim ve tüketiminde zamanla artış olduğu tahmin edilen arz ve talep regresyon modellerinde de ortaya çıkmıştır. Portakal ihracatının yıllara göre artış gösterdiği düşünüldüğünde üretim alanlarının artırılması ile ihracatın daha da aratabileceği varsayılarak daha fazla döviz girdisi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Akgün, C., 2006. Turunçgil Sektör Profili Raporu. Dış Ticaret Müsteşarlığı, Uygulama Servisi. <https://docplayer.biz.tr/20684676-Turunçgiller-sektor-profili.html> (Erişim Tarihi: 19 Şubat 2019).
- Altundağ, S., Güneş, T., 1992. Türkiye'de Patates ve Soğanın Üretim Miktarı İle Fiyat İlişkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 52-65.
- Aşkan, E., Dağdemir, V., 2015. Türkiye sarımsak piyasasının ekonomik analizi. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 28 (B): 19-26.
- Çam, E., 2017. Yaş Sebze ve Meyve Sektörünün Güncel Durum Değerlendirmesi. İzmir Ticaret Odası Mayıs-Haziran Sektörel ARGE Bülteni, 22-25.

- Dağdemir, V., 2019. Tarımsal Pazarlama Ders Notları (Basılmamış). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü. Erzurum, 110 s.
- Dağdemir, V., 1998. Türkiye soğan piyasasının ekonomik analizi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12 (1/2): 99-114.
- Dağdemir, V., Birinci, A. 1999. Türkiye'de patates pazarlaması ve fiyat dalgalanmalarının üretim üzerine etkisi. II. Ulusal Patates Kongresi, 28 - 30 Haziran 1999, Erzurum, s: 18-24.
- Demir, Ü., 2015. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA), TR63 Bölgesi Yaş Sebze Meyve Sektör Raporu, 106 s.
- FAO, 2019. Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 19 Şubat 2019).
- Gülten, Ş., 1985. Tarımsal Pazarlama. Atatürk Üniv. Yayınları No: 631, Ziraat Fak. Yayınları No: 288, Ders Kitapları Serisi No: 45. Erzurum, 114 s.
- MGM, 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10 Şubat 2019).
- Niyaz, Ö. C., Demirbaş, N., 2011. Türkiye yaş meyve üretim ve ihracatının son on yıllık döneminin değerlendirilmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 17 (1, 2): 37-45.
- TEPGE, 2019. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Erişim Tarihi: 5 Şubat 2019).
- Topcu, Y., 2003. Gıda ürünlerinde pazarlama marjı ve cebirsel analiz. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 34 (2): 199-207.
- Topcu, Y., 2004. A study on the meat cost and marketing margins of cattle fattening farms in Erzurum province. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28(6): 1007-1015.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046 (Erişim Tarihi: 6 Şubat 2019).



Korunan Alanlarda Peyzaj Karakter Analizi Hatıla Vadisi Milli Parkı Örneği

Hilal TURGUT^{1,a,*} Ashhan TIRNAKÇI^{2,b}

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Artvin, Türkiye
²Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,
Neşehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hturgut@artvin.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.565108

Geliş Tarihi (Received): 14.05.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 24.09.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZET: Peyzajların zamanla değişimi onun planlanması ve yönetilmesinde dikkate alınması gereken noktalardan birisidir. Peyzajların yönetimi, korunması ve planlaması konuları PAN-Avrupa Biyolojik Çeşitlilik Peyzaj Sözleşmesi ve Avrupa Peyzaj Sözleşmesinde ele alınmış ve peyzaj karakter alanlarının belirlenmesi konusu yaygınlık kazanmıştır. Korunan alanlarda sürdürülebilirliğin sağlanması, hassas ekosistemler ve tür çeşitliliğinin korunması, doğal kaynakların yönetilebilmesi ve izlenmesi için yerel düzeyde peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma ile Artvin ili sınırları içerisinde yer alan, Hatıla Vadisi Milli Parkı'nın peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, alana ait jeoloji, arazi kullanımı, büyük toprak grupları, yükseklik, bakı, eğim, bitki örtüsü haritaları CBS yardımıyla sayısallaştırılmış ve çakıştırılarak karakter tipleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 1052 adet peyzaj karakter tipi belirlenmiştir. Elde edilen karakter tiplerinin koruma amaçlı yapılan planlama çalışmalarında ve peyzaj yönetimi çalışmalarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj karakter analizi, Peyzaj planlama, Hatıla Vadisi Milli Parkı

Landscape Character Analysis in Protected Areas Hatila National Park Sample

ABSTRACT: The change of landscapes over time is one of the points to be considered in its planning and management. The management, conservation, and planning of landscapes were discussed in the PAN-European Convention on Biological Diversity and the European Landscape Convention, and the identification of landscape character areas became widespread. It is important to identify landscape character types at the local level to ensure sustainability in protected areas, to protect sensitive ecosystems and species diversity, to manage and monitor natural resources. This study aims to determine the landscape character types of Hatila National Park, which is located in Artvin province. For this purpose, geology, land use, large soil groups, elevation, aspect, slope, vegetation maps of the area were digitized with GIS and overlapped to determine character types. As a result of this study, 1052 landscape character types were determined. It is thought that the obtained character types can be used for planning and conservation studies.

Keywords: Landscape character analysis, Landscape planning, Hatila Valley National Park

GİRİŞ

Peyzaj mimarı Ian McHarg'dan bu yana planlamada büyük aşamalar kaydedilmiştir. CBS'nin yaygın kullanımı ile arazi kullanımı, planlanması, yönetimi konularında pek çok ölçekte çalışmalar yapılmıştır. Avrupa Peyzaj Sözleşmesinde de vurgulandığı şekliyle plan kararlarının oluşturulması, kullanım ilişkilerinin kurulması, alan yönetim stratejilerinin belirlenmesi, peyzaj değişimlerinin ortaya konulması gibi planlama çalışmalarında peyzajların tanımlanması öncelikli adımdır. Bu amaçla son yıllarda hızla peyzaj karakter alanlarının belirlenmesi çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

En genel ifade ile peyzaj karakter alanları bir alanı bir diğerinden ayırt edecek veya benzer alanları ortaya koyabilecek alan özelliklerinin belirlenmesi olarak ifade etmek mümkündür. Yapılan çalışmalar

incelendiğinde doğal peyzaj faktörleri, alan kullanımları, görsel faktörler peyzaj karakter alanlarının belirlenmesinde değerlendirmeye alınmıştır. Avrupa peyzaj karakter değerlendirmesi girişimi projesi (ECLA: European Landscape Character Assessment Initiative) ile Avrupa Peyzaj Atlası çalışması kapsamında Avrupa ülkelerinin pek çoğu karakter çalışmaları yapmıştır (Görmüş vd., 2013).

Avrupa ülkelerinde peyzaj planlama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesi çalışmaları zaman içerisinde geliştirilerek yöntem açısından zenginleştirilmiştir. Cullato and Barbera (2011) Akdeniz Bölgesinde kültürel peyzajı haritalama çalışmalarında kullanarak bütüncül bir yöntem

önermişlerdir. Mücher et al. (2003); yaptığı haritalama çalışmasında toprak, alan kullanımı, iklim, rakım verilerini değerlendirmiş ve 350 farklı peyzaj karakter tipine sahip atlas oluşturmuştur. Alan kullanımı çalışmaları göstermiştir ki; göç, kentleşme, ekonomik ve teknolojik değişimler peyzaj karakterini ve peyzaj tiplerini de etkilemektedir (Meeus 1993; Dramstad et al. 1996; Klijn and Vos 2000; Antrop, 2003). Vogiatzakis et al., 2006; tanımlaması ile öncelikli olarak doğal yapı ve zamanla insan faaliyetleri peyzajın yapısını şekillendirmektedir.

Swanwick (2002), Mücher (2005) peyzaj karakter çalışmalarında CBS'nin yanında istatistiksel yöntemlere de yer vermiştir. Wascher (2005)'in yapmış olduğu çalışmalarda arazi değişimlerinin insan kullanımları ile homojenlik kazandığı vurgulanmıştır. Van Eetvelde and Antrop (2009) karakter analizi çalışmalarında kültürel peyzajı dikkate alarak sınıflamalar yapmıştır. Uzun vd. (2010)'nin ve Erdoğan (2014)'in geliştirdiği peyzaj karakter analizi yaklaşımlarında; temel altlık verilere göre peyzaj karakter tiplerinin tanımlanması ve peyzaj karakter alanlarının görsel özelliklerinin incelenmesi, detaylı analizi ve kültürel içeriklerinin tanımlanması öne çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde peyzaj karakter alanlarının haritalanması çalışmasına bir yenisinin daha eklenmesidir. Hatıla Vadisi; kapalı vadi özelliği gösteren, doğal yapısı bozulmamış milli park statüsü ile korunan bir alandır. Korunan alan planlama sürecinde temel olan alan verilerinin sistematik bir biçimde tespit edilmesi ve verilerin planlama amacı ile kullanılması açısından haritalama çalışması önem kazanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanının Konumu

Hatıla Vadisi Milli Parkı, 31.08.1994 tarih ve 22037 sayılı resmi gazete yayınlanan 94/5841 sayılı bakanlar kurulu kararı ile Milli Park ilan edilmiştir. Artvin il merkezine 7 km mesafede bulunan milli parkın kapladığı alan 16 988ha'dır. Milli Park, Artvin il merkezine 7 km. uzaklıktadır. Bölge, 41° 31'14''-41° 40'42'' doğu boylamları ile 41° 03'17''-41° 07'48' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Hatıla Vadisi Milli Parkı kuzeyde Otluca Dağı, Kuru Sırtı, Sallet Tepe, Örenli Mahallesi ile sınırlanırken, güneyde Kurt Dağı, Keçi Dağı, Kılıçlı Mahallesi, Demirci Mahallesi, Doğanlı Mezrası ile sınırlanmaktadır (Eminağaoğlu, 1996).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

V tipi dar vadi özelliğine sahip olan Hatıla Vadisi Milli Park alanı; tabanda Hatıla Çayı'ndan itibaren dik yamaçlara, yüksek tepelere doğru farklı peyzaj karakterlerinin sergilendiği pek çok vista noktaları, gösterişli kayaç türleri olan, Akdeniz, Karadeniz ve Alpin vejetasyonları olmak üzere 3 farklı vejetasyon tipinin gözlemlenebildiği, pek çok endemik ve nadir türe sahip bitki çeşitliliğinin çok olduğu, zengin faunası ve yaşam alanları ile az bozulmuş alanlardan birisidir. Bölgesel ve yerel düzeyde önemli bir rekreasyon alanı olma özelliğine sahip milli parkın turizm potansiyeli yüksektir. Alan

içerisinde az sayıda da olsa Karadeniz bölgesinin tipik dağınık yerleşim birimleri ve yayla yerleşimleri mevcuttur. Çalışmada Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yaptırılan Hatıla Vadisi Milli Parkı Uzun Devreli Gelişim Planından yararlanılmıştır.

Çalışma alanının iklim özellikleri

Artvin, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer alan, kışları ılık, yazları sıcak ve yağışların sıkça görüldüğü bir iklim yapısına sahiptir. Ülkenin en çok yağış alan

bölgesinde bulunması sık sık sis olaylarının görülmesi iklimin karakterini oluşturmaktadır. Artvin'in yağış ve sıcaklığa bağlı iklim değerleri incelendiğinde, her ayı yağışlı olmakla birlikte yağışların çoğu sonbahar ve kış mevsiminde olduğu görülmektedir. Uzun yıllara ait (1927-2018) iklim verilerine göre; ortalama sıcaklık Ocak ayında 2.8, Ağustos ayında 20.9 °C, ortalama en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 26.2 °C, en düşük sıcaklık Ocak ayında -2 °C, ortalama güneşlenme süresi Ağustos ayında 7.6 saat, ortalama yağışlı gün sayısı Mayıs ayında 14.1, aylık toplam yağış miktarı 87.8 kg/m², uzun yıllar içerisinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler ise; Ağustos ayında 43 °C, Ocak ayında -16 °C olarak tespit edilmiştir.

Metot

Artvin ili idari sınırları içerisinde bulunan Hatıla Vadisi Milli Parkı'nın, peyzaj karakter alanlarını belirlemek için yapılan bu araştırma arazi ve büro çalışması olarak yürütülmüştür. Çalışma alanındaki karakter tiplerinin belirlenmesinde Atik ve Ortaçesme (2010)'nin yapmış olduğu çalışmadan, adlandırma ve sınıflandırmaların yapılmasında Uzun vd. (2010) ile Atabeyoğlu ve Bulut (2013)'un yapmış oldukları çalışmalardan, korunan alanlarda çevre bileşenleri ve peyzaj metriklerinin belirlenmesinde Görmüş (2012)'ün yapmış olduğu çalışmadan, karakter tiplerinin oluşturulmasında kullanılan değişkenler ve değişkenlere ait alt sınıfların belirlenmesinde ise Şahin vd. (2011), Çetinkaya ve Uzun (2014), Görmüş vd. (2013), Tırnakçı ve Özer (2018) ile Uzun vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmalardan yararlanılmıştır.

Büro çalışması ile araştırmada kullanılacak temel veriler temin edilmiş ve sayısal ortamda işlenmiştir. Bu veriler yerel yönetimlerden, 2014 yılında yapılmış olan Uzun Devreli Gelişim Planından, 1/25000 ölçekli Toprak, iklim, jeoloji, bitki örtüsü, amenajman haritalarından ve alanla ilgili yazılan raporlardan (Anonim, 2014; Anonim, 2018) elde edilmiştir.

Arazi çalışmaları aşamasında; alan içerisinde yollar, mimari doku, bitki örtüsü, bakı noktaları, görsel kalitesi yüksek alanlar, ilginç jeolojik oluşumlar, hidrolojik yapı, peyzaj desenleri ve karakter alanları incelenmiş, verileri toplanmış ve CBS ortamına aktarılmıştır. Ayrıca yaz ve kış dönemlerini kapsayacak şekilde; fotoğrafıma çalışmaları yapılmış, alan ziyaretçileri, milli park görevlileri ve alanda ikamet eden yerel halk ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Peyzaj karakter analizi için 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar sayısallaştırılmış, CBS ortamına aktarılmış ve temel harita oluşturulmuştur. Temel haritadan; yükseklik-eğim ve bakı grupları haritası, topoğrafik harita, jeoloji haritası, erozyon durumu,

arazi yetenek sınıflarını içeren toprak haritası, hidroloji haritası, mevcut arazi kullanımı haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait bitki örtüsü haritası için orman amenajman haritası kullanılmıştır.

Yerel düzeyde peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesinde Avrupa Peyzaj Karakter Analizi Girişimi (European Landscape Character Analysis Initiative–ELCA) kapsamında kullanılan "Peyzaj Karakter Analizi" yöntemi kullanılmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan çeşitli çalışmalarda, peyzaj tiplerinin kodlanmasında sırasıyla iklim, topografya, jeoloji ve arazi örtüsü verileri temel alınmıştır (Wascher, 2005). Peyzaj karakteri analizi sırasında kullanılacak yöntemin aşamaları, çalışmanın temelini oluşturacak yaklaşımlar ve kavramlar belirlenmiştir. Bu yapılırken Atik ve Ortaçesme (2010), Uzun vd. (2010), Swanwick (2002), Mücher et al. (2005), Wascher et al. (2005) ve Erdoğan (2014)'den yararlanılmıştır. Hatıla Vadisi Milli Parkı peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesinde şimdiki arazi kullanımı, toprak, topografya, jeoloji, bakı, eğim ve bitki örtüsü verileri kullanılmıştır. Peyzaj karakter analizi için gerekli olacak veriler ve haritalar temin edilmiş ve sayısal ortama aktarılmıştır.

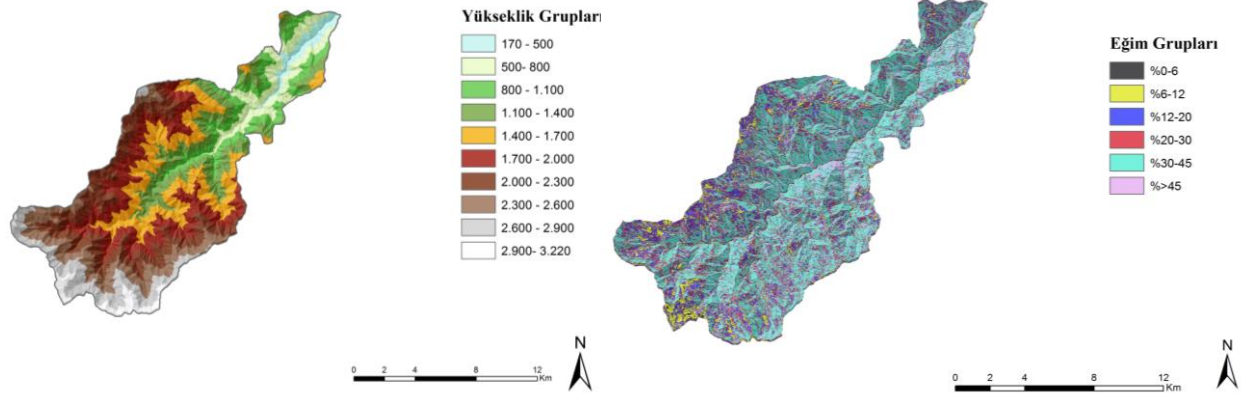
Hatıla Vadisi Milli Parkı bölgesinin peyzaj karakter tiplerinin kodlanmasında ise her bir peyzaj karakter tipi sırasıyla şimdiki arazi kullanımı, büyük toprak grubu, topografya, kayaç şekli, bakı, eğim ve bitki örtüsü verileri aralarına çizgi konularak 5 harf ve 2 rakamdan oluşan bir adlandırma sistemi ile kodlanmıştır.

Çalışma kapsamında veri tabanının oluşturulmasında, haritaların üretilmesinde ve analizlerin gerçekleştirilmesinde CBS yazılımı olarak ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanı yükseltinin 170 ile 3220 m arasında değiştiği oldukça hareketli bir topografyaya sahiptir. Hatıla Vadisi'nde en yüksek rakım Milli Park'ın güneyinde bulunan Kurt Dağ 3224 metre, en düşük rakım ise Çoruh Nehri boşalım ağız 160 metredir (Eminağaoğlu, 1996).

Alanın genel karakter tipi dar tabanlı V tipi vadi özelliğindedir. Hatıla Deresi ve küçük birçok yan derenin açmış olduğu vadiler arasında keskin sırtlar oluşmuştur. Vadiler arası oluşan sırtlar, alanın genel karakteristiğini yansıtmakta ve vadi genelinde yamaç morfolojisini hakim kılmaktadır. Yamaçlarda meydana gelen fiziksel parçalanma ve kütle hareketleri sonucu vadi genelinde çok sert ve keskin bir topografya ortaya çıkmıştır. Çalışma alanına ait yüzey şekillerinin daha iyi anlaşılabilmesi için yükseklik grupları haritası ve eğim haritası Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının yükseklik grupları ve eğim haritası

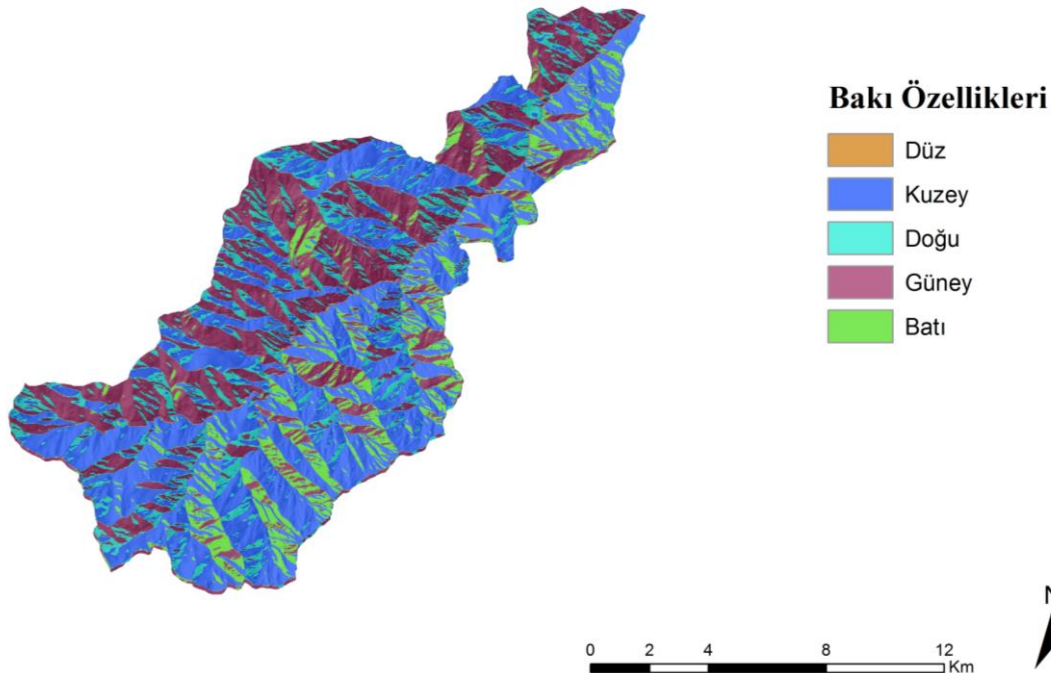
Alanın eğim derecesi %45-70 dereceye varmaktadır. Çizelge 1'de araştırma alanındaki eğim sınıfları, alansal dağılımları ve oranları verilmiştir. Çalışma alanının %90,32'si eğimin fazla olduğu alanlardan oluşmaktadır.

Araştırma alanına ait bakı haritası topografik haritalar ve 3D arazi modeli yardımı ile oluşturulmuştur. Haritalar incelendiğinde çalışma alanının kuzeyinde güney/güneydoğu, güneyinde ise kuzey/kuzeybatı bakıları hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çizelge 1. Çalışma alanının eğim grupları

Eğim derecesi (%)	Alansal dağılım	
	ha	%
0-6	2980	15,16
6-12	3003	15,28
12-20	3091	15,73
20-30	3460	17,60
30-45	4070	20,73
>45	3046	15,50
Toplam	19650	100

Analiz aşamasında değerlendirme yapabilmek için bakılar 5 gruba indirgenmiştir (Çizelge 2).



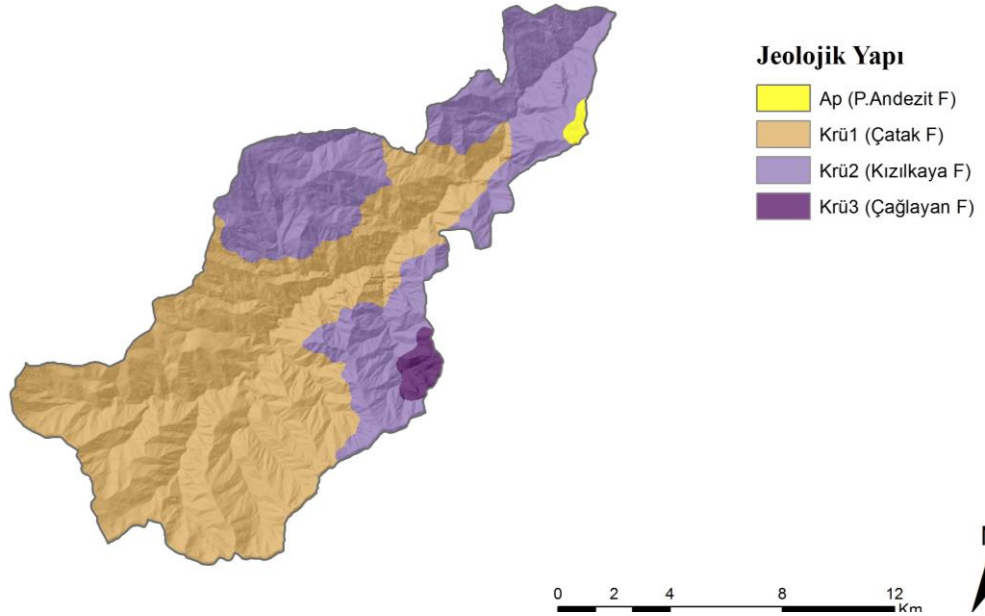
Şekil 3. Çalışma alanının bakı durumu

Çizelge 2. Çalışma alanının bakı durumu

Bakılar	8 yöne göre bakılar		5 yöne göre bakılar	
	Alansal dağılım		Alansal Dağılım	
	ha	%	ha	%
Düz	0,24	0,05	0,24	0,05
Kuzey	2862,84	14,56	Kuzey 8527,8	43,38
Kuzeydoğu	3469,42	17,65		
Kuzeybatı	2195,54	11,17	2754,33	14,01
Doğu	2754,33	14,01		
Güneydoğu	2625,17	13,35	Güney 6344,97	32,27
Güney	2110,19	10,73		
Güneybatı	1609,61	8,19		
Batı	2022,66	10,29	2022,66	10,29
Toplam	19650	100	19650	100

Hatıla Vadisi'nde, Çatak Formasyonu (Krü 1), Kızılkaya Formasyonu (Krü 2), Çağlayan Formasyonu (Krü 3) ve Porfori Andezit (Ap) Formasyonları tanımlanmıştır. Yakın çevresinde,

Hamurkesen Formasyonu (JLh) ve Ağıllar Formasyonu (Krü5b) bulunmaktadır (Şekil 4, Çizelge 3) (Anonim, 2014).



Şekil 4. Çalışma alanının jeomorfolojik yapısı

Çizelge 3. Araştırma alanına ait sınıflandırılmış jeolojik formasyonlar, alansal dağılımları ve yüzde oranları

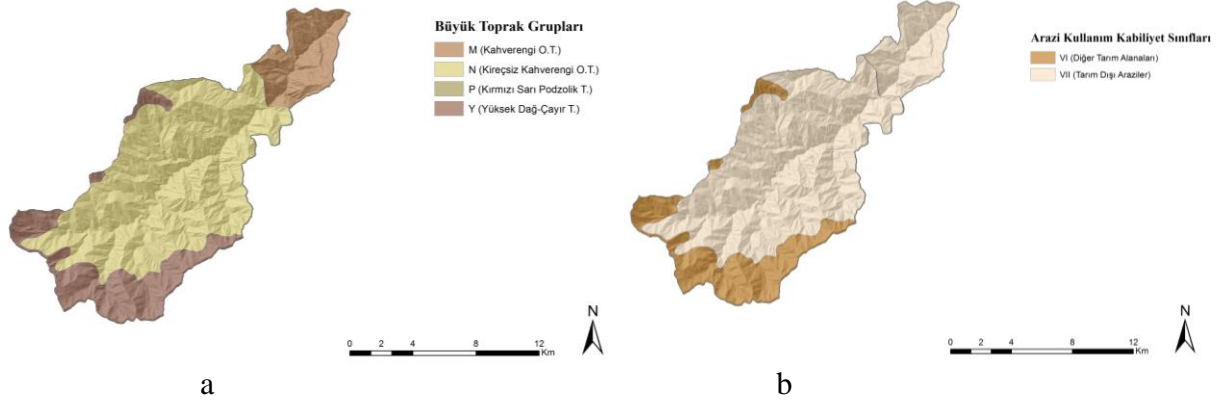
Jeolojik formasyon	Alansal dağılım (ha)	Oran (%)
KRÜ 1 (Çatak formasyonu)	12203,90	62,11
KRÜ 2 (Kızılkaya formasyonu)	7037,85	35,82
KRÜ 3 (Çağlayan formasyonu)	315,30	1,60
AP (porfori andezit)	92,95	0,47

Büyük toprak gruplarının dağılımı şekil 5'de görülmektedir. Kahverengi orman toprakları (%66,64) önemli miktarda bulunmakta olup; geriye

kalan yüksek dağ çayırları (%19,64) ve kireçsiz kahverengi orman (%13,65) oranında bulunmaktadır. Alanda çok az miktarda (% 0,07) kırmızı sarı

podzolik toprakları bulunmaktadır. Ayrıca vadide; VI. Sınıf topraklar % 19,68, ve VII. sınıf topraklar % 80,32 oranında bulunmaktadır (Şekil 5a). Çalışma

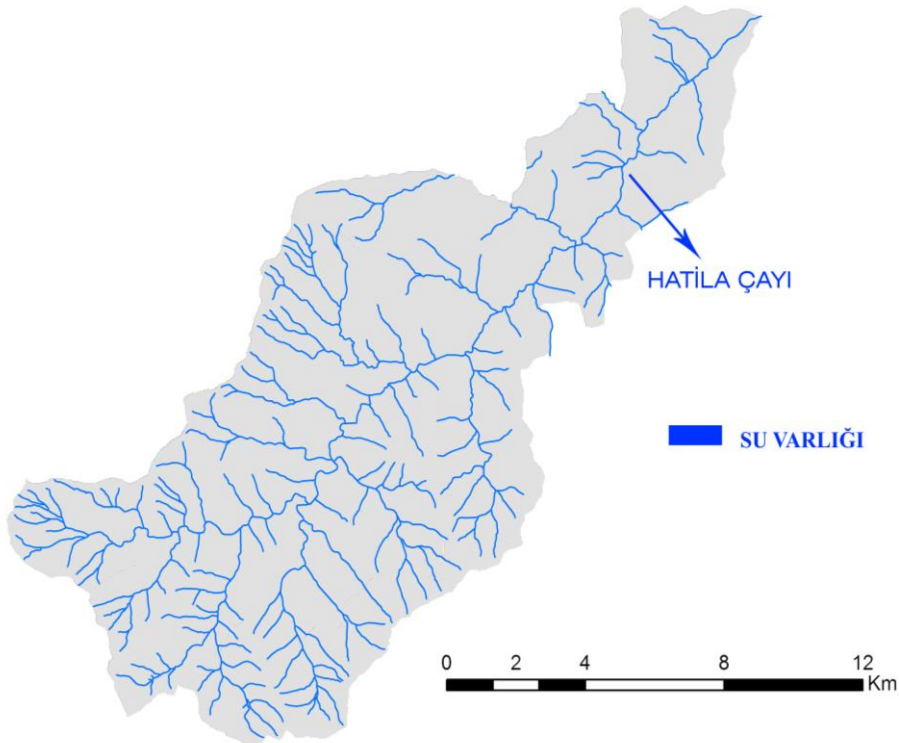
alanının arazi kullanım kabiliyet sınıfları değerlendirilmeye alınmıştır. Tarım dışı arazilerin çoğunlukta olduğu görülmektedir (Şekil 5b).



Şekil 5. a) Büyük toprak gruplarının dağılım haritası, b) Arazi kullanım kabiliyet sınıfları

1:25.000 ölçekli topoğrafik pafta üzerinden sayısallaştırması yapılan dereler kuru ve sulu dere

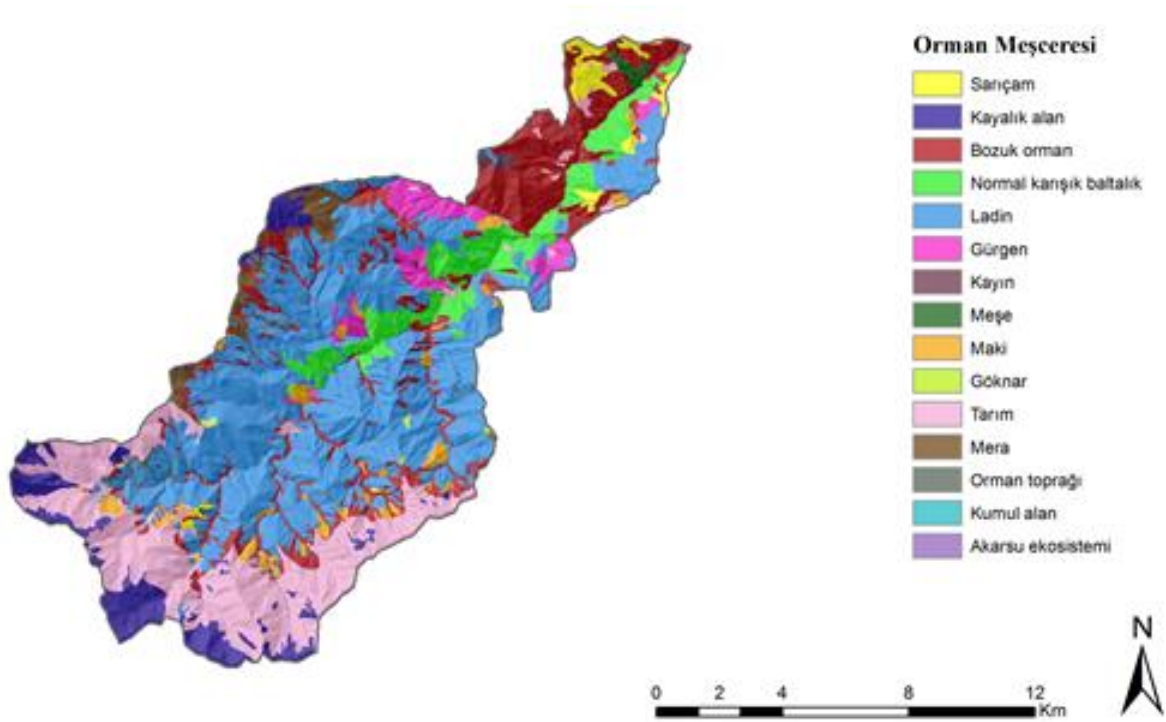
olarak ayrılmıştır. Hidroloji haritası üzerinde vadideki sulu dereler görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Hidroloji haritası

Hatila Vadisi Milli Parkı'nda vejetasyon katmanlarını yüksekliğe göre; 250–750m arasında Akdeniz kökenli türler, 750-1100m arasında Akdeniz–Karadeniz bitkilerinin birlikte yer aldığı bölüm, 1250–2000m arasında tipik Karadeniz

bitkileri, 2000m ve üzerinde ise alpinik steplerin yer aldığı İran Turan floristik bölge olacak şekilde sınıflandırmanın olduğu görülmektedir. Şekil 7'de meşcere haritası yer almaktadır.



Şekil 7. Orman meşçeresi haritası

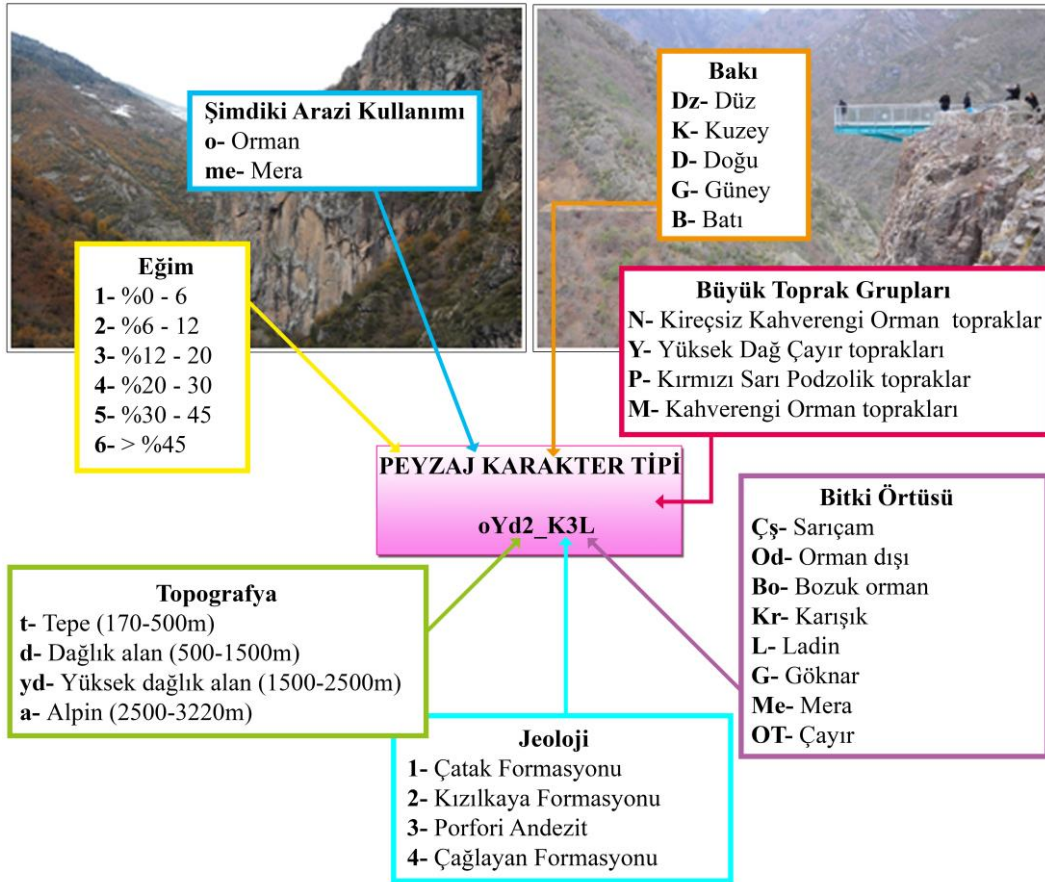
Peyzaj Karakter Tipleri Sınıflandırması

Şekil 8'de görülen karakter anahtarının oluşturulmasında;

1. Çalışma alanına ait şimdiki arazi kullanımı 2 grupta sınıflandırılmış ve ulusal sınıflandırmada kullanılan semboller ile kodlanmıştır.
2. Çalışma alanında bulunan büyük toprak grupları; 4 grupta sınıflandırılmış ve ulusal toprak sınıflandırmasında kullanılan sembolleri ile kodlandırılmıştır.
3. Alanın topografik yapısını ortaya koyabilmek ve yönteme uyarlayabilmek için alana ait yükseklik grupları 170-500m (Tepelik), 500-1500m (Dağlık), 1500-2500m (Yüksek dağlık), 2500-3220m (Alpin) olmak üzere 4 gruba ayrılmış ve her biri küçük harf ile kodlanmıştır.
4. Çalışma alanına ait jeoloji haritasının oluşturulması için peyzajlarının sınıflandırılmasında ulusal düzeyde jeoloji verilerini içeren ve Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından çizilen jeoloji haritası temel alınmış ve

yönteme uyarlanabilmesi için her bir jeolojik formasyon bir rakamla kodlanmıştır.

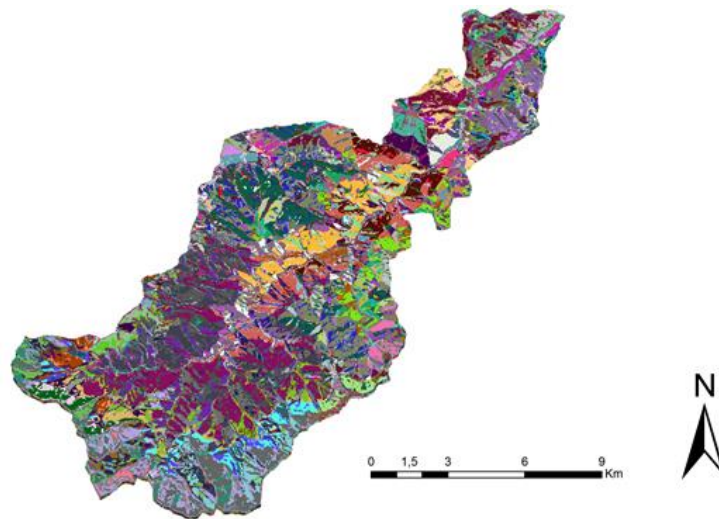
5. Çalışma alanına ait eğim grupları belirlenirken Köy Hizmetleri tarafından kabul edilen ve ülkemizde tarımsal amaçlı ve diğer amaçlar içinde kullanılan eğim grupları değerlendirilmiş ve 6 grupta eğimler sınıflandırılmış, her biri rakamla kodlanmıştır.
6. Araştırma alanına ait bakı özellikleri yönteme uyarlanabilmesi amacıyla beş bakı yönüne göre yeniden sınıflandırılmıştır. İlk olarak araştırma alanına ait sekiz ara yöne göre bakı analizi yapılmış ve yönlerin algılanması ve yönteme uyarlanabilmesi için beş bakı yönüne göre yeniden sınıflandırılmış ve baş harfleri ile kodlanmıştır.
7. Amenajman planının analizi sonucu elde edilen arazi örtüsüne ait verilerin peyzaj sınıflandırmasında amenajman planları bitki örtüsü kodları kullanılmıştır.



Şekil 8. Karakter anahtarları

Katmanların çakıştırılması ile 1052 adet poligon elde edilmiştir. Elde edilen bu poligonların her biri peyzaj karakter tipini oluşturmaktadır (Şekil 9). Alan

için oluşturulan peyzaj karakter tipleri anahtar listesi de Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 9. Karakter tipleri haritası

Korunan Alanlarda Peyzaj Karakter Analizi Hatıla Vadisi Milli Parkı Örneği



Şekil 10. Hatıla Milli Parkı peyzaj karakter tipleri lejantı

Elde edilen haritalar incelendiğinde baskın özellik gösteren karakter tipleri değerleri ile birlikte

aşağıdaki Çizelge 4 ve Şekil 11’de görülmektedir.

Çizelge 4. Baskın özellik gösteren karakter tip alanları

Peyzaj Karakter Tipi	Açıklama	Alansal dağılım	
		Ha	%
oNyd1_Dz5L	Hatıla Vadisi kireçsiz kahverengi orman topraklara sahip, yüksek dağlık, çatak formasyonunda, düz bakımlı, %30-45 eğimde, ladin bitki örtüsü ile kaplı orman alanı	968	5,7
oNyd1_D5L	Hatıla Vadisi kireçsiz kahverengi orman topraklara sahip, yüksek dağlık, çatak formasyonunda, doğu bakımlı, %30-45 eğimde, ladin bitki örtüsü ile kaplı orman alanı	574	3,4



Şekil 11. Alansal olarak baskın karakter gösteren bölgeler a) oNyd1_Dz5L karakter alanı, b) oNyd1_D5L karakter alanı

SONUÇ

Çalışma alanı ülke ölçeğinde oldukça değerli doğal kaynak değerlerine sahip, biyolojik çeşitliliği zengin, peyzaj değeri yüksek, rekreasyonel yönden odak noktası olma niteliğine sahip bir alandır. Alanda pek çok bilimsel ve rekreasyonel çalışmalar yapılmıştır. Ancak alan yönetimi açısından önemli olan karakter alanlarının tanımlanması bundan sonra yapılacak olan çalışmalara altlık oluşturacaktır.

Bu çalışma ülke genelinde bölgesel ölçekte yapılan peyzaj karakter analizi çalışmalarından biridir. Hatıla Vadisi Milli Parkı 16950 ha büyüklüğündedir. Alandaki peyzaj çeşitliliği alanın zengin biyolojik çeşitliliği ile doğru orantılıdır. Çalışma sonucunda Hatıla Vadisi Milli Parkının 1052 peyzaj karakter tipi ile temsil edilebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Peyzaj karakter tipi analizi ile çalışma alanı içerisinde en küçük homojen peyzaj tiplerine ulaşılmış ve bu sayede bölgesel ve yerel düzeyde doğal kaynakların kullanımına yönelik en doğru kararların alınması sürecinde karar vericilere yol gösterici nitelikte bir çalışma ortaya konulmuştur.

Volkanik kayaların oluşturduğu estetik görüntüler alan içerisinde dikkat çekicidir. Vadinin keskin hatları yayla yüksekliklerinde görsel yönden

etkili silüetler oluşturmaktadır. Bitki çeşitliliğinin yükseklik ile orantılı olarak değiştiği alan içerisinde endemik ve nadir bitki türlerinin varlığı alanın doğal değerini bir kat daha artırmaktadır. Yapılacak çalışmalarda bu kaynak değerleri ile karakter tipleri dikkate alınarak peyzaj politikalarının oluşturulmasına katkı sağlanması bu çalışmanın hedefleri arasında yer almaktadır. Alanın kaynak değerlerinin korunması sürdürülebilir planlamaların oluşturulması hassas niteliklere sahip ekosistemler ve türler açısından önemlidir. Sonuç olarak peyzaj planlama, peyzaj tasarımı ve peyzaj yönetimi açısından oldukça yüksek öz niteliğe sahip olan Hatıla Vadisi Milli Parkı için oluşturulmuş olan karakter haritası ile önemli bir boşluk doldurulmuştur. Ayrıca Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ile taahhüt ettiğimiz ülkenin peyzajlarının tanımlanması konusunda bir adım daha atılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı Proje No: 2013.F12.0204 ile destekleyen Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. Hatıla Milli Parkı Uzun Devreli Gelişim Planı.
- Anonim, 2018. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İklim Veri İşlem Daire Başkanlığı, 2018, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ARTVIN> (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019).
- Antrop, M., 2003. The role of cultural values in modern landscape. The Flemish example. In: Palang, H. and Fry, G., Landscape Interfaces. Cultural heritage in changing landscapes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 91-108.
- Atabeyoğlu Ö., Bulut, Y., 2013. Ordu Kenti Kentsel Peyzaj Karakter Analizi. Akademik Ziraat Dergisi, 2 (1): 1-12.
- Atik, M., Ortaçşeme, V., 2010. Peyzaj Karakter Analizi Yöntemi ile Antalya Side Bölgesi Kültürel Peyzajlarının Karakter Analizi, TÜBİTAK, 108Y345 Nolu 3001 Programı
- Cullato, S., Barbera, G., 2011. Mapping traditional cultural landscapes in the Mediterranean area using a combined multidisciplinary approach: Method and application to Mount Etna (Sicily; Italy), Landscape and Urban Planning, Vol. 100, s: 98-108.
- Çetinkaya, G., Uzun, O. 2014. Peyzaj Planlama. Birsen Yayınevi. 219 s.
- Dramstad, W.E., Olson, J.D., Forman, R.T.T., 1996. Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning. Harvard University, Graduate School of Design, Island Press, American Society of Landscape Architect.
- Eminağaoğlu, Ö., 1996. Artvin-Atila (Hatilla) Vadisi Florası, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 274 s.
- Erdoğan, A., 2014. Peyzaj Karakter Analizi Artvin Şavşat İlçesi Örneği. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 215 s.
- Görmüş, S., 2012. Korunan Alanlarda Peyzaj Karakter Analizi: Kastamonu-Bartın Küre Dağları Milli Parkı Örneği, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 291 s.
- Görmüş, S., Oğuz, D., Serhat, C., 2013. Peyzaj Karakter Analizi Yaklaşımlarının Ekolojik Boyutu. Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi 14-17 Kasım 2013, Adana, s: 700-713.
- Klijin, J., Vos, W. 2000. From Landscape Ecology to Landscape Science. Proceedings of the European congress "Landscape Ecology: things to do –Proactive thoughts for the 21st century", organised in 1997 by the Dutch Association for Landscape Ecology (WLO) on the occasion of its 25th anniversary. WLO, Wageningen. 163 pages.
- Meeus, J.H.A. 1993. The transformation of agricultural landscapes in Western Europe. In: The Science of the Total Environment 129. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, 171-190.
- Mücher, C.A., Bunce, R.G.H., Jongman, R.H.G., Klijin, J.A., Koomen, A., Metzger, M.J., 2003. Identification and Characterisation of Environments and Landscapes in Europe. Alterra Rapport 832. Alterra, Wageningen
- Mücher, C.A., Garcia-Feced, C., Perez-Soba, M., Wascher, D.M., 2005. Landscapes of Europe. In: Perez-Soba, M., Wascher, D.M. (Eds.), Landscape Character Areas–Places for Building Sustainable Europe. Policy Brochure as deliverable from EU's Accompanying measure project European Landscape Character Assessment Initiative (ELCAI), funded under the 5th Framework Programme on Energy, Environment and Sustainable Development. Information Press, Oxford, United Kingdom, pp. 6-8.
- Swanwick, C., 2002. Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland. The Countryside Agency, Scottish Natural Heritage, (Online) <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-02/Publication%202002%20-%20Landscape%20Character%20Assessment%20guidance%20for%20England%20and%20Scotland.pdf> (Accessed Date: 10 May 2019).
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, 2011. PEYZAJ-44: İl Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Turizm/Rekreasyon Açısından Değerlendirilmesi.109G074 Nolu TÜBİTAK 1007 Programı KAMAG Projesi.
- Tırnakçı, A., Özer, S., 2018, Determining landscape character areas and types in district scale: the sample of Artvin-Şavşat-Turkey. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49 (1): 53-66.
- Uzun, O., Dilek, E.F., Çetinkaya, G., Erduran, F., Açıksöz, S., 2010, Bozkır-Seydişehir-Ahırlı-Yalıhüyük İlçeleri ve Suğla Gölü Mevkii Peyzaj Yönetimi Koruma ve Planlama Projesi Sonuç Raporu, Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Uzun, O., Müderrisoğlu, H., Demir, Z., Gündüz, S., Kaya, L.G., Gültekin, P., 2018. Kırsal Mekanların Planlanmasında Peyzaj Kalitesi Kavramı: Yeşilirmak Havzası Örneği, Planlama 2018; (Ek 1): 118-128.
- Van Eetvelde, V., Antrop, M., 2009. A Stepwise Multi-Scaled Landscape Typology and

- Characterisation For Trans-Regional Integration, Applied On The Federal State Of Belgium, *Landscape and Urban Planning*, 91: 160-170.
- Vogiatzakis, I.N., Griffiths, G.H., Melis, M.T., Marini, A., Careddu, M.B., 2006. Landscape typology in the Mediterranean context: a tool for habitat restoration. *J. Mediterr. Ecol.* 7, 23-30.
- Wascher, D.M., 2005. European Landscape Character Areas. Typologies, Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes. Landscape Europe, Oxford (Online)
<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/376380> (Accessed Date: 10 May 2019).
- Wascher, D. M., Groom, G., Mächer, S., Kindler, A., Blustt, G., Damarad, T., Nieto A., Delbaere, B. et al., 2005. European Landscape Character Areas Typologies, Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes. Final Project Report: FP5 EU Accompanying Measure Contract: ELCAI-EVK2-CT-2002-80021, Home page: www.elcai.org, Coordinator: Dirk Wascher. Alterra Report No: 1254/December 2005.



Tuz Gölünde Rekreatif Turizm Olanaklarının Belirlenmesi

Aysun ÇELİK ÇANGA

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa, Türkiye
e-mail: aysuncelik@uludag.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.585677

Geliş Tarihi (Received): 02.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 30.11.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Tuz Gölü jeolojik yapısı ile öne çıkan doğal bir göldür. Tuz Gölü'nün doğal değerleri; tuz kaynağı, flora ve fauna özellikleri, doğal manzarasıdır. Turistik amaçlarla da kullanılan doğal kaynaklar, kendini yenileme gücünün üzerinde kullanıldığında geri dönüşümsüz olarak tükenmektedir. Doğal yapısı tehdit altında olan ve görsel açıdan değer kaybeden Tuz Gölü'nün planlanması ve yönetimine ilişkin amaç ve stratejilerin belirlenmesi öncelikli bir konudur. Bu araştırmanın amacı da; Türkiye'nin önemli jeolojik miras alanlarından olan Tuz Gölü'nün rekreatif turizm olanaklarını belirlemek ve böylece turizm ve rekreasyon amacı ile bu alanın nasıl kullanılacağı, geliştirileceği ve yönetileceği konularına katkı sağlamaktır. Araştırma yöntemi; literatür araştırmaları ve alan çalışmasından elde edilen verilerin SWOT yöntemi ile analiz edilmesi ve amaç doğrultusunda değerlendirilmesine dayanmaktadır. SWOT analizi plan kararlarının oluşturulmasında ilk ve önemli aşamadır. SWOT analizi çok farklı alanlarda kullanılabilen bir yöntem olup, bu çalışmada rekreatif turizm planlaması alanında bir yöntem olarak kullanılmıştır. Çalışmada; Tuz gölü'nün flora ve faunasıyla küresel ölçekte önemli bir doğal peyzaj olduğu vurgulanmış, Tuz gölü'nün korunarak kullanılması üzerinde durulmuştur. Sonuçta bu alanın doğal ve hassas peyzaj karakterine uygun rekreatif etkinlikler belirlenmiş ve bu doğrultuda öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rekreatif turizm, Doğal peyzaj değerleri, Kültürel peyzaj değerleri, Tuz Gölü

Determination of Recreational Tourism Opportunities in Salt Lake

ABSTRACT: Salt Lake, located in the Central Anatolia Region, is a prominent lake with its geological structure. The natural values of the salt lake; The source of salt, flora and fauna characteristics, natural landscape quality. Natural resources can be used irreversibly if used over self-renewal power. Determining the goals and strategies for the planning and management of the Tuz Gölü, whose natural structure is under threat and depreciated visually, is a priority issue. The purpose of this research is; Salt lake in Turkey, an important geological heritage area and thus to determine the recreational tourism facilities, tourism and recreation as how to use this field to contribute to topics that will be developed and managed. Research method; It is based on the analysis of the data obtained from the literature research and field study by SWOT method and its evaluation according to the purpose. SWOT analysis is the most important and first step in the creation of plan decisions. SWOT analysis is a method that can be used in many different areas and it has been used as a method in the field of recreational tourism planning. In this study; It is emphasized that the salt lake is an important natural landscape on the global scale with its flora and fauna and it is emphasized that the use of Tuz Gölü is protected. As a result, natural and sensitive landscaping character of this area were determined according to the creative activities and suggestions were developed accordingly.

Keywords: Recreational tourism, Natural landscape values, Cultural landscape values, Salt Lake

GİRİŞ

Yaşam şartlarındaki değişimler sonucu insanlar rekreatif faaliyetlere daha çok ilgi göstermekte, doğal alanlarda bulunabilecekleri, kültürel ve doğal kaynak değerlerine dayanan turizm türlerine eğilim göstermektedirler. Bu eğilim, doğal ve kültürel peyzajların bilinçsiz ve plansız kullanımını sonuçlandırarak sürdürülebilirliklerini de olumsuz etkilemeye başlamıştır. Oysa ki, Gülez (1986)'e göre turistik gelişmelerin doğanın korunması aleyhine olmaması gerekmektedir. Çünkü doğanın korunmadan, turizmin sürekliliğinin sağlanması

mümkün değildir. Birbirini etkileyen bu iki zıt olgunun birbirini tamamlaması esasına dayanan turizmin yaygınlaştırılması zorunlu ve gereklidir.

Turizm etkinlikleri temelde doğal ve kültürel peyzajlarda gerçekleşmektedir. Doğal kaynaklardan olan su kaynakları (deniz-göl-akarsu), korunan alanlar, orman ve koruluklar ile özgün nitelikteki doğal peyzajlar turizm endüstrisi tarafından en çok kullanılan, tüketilen ve tahrip edilen kaynaklardır. Kültürel kaynaklar; geçmişte yaşamış uygarlıklara ait sivil mimari örneklerini, kent dokularını, arkeolojik

alanları, yörenin geçmiş ve yaşayan somut olan-somut olmayan kültürel değerlerini kapsamaktadır (Bulut, 2006). Turizmin geliştirilmesinde ve turizmde pazarlama stratejilerinin oluşturulmasında ise turistik etkinlikler çok önemlidir. Bu amaçla turistik

etkinliklerin örgütlü bir şekilde düzenlenmesi, planlanması ve pazarlanması gerekmektedir (Can, 2015). Sağcan (1986) tarafından derlenen rekreatif turizm etkinlikleri Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Rekreatif turizm etkinlikleri (Sağcan, 1986)

Rekreatif Etkinlik Çeşitleri				
Olta balıkçılığı/ Avcılık	Sandal gezintisi	Şarkı söyleme	Piknik	Hentbol
Fuar-Eğlence-AVM ziyaret	Doğada yürüyüş	Koşu yapmak	Güneşlenme	Safari
Doğal yapı inceleme	Derin su dalışı	At binmek	Yürüyüş	Savunma sporları
Bitki örtüsü inceleme	Araba sürme	Bisiklet sürme	Yüzme	Yatçılık
Tarihi yapıları inceleme	Hayvan besleme	Halk oyunları	Yelkencilik	Fotoğrafçılık
Off-road oto/ motosiklet	Bahçe işleri	Tenis oynama	Rafting	Paintball,
Su alanlarını inceleme	Doğada yaşam	Golf oynama	Kampçılık	Basketbol
Kuş/doğa gözlemciliği	Kayak yapmak	Buz pateni	Koleksiyonculuk	Voleybol
Konser/ tiyatroya gitme	Ilıca ziyareti	Kitap okumak	Dağcılık	Bowling
Yeme-içme (Gurme)	Resim yapmak	Bilgisayar oyunu	Futbol	Dans
Uçurtma uçurmak	Enstrüman çalma	Maket yapmak	Masa tenisi	Aerobik/Jimnastik
Yemek yapmak	Partilere katılmak	Her türlü oyunlar		

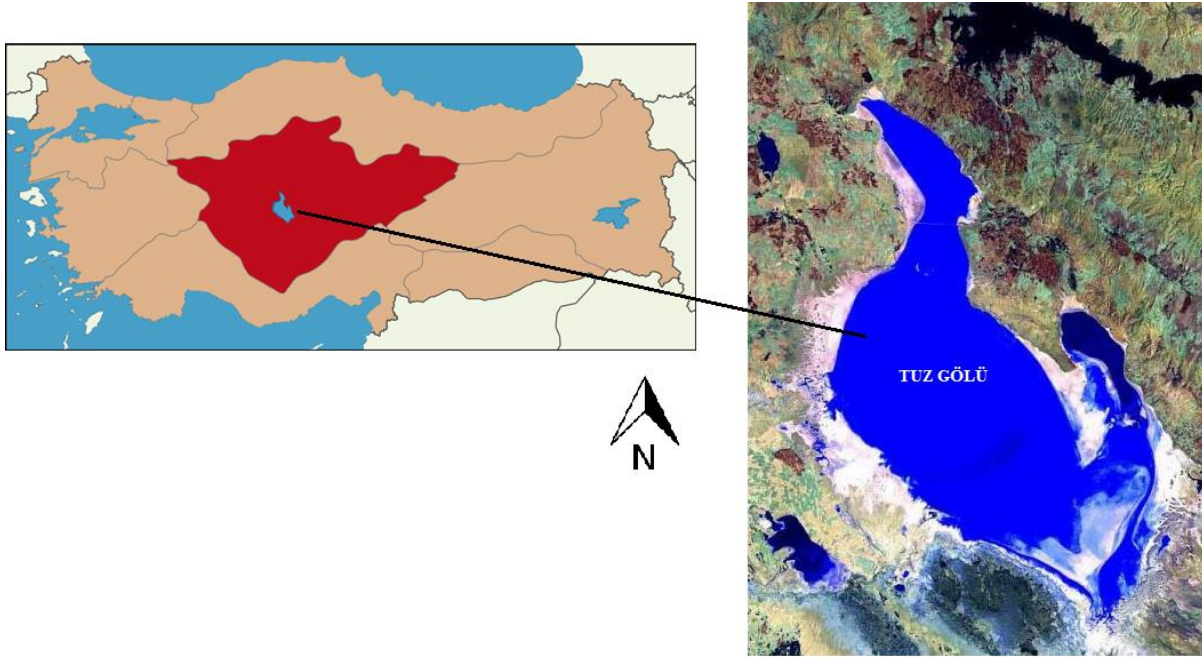
Korunan alanlar, geçmişte insan faaliyetlerinin sınırlandığı alanlar olmasına rağmen bilimsel-estetik-rekreatif değerleri ile günümüzde korunarak kullanımlarına olanak tanıyan alanlar olarak görülmektedir. Doğal oluşumlar, turistik ve rekreatif faaliyetler için temel destinasyonlardır. Yakın çevresi ile birlikte Tuz Gölü çok önemli doğal değerleri bünyesinde barındıran bir alanıdır. Muhteşem bir doğal yapıya sahip olan Tuz Gölü Anonim (2014-2018)’e göre %50 oranında küçülmüştür. Doğal yapısı bozulma riski altında olan Tuz Gölü’nün rekreatif turizm etkinlikleri açısından planlanması ve yönetimine ilişkin amaç ve stratejilerin belirlenmesi öncelikli konulardandır. Bu araştırmanın amacı da; Türkiye’nin önemli jeolojik miras alanlarından olan Tuz Gölü’nün rekreatif

turizm olanaklarını belirlemek ve böylece turizm ve rekreatif amaçlı olarak bu alanın nasıl kullanılacağı, geliştirileceği ve yönetileceği konularına katkı sağlamaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Ankara, Konya ve Aksaray il sınırlarının kesiştiği bölümde yer alan Tuz Gölü ve gölün doğal-kültürel peyzaj değerleri oluşturmaktadır. Konu ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar, haritalar, raporlar, tezler ve yerinde çekilen fotoğraflar da materyal olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanının konumu Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Tuz Gölü konumu

Metot

Araştırma yöntemi; literatür araştırmaları ve alan çalışmasından elde edilen verilerin SWOT yöntemi ile analiz edilmesi ve amaç doğrultusunda değerlendirilmesine dayanmaktadır. SWOT analizi plan kararlarının oluşturulmasında çok önemli bir aşamadır. Burada, konuya ilişkin güçlü ve zayıf yönlerle bu durumları destekleyen imkan ve tehditler tanımlanmakta ve böylece planlamada dikkate alınacak temel bilgiler elde edilmektedir (Uçar ve Doğru, 2005). Çok farklı alanlarda kullanılabilen SWOT analizi bu çalışmada rekreasyonel turizm planlaması alanında bir yöntem olarak kullanılmıştır. SWOT analizinden başarılı bir sonuç elde etmek için konuya ilişkin iç ve dış faktörlerin çok iyi ve doğru verilerle saptanması gerekmektedir. Bu nedenle, yıl içerisinde farklı mevsim, ay ve günlerde alanda bulunularak, uzman bakışı ile gözlemler yapılmıştır. Ayrıca bu araştırmada katkısı olabilecek her türlü bilimsel araştırma, proje, makale ve raporlardan yararlanmaya özen gösterilmiştir. Elde edilen veriler ile SWOT mevcut durum analizi ve SWOT gelecek durum analizi yapılmıştır. SWOT mevcut durum analizinde, rekreasyonel turizm etkinlikleri açısından Tuz Gölü'nün içsel güçlü yönleri ve zayıf yönleri ile dışsal fırsat ve tehditler saptanmıştır. SWOT gelecek durum analizi, Tuz Gölü için rekreasyonel turizm etkinliklerini belirlemek üzere yapılmış olup, bu analizde öncelikle güçlü yön-fırsat (SO), zayıf yön-tehdit (WT), zayıf yön-fırsat (WO), güçlü yön-tehdit (ST) ilişkileri kurulmuş ve hedefler belirlenmiştir. Bu hedeflere uygun rekreasyonel turizm

etkinliklerinin de belirlenmesinin ardından çalışma sonucunda plan kararları oluşturmak üzere; önerilen rekreasyonel turizm etkinlikleri ile SWOT mevcut durum analizi arasında ilişki kurulmuştur. Bu ilişkide önerilen etkinliklerin, hangi güçlü yön - fırsatı dayanak aldığı ve alanın içsel zayıflığı ile dışsal tehdit unsurlarını artırma yönündeki olası etkileri dikkate alınmıştır. Buna bağlı olarak öneriler ise, güçlü yön-fırsatların sürekliliği, zayıf yön-tehditlerin ortadan kaldırılması yönünde geliştirilmiştir.

Tuz Gölü ve Çevresinin Doğal Peyzaj Özellikleri

Tuz Gölü dışarıya akıntısı olmayan ve dünyadaki en önemli tuz göllerinden birisidir. 1665 km²'lik alanı ile Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Uzun eksen boyunca 87 km uzunlukta olup maksimum genişliği 40 km'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği ise 905 metredir (Anonim, 1997). Göl alanının yaklaşık 1200 km²'si faydalı tuz içermektedir. Çok sığ olan derinliği (0.5-1.0 m) ile her mevsim üzerinde gezilebilecek özelliktedir (Köylü, 2015). Türkiye tuz ihtiyacının 2/3'ünü Tuz Gölü karşılamaktadır (Kılıç ve Uyanık, 2001). Tuz özellikle kimya sanayii başta olmak üzere yaklaşık olarak 14 000 çeşit kullanım alanı olan bir ham maddedir (Köylü, 2015). Tuzun doğadaki rengi gri, sarı, kırmızı, mavi ve yeşil olabilmekte, saf hali ise renksizdir (Ergin, 1988).

Topografya yönünden Tuz Gölü ve çevresi düzlük, step ve ova halindedir. İklim yapısı kurak ve su kaynakları açısından da fakirdir (Anonim, 1997).

Yıllık ortalama yağış miktarı 300 mm. (Kapluhan, 2013; Akın, 2019) ve ortalama sıcaklık 11.2 °C'dir (Erol, 1963; Akın, 2019). Kuzey-Kuzeybatı-Doğu'dan esen hakim rüzgarların Tuz Gölü'ndeki su hareketlerine etkileri ilgi çekici görünümler oluşturmaktadır (Kılıç ve Uyanık, 2001). Tuz gölü ve çevresi, NaCl ve NaSO₄ yönünden zengin topraklara sahiptir. Gölün jeolojik yapısında 1000 metre sürekli devam eden ve tuz üretiminin sürekliliğini sağlayan bir tuz katmanı yer almaktadır.

Ender bulunabilecek biyolojik çeşitliliğe sahip olan bu alanda endemizm oranı ve floristik çeşitlilik çok zengindir. Türkiye'de yayılış gösteren 6 endemik *Limonium* türünün 5'i Tuz Gölü çevresinde bulunmaktadır. Tuz konsantrasyonu yüksek olduğundan Tuz Gölü çevresinde tuza dayanıklı bitkilerden oluşan seyrek bir bitki örtüsü ve 38 tane endemik bitki türü bulunmaktadır. Alandaki başlıca vejetasyon tipleri halofitik vejetasyon ve kserofit vejetasyondur. Fauna açısından da Tuz Gölü ÖÇKB'de 3 adet iki yaşamlı, 12 adet sürüngen ve 20 adet memeli türü bulunmaktadır. Bu türlerden bazıları nesli tehlike altında olan türlerden olup, uluslararası sözleşmelerle korunmaktadır (Anonim, 2014-2018). Bu bölge 85 kuş türü varlığı ve en büyük flamingo kolonisinin kuluçka alanı olması nedeni ile Türkiye'nin en zengin göllerindedir.

Tuz Gölü ve Çevresinin Kültürel Peyzaj Özellikleri

Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇKB) 3 il, 6 ilçe, 26 belde ve 61 köyün yer aldığı bir yerleşim alanına sahiptir. Pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış olan bu bölgede 73 adet arkeolojik alan (13 ören yeri, 2 camii, 51 höyük, 1 kervansaray, 2 kale, 1 su kanalı, 1 açık hava sitesi ve 1 yeraltı şehri) bulunmaktadır (Anonim 2014-2018). Coğrafi konumu nedeni ile kara ve havadan ulaşım kolaylığına sahiptir. Bu alandaki başlıca üretim faaliyetleri; hayvancılık, arıcılık, sulu-kuru tarım, tuz üretimi, sodyum sülfat üretimi, mantar üretimi, doğal bitkiler, bal üretimi ile tuzlu çamurdan yapılan çömlek üretimidir (URL-1). Bulduğu coğrafyada çok önemli bir doğal değer olan Tuz Gölü, tuz üretiminin yanı sıra turizm açısından da ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Yerli ve yabancı turistlerin ziyaret ettiği göl özellikle yaz aylarında turistik açıdan yoğun olmaktadır. Tuz Gölü'ne her geçen gün daha da fazla ilgi gösteren yerli ve yabancı turistler bu alana göl içinde çıplak ayakla yürümek, sağlık ürünleri almak ve gün batımını izlemek için gelmektedirler. Tuz Gölünün dibinden çıkarılan zengin maden içeren siyah çamurların cilt hastalıklarının tedavisinde çok etkili olduğuna,

sağlıklı ciltleri güzelleştirdiğine, romatizma ve nezle gibi hastalıkları tedavi ettiğine, vücutta birikmiş negatif elektriği aldığına, bazı mantar türlerinin ve cilt hastalığı semptomlarının azalmasında etkin olduğuna inanılmaktadır.

Belirtilen kültürel peyzaj özelliklerine ek olarak Tuz Gölü hakkında ilgi çekici çeşitli efsaneler de bulunmaktadır (URL-2).

Tuz Gölü uygulamadaki yanlış çevre politikaları nedeni ile kirlenmektedir (Özbayrak vd., 2000). Göle kirlilik taşıyan unsurlardan bazıları; DSİ Konya Drenaj Kanalı, Peçeneközü Deresi, Cihanbeyli Göleti, Ulurmak, İnsuyu Deresi ve göl çevresindeki yerleşim birimleridir (Kılıç ve Uyanık, 2001). Gölün kirlenmesi, göl ekolojisi ve Türkiye ekonomisi açısından önemli olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir (Anonim, 1996).

Tuz Gölü Koruma Statüsü

Tuz Gölü ve çevresi, 14.09.2000 tarihi itibarı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇKB) olarak tespit ve ilan edilmiştir. Göl aynı zamanda Ramsar kriterlerine göre "A Sınıfı" bir sulak alan, Önemli Bitki Alanı, Önemli Kuş Alanı, Önemli Doğa Alanı, I. Derecede Sit Alanı statülerine sahiptir.

Tuz Gölü Görsel Kalitesi

Tuz Gölü, flora ve faunasıyla, tuzcul step ve endemik türlerden oluşan hassas ekolojisi ve özgün jeolojik yapısı ile dünyanın en önemli doğal alanlarından birisidir. Bu alan yazın kurak dönemlerde tuz, kış aylarında ise yağışların etkisi ile göl olmaktadır. Mevsimlere ve günün saatlerine göre farklı renklere bürünerek alışılmadık peyzajlar ortaya koymaktadır. Gündüzleri buz mavisi renge dönüşen göl, gün batımına doğru kızıl renklere bürünerek eşsiz güzellikte manzara ortaya koymaktadır. Ayrıca Tuz Gölü renginin bir alg türü olan '*Dunaliella salina*' nedeni ile kırmızı olması dünyada nadir görülebilecek bir manzara ortaya çıkarmaktadır. Fotoğraf sanatçıları için doğal bir atölye niteliğinde olup, fotoğraf sanatçılarının Türkiye'deki en gözde yerlerindedir. Bu alan mevcut peyzaj özellikleri ile ziyaretçilerine, huzur, mutluluk, neşe, enerji, sağlık gibi pozitif duygular yaşatan görsel kaliteye sahiptir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

SWOT İle Mevcut Durum Analizi

Rekreatyonel Turizm faaliyetleri açısından Tuz Gölü için yapılan SWOT mevcut durum analizleri Tablo 2-3-4-5'de verilmiştir. Araştırmanın amacına ulaşabilmesinde etkili olabilecek içsel güç ve olumlu yönleri içeren güçlü yönler Çizelge 2'de verilmiştir. .

Çizelge 2. Güçlü yönler

Güçlü Yönler		
S1	Coğrafi konum avantajına sahiptir	Merkezi konumda ve büyük yerleşim alanlarına yakındır Transit yol üzerindedir Pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış illerin sınırındadır
S2	İklim avantajına sahiptir	İklim özellikleri dört mevsim turizm ve rekreasyona olanak sağlamaktadır Tuz Gölü kışın en soğuk günlerinde bile donmaz Hakim rüzgar Tuz Gölü suyunu hareketlendirmektedir Havası temizdir
S3	Topografya avantajına sahiptir	Geniş düzlük, step ve ova halindeki morfolojik yapısı ile ilgi çekici bir peyzajı vardır Topografik yapı engelli, yaşlı, çocuk ziyaretçiler için uygundur Turizm ve rekreatif tesisler için morfolojisi uygun alanlar bulunmaktadır Küçük bir iç deniz özelliği göstermektedir
S4	Jeolojik özellikleri ilgi çekicidir	Kendine özgü bir jeolojik yapıya sahiptir
S5	Hidrolojik avantajları vardır	Dünyadaki sayılı tuz göllerinden birisidir Su derinliği sığdır Türkiye'nin önemli sulak alanlarından birisidir İç Anadolu gibi kurak bir alanda büyük bir su alanıdır
S6	Tarıma elverişli toprak özellikleri	Tarla tarımı gelişmiştir
S7	Flora ve Fauna Özellikleri	Ender bulunabilecek biyolojik çeşitliliğe sahiptir Türkiye'nin en önemli tuzcul step habitatıdır
S8	Tuz Gölü Tuzu, stratejik ve çok önemli doğal kaynaktır	Türkiye'nin tuz gereksiniminin %70'ini karşılar, ekonomik değeri yüksektir Faydalı tuz içeriği yüksektir, Tuzun kullanım alanları çok çeşitlidir
S9	Tuz Gölü tuzu sağlık açısından faydalıdır	Tuz Gölü'nün suyunda, çamurunda ve tuzunda 22 çeşit mineral bulunmaktadır(sodyum klorür, iyot, potasyum, magnezyum, kalsiyum, bromin, hidrojen ve demir vb.) Tuz Gölü suyu, tuzu ve çamuru dolaşım sistemini harekete geçirme, antiseptik (mikrop giderici) özellikler ve cildi besleme özelliklerine sahiptir Tuz yüksek iletkenliği sayesinde vücuttaki negatif elektriği atma özelliğine sahiptir Gölün sığ sularında yürümek ayak sağlığına (ayak kokusu, yara, sedef, mantar, egzama, romatizma, eklem ağrıları, kaşıntı, nasır...) iyi gelir
S10	Görsel kalitesi yüksektir	Tuz kristalleri ile gün batımı ve gün doğumu eşsiz güzellikte peyzajlar ortaya çıkarır Tuz Gölü renginin kırmızı olması büyüleyici bir manzara ortaya çıkarmaktadır Rüzgar etkisi ile oluşan su hareketleri ilgi çekici ve dinamik bir peyzaj sunmaktadır Doğal estetiği ile açık hava müzesi niteliğindedir
S11	Kültürel ve Tarihsel Değerlere Sahiptir	Tuzlu çamurdan yapılan çömlekleri vardır İlgi çekici efsaneleri vardır Bu bölgede çok sayıda arkeolojik alan bulunmaktadır

Çizelge 3. Zayıf yönler

Zayıf Yönler		
W1	Yer altı suları bakımından fakirdir	Bu bölgede hidrolojik ve hidrojeolojik değişimler bulunmaktadır Kuraklaşma ve çoraklaşma vardır Obruklar artmaktadır
W2	Biyolojik çeşitlilik azalmaktadır	“Sıfır Yok Oluş Alanı” olarak kabul edilmektedir Tuz gölü nadir ve hassas bitki türlerini barındırmaktadır Pek çok bitki ve hayvan türünün dünyadaki tek yaşam alanıdır Uluslararası sözleşmelerle korunan ve nesli tehlike altında olan faunaya sahiptir Türkiye’de çok az noktada üreyen bazı kuş türlerinin düzenli olarak kuluçkaladığı alandır Nesli dünya ölçeğinde tehlike altında olan içsubalığı (<i>Pseudophoxinus crassus</i>) burada yaşamaktadır

İçsel zayıflık ve olumsuzlukları içeren zayıf yönler Çizelge 3’de verilmiştir. Küresel ölçekte önemli bir miras alanı olan Tuz Gölü’nü rekreatyonel turizm açısından zayıflatan sebepler

alanın hassas/kırılğan bir peyzaj olmasına bağlı olarak doğal peyzaj değerlerine dayanmaktadır. Alanın dışsal olanak ve olumlu yönlerini içeren analizler Çizelge 4’de verilmiştir

Çizelge 4. Fırsatlar

Fırsatlar		
O1	Ulaşım-Erişim kolaylığına sahiptir	Nitelikli ulaşım yolları vardır Tuz Gölü’ne özel seferler düzenleyen tur şirketleri var
O2	Mevcut peyzajı ile ziyaretçi çekme özelliğine sahiptir	Yoldan geçenlerde uğrama-görme dürtüsü yaratmaktadır Tuz Gölü eşsiz manzarası ile film ve klip çekimlerinde tercih edilmesi, alana ilgi oluşmasını sağlamaktadır Fotoğraf sanatçıları için açık hava stüdyosu niteliği taşımaktadır
O3	Çeşitli tesis ve turistik ürünlere sahiptir	Tuz müzesi vardır Çeşitli hediyelik eşyaları (göldeki minerallerin kullanıldığı 26 çeşit kozmetik ürün olarak krem, şampuan, losyon, cilt maskesi, selülit tuzu ve deodorant vb) vardır Hediyelik eşyaların satış yeri vardır Tuz işleme aşamalarını ziyaretçilerin görmesine olanak sağlayan ve Türkiye’nin tuz ihtiyacının yarısından fazlasını karşılayan üç tuzla (Yavşan, Kaldırım ve Kayacık tuzlaları) işletmesi vardır Ziyaretçilerin tuzlu çamurdan çömlek yapımını görme ve deneyimleme olanağı vardır (Tuz testisi)
O4	Çeşitli statülerle korunan bir alandır	A sınıfı sulak alandır I. Derece Doğal Sit Alanıdır Önemli Doğa Alanıdır Önemli Kuş Alanıdır Önemli Bitki Alanıdır Özel Çevre Koruma Bölgesidir

Rekreatyonel turizm etkinlikleri açısından Tuz Gölü’nde tehditlerin bir kısmı zayıf yönlerinden kaynaklanmakla birlikte tehditler daha çok insanların çevre duyarlılığı olmaksızın aldığı plan kararları ve uygulamalardan kaynaklanmaktadır. Buna bağlı

olarak, gölün büyük bir bölümü son 10 yıl içerisinde geriye dönüşü olmayan ciddi zararlar görmüştür. Alanın dışsal tehdit unsurları ve olumsuz yönlerini içeren analizler Çizelge 5 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5. Tehditler

Tehditler		
T1	Tanıtım yok/yetersizdir	Koruma kültürünü de kapsayan tanıtım yoktur
T2	Girişimcilik kültürü yetersizdir	Mevcut durumu ile rekeatif çeşitlilik çok yetersizdir
		Tuz festivali günümüzde yapılmamaktadır
		Doğal ve kültürel özellikleri Rekreatiyonel turizm amaçlı yeterince değerlendirilmemektedir
		İşletme sahiplerinin turizm konusunda eğitimi yoktur
		Mevcut işletmelerde temizlik ve hijyen konusunda sorunlar vardır
T3	Atıklardan kaynaklanan tehditler vardır	Evsel atık suları; sanayi kuruluşlarının atık suları; tarımdan kaynaklanan pestisitler ve madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan doğal yapı ve doğal estetikte kirlenme vardır
		Göl çevresindeki tesislerin kanalizasyon atıklarını göle vermesi ile görsel kirlilik ve kötü koku oluşmaktadır
		Turizm ve rekreatif etkinliklerden kaynaklanan çöp vb atıklar vardır
T4	Çevre bilinci düşüktür	Anızlar bilinçsizce yakılmaktadır
		Anızların yakılması ile oluşan küller rüzgar vasıtasıyla göle taşınmakta ve görsel kirlilik yaratmaktadır
		Yanlış tarımsal uygulamalar vardır
		Ziyaretçilerin çevre duyarlılığı düşüktür
		Yöre halkı Tuz Gölü'nün ekolojik ve biyolojik değerinin farkında değildir
		Yakın çevresindeki yerleşim yerlerinde altyapı eksiklikleri vardır
T5	Mevcut politikalar korumada yetersizdir	Yanlış tarımsal uygulamalar vardır
		Yer altı suları bilinçsiz tüketilmektedir
		Ayak sağlığı için tanımlanmış alanlar olmayıp, tüm göl alanı kullanılabilirliktedir
T6	Belli noktalarda ziyaretçileri çekecek tesisler yok/azdır	Turizme yönelik işletmelerin nitelik ve kapasiteleri yetersizdir
		Mevcut tesisler doğal estetik ile uyumlu değildir
		Bisiklet ya da çevre dostu ulaşım araçları için uygun yollar yoktur
		Çadır ve karavan park alanı hiç bulunmamaktadır
		Yeterli donatı elemanlarının bulunmamaktadır
		Çeşitli etkinlikler için tanımlanmış alanlar bulunmamaktadır

SWOT İle Gelecek Durum Analizi

SWOT analizi ile mevcut durum analizinin yanı sıra gelecek durum analizi de yapılabilmektedir. SWOT mevcut durum analizinde elde edilen içsel ve dışsal durum göstergeleri ile gelecek durum analizlerinin yapılmasında 4 strateji ele alınmıştır. Bunlar; SO-WT –WO- ST stratejileridir.

SO Stratejisinde, içsel güç (S) ile dışsal fırsatlardan (O) yararlanarak hedefler belirlenmiştir. Buna göre belirlenen hedefler;

- HEDEF 1 (SO): Bu alan sahip olduğu doğal ve kültürel peyzaj değerleri ile turizm ve rekreasyonel faaliyetler için kullanılmalıdır.
- HEDEF 2 (SO): Bu alanda turizm ve rekreasyonel faaliyetler çeşitlendirilmelidir.
- HEDEF 3 (SO): Bu alanın doğal, kültürel, rekreasyonel ve görsel kaynak değerleri korunarak gelecek kuşaklara aktarılmalıdır.

WT stratejisinde, zayıflıklar(W) ve tehditler(T) dikkate alınarak bunların üstesinden gelebilecek

stratejiler oluşturulmuştur. Burada belirlenen hedefler;

- HEDEF 4 (WT):Bu alanda yapılacak rekreasyonel etkinlikler doğal ve kültürel kaynak değerlerini tüketmeyecek nitelikte olmalıdır.
- HEDEF 5(WT): Bu alanda yöre halkı- işletmeciler-ziyaretçi konumundaki kişilerin mutlaka çevre bilinci ve koruma kültürü gelişmiş olmalıdır.
- HEDEF 6(WT): Bu alanda rekreasyonel etkinlikler mutlaka tanımlanmış alanlarda yapılmalıdır.

WO stratejisinde, zayıflıklar (W) minimize edilip, fırsatlar (O) da maksimize edilerek hedefler belirlenmiştir. Belirlenen hedefler;

- HEDEF 7 (WO): Alanın sahip olduğu koruma statüleri etkin ve taviz verilmeksizin sürdürülmelidir.

- HEDEF 8 (WO): Önerilen rekreasyonel etkinlik alanları mutlaka doğal çevre ile uyumlu, altyapısı tamamlanmış olmalıdır.

ST Stratejisinde, içsel güçten (S) yararlanarak dışsal tehditlerin (T) ortadan kaldırılmasına yönelik hedefler belirlenmiştir. Buna göre ulaşılan hedefler şunlardır;

- HEDEF 9 (ST):Bu alanın doğal ve kültürel peyzaj değerlerinin önemi konusunda farkındalık oluşturulmalıdır.
- HEDEF 10(ST): Korumada daha etkili politikalar oluşturulmalıdır.
- HEDEF 11(ST): Alanın tanıtımı ve çevre eğitimi faaliyetleri geliştirilmelidir.

Tuz Gölü doğal değeri, estetik ve algısal önemi, dinlenme, sağlık kazandıran yönü ile rekreasyonel değeri yüksek bir alandır. Tuz Gölü'nün doğal değerleri; tuz kaynağı, flora ve fauna özellikleri, doğal manzara kalitesidir. Coğrafi konumu gereği transit yol üzerinde olması da ziyaretçi potansiyelini etkilemektedir. Bu alanda mevcut durumu ile yapılan rekreatif etkinlikler; manzara seyretme/gün batımı/doğuşu seyri, tuz üstünde çıplak ayakla yürüme, yöresel hediyeelik eşya alışverişidir. Ancak bu etkinlikler çeşitlilik açısından az olup, plansız ve tanımlanmamış alanlarda yapılmaktadır. Alanın doğal ve hassas peyzaj karakterine ve aynı zamanda belirlenen hedeflere uygun olarak bu alanda yapılması önerilen rekreasyonel turizm etkinlikleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Tuz Gölü için önerilen rekreasyonel turizm etkinlikleri

Doğal Peyzaj Değerlerine Uygun Rekreasyonel Etkinlikler		
Belgesel film kaydı	Doğa yürüyüşü	Manzara seyretme/Gün batımı/doğuşu seyri
Bilim turizmi	Doğa fotoğrafçılığı/Fotoğraf avcılığı	Sağlık turizmi
Bitki örtüsü inceleme/Botanik turizmi	Doğa senfonisi dinleme	Su alanlarını inceleme
Bulut gözlemciliği (Çocuk ve yetişkinler için)	Güneşlenme	Tuz üstünde çıplak ayakla yürüme
Çadır-karavan kamping (Doğada yaşam)	Jeoturizm	Tuzlu çamurdan çömlek yapımı öğrenme
Doğa gözlemciliği	Kuş gözlemciliği(Çocuk ve yetişkinler için)	Yaban yaşamı gözlemciliği(Çocuk ve yetişkinler için)
Kültürel Peyzaj Değerlerine Uygun Rekreasyonel Etkinlikler		
Kültür turizmi	Yeme-içme (Gurme)	Yöresel hediyeelik eşya alışverişi
Tarla tarımı faaliyetlerinde bulunma		
Ulaşım-Erişim-Fiziki Şartlara Uygun Rekreasyonel Etkinlikler		
Aerobik-Jimnastik	Piknik	Uçurtma uçurmak
Bisiklet safari	Resim yapmak	Yoga (meditasyon)
Koşu yapmak		

Tuz Gölü, Konya ovası içerisinde göz kamaştırıcı beyaz ışıltısı, inci tanesi görümlü tuz kristalleri, 'Doğal Tuz Tarlası' görünümü ve muhteşem doğası ile ziyaretçileri kendisine hayran bırakan doğal estetiğe sahiptir. Ziyaretçilerine bulutların üstünde, kutuplarda yaz yaşama, çıplak ayakla kar üzerinde yürüme hissi vererek ilginç ve hoş duygu deneyimleri yaşatmaktadır. Beyazın şaşırtıcı güzelliği ile insan ruhunu dinlendiren, rahatlatan, ferahlatan, yorgunluğunu alan bu masalsı göl mutlaka görülmesi gereken bir doğa harikasıdır. Bu alana yapılan ziyaretler ile ziyaretçiler, çok önemli doğal değerleri bünyesinde barındıran, bu alanı görme şansına erişmektedirler.

Tuz Gölü gibi doğal ve kültürel peyzaj değerine sahip alanlar turizm ve rekreasyonel faaliyetler için çekici olup, bu faaliyetlerin büyük kısmı doğanın

sunduğu kaynakların kullanılması ya da değerlendirilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Bu etkileşim de çoğunlukla doğal ve kültürel değerlerin bozulmasına neden olmaktadır. Burada önerilen etkinliklerin tümü kaynak değerlerini tüketmeyecek şekilde pasif etkinlikler olup alanın doğal ve kültürel kaynak değerlerine olan farkındalığı artıracak ve böylece koruma kültürünü oluşturacak niteliktedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bern, Ramsar ve diğer uluslararası sözleşmelere göre A Sınıfı Sulak Alan, Önemli Doğa Alanı, Önemli Bitki Alanı, Önemli Kuş Alanı statülerine sahip olan Tuz Gölü ve çevresine ilişkin yapılan çevre yönetim planlarının hukuki altyapısı, hem uluslararası sözleşmelere hem de kanunlara dayanmaktadır. Böylesine önemli bir doğal kaynak

olan Tuz Gölü'nün kaynak değerlerinin korunarak kullanılması ve gelecek kuşaklara aktarılması çok önemli konulardandır. Buradan yola çıkılan bu araştırmanın amacı; Türkiye'nin önemli jeolojik miras alanlarından olan Tuz Gölü'nün rekreasyon kaynak değerlerini belirleyerek bu alanın nasıl kullanılacağı, geliştirileceği ve yönetileceği konularına açıklık getirmek ve böylece rekreasyonel turizm planlamasına katkı sağlamaktır. Bu amaçla, araştırma kapsamında alanın doğal ve kültürel peyzaj değerleri araştırılmış, SWOT mevcut Durum Analizi

ile SWOT Gelecek Durum Analizi yapılmıştır. Sonuçta da alanın güçlü yanları koruma odaklı olmak üzere nasıl kullanılabilir, zayıf yönleri nasıl düzeltilir, fırsatlar nasıl değerlendirilir ve tehditler nasıl bertaraf edilebilir belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla; önerilen rekreasyonel turizm etkinlikleri ve bu etkinliklerin SWOT mevcut durum analizi ile ilişkisi kurularak (Çizelge 7) ve aynı zamanda belirlenen hedefler dikkate alınarak öneriler geliştirilmiştir.

Çizelge 7. Öneri rekreasyonel turizm etkinliklerinin SWOT mevcut durum analizi ile ilişkisi

Önerilen Rekreasyonel Turizm Etkinlikleri		SWOT Mevcut Durum Analiz No			
		Güçlü Yön	Zayıf Yön	Fırsat	Tehdit
Doğal Peyzaj Değerlerine Uygun Rekreasyonel Etkinlikler	<ol style="list-style-type: none"> 1. Belgesel film kaydı 2. Bilim turizmi 3. Bitki örtüsü inceleme/Botanik turizmi 4. Bulut gözlemciliği (Çocuk ve yetişkinler için) 5. Çadır-karavan kamping (Doğada yaşam) 6. Doğa gözlemciliği 7. Doğa yürüyüşü 8. Doğa fotoğrafçılığı/ Fotoğraf avcılığı 9. Doğa senfonisi dinleme 10. Güneşlenme 11. Jeoturizm 12. Kuş gözlemciliği(Çocuk ve yetişkinler için) 13. Manzara seyretme / Gün batımı/doğuşu seyri 14. Sağlık turizmi 15. Su alanlarını inceleme 16. Tuz üstünde çıplak ayakla yürüme 17. Tuzlu çamurdan çömlek yapımı öğrenme 18. Yaban yaşamı gözlemciliği(Çocuk ve yetişkinler için) 	S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S9, S10	W1, W2	O1, O2, O4	T1, T2, T3, T4, T5, T6
Kültürel Peyzaj Değerlerine Uygun Rekreasyonel Etkinlikler	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kültür turizmi 2. Tarla tarımı faaliyetlerinde bulunma 3. Yeme-içme (Gurme) 4. Yöresel hediyelik eşya alışverişi 	S1, S2, S6, S11	W1	O1, O2, O3	T1, T2, T4, T5, T6
Ulaşım-Erişim-Fiziki Şartlara Uygun Rekreasyonel Etkinlikler	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aerobik-Jimnastik 2. Bisiklet biniciliği 3. Koşu yapmak 4. Piknik 5. Resim yapmak 6. Uçurtma uçurmak 7. Yoga (meditasyon) 	S1, S2, S3, S10		O1	T2,T6

Çizelge 7'ye göre bu alanın doğal ve kültürel sürekliliğini tehdit eden unsur insan kaynaklıdır. Bu nedenle burada her türlü insan etkinliği ile alanın

doğal ve kültürel peyzaj değerlerinin sürekliliği arasında simbiyotik bir ilişki kurulmalıdır.

Tuz Gölü, flora ve faunasıyla dünyanın en önemli doğal alanlarından birisidir. Ancak, acil önlemlerin alınmaması durumunda göl yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilecektir. Bölgenin sahip olduğu bu kendine özgü biyolojik çevre koşullarının korunması ve geleceğe yönelik ortaya çıkabilecek turizm ve rekreasyon kaynaklı olumsuzluklar başta olmak üzere her türlü olumsuzlukların giderilmesi gerekmektedir. Tuz Gölü bir ÖÇKB olarak mevcut değerlerinin korunarak kullanılması için özgün peyzaj değerlerinin korunduğu yaratıcı ve yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmelidir.

Bu alanda doğal peyzaj değerleri güvence altına alınmalı, her türlü etkinlik, koruyucu önlemleri içermeli ve ziyaretçiler çevre duyarlılığı olan kişiler olmalıdır. Alana gelen ziyaretçiler, yöre halkı ve tesis çalışanları afiş-broşür dağıtımı ve tanıtım merkezleri aracılığı ile bilgilendirilmeli, alanın kaynak değerleri tanıtılmalı, bu alanın korunarak kullanılmasını içeren eğitici film ve klipler yapılmalıdır. Alanın tanıtımı mutlaka koruma kültürü ile birlikte ele alınmalıdır. Bazı etkinlikler alan kılavuzu eşliğinde yapılmalıdır. Alanın etkin bir şekilde korunabilmesi için koruma şefliği kurulmalı ve koruma görevlileri alanda görevlendirilmelidir.

Koruma odaklı rekreatif etkinliklere farkındalık oluşturmak amacı ile çeşitli etkinlikler (fotoğraf sergileri, resim-şiir-hikaye yarışmaları, belgesel filmler vb) düzenlenmeli, yöreye özgü meyve, sebze, somut olmayan kültürel değerleri ön plana çıkaracak festivaller geliştirilmelidir (Tuz festivali). Yöresel yiyecekler ve yöresel el sanatları, hediyelik eşya stantları kurularak bu alanın doğal ve kültürel özelliklerinin tanıtımına katkı sağlanmalıdır.

Bu alan çocuk etkinlikleri için de son derece uygundur. Çocuklara erken yaşta doğa sevgisi aşılamak, çocukların doğayla bağlarını güçlendirmek, doğaya odaklanıp, onu değerli bulmalarını sağlamak için çocuklarda merak uyandıran, eğlendirerek öğreten doğal alan etkinliklerine (kuş-bulut-yaban hayatı-kelebek-bitki gözlemciliği, kamp yapmak, doğa yürüyüşü vb) yer verilmelidir.

Her türlü etkinlik ve gerekli alanların tanımlanmasında bu alanın korunması ön planda tutulmalı ve korumanın sürekliliği sağlanmalıdır. Alanın yönetim planlarının hazırlanmasında mutlaka ilgili paydaşlar ve uzmanlar katkı sağlamalıdır.

Tuzun doğal tedavide etkili olduğu bilinmekle beraber bu konularda bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır. Tuz Gölü'nde sağlık turizmini geliştirmek için tuzun sağlık için iyi gelen yönleri ön plana çıkarılmalı ve bilimsel dayanağı olan tuz tedavisinin tanıtılması gerekmektedir.

Tuz Gölü'nün ziyarete açık olan yerlerinde ziyaretçilerin faaliyetlerini rahatlatarak, kolay ve konforlu hale getirecek donatı alan ve elemanlarına

doğal ve korunan çevre dikkate alınarak yer verilmelidir. Her türlü tesisin kalite ve kapasitesi, çeşitliliği de iyileştirilmelidir. Mevcut tesislerin doğal estetik ile uyumu sağlanmalı, düzenli bakımları yapılmalıdır. Bakım çalışmaları konusunda bir birim oluşturulmalı, makine, araç, ekipman yönünden de güçlendirilmelidir. Etkinlik alanlarında çöpler düzenli olarak alınmalı ve istenmeyen görüntüler oluşması, çevresel, ekolojik zararları önlenmelidir.

Tuz Gölü ve çevresinde doğal kaynakların amaç dışı kullanımı engellenmeli, bu kaynaklar gelecek nesillere aktarılmalıdır. Alanın taşıma kapasitesi bilimsel yöntemlerle belirlenmeli ve bu oranda ziyaretçi girişi sağlanmalıdır. Yakın çevredeki turizm potansiyelleri de mutlaka değerlendirilmelidir. Alanın biyolojik çeşitliliğinde azalma olup olmadığı belirlenmeli, önlemler alınmalıdır.

Bu alanda yapılacak her türlü peyzaj tasarım çalışmalarında doğal ve kültürel koruma-sürdürülebilirlik esas alınmalı, alan topografyasında orijinal silüet mutlaka korunmalı, her türlü donatı elemanı kullanımında doğal estetikte bütünlük-sürdürülebilirlik sağlanmalıdır.

Bu alanda yapılacak turizmin yöre halkının kalkınmasına da katkısı olabilmesi için bu alanın doğal-kültürel- görsel değerleri konusunda yöre halkının bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, eğitim merkezler, kurslar düzenlenmelidir.

SWOT Analizinde temel başarı, alanın içsel güç ve zayıflıklar ile dışsal fırsat ve tehditlerine ilişkin doğru değerlerin belirlenmesine bağlıdır. Ancak, burada iç ve dış çevre dinamik bir yapı gösterdiğinden ve sürekli değiştiğinden Tuz Gölü için yapılan bu analizlerin de belirli zaman aralıkları ile tekrarlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, B., 2019. Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2 (1): 44-56.
- Anonim, 2014-2018. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Müdürlüğü. Ankara. 191 s.
- Anonim, 1996. DSİ-MTA-Konya Büyükşehir Belediyesi Komisyon Raporu, 1996. Tuz Gölü Kirliliğinde Durum Tespiti, İleri Projeksiyon ve Çözüm Önerileri. Konya.
- Anonim, 1997. Göl Tuzları Yığın Yapma ve Tasıma Sistemleri Modernizasyonu. Fizibilite Etüdü. Tekel Tuz Sanayii Müessesesi Müdürlüğü. Ankara.
- Bulut, Z., 2006. Kemaliye (Erzincan) İlçesi ve Yakın Çevresinin Alternatif Turizm Kapsamında Rekreatiyonel Turizm Potansiyelinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Can, E., 2015. Boş Zaman, Rekreasyon ve Etkinlik Turizmi İlişkisi. *Istanbul Journal of Social Sciences*, 10: 1-17.
- Ergin Z., 1988. "Tuzun Üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri", *TMMOB Maden Müh. Odası Madencilik Dergisi*, 27 (1): 9-30.
- Erol, O., 1963, İç Anadolu Haymana Tuz Gölü Çevrelerinin İklimi Hakkında. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 21 (3-4), 9-11.
- Güleç, S., 1986. Doğa Koruma ve Turizm: Uzlaşması Gereken İki Zıt Olgu. *Turizm Yıllığı 1986*, Ankara: T.C. Turizm Bankası A.Ş. Yayını, 80-91.
- Kapluhan, E., 2013, Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27: 487-510.
- Kılıç, A.M., Uyanık, E., 2001. Tuz Gölü'nde Oluşan Kirlenmenin Göl Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 118-19 Ekim 2001, s: 135-145.
- Köylü, M.K., 2015. Şereflikoçhisar’ın Pırlıtlı İncisi Tuz Gölü’nün İlçe Ekonomisine Ve Tanıtımına Katkıları Üzerine Bir Değerlendirme. *İİSBFSD*, 2 (4): 106-116.
- Özbayrak, İ. H., Erzenoğlu, Z., İçli, H., Tuncer, S., Çalışkan, H., 2000. Tuz Gölü ve Çevre Kirliliği. *Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiri Kitabı*, MTA Yayınları, Ankara, s: 733-737.
- Saçcan, M., 1986. *Rekreasyon ve Turizm*, İzmir: Cumhuriyet Basımevi, 18 s.
- Uçar, D., Doğru, A.Ö., 2005. Cbs Projelerinin Stratejik Planlaması ve Swot Analizinin Yeri. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- URL-1. <https://www.msxlab.org/forum/soru-cevap/242977> (Erişim Tarihi: 14 Ağustos 2018)
- URL-2. <http://konyalife.com.tr/haber/tuz-golu-efsanesi.html> (Erişim Tarihi: 14 Ağustos 2018)



Polivinil Alkol Uygulamasının Toprak Fiziksel Özellikleri ve Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkisi¹

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU^{a,*} Mustafa Y. CANBOLAT^b

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar email: fazil@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.585918

Geliş Tarihi (Received): 03.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 25.09.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Bu araştırma, yapay organik polimerlerden polivinil alkol (PVA)'ün kaba, orta ve ince bünyeli topraklara ilavesinin, toprak yapısal stabilitesi ve mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, 0-20 cm toprak derinliğinden alınan yüzey toprak örnekleri kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında yürütülen sakı denemesinde polivinil alkol ilaveli ve ilavesiz toprak örnekleri üzerinde sürdürülen 60 günlük bitki yetiştirme periyodu sonunda toprağın fiziksel özelliklerinden, kütle yoğunluğu, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, ortalama ağırlık çapı ve su geçirgenliği tayin edilmiştir. Denemede yetiştirilen mısır bitkisinin biyokütle özelliklerinden bitki boyu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık parametreleri belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, PVA ilavesinin toprak kütle yoğunluğunda, dispersiyon oranında, ortalama ağırlık çapında azalmaya, agregat stabilitesinde ve su geçirgenliğinde artışa neden olduğu kaydedilmiştir. Diğer taraftan PVA uygulamasının mısır bitkisinin; uzunluğu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık değerleri üzerinde dolaylı olarak olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polivinil alkol (PVA), Toprak yapısal stabilitesi, Mısır bitkisi

The Effect of Polyvinyl Alcohol Application on Soil Physical Properties and Development of Corn Plants (*Zea mays* L.)

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effects of polyvinyl alcohol (PVA), an artificial organic polymer, addition to coarse, medium and fine textured soils on soil structure stability and development of corn (*Zea mays* L.). In the research, surface soil samples taken from 0-20 cm soil depth were used. In pot experiments conducted in laboratory conditions, at the end of 60 days plant growing period on soil samples with and without polyvinyl alcohol addition, physical properties of the soil, such as bulk density, aggregate stability, dispersion rate, average weight diameter and water permeability were determined. From the biomass characteristics of the corn plant grown in the experiment, the plant height, stem diameter, wet and dry weight parameters were determined. The results of this study indicated that the addition of PVA resulted in a decrease in soil mass density, dispersion rate, average weight diameter, and increase in aggregate stability and water permeability. On the other hand, it has been also found that PVA application had indirectly positive effects on length, stem diameter, wet and dry weight values of the corn plant grown, accordingly.

Keywords: Polyvinyl alcohol (PVA), Soil structure, Corn plant

GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerde, toprak tanelerinin bağlayıcı unsurlar sayesinde bir araya gelerek oluşturdukları yapının stabilitesi ve bozulmalara karşı muhafaza edilmesi bitkisel üretim ortamı olan toprağın sürdürülebilirliği ve toprak fiziksel özelliklerinin geliştirilerek toprağın yapısal bozulmalara karşı direncinin artırılması, toprağın verimliliği açısından son derece önemlidir. Çeşitli organik veya inorganik bağlayıcı unsurların toprağa ilave edilmesi ile toprağın yapısal özellikleri

düzenlenebilmekte; hava ve su geçirgenliği, erozyona karşı direnç ve su tutma kapasitesi gibi birçok özelliği geliştirilebilmektedir. Toprak verimliliğinin korunması ve devamlılığı, uygun bir tarımsal tekniğe ve ekolojik dengenin bilinçli bir hassasiyetle muhafaza edilmesine bağlıdır. Özellikle yoğun ve bilinçsiz tarımsal faaliyetler toprağı zamanla sömürmüş ve organik maddenin azalması fiziksel ve kimyasal yapının bozulmasını beraberinde getirmiştir (Karaman vd., 2012). Toprak

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Hacımüftüoğlu, F., Canbolat, M.Y., 2020. Polivinil Alkol Uygulamasının Toprak Fiziksel Özellikleri ve Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.). Gelişimi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (1): 32-43
doi: 10.17097/ataunizfd.585918

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2897-8559>

^bORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2552-812X>

¹Fazıl Hacımüftüoğlu'nun doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

strüktürünün sürdürülebilirliği ekosistemin sürdürülebilirliği açısından anahtar rol üstlenmektedir. Toprak strüktürü, toprakta suyun depolanması ve hareketi üzerine etki ederek, toprak havalanmasını kontrol eder (Lal, 1991; Young et al., 1998). Toprak strüktürünün zayıflaması ve toprak organik madde içeriğinin azalması toprak degradasyonunu artırır (Charman and Murphy, 2007). Toprak strüktürünün zayıflayarak bozulması toprağın degradasyonunu artırırken (Chan et al., 2003), agregat stabilitesinin yükselmesi ise degradasyonu azaltır (Lal, 2015). Stabil agregatlar toprağın erozyona hassasiyetinde, yarıyıllı su oranının artmasında ve kök gelişimi gibi birçok bitkisel üretimi etkileyen parametre üzerinde kritik öneme sahiptir. Yüksek oranda stabil agregatlara sahip olan topraklar, bu özelliğe sahip olmayan diğer topraklara nazaran su karşısında agregatların gevşemesi çok düşük seviyelerde gerçekleşerek, infiltrasyonun da yüksek olmasına ortam hazırlar. Bu durum su erozyonuna karşı yüksek bir direnç sağlar.

Stabil olmayan agregatlar, şiddetli yağışlarda gevşeme ve parçalanma sonucunda dispers olurlar. Fiziksel parçalanma, toprağa hava ve su girişini ve depolanmasını sağlayan toprak gözeneklerini azaltarak fide çıkışları başta olmak üzere bitki gelişimini sınırlandırır. Parçalanma sonucunda, yüzey akışı ve erozyon artarken yarıyıllı su miktarı azalır. Agregatlaşmış topraklar diğer topraklara nazaran uygun makro ve mikro gözenek oranına sahip olarak, daha iyi havalanma, yarıyıllı su ve bitki kök gelişimi için uygun bir ortam sağlar. Büyük stabil agregatlar, degradasyonu sınırlayıp, rüzgarla taşınmaya karşı küçük ve zayıf olan agregatlara nazaran daha dirençli bir durum sergiler. Agregat stabilitesi; toprakta organik madde içeriği, biyolojik aktivite ve toprak besin döngüsünün önemli bir göstergesidir (USDA, 2001). Yapay toprak düzenleyiciler içerisinde sentetik polimerlerin toprağa ilavesi ile beklenen agregat stabilitesindeki artış ve toprak strüktüründe ki gelişim, toprağın fiziksel ve hidrolik özellikleri üzerinde olumlu etkiler meydana getirir. Polivinil alkol (PVA) ve poliakrilamid (PAM) gibi sentetik polimerlerin toprağa ilavesi, toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşme sağlayarak, agregat stabilitesi ve toprak strüktürünü geliştirmektedir (Sivapalan, 2002; Amezket, 1999).

Organik polimerler toprak agregatlarının oluşumunda ve strüktürel yapının gelişiminde önemli bir etkiye sahiptir (Tisdall and Oades, 1982). Polimerler agregat boşlukları arasına doğru hareket ederek agregat stabilitesini artırır (Ben-Hur and Keren, 1997). Böylece agregatların parçalanma ve

ayrışmaya karşı direnci artmaktadır (Heitner, 1994; Barry et al., 1991). Painuli and Pagliali (1990), PVA uygulamasının toprağın strüktürel durumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve toprakları yüksek seviyede stabilize ettiğini ifade etmektedir. Sen et al. (1995) ve Abd El-Rehim et al. (2004), kumlu topraklara artan dozlarda PVA uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat miktarını ve su tutma kapasitesini önemli düzeylerde artırdığını belirlemişlerdir.

Aksakal ve Öztas (2010), polivinil alkol, hümik asit ve poliakrilamid uygulamalarının; toprak agregat stabilitesi, su geçirgenliği, hidrolik iletkenlik ve tarla kapasitesi değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) artırdığını; dispersiyon oranı ile hacim ağırlığı değerlerini ise çok önemli düzeyde ($p<0,01$) düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Bu araştırma, yapay organik polimerlerden polivinil alkol'ün kaba, orta ve ince bünyeli topraklara ilavesinin, toprak strüktür stabilitesi üzerine etkilerini değerlendirmek ve mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) gelişimi üzerindeki fonksiyonlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kaba, orta ve ince bünyeli üç toprak örneği kullanılmıştır. Kaba bünyeli toprak; Atatürk Üniversitesi kampüs yerleşkesinin güney batı sınırından, orta bünyeli toprak; Atatürk Üniversitesi çiftlik arazisinden, ince bünyeli toprak ise; Daphan ovasında İspir yol ayrımından 20 cm lik üst toprak derinliğinden bozulmuş olarak örneklenmiştir. Araştırmada kullanılan topraklar USDA (1999)'ya göre kaba bünyeli topraklar Entisoller sırasında (ordo), orta bünyeli topraklar Inceptisoller sırasında ve ince tekstürlü topraklar ise Vertisoller sırasında sınıflandırılmıştır (Özgül, 2003). Toprak örnekleri, laboratuvar koşullarında havada kurutulup, ezilip elendikten (<2 mm) sonra analizlere hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmada, yapay toprak düzenleyici olarak, ağırlık esasından % 0,1 düzeyinde polivinil alkol kullanılmıştır. Deneme bitkisi için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden temin edilen mısır (*Zea mays L. indentata* Sturt.) tohumu kullanılmıştır. Deneme, sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Toprak fiziksel özelliklerini ve mısır bitkisi biyokütle özelliklerini belirlemek amacıyla PVA ilaveli ve kontrol toprakları (PVA ilavesiz) her iki özelliği belirlemede ayrı ayrı 3 er tekerrürlü olarak hazırlanmış, hazırlanan saksıların bir bloğu bitkisiz, bir bloğu bitkili olacak şekilde 60 gün boyunca tarla kapasitesi nem seviyesinde tutularak deneme sonlandırılmıştır.

Toprak örneklerinde; tekstür Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee and Bauder, 1986), toprak reaksiyonu (pH) cam elektrotlu pH metre ile (McLean, 1982), kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), organik madde içeriği Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson and Sommers, 1982), elektriksel iletkenlik değeri elektriki kondüktivite aleti ile (Rhoades, 1982), hacim ağırlığı silindir yöntemiyle (Blake and Hartge, 1986), agregat stabilitesi (AS) Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak (Kemper and Rosenau, 1986) belirlenmiştir. Ayrıca, toprakların dispersiyon oranı (Bryan, 1968; Lal, 1988), su geçirgenliği (Klute and Dirksen, 1986), ortalama ağırlık çap (Demiralay, 2013); kök boğazından yaprak ucuna kadar bitki uzunluğu, bitki gövde çapı, bitki yaş ağırlık ve kuru ağırlığı (Kacar, 2014) metodu ile tespit edilmiştir. Veri analizinde ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SPSS, 2011).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kaba bünyeli toprak kumlu tın (SL) tekstür sınıfında (%55 kum, %31 silt, %14 kil), orta bünyeli toprak killi tın (CL) tekstür sınıfında (%32 kum, %35 silt, %33 kil) ve ince bünyeli toprak ise kil (C) tekstür sınıfında (%25 kum, %32 silt, %43 kil) yer almaktadır.

Kaba, orta ve ince bünyeli toprakların organik madde içerikleri sırasıyla % 1,4; %1,3 ve %1,64 olarak tespit edilmiştir. Toprakların organik madde içeriklerinin az sınıfında olduğu (Ülgen ve Yurtseven, 1974), pH düzeylerinin ise sırasıyla; 7,5; 7,4 ve 7,35 seviyesinde ve nötr oldukları (Ülgen ve Yurtseven, 1974) tespit edilmiştir. Çalışma topraklarının EC seviyeleri ise sırasıyla 1,25 dS/m; 1,20 dS/m, 1,02 dS/m değerinde; CaCO₃ seviyeleri ise sırasıyla %0,42; %0,4 ve %0,57 düzeyindedir. Topraklar tuzsuz ve az kireçlidir (Ülgen ve Yurtseven, 1974). Araştırma konusu toprakların kation değişim kapasitesi değerleri ise sırasıyla; 22 cmol kg⁻¹; 29,4 cmol kg⁻¹ ve 47,3 cmol kg⁻¹ seviyesindedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma konusu topraklara ait bazı temel fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellik	Toprak Bünyesi		
	Kaba	Orta	İnce
Kum, %	55	32	25
Silt, %	31	35	32
Kil, %	14	33	43
Tekstür Sınıfı	Kumlu tın	Killi tın	Kil
Organik Madde, %	1,4	1,30	1,64
pH	7,5	7,4	7,35
EC, dS/m	1,25	1,20	1,02
CaCO ₃ , %	0,42	0,4	0,57
KDK, cmol kg ⁻¹	22	29,4	47,3

Toprak fiziksel özellikleri üzerine PVA uygulamasının etkileri

Kütle yoğunluğu

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi kütle yoğunluğu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 1,41; 1,26 ve 1,10 g cm⁻³ olup, PVA uygulaması sonrasında 1,17; 1,17 ve 1,03 g cm⁻³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 1). Uygulama sonrasında her üç toprağında kütle yoğunluğu değerlerinde tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %17; %7,14 ve %6,36 olarak belirlenmiştir. Kütle

yoğunluğu değerinin azalmasında, uygulamadan en fazla etkilenen toprak kaba bünyeli olurken en az etkilenen ise ince bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında kaba bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın teksel durumundan dolayı olduğu ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında kütle yoğunluğu bakımından fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Yürütülen farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Aksakal ve Öztaş, 2010).

Çizelge 2. Araştırma konusu topraklara ait fiziksel özellikler

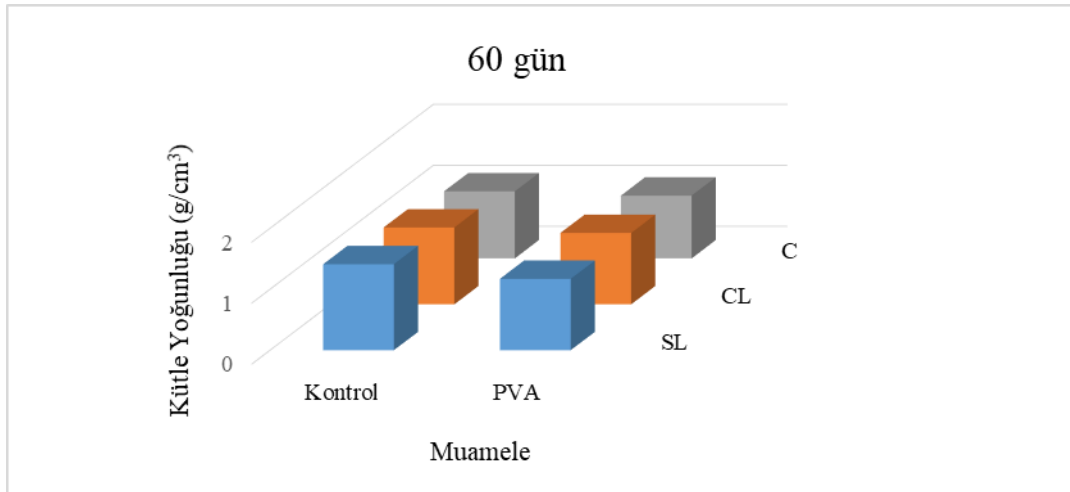
Toprak Bünyesi	Kütle yoğunluğu, g cm ⁻³			Agregat stabilitesi, %			Dispersiyon oranı, %			Ort. ağırlık çap, mm		
	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.
Kaba	1,41 ^a	1,17 ^c	1,29A	22,0 ^d	87,5 ^a	54,7A	23,4 ^a	1,60 ^e	12,5A	0,97 ^c	0,84 ^d	1,81A
Orta	1,26 ^b	1,17 ^c	1,21B	25,1 ^c	88,7 ^a	56,9A	21,8 ^c	1,53 ^c	11,6A	1,16 ^a	1,03 ^b	1,09B
İnce	1,10 ^d	1,03 ^e	1,06C	20,2 ^d	77,2 ^b	51,1A	22,4 ^b	3,30 ^d	12,8A	0,81 ^d	0,77 ^e	0,79C
Ort.	1,25A	1,14B		24B	84,4A		22,5A	2,14B		0,98B	0,88A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Agregat stabilitesi

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi agregat stabilitesi değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla %22,0; %25,1 ve %20,2 olup, PVA uygulaması sonrasında %87,5; %88,7 ve %77,2 olarak tespit edilmiştir

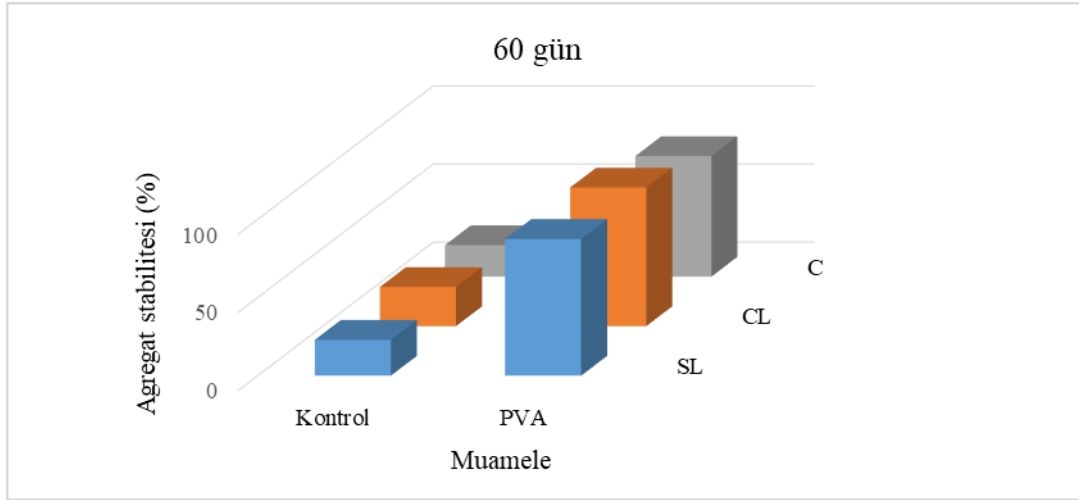
(Çizelge 2; Şekil 2). Uygulama sonrasında her üç toprağın da agregat stabilitesi değerlerinde tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %297; %252,4 ve %282,2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. PVA uygulamasına göre toprakların kütle yoğunluğu değerleri

Agregat stabilitesi değerinin artışında uygulamadan en fazla etkilenen toprak orta bünyeli olurken en az etkilenen ince bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında orta bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, orta bünyeli topraktaki gözenek geometrisi ile ilişkilendirilerek ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında agregat stabilitesi bakımından fark olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprak muamele etkileşimini de önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Stefanson (1973), sentetik polimerlerle toprağın strüktürel stabilitesinin sağlanması üzerine yaptıkları bir çalışmada PVA'nın diğer birçok yapay organik polimer kadar etkili olduğunu belirtmekte ve yüzey toprağının strüktürel yapısının

toprak organik maddesi tarafından korunduğu süreçte PVA uygulamasının toprağın strüktürel yapısını etkili bir şekilde stabilize ettiğine dikkat çekmektedir. Araştırma konusu topraklarda PVA ilavesinin AS değerlerini önemli seviyede yükselttiği tespit edilmiştir. Toprak agregasyonu bitki gelişimi ve erozyona direnç açısından çok önemlidir (Six et al., 2006). PVA ve PAM gibi yapay organik polimerlerin toprağa ilavesi, toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşme sağlayarak, agregat stabilitesini arttırdığı ve toprakta önemli bir düzenleyici etki meydana getirdiği farklı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Sivapalan, 2002; Inyang and Bae 2005; Dodd et al., 2004). Yapılan araştırmalar, bu çalışmada elde edilen agregat stabilitesi bulgularını destekler niteliktedir.

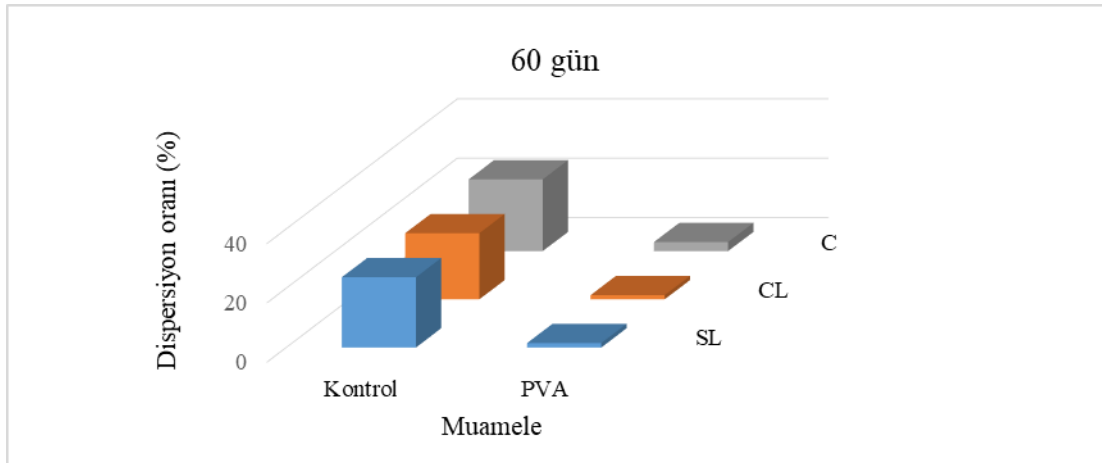


Şekil 2. PVA uygulamasına göre toprakların agregat stabilitesi

Dispersiyon oranı

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi dispersiyon oranı değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla %23,4; %21,8 ve %22,4 olup, PVA uygulaması sonrasında %1,60; %1,53 ve %3,30 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 3). Uygulama sonrasında her üç toprağın da dispersiyon oranı değerlerinde tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %93; %93 ve %95,2 olarak belirlenmiştir. Dispersiyon oranı değerinin azalmasında

uygulamadan en fazla etkilenen toprak ince bünyeli olurken bunu orta ve kaba bünyeli topraklar izlemiştir. PVA uygulaması sonrasında ince bünyeli toprağın diğer iki toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, içerdiği kil fraksiyonunun sahip olduğu kohezyon kuvvetleri ve ilave stabilizatör uygulaması ile açıklanabilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında dispersiyon oranı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir. Toprak muamele interaksiyonu da önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.



Şekil 3. PVA uygulamasına göre toprakların dispersiyon oranı

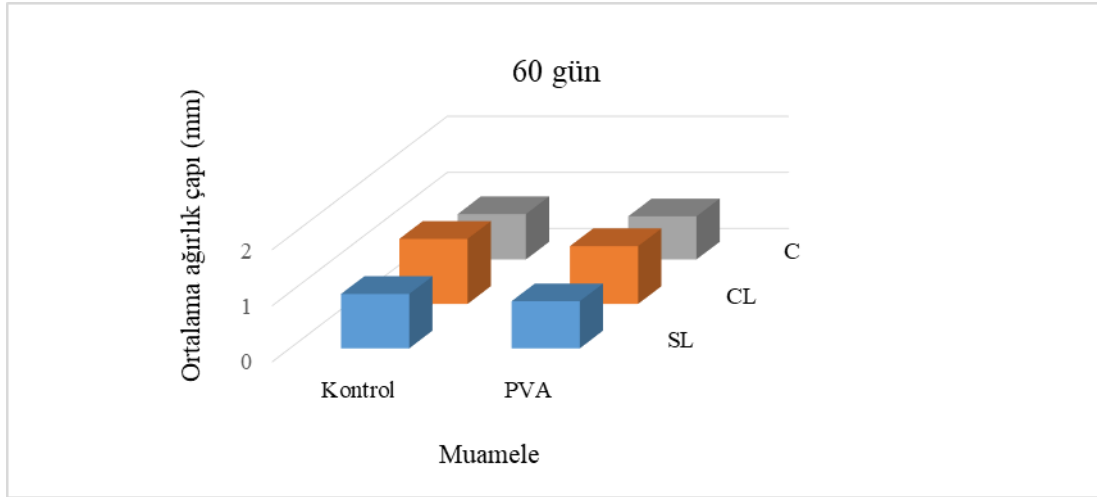
Ortalama ağırlık çap

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi ortalama ağırlık çap (OAÇ) değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,97; 1,16 ve 0,81 mm olup, PVA uygulaması sonrasında 0,84; 1,03 ve 0,77 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 4). Uygulama sonrasında her üç toprağında OAÇ değerlerinde

tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %13,4; %11,2 ve %3,75 olarak belirlenmiştir. Ortalama ağırlık çap değerinin azalmasında uygulamadan en fazla etkilenen toprak kaba bünyeli olurken ince ve orta bünyeli topraklar yaklaşık eşit oranlarda etkilenmiştir. PVA uygulaması sonrasında kaba bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde

etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın sahip olduğu dispers durumdan kaynaklanmış olabileceği şeklinde ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında

ortalama ağırlık çap bakımından fark olduğu tespit edilmiş, toprak muamele interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4. PVA uygulamasına göre toprakların ortalama ağırlık çapı

Su geçirgenliği

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi su geçirgenliği değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,95; 0,54 ve 0,42 μm^2 olup, PVA uygulaması sonrasında 5,95;

5,27 ve 3,67 μm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3; Şekil 5). Uygulama sonrasında her üç toprağında su geçirgenliği değerlerinde tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %526; %875 ve %773 olarak belirlenmiştir.

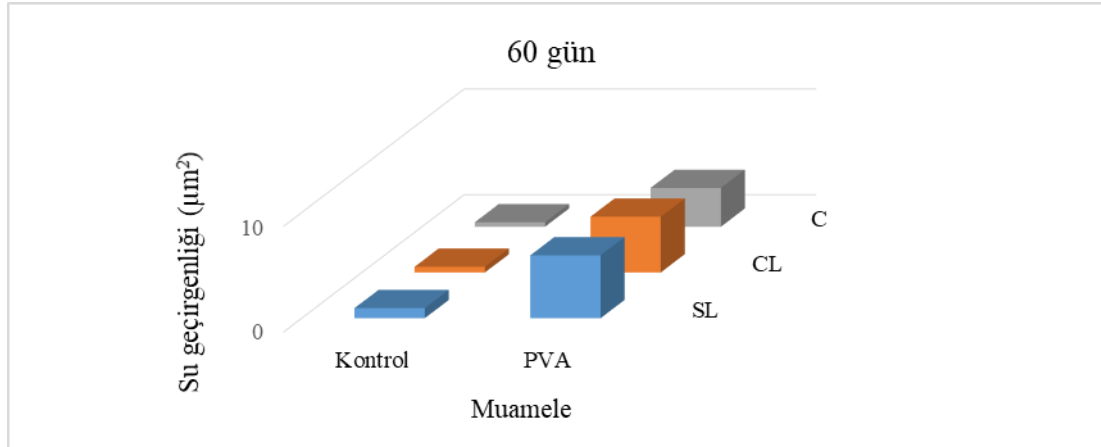
Çizelge 3. Araştırma konusu toprakların su geçirgenliği değerleri

Toprak Bünyesi	Su geçirgenliği, μm^2		Ortalama
	Kont.	PVA	
Kaba	0,95 ^d	5,95 ^b	3,45A
Orta	0,54 ^e	5,27 ^c	2,90B
İnce	0,42 ^f	3,67 ^a	2,04C
Ortalama	0,63B	4,96A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Su geçirgenliği değerinin artışında uygulamadan en fazla etkilenen toprak ince bünyeli olurken en az etkilenen kaba bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında ince bünyeli toprağın kaba bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın su karşısında ortaya koyduğu gevşeme ve dispersleşme etkisinden dolayı olduğu vurgulanabilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında su geçirgenliği bakımından

fark olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprak muamele interaksyonu da önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Birçok araştırmada, agregat stabilitesinin artması ile geçirgenliğin, infiltrasyonun ve havalanmanın arttığı ifade edilmiştir (Oades, 1976; Barry et al., 1991). Yapay toprak düzenleyici olarak toprağa PVA ilavesinin agregat stabilitesi değerini yükselttiği ve buna bağlı olarak su geçirgenliği değerinin de arttığı tespit edilmiştir (Han et al., 2009).



Şekil 5. PVA uygulamasına göre toprakların su geçirgenliği

PVA uygulamasının mısır bitkisi gelişimi üzerine etkileri

Bitki boy uzunluğu

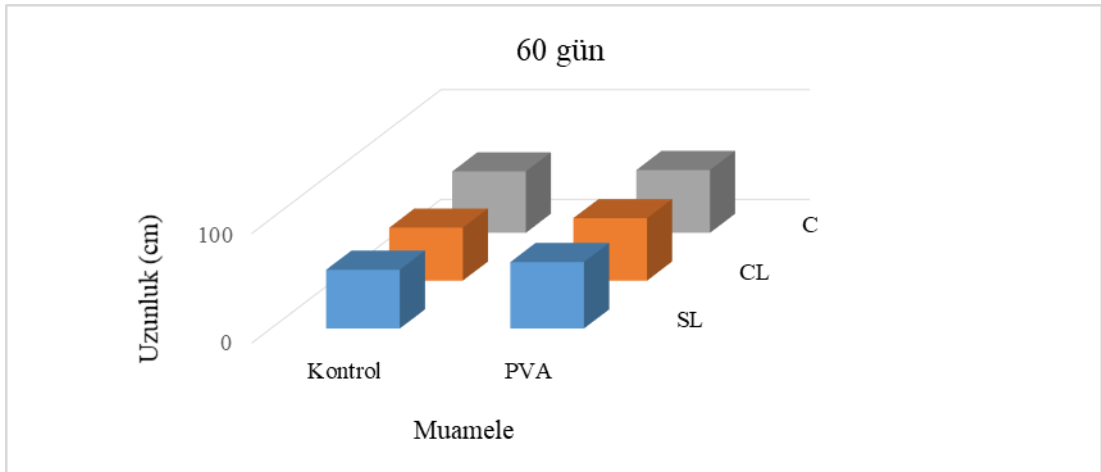
Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boy uzunluğu değerleri kaba, orta ve ince

bünyeli topraklar için sırasıyla 53,6; 48,3 ve 56 cm olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boyu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 60,7; 57 ve 57,3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 6 ve 7).

Çizelge 4. Mısır bitkisi 60 günlük yetiştirme periyodu sonrasında boy, çap, yaş ağırlık ve kuru ağırlık değerleri

Toprak Bünyesi	Boy, cm			Çap, mm			Yaş Ağırlık, g			Kuru Ağırlık, g		
	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.
Kaba	53,6 ^{ab}	60,7 ^a	57,2A	2,33 ^b	3,0 ^a	2,7AB	5,13 ^{ab}	6,82 ^a	5,1AB	0,29 ^b	0,45 ^a	0,38A
Orta	48,3 ^b	57 ^a	52,6A	2,31 ^b	2,43 ^b	2,37B	4,25 ^b	5 ^{ab}	4,63B	0,35 ^{ab}	0,39 ^{ab}	0,37A
İnce	56,0 ^{ab}	57,3 ^a	56,7A	2,86 ^a	3,04 ^a	2,95A	6,05 ^{ab}	6,3 ^{ab}	6,17A	0,39 ^{ab}	0,45 ^a	0,42A
Ort.	52,7B	58,3A		2,5B	2,82A		5,15A	6,04A		0,35B	0,43A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 6. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilere ait bitki boyu

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boylarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %13,2; %18 ve %2,3 olarak belirlenmiştir. Bitki boyu değeri PVA uygulaması orta bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu durumun, orta bünyeli

toprakların bitki gelişimi için ideal hava ve su dengesini oluşturması ile ilişkili olduğu ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda muameleler arasında bitki boy uzunluğu bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

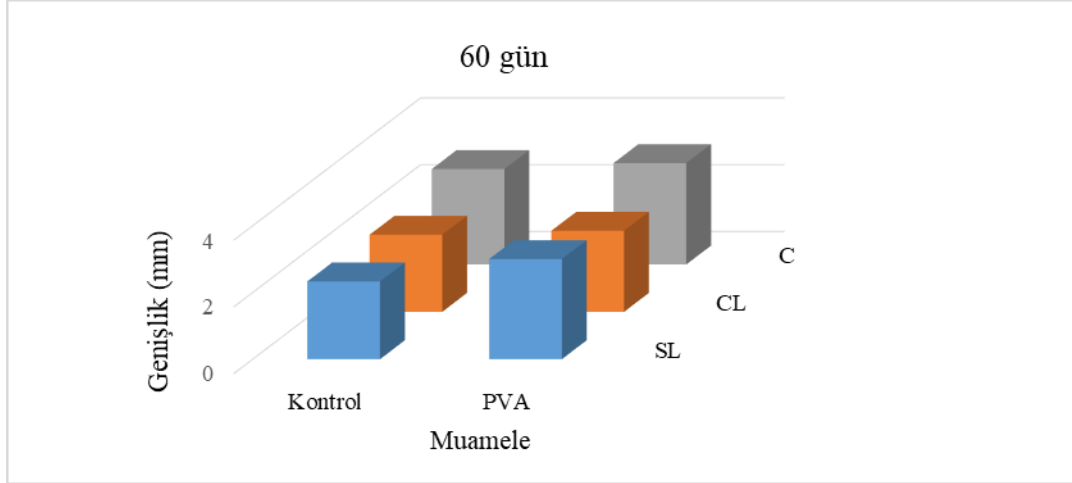


Şekil 7. Araştırma konusu PVA ilavesiz ve ilaveli kaba, orta ve ince bünyeli topraklarda 60 günlük yetiştirme periyodu sonunda mısır bitkisi gelişimi

Gövde çapı

Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki gövde çapı değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 2,33; 2,31 ve 2,86 mm olup,

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boyu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 3; 2,43 ve 3,04 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 8).



Şekil 8. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilere ait gövde çapı

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin gövde çaplarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %28,8; %5,2 ve %6,3 olarak belirlenmiştir. Gövde çapı değeri PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu sonuca, orta ve ince bünyeli topraklara göre kaba bünyeli toprakta kök penetrasyonunun neden olduğu şeklinde ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında gövde çapı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Bitki yaş ağırlık

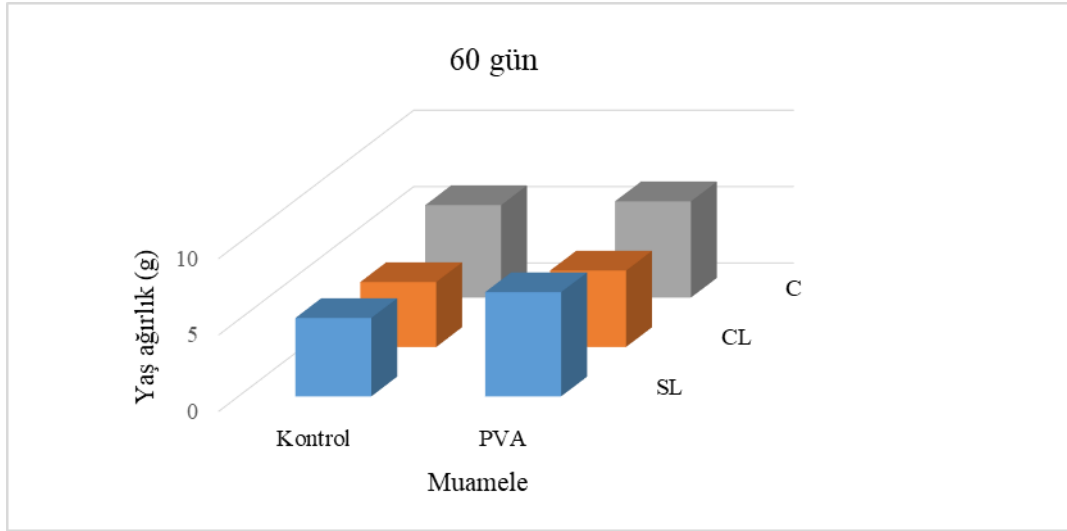
Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 5,13; 4,25 ve 6,05 g olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli

topraklar için sırasıyla 6,82; 5 ve 6,3 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 9).

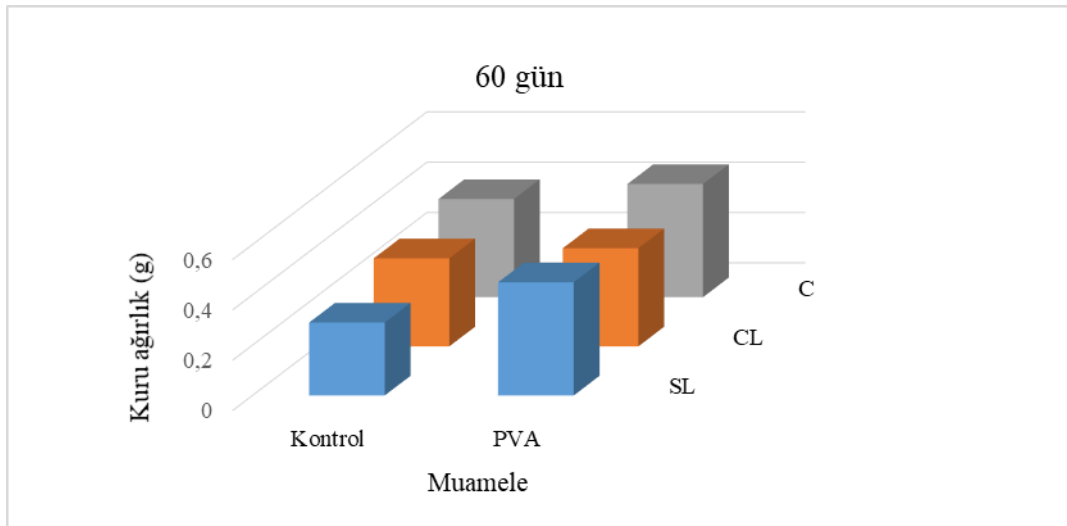
PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlıklarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %32,9; %17,6 ve %4,1 olarak belirlenmiştir. Yaş ağırlık değeri PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu sonuca, gövde çapı parametresinde olduğu gibi, orta ve ince bünyeli topraklara göre kaba bünyeli toprakta kök gelişiminin neden olduğu ifade edilebilir.

Bitki kuru ağırlığı

Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki kuru ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,29; 0,35 ve 0,39 g olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,45; 0,39 ve 0,45 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 10).



Şekil 9. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilerin yaş ağırlığı



Şekil 10. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru ağırlığı

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin kuru ağırlıklarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %55,2; %11,4 ve %15,4 olarak belirlenmiştir. Yaş ağırlık parametresinde olduğu gibi, kuru ağırlık değeri de PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda muameleler arasında bitki kuru ağırlığı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Yapay toprak düzenleyici polimer uygulamaları bitki gelişimini pozitif yönde etkilediği farklı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Lua and Choub, 2016; Hernandez et al., 2018). Bu araştırma neticesinde de farklı bünyeli topraklara PVA ilavesinin bitki boy uzunluğu, gövde çapı, yaş ve

kuru ağırlık değerlerini artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

SONUÇ

Bu çalışmada farklı tekstürlü (kumlu tın, killi tın, kil) topraklara ilave edilen %0,1 düzeyinde PVA'nın 60 günlük yetiştirme periyodu sonunda toprakların fiziksel özellikleri ve mısır bitkisi (*Z. mays* L.) gelişimi üzerinde ortaya koyduğu etki değerlendirilmiştir. PVA ilavesi tüm toprak gruplarında agregat stabilitesi değerlerini yükseltmiş, buna bağlı olarak toprak su geçirgenliği artmış, dispersiyon oranı ise düşmüştür. Toprakların fiziksel özelliklerindeki bu iyileşme topraklarda ideal bir havalanma ve su tutma dengesi oluşturduğu, buna bağlı olarak yetiştirilen bitkilerin; gövde boyu

uzunluğu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık değerlerinin yükseldiği kaydedilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, topraklara yapay toprak düzenleyicisi olarak ilave edilen PVA'nın toprak strüktürünü önemli seviyede geliştirdiği ve dolaylı olarak ortamın bitki gelişim potansiyelini arttırdığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Rehim, H.A., Hegazy, E.S.A., Abd El-Mohdy, H.L., 2004. Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance. *Journal of Applied Polymer Science*, 93 (3): 1360-1371.
- Aksakal E., Öztaş T., 2010. Polivinilalkol, hümik asit ve poliakrilamid uygulamalarının strüktürel stabilite ve toprak kayıpları üzerine etkileri. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt III, s: 953-962.
- Amezketta, E., 1999. Soil aggregate stability: A review. *J. Sustain. Agric.*, 14 (2-3): 83-151.
- Barry, P.V., Stott, D.E., Turco, R.F., Bradford, J.M., 1991. Organic polymers' effect on soil shear strength and detachment by single raindrops. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 55 (3): 799-804.
- Ben-Hur, M., Keren, R., 1997. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 61 (2): 565-570.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods.* Agronomy, (2): 366-375.
- Bryan, R.B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, (2): 5-25.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B., 2003. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light-textured soils in Australia: A review. *Aust. J. Exp. Agric.*, (43): 325-334.
- Charman P., Murphy B., 2007. *Soils: Their properties and management*, third ed. Oxford University Press, Melbourne, Australia, 461 p.
- Demiralay İ., 2013. *Toprak Fiziksel Analizleri.* Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 143.
- Dodd, K., Guppy, C.N., Lockwood, P., Rochester, I., 2004. Comparison of applications of sand and polyacrylamide for separating the impact of the physical and chemical properties of sodic soils on the growth and nutrition of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Proceedings of the 3rd Australian New Zealand Soils Conference*, 5-9 December. University of Sydney, Australia.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. *Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 383-411.
- Han X., Chen S., Hu, X., 2009. Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinylalcohol coating. *Science Direct. Desalination*, (240): 21-26.
- Heitner, H.I., 1994. *Encyclopedia of Chemical Technology*, In: (eds), Kroschwitz, J.I., and Howe-Grant, M.) 4th edn., vol 11. John Wiley&Sons, pp: 61.
- Hernandez, H., Maldonado, A.J., Mendoza, A.B., Ortiz, H.O., Pliego, G.C., Aspeytia, D.S., Morales, S.G., 2018. Chitosan-pva and copper nanoparticles improve growth and over express the sod and ja genes in tomato plants under salt stress. *Agronomy*, 8 (9): 175.
- Inyang, H.I., Bae, S., 2005. Polyacrylamide sorption opportunity on interlayer and external pore surfaces of contaminant barrier clays. *Cheemosphere*, (58): 19-31.
- Kacar, B., 2014. *Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri.* Nobel Yayınları, 60 s.
- Karaman, Rüşü M., Brohi Reşit, A., Müftüoğlu, Mücella N., Öztaş, T., Zengin, M., 2012. *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği.* Koyulhisar Zir. Odası Yay., No:1.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. *Aggregate stability and size distribution. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 425-442.
- Klute, A., Dirksen, C., 1986. *Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 687-734.
- Lal, R., 1988. *Soil erosion research methods.* Soil And Water Conservation Society. Ankeny, Iowa, USA.
- Lal, R., 1991. *Soil structure and sustainability.* *J. Sustain. Agric.*, (1): 67-92.
- Lal, R., 2015. *Restoring soil quality to mitigate soil degradation.* *Sustainability*, (7): 5875-5895.
- Lua C., Choub L., 2016. *The applications of biodegradable polymers on soil and water conservation engineering.* 2nd International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering.
- McLean, E.O., 1982. *Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd edition. Agronomy, 199-224.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. *Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and*

- Microbiological Properties, 2nd edition. Agronomy, 539-579.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd edition. Agronomy, 181-197.
- Oades, J.M., 1976. Prevention of crust formation in soils by polyvinyl alcohol. *Aust. J. Soil Res.*, (14):139-148.
- Özgül M., 2003. Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan büyük toprak gruplarının sınıflandırılması ve haritalandırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilimdalı Doktora Tezi, Erzurum.
- Painuli, D.K., Pagliali, M., 1990. Effect of polyvinyl alcohol, dextran and humic acid on some physical properties of a clay and loam soil. 1. cracking and aggregate stability, *Agrochimica*, 34 (1-2): 117-130.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd edition. Agronomy, 167-179.
- Sen, K.K., Bhadoria P.B.S., Datta B., 1995. Influence of soil conditioners on soil physical-properties and maize growth. *Tropical Agriculture*, 72 (1): 23-27.
- Six, J., Frey, S.D., Thiet, R.K., Batten, K.M., 2006. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, (70): 555-569.
- Sivapalan, S., 2002. Potential use of polyacrylamides (PAM) in reclaiming some problem soils. In Williamson, David and Tang, C and Rate, Andrew, Eds. Proceedings Australian Society of Soil Science National Conference, pages pp: 158-159, Perth, Western Australia.
- SPSS, 2011. SPSS for Windows, Version 20, SPSS Inc., USA.
- Stefanson, R.C., 1973. Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. *Soil Science*, 115 (6): 420-428.
- Tisdall, J.M., Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.*, (33): 141-163.
- USDA, 1999. United States Department Of Agriculture. Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2rd edn.
- USDA, 2001. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Rangeland Soil Quality—Aggregate Stability. Soil Quality Information Sheet 3. Grazing Lands Technology Institute, and National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service.
- Ülgen N., Yurtseven N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi, 28, Kemal Matbaası.
- Young, I.M., Blanchart, E., Chenu, C., Dangerfield, M., Fragoso, C., Grimald, M., Ingram, J., Monrozier, L.J., 1998. The interaction of soil biota and soil structure under global change. *Glob. Change Biology*, (4): 703-712.



Vespa crabro germana Christ, 1791 (Hymenoptera: Vespidae)'in Yuva Materyalinin Kimyasal Bileşenleri, Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktiviteleri

Ömer ERTÜRK^{1,a,*} Atilla ŞİMŞEK^{2,b}

¹Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu, Türkiye

²Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: oseerturk@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.593016

Geliş Tarihi (Received): 17.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Sosyal eşekarısı, yuvalarını doğada çeşitli organik ve inorganik malzemeler kullanarak oluşturur. Bu çalışmada, *Vespa crabro germana* Christ, 1791 yuvasına ait etanol ekstresinin toplam fenolik madde (TFM) içeriği, ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve DPPH radikal süpürme etkisine dayalı antioksidan potansiyeli, biyokimyasal bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Disk difüzyon yöntemi kullanılarak 8 bakteri ve 2 mantar türüne karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite belirlenmiştir. İncelenen yuva numunesinin etanol ekstresi, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* ve *Candida albicans*'a karşı maksimum antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Öte yandan, *Pseudomonas aeruginosa*, *Yersinia enterocolitica*, *Aspergillus niger* ve *Klebsiella pneumoniae*'ye karşı minimum aktivite elde edilmiştir. Örnek ekstraktının TFM içeriği Folin-Ciocalteu testi kullanılarak analiz edilmiş ve 0.56 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g numune olarak hesaplanmıştır. Ekstrenin FRAP değeri ve DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla 1.94 mg trolox eşdeğeri (TE)/numune ve 0.88 mg TE/g numune olarak tespit edilmiştir. Numunenin GC-MS analizi katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniğine göre yapılmış ve 44 bileşik tanımlanmıştır. Biyoaktif potansiyeli olan bu bileşiklerin varlığı, araştırılan numune ekstraktına, antifungal, antibakteriyel, antiviral ajanlar vb. gibi farmasötik anlamda katma değer sağlar. Başka bir ifadeyle, yuva numunesinin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyeli, bu bileşiklerin varlığına atfedilebilir. Bu nedenle sosyal eşekarısı tarafından yavru yetiştiriciliği için kullanılan yuvaların yapısında kullanılan malzemeler biyolojik aktiviteler açısından önem arz eder.

Anahtar Kelimeler: *Vespa crabro germana*, FRAP, Antibakteriyel, Antifungal

Chemical Components, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Nest Materials *Vespa crabro germana* Christ, 1791 (Hymenoptera: Vespidae)

ABSTRACT: Social wasps build their nests in nature by using various organic and inorganic materials. In this study, the total phenolic content, antioxidant potentials based on ferric reducing antioxidant power (FRAP) and DPPH radical scavenging activity, biochemical composition and antimicrobial activity of the ethanol extract of *Vespa crabro germana* Christ, 1791 nest were investigated. Antibacterial and antifungal activity was determined by disc diffusion method against 8 bacteria and 2 fungi species. The ethanol extract of the investigated nest sample showed maximum antimicrobial activities against *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* and *Candida albicans*. On the other hand, the minimum activities obtained against *Pseudomonas aeruginosa*, *Yersinia enterocolitica*, *Aspergillus niger* and *Klebsiella pneumoniae*. Total phenolic content (TPC) of sample extract was analyzed using Folin-Ciocalteu assay and calculated as 0.56 mg gallic acid equivalent/g sample. FRAP value and DPPH radical scavenging activity of the extract value were determined as 1.94 mg trolox equivalent/g sample and 0.88 mg trolox equivalent/g sample, respectively. GC-MS analysis of the sample was according to solid phase microextraction (SPME) technique and 44 compounds were identified. The presence of these compounds with bioactive potential, add value to investigated sample extract with a pharmaceutical meaning as antifungal, antibacterial, antiviral agents and so on. In other words, the antioxidative and antimicrobial potential of the nest sample could be attributed to presence of these compounds. For this reason, the materials used in the structure of the nests used for breeding by the social wasp are important for the biological activities.

Keywords: *Vespa crabro germana*, FRAP, Antibacterial, Antifungal

GİRİŞ

Sosyal eşekarısı yuvaları yavru yetiştiriciliği için bir yuva ve yuvalanma faaliyetlerinin merkezi olarak hizmet eder (Jeanne, 1977; Starr, 1991). Yaban arıları genel olarak buldukları çevrenin ekolojik şartlarının en iyi şekilde değerlendirerek

bitkisel otsu ve odunsu lifleri, küçük bitkisel çipsleri, bitki kollarını, çamuru toplarlar ve çeşitli mimari tasarımlarla yuva oluşturmak için çiğnerler ve ağız salgısı ile karıştırırlar böylece kendilerine özgü şekli vererek yuvalarını oluştururlar (Jeanne, 1977;

Bagriacik, 2011). Yaban arıları, olumsuz hava şartlarından, yağmurdan ve aşırı sıcaktan korumak için yapmış oldukları salgılar ile yuvalarının yüzeyini genelde kaplarlar. Son zamanlarda, yapılan bazı çalışmalarda, önemli olan iki Japon *Polistes* eşekarısı, *P. chinensis* ve *P. riparius* için, yavru çıkış öncesi yuvalarının yapımı ve bakımında büyük miktarda salgının kullanıldığı bildirilmiştir (Yamane et al., 1998). Yaban arıların kendilerine özgü olan oral sekresyonların kimyasal özellikleri, *Polistina*, *Protopolybia*, *Ropalidia* ve *Polist* alt familyalarının bazı cinslerinde incelenmiştir (Schremmer et al., 1985; Jeanne, 1986). Oral sekresyon, bugüne kadar analiz edilen çoğu yaban arısı cinsinde proteinden oluştuğu için (Jeanne, 1996), salgı üretim işinin çok uğraş gerekirken bir iş olduğu varsayılmaktadır (Maschwitz et al., 1990). Yuvalardaki proteinlerin amino asit kompozisyonu *Dolichovespula maculata* (McGovern et al., 1988) ve *Ropalidia opifex*'te (Maschwitz et al., 1990) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, göstermiştir ki mevcut proteinler genel olarak alanin, glisin ve serini amino asitlerinin bu türlerin yuvalarında ana bileşen olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *Vespidae* ailesindeki sosyal gelişim için de önemli olan amino asit bileşimi gibi oral salgılamamanın kimyasal yapısının gelişimini önermişlerdir. *Vespidae*'nin arı yuvaları içeriğinin etkileri hakkında çok az yayınlanmış veri bulunmaktadır. Sadece *Vespa crabro germana*'nın arı yuvaları içeriği üzerine yapılan birkaç antimikrobiyal aktivite çalışması önemli sonuçlar vermiştir. Ek olarak, yuvaların kendi türlerine ait bireyler üzerindeki antimikrobiyal aktivite dereceleri bilinmemektedir. Birçok sosyal böcek kolonilerindeki enfeksiyonları önleyen savunma sistemleri geliştirmiştir. Örneğin, arı propolisi ve arı sütü antimikrobiyal özellikler gösterir ve termitlerin fekal peletleri mantar patojenlerinin gelişimini engeller (Rosengaus et al., 1998; Anderson et al., 2011). Karıncalar ile ilgili olarak, çoğu tür, salgıları bireyler ve yuva boyunca yayılan, geniş bir antimikrobiyal etki spektrumuna sahip olan göğüs kafesinde metapleural bezlere sahiptir. Bu aktivite, peptit prekürsörlerin sınırlı hidrolizi yoluyla parazitoid soyunun hayatta kalmasını ve gelişmesini sağlamak için konağın şartlandırılmasında rol oynayabilen antibakteriyel peptitlerin veya diğer peptitlerin işlenmesinde faaliyette bulunabilir (Blum et al., 1958). *Vespa crabro* da dahil olmak üzere bal arıları, yaban arıları ve eşek arılarının zehirleri, antimikrobiyal peptitlere sahiptir; bununla birlikte, doğal işlevleri daha fazla açıklığa kavuşturulmalıdır (Banks and Shipolini, 1986; Monteiro et al., 2009; Anderson et al., 2011). Penisilin keşfi ile birlikte antimikrobiyal araştırmalar hız kazanmış ve mikroorganizmalardan streptomisin, aureomisin, kloromisetin gibi sayısız antibiyotikler keşfedilmiştir.

Klinik olarak kullanılan mikroorganizma kaynaklı bu antibiyotikler genellikle toprak mikroorganizmalarından ve funguslardan üretilmektedir. Biyoaktif mikrobiyal ürünlerin araştırılması yıldan yıla süreklilik arz etmektedir ve bitki temelli antimikrobiyal bileşenler (fitokimyasallar), nicelik olarak gösterdikleri terapötik potansiyel ile zengin bir alternatif sunmaktadırlar (Shinji M. 1993). Yaban arı yuvaları büyük bir oranla bitkisel materyal içerir. Bu amaçla, bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinden elde edilen arı yuva örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri, antioksidan potansiyelleri, biyokimyasal bileşimi, antimikrobiyal aktiviteleri ve bazı fiziksel özellikleri ve temel bileşimi incelenmiştir. Bir çok bitkisel materyalin bir arada bulunması ve ayrıca yaban arısının kendine özgü salgısının insan patojeni olan bakterilere ve funguslara üzerindeki etki eden her hangi bir etken madde olabilir mi düşüncesi ve böylece her gün giderek artan kimyasal antibiyotiklere alternatif doğal antibiyotiklerin bulunması önem arz etmektedir. Bu çalışmanın esas hedefi doğal ürünlerin değerlendirilmesidir.

MATERYAL VE METOT

Yuva toplama ve Özütlerin çıkarma

Vespa crabro germana Christ, 1791, Türkiye'de bu türün de bulunduğu (Vespinae) üzerine yapılan sistematik bazı çalışmalar mevcuttur (Yıldırım ve Özbek, 1992). Çalışma için örnekler Temmuz-Ağustos 2015 döneminde Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Trabzon ilinden (39° 43'E, 41° 00', Türkiye) toplanmıştır. Larva, pupa ve yumurta yuvadan çıkarılmış, gözlem için petekten (taraktan) küçük parçalar kesilmiştir. Yuvalar, Ordu Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı Entomoloji Laboratuvarında muhafaza edilmiştir. Yuva örnekleri oda sıcaklığında % 95 etanol ile ekstrakte edildikten sonra ekstratlar bir gün 4°C'de tutulmuş ve 0.45 mikron membran filtreden süzümüştür. Elde edilen filtratlar, analiz edilinceye kadar -20°C'de saklanmıştır. Yuva numunesi % 70 etanol ile seyreltilmiştir (Ertürk ve ark., 2009).

Test Edilen Mikroorganizmalar ve Kültür Ortamı

ATCC'den (American Type Culture Collection) bakteri ve mantar türleri elde edilmiştir. Yuva malzemesinin antimikrobiyal aktivitesi, on bakteri (dört gram-pozitif: *Staphylococcus aureus* ATCC@25923, *Micrococcus luteus* (B1018), *Bacillus subtilis* (B209), altı gram-negatif: *Proteus vulgaris* (B123), *Klebsiella pneumoniae* ATCC@13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC@27853, *Streptomyces murinus* ISP 5091, *Yersina enterocolitica* ATCC@27729, ve iki mantar (*Candida albicans* ATCC@10231, *Aspergillus niger* ATCC 9642, türleri kullanılarak çalışılmıştır. Mueller

Hinton Agar (MHA, Merck) veya Mueller Hinton Broth (MHB, Merck) ve Sabouraud Dextrose Broth (SDB, Difco) veya Sabouraud Dextrose Agar (SDA, Oxoid), sırasıyla bakteri ve mantar hücrelerini büyütme için kullanılmıştır.

Antibakteriyel ve Antifungal Deneyler

Antibakteriyel ve antifungal aktivite tayini için difüzyon disk plakaları yöntemi kullanılmıştır. (Ronald,1990) Bu amaç için, ilk olarak bakteri suşları 37 °C'de 24 saat boyunca MHB besiyerinde, mantar suşları ise 27°C'de 48 saat boyunca SDB besiyerinde büyütülmüştür. Bir gecelik kültürler, sıvı besiyeri ile seyreltilmiş ve nihai bakteri ve mantar hücre konsantrasyonları, sırasıyla A_{600} nm'de spektrofotometrik olarak ölçülerek 10^8 ve 10^7 hücre/mL'ye ayarlanmıştır. Her 15 cm petri plağı içerisine 20 mL MHA ve SDA besiyeri döküldükten sonra katılaşması sağlanmıştır. Yuva ekstrakt numunesi, 0,5, 1, 1,5, 2 ve 2.5 g/mL konsantrasyonlarında test edilmiştir. Test edilecek mikroorganizma suşlarının seyreltilmiş her bir süspansiyonundan 30 µl alınarak petri kaplarındaki agar üzerine aktarılmış ve özenle yayılmıştır. Daha sonra steril kağıt diskler (Oxoid, CT09988, 6 mm çaplı) agar üzerine yerleştirilmiş ve disklere her yuva numunesinden 30 µl yüklenmiştir. Antibakteriyel ve antifungal aktiviteler için sırasıyla 37 °C'de 24 saat ve 27 °C'de 48 saat inkübasyondan sonra inhibisyon çapları belirlenmiştir. Tüm testler üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.

GC-MS analizi

Numunelerin GC-MS analizi, bir kolon (Teknokroma TRB 5-MS, 30 m × 0.250 mm id; film kalınlığı 0.25 µm) ile donatılmış GC-MS (Shimadzu 2010 Serisi GC-Shimadzu QP 2010 Plus Serisi MS) kullanılarak katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniğine göre gerçekleştirilmiştir. GC-MS koşulları aşağıdaki gibi ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı 50 °C ve başlangıçta 1 dakika tutulduktan sonra son sıcaklık dakikada 3 °C yükseltilerek 250 °C'ye çıkarılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/dak akış hızında helyum kullanılmış, elektron iyonizasyon detektörünün voltajı 70 eV ve detektör sıcaklığı 250 °C'ye ayarlanmıştır. Fiber tarafından adsorbe edilen bileşikler, splitless modda GC-MS'e enjekte edilen enjeksiyon portundan desorbe edilmiştir. Bileşikler, Wiley kütüphanesindeki spektrumlarla karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

Antioksidan aktivite

Toplam Fenolik İçeriğin Belirlenmesi

Ekstraktların toplam fenolik içerikleri, Folin-Ciocalteu reaktifini içeren yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Singleton and Rossi, 1965). Toplam fenolik bileşiklerin miktarı, numune materyalinin

günlük hazırlanan standart gallik asit eğrisi yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

FRAP Yöntemi Kullanılarak Antioksidan Aktivite Tayini

Numunenin ferrik indirgeyici antioksidan gücünü (FRAP) belirlemek amacıyla deney tüpünde 1.25 mL'lik bir hacim elde edebilmek için 0.2 M fosfat tamponuna (pH 6.6) 120 uL numune eklenmiştir. Daha sonra eşit hacimde % 1'lik potasyum ferrisiyanür ($K_3Fe(CN)_6$) çözeltisinden ilave edilen tüpler vorteks yardımıyla karıştırılarak 50 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra tüplere % 10'luk trikloroasetik asit (TCA) çözeltisinden 1.25 mL ve % 0.1 $FeCl_3$ çözeltisinden 0.25 mL aktarılmıştır. Elde edilen çözeltinin absorbansları, 700 nm'de UV-VIS spektrofometrede ölçülmüştür (Benzie and Strain, 1996).

DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivitenin Ölçümü

Numunelerin DPPH radikal giderici aktivitesi tayini Silva et al., (2006)'ya göre gerçekleştirilmiştir. Numunelerden bir kısım alınarak metanol ile hazırlanan DPPH çözeltisi ile karıştırılmış ve 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından çözelti absorbansları 517 nm'de tespit edilmiştir. Troloks pozitif kontrol olarak kullanılmış ve sonuçlar TE/g numune olarak hesaplanmıştır (Akyüz ve ark., 2014).

İstatistiksel Analiz

Çizelgelerde gösterilen değerler, üç paralel ölçümün ortalama ± standart sapmaları şeklinde verilmiştir. Değerler basit uyumu göstermiştir. SC50 değerleri doğrusal regresyon analizinden hesaplanmıştır (MsExcel 2003). Veriler SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizi Mann-Whitney U-testi ve Pearson korelasyon analizi ile yapılmış, $p < 0.05$ seviyesindeki farklar anlamlı olarak kabul edilmiştir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Alkol ile seyreltilmiş yuva materyalinin beş fraksiyonunun antibakteriyel aktivitesi, 8 bakteri ve 2 mantar türüne karşı agar disk difüzyon yöntemi ile in vitro olarak test edilmiştir. Çizelge 1, incelenen eşek arı yuvasının etanol ekstraktlarının mikrobiyal gelişme inhibisyonunu özetlemektedir. Beş seyreltilmiş yuva etanol ekstresi antibakteriyel ve antifungal aktivite göstermiştir. Öte yandan, hemen hemen tüm yuva etanol ekstraktları, bu çalışmada kullanılan tüm mikroorganizmalara karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite sergilemiştir.

Çizelge 1: *Vespa crabro germana*'nın Yuva Ekstraktlarının İnhibisyon Zonları Açısından Antimikrobiyal Aktivitesi (mm)

Yuva ekstraktları mg/ml	Y.e.	A. n.	S. m.	K. p.	S. a.	M. l.	C. a.	B. s.	P. v.	P. a.
5 µl (0.5 mg)	17.00±0.00	16.33±0.57	10.33±0.57	10.33±0.57	17.33±0.57	27.00±0.00	25.00±0.00	22.33±0.57	27.00±0.00	13.00±0.00
10 µl (1mg)	19.33±0.57	19.33±0.57	17.00±0.00	11.33±0.57	21.00±0.00	27.33±0.57	25.00±0.00	25.33±0.57	30.00±0.00	12.33±0.57
15 µl (1.5mg)	22.00±0.00	21.33±0.57	30.33±0.57	22.33±0.57	21.00±0.00	28.00±0.00	30.33±0.57	30.33±0.57	30.33±0.57	14.33±0.57
20 µl (2 mg)	23.33±0.57	21.00±0.00	30.00±0.00	23.00±0.00	23.33±0.57	29.33±0.57	30.33±0.57	30.33±0.57	34.00±0.00	12.33±0.57
25 µl (2.5 mg)	23.33±0.57	21.33±0.57	30.33±0.57	23.33±0.57	27.00±0.00	33.33±0.57	32.33±0.57	34.33±0.57	34.33±0.57	12.33±0.57
Alkol	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00
Ampisilin	15.33±0.57	NT	11.33±0.57	13.33±0.57	15.00±0.00	6.00±0.00	NT	36.33±0.57	28.33±0.57	27.33±0.57
Sefazolin	15.33±0.57	NT	6.00±0.00	11.00±0.00	1633±0.57	35.33±0.57	NT	38.33±0.57	6.00±0.00	24.33±0.57
Nistatin	NT	14.00±0.00	NT	NT	NT	NT	15.33±0.57	NT	NT	NT

Mikroorganizmalar: NT: **Tespit edilemedi** –; **İnhibisyon yok** **Y.e.:** *Yersinia enterocolitica* **A.n.:** *Aspergillus niger*, **S.m:** *Streptomyces murinus*, **K.p.:** *Klebsiella pneumoniae*, **S.a.:**, *Staphylococcus aureus*, **P.a.:** *Pseudomonas aeruginosa*, **M.l.:** *Micrococcus luteus*, **C.a.:** *Candida albicans*, **B.s.:** *Bacillus subtilis*, **P.v.:** *Proteus vulgaris*,

Maksimum antibakteriyel ve antifungal aktiviteyi, seyreltilmiş 25 µl (2.5 mg) yuva ekstraktları göstermiştir. Bunu sırasıyla 20 µl (2 mg) ve 15 µl (1.5 mg) konsantrasyondaki ekstrale takip etmiştir. İncelenen seyreltilmiş 25 µl (2.5 mg) yuva etanol ekstraleleri, Gram-negatif *Proteus vulgaris*, Gram-pozitif *Bacillus subtilis* bakterilerine ve *Candida albicans* mantarına karşı maksimum antibakteriyel ve antifungal aktivite göstermiştir. Seyreltilmiş beş yuva etanol ekstralelerinin minimum antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri, Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa*, Gram-pozitif *Staphylococcus aureus* ve mantar olarak *Aspergillus niger*'e karşı belirlenmiştir. Arı yuvalarının ekstraktlarının bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteleri, Ertürk ve ark. (2003) tarafından bildirilen sonuçlara benzer şekilde mantarlara karşı olanlardan daha etkili bulunmuştur. Aktif seyreltilmiş yuva ekstralelerinin önemli antibakteriyel etkinliği, standart antimikrobikler, Ampisilin (30 µg/disk), Sefazolin (30 µg/disk) ve Nistatin (30 µg/disk) ile karşılaştırılabilir. Sosyal böcekler, kalabalık yaşam koşulları ve yakından ilişkili yuva arkadaşlarının belirli patojenlere karşı benzer zafiyetleri paylaşma potansiyeli nedeniyle özellikle parazitler ve patojenlerden kaynaklanan yüksek risklerle karşı karşıyadır (Schmid-hempel, 1998). Bu risklerini azaltmak için farklı yöntemler kullanırlar. Hayvanlar alemindeki birçok tür, parazitlerin ve patojenlerin etkilerini azaltmak için bitki tarafından üretilen reçineleri kullanabilir. İyi tanımlanmış bir örnek olarak, İsviçreli bir ahşap karınca olan *Formica para lugubris*, iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen reçine globüllerini yuva malzemesiyle karıştırır ve bu reçine yuvadaki toplam mikroorganizma sayısını azaltır (Christe et al., 2003). Reçinelerin antibakteriyel özellikleri iyi bilinmesine rağmen, doğal düşmanların kovucu maddeleri olarak, faydalı olan yuva malzemeleri ve onu oluşturan salgı maddesinin seçimi ve kimyası çalışılmamıştır (Lokvam and Braddock, 1999; Langenheim, 2003). Sonuç olarak, balmumu yuva ekstraleleri, en yaygın bakteriyel hastalıklardan sorumlu bir bakteri paneline karşı geniş bir aktivite spektrumuna sahiptir. Bu sosyal eşek arılarının yuva yapımında kullandığı bitki kökenli ve kendilerine ait olan salgıdan oluşan yuvanın özütleri klinik olarak etkili yeni antibakteriyel ve antifungal bileşikler araştırılmasında bir yeni kaynak oluşturabilir.

Arılar yuvasının kimyasal tutarlılığı/uyumu/kıvamı, toplandığı bölgenin florasına büyük ölçüde bağlıdır. Kıta Avrupası yuvalarının aksine, farklı arı yuvaları, coğrafi konumu sonucunda gelişen ülkenin eşsiz florası nedeniyle farklı bir botanik kökene sahiptir. Ülke florası, yüksek oranda endemik bitki içeren, genel olarak bilinen bir biyolojik çeşitliliği sunar (Spradbery, 1973).

Örnek ekstraktının TFM içeriği, Folin-Ciocalteu testi kullanılarak 0.56 mg GAE/g numune olarak hesaplanmıştır. TFM içeriği, antioksidan özellikler için diğer özel yöntemlerden daha genel bir fikir vermektedir. FRAP kapasitesi, Benzie and Strain, (1996) yöntemine göre belirlenmiş ve troloks da standart bir antioksidan bileşik olarak aynı koşullar altında test edilmiştir. Ekstrenin FRAP değeri, 1.94 mg TE/g numune olarak tespit edilmiştir. Ve son olarak, DPPH radikal süpürme aktivite, Silva et al., (2006) tarafından verilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Ekstrenin DPPH radikal süpürme aktivitesi 0.88 mg TE/g numune olarak saptanmıştır. Tüm analizler üç kez gerçekleştirilmiş ve ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Analizi gerçekleştirilen bu tekniklere göre, numune ekstresi antioksidan kapasite bakımından hemen hemen yüksek değerler göstermiştir. Elde edilen TFM değeri, DPPH ve FRAP testi sonuçları ile karşılaştırılabilir (Çizelge 2). Çünkü birçok antioksidan bileşik TFM'nin belirlenmesinden sorumludur, fakat aynı zamanda bazı bileşikler daha yüksek değer ve özelliklerin tespitini önleyebilir (sterik engelleme, pro-oksidan bileşikler vs). GC-MS sonuçları bu fikri açıklamak için bir kanıt olarak verilmiştir (Çizelge 3).

TFM'nin yanı sıra, FRAP tekniği ferrik iyon indirgeme ölçümlerine dayanan çok yaygın olarak kullanılan bir testtir. Bu değerler daha yüksekse, güçlü bir antioksidan kaynağı olarak tahmin edilebilir. Ekstre için belirlenen 1.94 mg TE/g numune FRAP analizi için bir değer olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Ayrıca, troloks standardını kullanan başka bir analiz DPPH radikal süpürücü aktivite tayini yöntemidir. DPPH ticari bir radikaldır ve genel yapısını stabilize etmek için serbest antioksidan bileşiklerle reaksiyona girer. Troloks eşdeğerine göre, 0.88 mg TE /g örnek azımsanmayacak bir sonuçtur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yuva numunelerinin toplam fenolik madde (TFM) içeriği ve antioksidan aktivite değerleri

	TFM (mg GAE/g örnek)	FRAP (mg TE/ g örnek)	DPPH (mg TE/ g örnek)
Numune	0.56±0.02	1.94±0.28	0.88±0.09

Ekstrenin Kimyasal Bileşimi

Gaz kromatografi analizinin sonucunda 44 bileşik tanımlanmış ve piklerin görüntüleri, Wiley kütüphanesi verileri ile karşılaştırılmıştır. Alıkonma süreleri (RT), moleküler formül, moleküler ağırlık (MW) ve konsantrasyon (% pik alanı) Çizelge 3'te sunulmuştur. Ayrıntılı değerlendirme sonucunda, 25.239 ve 45.860 alıkonma süreleri ile iki pik noktası dikkat çekmiştir (Şekil 1). Bu iki pik noktasının sırasıyla 1,2-Benzendikarboksilik asit, dietil ester ve 9-Tricosene bileşiklerine ait olduğu kütle spektrofotometre analiziyle belirlenmiştir. Bunların dışında, diğer belirgin pik noktaları, 30.008, 33.500, 37.242, 41.025, 41.367, 46.692, 48.567, 53.458 alıkonma süreleri ile 1,1,1,5,7,7,7-Heptamethyl-3,3-bis(trimethylsiloxy) tetrasiloxane, Eicosamethylcyclodecasiloxane, Tetracosamethylcyclododecasiloxane, Octadecamethylcyclononasiloxane, Hexacosane, 1H-Purin-6-amine amine 'ye aittir (Şekil 1). Çizelge 3'te görülebileceği gibi, çoğu organosilikon bileşikleridir. Biyoaktif potansiyeli olan bu bileşiklerin varlığı, araştırılan numune ekstraktına, antifungal, antibakteriyel, antiviral ajanlar vb. gibi farmasötik anlamda katma değer sağlar. Başka bir ifadeyle, yuva numunesinin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyeli, bu bileşiklerin varlığına atfedilebilir.

Tamil Muthu ve Selveraj, (2015) tarafından yapılan çalışmada % 12.28 pik alanıyla tanımlanan 1H-Purin-6-amine, [(2-fluorophenyl) methyl]- (CAS)'ın çeşitli bitki kısımlarında ve mayada bir hücre bölünmesi ve büyüme düzenleyici faktör

olduğu bildirilmiştir. Bu bileşiğin, antimikrobiyal ve antifungal aktivite gösterdiği ve çeşitli enzimlerin güçlü bir mekanizmaya dayalı inhibitörü olduğu vurgulanmıştır. Türevlerinin ayrıca, antitüberküler, antiinflamatuvar, antitümör, antiparkinson, antelmintik, antihipertansif, antihiperlipidemik, antiülser, kemoprotektif ve seçici CCR3 reseptör antagonist aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca, tanımlanan bileşiklerden biri olan trikosanın, antimikrobiyal, antioksidan, antidiyabetik ve antikanser aktivitesine de sahip olduğu bilinmektedir (Subbaiyan et al., 2014).

Arı yuvasının göstermiş olduğu antimikrobiyal özellik içermiş olduğu, bazı bileşiklerden dolayıdır. Bunlardan bazıları örneğin, Hexacosane'den kaynaklı olabilir. Rukaiyat et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, *Sansevieria liberica* bitkisinden izole edilen Hexacosane'nin antimikrobiyal etkisi, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Mithecithin staphaureus* ve *Proteus vulgaris*'e karşı sırasıyla 29, 27, 26 ve 25 cm zon inhibisyonu ile orta derecede yüksek aktivite göstermiştir. Hem metil austratin hem de eşdeğer asidinin mantarlara ve Gram-pozitif bakterilere karşı aktif olduğu, metil esterinin de Gram-negatif bakterilere karşı aktif olduğu gösterilmiştir (Smania et.al., 2007) Muhtemelen, karboksil grubunun metilasyonu nedeniyle lipofilikliğin artması, bu maddenin, lipoproteinler, lipopolisakaritler ve fosfolipitler tarafından oluşturulduktan sonra Gram-negatif hücrenin dış membranı boyunca taşınmasını kolaylaştırdığı belirtilmiştir (Elza de et al., 2007).

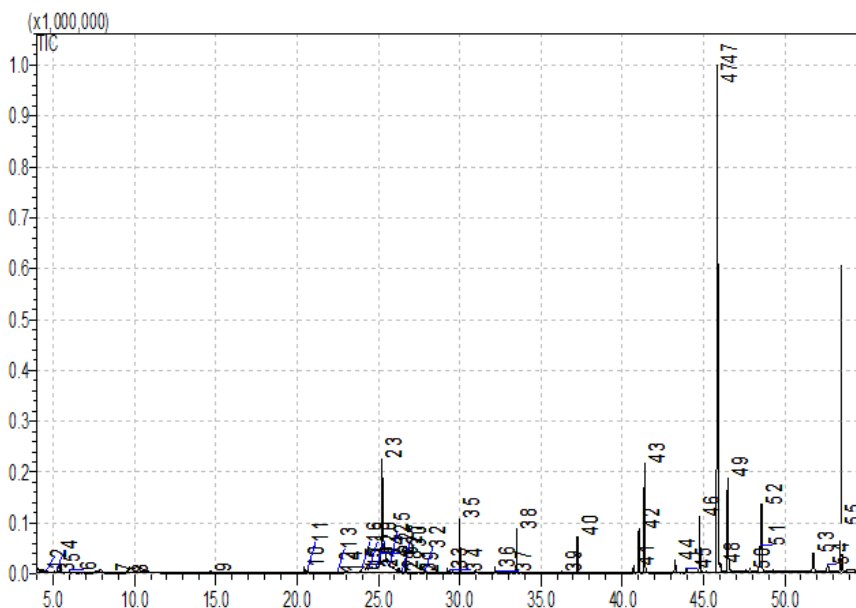
Çizelge 3. *Vespa crabro germana* yuva ekstralarının GC-MS tarafından tespit edilen bileşiklerinin özellikleri

Bileşik Adı	Molekül Formülü	Alınma Süresi (dk)	Molekül Ağırlığı	Pik Alanı (%)
<i>(i) Hydrocarbons</i>				
2-Methylheptadecane	C ₁₈ H ₃₈	20.662	254.49432	0.23
n-Hexacosane	C ₂₆ H ₅₄	46.499	366.707	6.31
n-Hexacosane	C ₂₆ H ₅₄	41.373	366.707	7.08
n-Pentatriacontane	C ₃₅ H ₇₂	43.259	492.94618	0.92
n-Tricosane	C ₂₃ H ₄₈	48.471	324.63	1.68
n-Nonadecane	C ₁₉ H ₄₀	52.658	268.518	0.69
2,3,3,4-Tetramethylpentane	C ₉ H ₂₀	24.017	128.255	0.30
Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	C ₈ H ₁₆	46.034	112.2126	0.25
cis - 2 - nonadecene	C ₁₉ H ₃₈	25.100	266.50502	0.88
6(E),9(Z),13(E)-pendedtriene	C ₁₅ H ₂₆	26.253	206	0.09
(Z)-9-Tricosen	C ₂₃ H ₄₆	45.860	322.62	35.87
cis - 2 - nonadecene	C ₁₉ H ₃₈	51.758	266.50502	1.65
1,1-Dioctyloxyoctane	C ₂₄ H ₅₀ O ₂	14.687	370.381	0.08
<i>(ii) Ketones</i>				
4-Triphenyl-2H-quinolin-6-one - 1-oxide	C ₂₇ H ₁₉ NO ₂	4.375	389.445	0.05
Methanone, 1-(2-hydroxyphenyl)-1-(3,5,5-trimethyl-2-pyrazolin-1-yl)-	C ₁₃ H ₁₆ N ₂ O ₂	25.500	232.27834	0.71
exen-2-one, 3-(2-propenyl)-	C ₉ H ₁₄ O	25.692	138.21	0.29
H)-Pyridinone	C ₅ H ₅ NO	24.151	95.10	0.92
<i>Alcohols</i>				
(1RS,2RS,4SR,5SR)-6-Oxabicyclo[3.1.0]hexane-2,4-diol	C ₅ H ₈ O ₃	4.600	116.115	0.04
Aminomethyl)-2-cyclopentenyl]methanol	C ₇ H ₁₃ NO	9.475	127.184	0.14
eptadecanol	C ₁₇ H ₃₆ O	20.456	256.4671	0.41
ropyn-1-ol	C ₃ H ₄ O	22.775	56.06	0.09
zyl alcohol	C ₇ H ₈ O	24.466	108.14	0.71
Non-2-en-4-yn-1-ol	C ₉ H ₁₄ O	26.617	138.21	0.04
odecanol	C ₁₂ H ₂₆ O	40.715	186.334	0.53
<i>ester</i>				
utyl Phosphate	C ₈ H ₁₉ O ₄ P	24.872	210.207822	0.25
Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	25.239	222.24	13.21
adecanoic acid, methyl ester	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	27.883	270.4507	0.42
icosanoic acid, methyl ester	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	32.188	340.5836	0.55
ahexacontanoic acid, methyl ester	C ₇₀ H ₁₄₀ O ₂	36.302	1013.859	0.19
<i>Ether</i>				
utoxy-1-butanol	C ₈ H ₁₈ O ₂	47.852	146.227	0.07
<i>Aldehyde</i>				
4-Pentenal	C ₅ H ₈ O	29.367	84.116	0.15
4-Pentenal	C ₅ H ₈ O	43.959	84.116	0.23
Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	8.622	142.23862	0.08
<i>(vi) Alkaloid</i>				
1H-Purin-6-amine, [(2-fluorophenyl)methyl]-	C ₁₂ H ₁₀ FN ₅	44.770	243	3.20
1H-Purin-6-amine, [(2-fluorophenyl)methyl]-	C ₁₂ H ₁₀ FN ₅	48.572	243	5.04
1H-Purin-6-amine, [(2-fluorophenyl)methyl]-	C ₁₂ H ₁₀ FN ₅	53.468	243	4.04
<i>(vii) Aromatic</i>				
Benzene, 1,3-dimethyl-	C ₈ H ₁₀	5.259	106.1650	0.13
Benzene, 1,3-dimethyl-	C ₈ H ₁₀	5.440	106.1650	0.56
Benzene, 1,3-dimethyl-	C ₈ H ₁₀	6.003	106.1650	0.14
(tert-Butylsulfanyl)benzene	C ₁₀ H ₁₃ S	22.375	165.19	0.04
9-Amino-7-methyl-1,2,3,4-tetrahydroacridine	C ₁₄ H ₁₆ N ₂	22.458	212.29	0.04
3-(Benzyloxycarbonyl)-1-(p-toluenesulfonyl)-5,6-dihydro-2(1H)-2-pyridone	C ₂₀ H ₁₉ NO ₅ S	29.234	385	0.23
<i>(viii) Cyclic compounds</i>				
3-Diaziridinamine, N,N,1,2,3-pentafluoro-	CF ₅ N ₃	23.983	149.02	0.09
4,7-Epoxytricyclo[4.1.0.0(3,5)]heptane	C ₇ H ₈ O	24.742	108.138	0.14

Çizelge 3'ün devamı

(ix) Organosilicon compounds

1,1,1,5,7,7,7-Heptamethyl-3,3-bis(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	C ₁₆ H ₄₈ O ₆ Si ₇	30.015	533.14722	2.35
Eicosamethylcyclodecasiloxane	C ₂₀ H ₆₀ O ₁₀ Si ₁₀	33.510	741.5394	2.12
Tetracosamethylcyclododecasiloxane	C ₂₄ H ₇₂ O	37.247	889.847	2.06
Octadecamethylcyclononasiloxane	C ₁₈ H ₅₄ O	41.029	667.385	2.62
Hexadecamethyl-cyclooctasiloxane	C ₁₆ H ₄₈ O ₈ Si ₈	26.706	593.2315	1.41

Şekil 1. *Vespa crabro germana* yuva ekstraktlarının gaz kromatografi analizi ile tespit edilen pikleri**KAYNAKLAR**

- Akyüz, E., Şahin, H., Islamoğlu, F., Kolaylı, S., Sandra, P., 2014. Evaluation of phenolic compounds in *Tilia rubra* subsp. *caucasica* by HPLC-UV and HPLC-UV-MS/MS. *International Journal of Food Properties.*, 17 (2): 331-343.
- Anderson, K.E., Sheehan, T.H., Eckholm, B.J., Mott, B.M., DeGrandi-Hoffman, G. 2011. An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the honey bee and hive (*Apis mellifera*). *Insectes Sociaux.*, 58 (4): 431.
- Bagriacik, N., 2011. Determination of some structural features of the nest paper of *Vespa orientalis* Linnaeus, 1771 and *Vespa crabro* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Vespinae) in Turkey. *Archives of Biological Sciences.*, 63 (2): 449-455.
- Banks, B.E., Shipolini, R.A., 1986. Chemistry and pharmacology of honey-bee venom. *Venoms of the Hymenoptera: Biochemical, pharmacological and behavioural aspects.*, 330-416.
- Benzie, I.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry.*, 239 (1): 70-76.
- Blum, M.S., Walker, J.R., Callahan, P.S., & Novak, A.F., 1958. Chemical, insecticidal, and antibiotic properties of fire ant venom. *Science.*, 128 (3319): 306-307.
- Christe, P., Oppliger, A., Bancalà, F., Castella, G., Chapuisat, M., 2003. Evidence for collective medication in ants. *Ecology Letters.*, 6 (1): 19-22.
- Ertürk, Ö., Katı, H., Yaylı, N., Demirbağ, Z., 2003. Antimicrobial activity of *Viscum album* L. subsp. *abietis* (Wiesb). *Turkish Journal of Biology.*, 27 (4): 255-258.
- Ertürk, Ö., Karakaş, F.P., Pehlivan, D., Nas, N., 2009. The antibacterial and antifungal effects of *Rhododendron* derived mad honey and extracts of four *Rhododendron* species. *Turkish Journal of Biology.*, 33 (2): 151-158.

- Jeanne, R.L., 1977. Ultimate factors in social wasp nesting behavior. Proceedings of the International Congress of the International Union for the Study of Social Insects., 164-168.
- Jeanne, R.L., 1986. The organization of work in *Polybia occidentalis*: costs and benefits of specialization in a social wasp. Behavioral Ecology and Sociobiology., 19 (5): 333-341.
- Jeanne, R.L., 1996. The evolution of exocrine gland function in wasps. Natural History and Evolution of Paper Wasps., 145-160.
- Langenheim, J.H., 2003. Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany (No. 620.1924 1275p). Portland, OR: Timber Press.
- Lokvam, J., Braddock, J.F., 1999. Anti-bacterial function in the sexually dimorphic pollinator rewards of *Clusia grandiflora* (Clusiaceae). Oecologia., 119 (4): 534-540.
- Maschwitz, U., Dorow, W.H.O., Botz, T., 1990. Chemical composition of the nest walls, and nesting behaviour, of *Ropalidia* (Icarielia) *opifex* van der Vecht, 1962 (Hymenoptera: Vespidae), a Southeast Asian social wasp with translucent nests. Journal of Natural History., 24 (5): 1311-1319.
- McGovern, J.N., Jeanne, R.L., Effland, M.J., 1988. The nature of wasp nest paper. Tappi Journal., 71: 133-139.
- Monteiro, M.C., Romão, P.R., Soare, A.M., 2009. Pharmacological perspectives of wasp venom. Protein and peptide letters., 16 (8): 944-952.
- Ronald, M.A., 1990. Microbiologia. Compania editorial continental SA de CV, Mexico, DF, 505.
- Rosengaus, R.B., Guldin, M.R., Traniello, J.F., 1998. Inhibitory effect of termite fecal pellets on fungal spore germination. Journal of Chemical Ecology., 24 (10): 1697-1706.
- Rukaiyat, M., Garba, S., Labaran, S., 2015. Antimicrobial activities of hexacosane isolated from *Sanseveria liberica* (Gerome and Labroy) plant. Advancement in Medicinal Plant Research 3 (3): 120-125.
- Schmid-Hempel, P., 1998. Parasites in social insects. Princeton University Press. 409 sayfa
- Schremmer, F., Marz, L., Simonsberger, P., 1985. Chitin im Speichel der Papierwespen (soziale Faltenwespen, Vespidae): Biologie, Chemismus, Feinstruktur. Mikroskopie., 42 (1-2): 52-56.
- Silva, T.M.S., Camara, C.A., da Silva Lins, A.C., Barbosa-Filho, J.M., da Silva, E.M.S., Freitas, B.M., dos Santos, F.D.A.R., 2006. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. Journal of Food Composition and Analysis., 19(6-7): 507-511.
- Shinji, M., 1993. Research on Antibiotic Screening in Japan Over The Last Decade: A Producing Microorganism Approach. Actinomycetol.. 7:100-106.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.
- Smania, E.F.A., Monoache, F.D., Yunes, R.A., Pauler, R., Junior, A.S., 2007. Antimicrobial activity of methyl australate from *Ganoderma australe*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 17 (1): 14-16.
- Spradbery, J.P., 1973. Wasps. An account of the biology and natural history of social and solitary wasps, with particular reference to those of the British Isles.
- Starr, C.K., 1991. The nest as the locus of social life. The Social Biology of Wasps, 520-539.
- Subbaiyan, B., Samydurai, P., Karthik Prabu, M., Thangapandian, V., 2014. Gas chromatography and mass spectrum analysis of *Catharanthus pusillus* (Murray) g. Don (Apocyanaceae). International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences (IRJPAS), 4 (2): 4.
- Tamil Muthu, P., Selvaraj, D., 2015. Analysis of Bioactive Constituents from the Flesh of *Turbo brunneus* (Roding, 1798) by GCMS. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies., 3 (1): 257-259.
- Yamane, S., Kudô, K., Tajima, T., Nihon'yanagi, K., Shinoda, M., Saito, K., Yamamoto, H., 1998. Comparison of investment in nest construction by the foundresses of consubgeneric Polistes wasps, *P. (polistes) riparius* and *P. chinensis* (Hymenoptera: Vespidae). Journal of Ethology., 16 (2): 97-104.
- Yıldırım, E., Özbek, H., 1992. Türkiye Vespinae (Hymenoptera: Vespoidea: Vespidae) türleri üzerinde sistematik ve faunistik çalışmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 16 (4): 227-242.



Effects of Salt Stress on Seed Germination of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Pea (*Pisum sativum* L.)

Esin DADAŞOĞLU^{1,a,*} Melek EKİNCİ^{2,b} Ertan YILDIRIM^{2,c}

¹Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Crop Science, Erzurum, Turkey

²Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Erzurum, Turkey

*Sorumlu yazar e-mail: edadasoglu@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.596530

Geliş Tarihi (Received): 17.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted Date): 16.12.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ABSTRACT: Salinity is one of the most severe environmental factors limiting the productivity of agricultural crops. This study was conducted to determine the effect of salt stress on seed germination in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.). For this purpose, 4 different pea (Utrillo, Serge, Jof and Bolero) and 4 different chickpea (Kanada, İnci, Azkan and Çağatay) cultivars were used. Four different salt concentrations (50, 100, 150 and 200 mM NaCl) were applied to determine and the effects on seed germination (germination percentage, germination speed, mean daily germination, peak value and germination value) were investigated. In the study, there was a significant decrease in germination parameters in both species with increasing salt level. Seed germination of pea cultivars did not occur on 150 (except Jof) and 200 mM salt stress, while chickpea cultivars didn't germinate on 200 mM (except Çağatay) salt stress. In general, it can be said the critical limit for germination in both species to be 100 mM. Jof cultivar have the highest (46%) germination percentage in 100 mM. In chickpea, the maximum germination percentage at 100 mM (63%) and 150 mM (20%) NaCl was determined in Çağatay. Our findings support that there are differences in tolerance to salt stress between different species or varieties of the same species.

Keywords: Salt stress, Germination, Chickpea, Pea

Tuz Stresinin Nohut (*Cicer arietinum* L.) ve Bezelyede (*Pisum sativum* L.) Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri

ÖZ: Tuz stresi tarımsal ürünlerde üretimi sınırlandıran en şiddetli çevresel faktörlerden biridir. Bu çalışma, nohut (*Cicer arietinum* L.) ve bezelyede (*Pisum sativum* L.) tohum çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 4 farklı bezelye (Utrillo, Serge, Jof ve Bolero) ve 4 farklı nohut (Kanada, İnci, Azkan ve Çağatay) çeşidi kullanılmıştır. Çeşitlerin tuzluluğa toleranslarını belirlemek amacıyla kontrole göre 4 farklı tuz konsantrasyonu (50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) kullanılmış ve tohum çimlenmesi üzerine olan etkileri (çimlenme oranı, çimlenme hızı, ortalama çimlenme zamanı, ortalama günlük çimlenme, pik değeri ve çimlenme değeri) incelenmiştir. Çalışmada artan tuz seviyesi ile birlikte her iki türde de çimlenme özelliklerinde önemli düşüşler görülmüştür. Bezelye çeşitlerinde 150 mM (Jof hariç) ve 200 mM tuz stresinde çimlenme olmazken, nohut çeşitlerinde 200 mM (Çağatay hariç) tuz stresinde çimlenme meydana gelmemiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, her iki tür içinde çimlenme için kritik sınır tuz seviyesinin 100 mM olduğu söylenebilir. Bezelyeye ait çeşitlerden Jof 100 mM'da en yüksek (%46) çimlenme oranı gösteren çeşit olmuştur. Nohutta ise Çağatay çeşidinde 100 mM (%63) ve 150 mM konsantrasyonunda en yüksek (%20) çimlenme oranı belirlenmiştir. Bulgularımız farklı türler veya aynı türde ait çeşitler arasında tuz stresine tolerans bakımından farklılıklar olduğunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Çimlenme, Nohut, Bezelye

INTRODUCTION

Seed germination is the first critical and most sensitive stage in the life cycle of plants. Therefore, a successful germination positively affects plant growth and developmental stages. Salinity which is one of the most important environmental stress

factors for crop production causes serious damages on germination and seedling development, and significantly reduces crop yield (Al-Karaki, 2001; Ghoulam and Fores 2001; Cavusoglu and Kabar, 2008; Dadasoglu and Ekinci, 2013).

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Dadaşoğlu, E., Ekinci, M., Yıldırım, E., 2020. Effects of Salt Stress on Seed Germination of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Pea (*Pisum sativum* L.). Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (1): 53-62.
doi: 10.17097/ataunizfd.596530

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3515-5056> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7604-3803>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3369-0645>

All of the leguminous plants contain annual or perennial 12.000 species, which are grown in all climatic conditions of the world except the Polar Regions and only their 200 have been cultivated. All of the edible legumes cultivated are annual. Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.), lentil (*Lens culinaris* Medik., *Lens esculenta* Moench.), broad bean (*Vicia faba* L.), cowpea (*Vigna sinensis* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) are the cultivated legumes species as pulse in these species (Akcin, 1988). Legumes are very important in human and animal nutrition due to their protein content (Sehirali, 1988). In field crops, pulses are the most cultivated group after cereals in terms of sowing area and production (Sepetoglu, 2002). In the world, 66.8 million hectares of pulses are planted, and 61.2 million tons are produced. Pulses are grown at 735 thousand hectares in Turkey and the production is about 1 million tons. The most cultivated edible legumes are chickpeas, lentils, beans, broad beans and peas, while the most produced are chickpeas, lentils, beans, broad beans, peas and black beans (Anonymous, 2014).

Grain legumes are highly susceptible to salinity stress, which significantly reduces crop yields in cultivated plants (Farooq et al., 2017). Salinity is one of the important problems that reduce plant diversity and agricultural productivity in Turkey as well as in the world. Especially in arid and semi-arid climate regions, inadequate rainfall and high evaporation, insufficient drainage, wrong agricultural practices and soil properties are the leading causes of salinity and influence large areas (Anonymous, 2005). Salt stress depresses germination by inhibiting water uptake or by the effect of toxic ions such as Na⁺ on embryo (Okcu et al., 2005; Farooq et al., 2015; Farooq et al., 2017). Effects of salt stress on plants depends on the plant species, the type and amount of salt applied and the duration of exposure. In saline environments, plants respond very differently depending on genotypic differences (Benidire et al., 2017; Dajic, 2006). Since most crops do not grow at high salt concentrations, salinity is considered a threat to food supply (Flowers, 2004; Kumari and Mesfin, 2015; Benidire et al., 2017). In the future, the problem of salinity is likely to be more severe due to the lack of appropriate management practices and an increasing trend towards large-scale irrigation agriculture (Hussein et al., 2017). Therefore, in order to increase food production, it seems necessary to determine the potential of plants to tolerate salinity (Athar and Ashraf, 2009).

This study was conducted to investigate the effect of salt stress (NaCl) on germination of pea and chickpea seeds. Thus, by determining the effect of salinity in the first and most important stage of plant development, cultivars that can be cultivated in

problematic soils can be revealed and continuity in crop production will be ensured.

MATERIAL AND METHOD

Chickpea (Kanada, İnci, Azkan and Çağatay) and pea (Serge, Utrillo, Jof and Bolero) seeds were obtained from Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute (Konya, Turkey) and Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Uludağ University (Turkey). The study was carried out in a germination chamber under controlled conditions (25 °C±2). In the study, 4 different doses of NaCl (50, 100, 150 and 200 mM) were used. The seeds were sterilized with 5% sodium hypochlorite. The seeds were germinated in sterilized disposable petri dishes (90 mm diameter, 15 mm height) containing two Whatman No. 2 filter papers soaked with 10 ml of distilled water or 50, 100, 150 and 200 mM NaCl. Germination experiment was established with 5 different doses (0, 50, 100, 150 and 200 mM) salt application, 8 cultivars (4 peas, 4 chickpeas), 4 replications and 50 seeds in each repetition, and counts were made according to ISTA (1996) rules. Parameters such as germination percentage (GP), germination speed (GS), mean daily germination value (MDG), peak value (PV) and germination value (GV) were examined (Czabator, 1962; Ellis and Roberts, 1981; Gairola et al. (2011).

Germination percentage (GP): Germination percentage calculated by the following formula

$$GP = \frac{n}{\Sigma n} \times 100$$

Where, n = Number of germinated seeds

Σn = Total number of seeds

Germination speed (GS): It is the rate of germination in terms of the total number of seeds that germinate in a time interval. Germination speed calculated by the following formula

$$GS = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \dots$$

Where, n₁, n₂,... are the number of germinated seeds at times t₁, t₂, (in days)

Mean daily germination (MDG): Mean daily germination calculated by the following formula

$$MDG = \frac{\text{Total number of germinated seeds}}{\text{Total number of days}}$$

Peak Value (PV): Peak value was calculated by the following formula

$$PV = \frac{\text{Highest seed germinated}}{\text{Number of days}}$$

Germination Value (GV): Germination value was calculated by the following formula

$$GV = MDG \times PV$$

Counts were made daily and above measurements were made on germination seeds. The

data obtained from the study was averaged and Duncan multiple comparison test was used for statistical analysis. Statistical analysis of germination percentage was performed after Arc-sin transformation of the values.

RESULTS AND DISCUSSION

In this research, the effect of salt stress on germination properties of certain chickpea and pea cultivars was investigated. The effects of salt stress on the seed germination parameters were statistically

significant in all cultivars of pea and chickpea ($P < 0.001$).

In all the pea cultivars, it was observed that GP decreased as salt concentration increased, In terms of GP, the highest values were obtained from Jof and Serge cultivars at 0, 50 and 100 NaCl. In the control group (0 mM NaCl), 97% germination of both cultivars was obtained. GP values decreased to 46% (Jof), 30% (Serge), 12% (Bolero) and 10% (Utrillo) at 100 mM NaCl. In 150 mM salt conditions, germination occurred only in Jof cultivar with 10% GP among the pea cultivars (Figure 1).

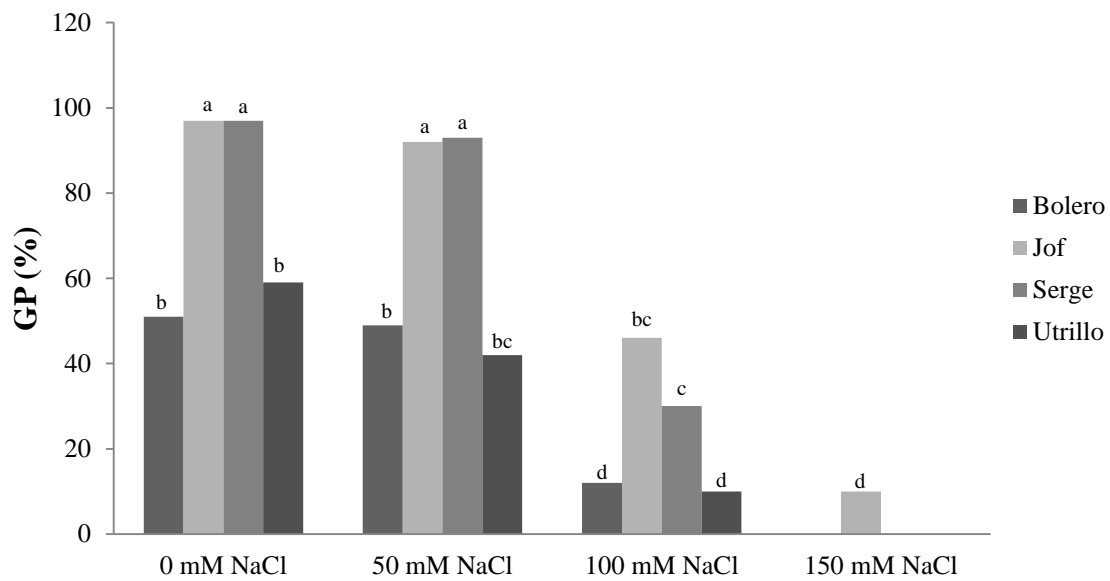


Figure 1. Effect of salt stress on GP in pea cultivars

There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P > 0.001$).

GS reduced with the increase in salt concentration in all pea cultivars. The highest GS value occurred in Serge cultivar at 0 (6.03) and 50

(4.75) mM NaCl while lowest (2.46 and 2.09) was in Bolero. Jof had the highest GS value at 100 (2.1) and 150 (0.44) mM NaCl (Figure 2).

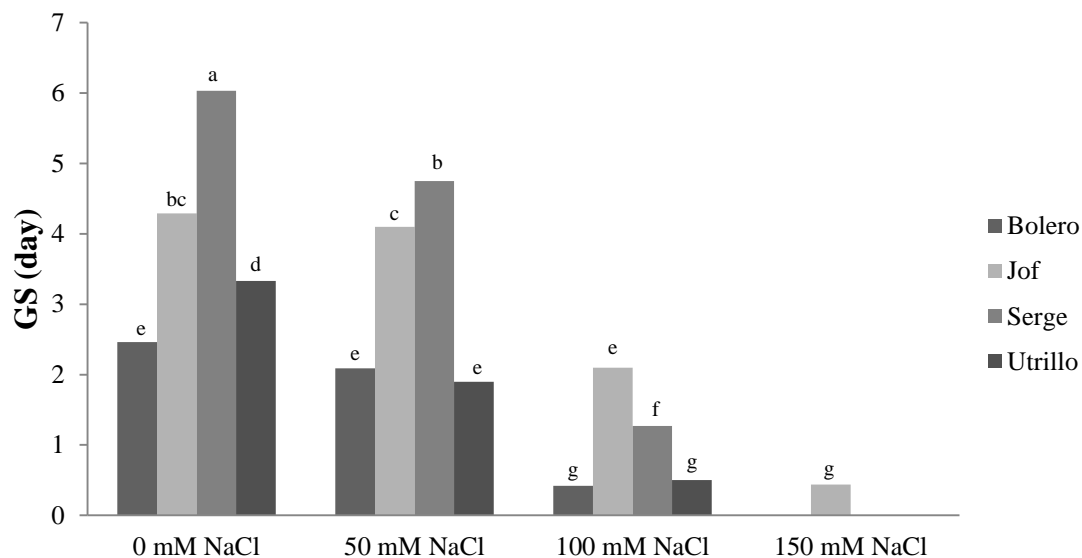


Figure 2. Effect of salt stress on GS in pea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P > 0.001$).

MDG of pea cultivars decreased with increasing salt concentration. Jof and Serge had higher MDG values than the other cultivars at 0 and 50 mM NaCl. The greatest value (1.44) in regard to MDG at 100

mM NaCl was obtained from the Jof cultivar. The lowest value (0.31) was obtained from Utrillo at the same dose. MDG value was 0.31 in Jof at 150 mM NaCl (Figure 3).

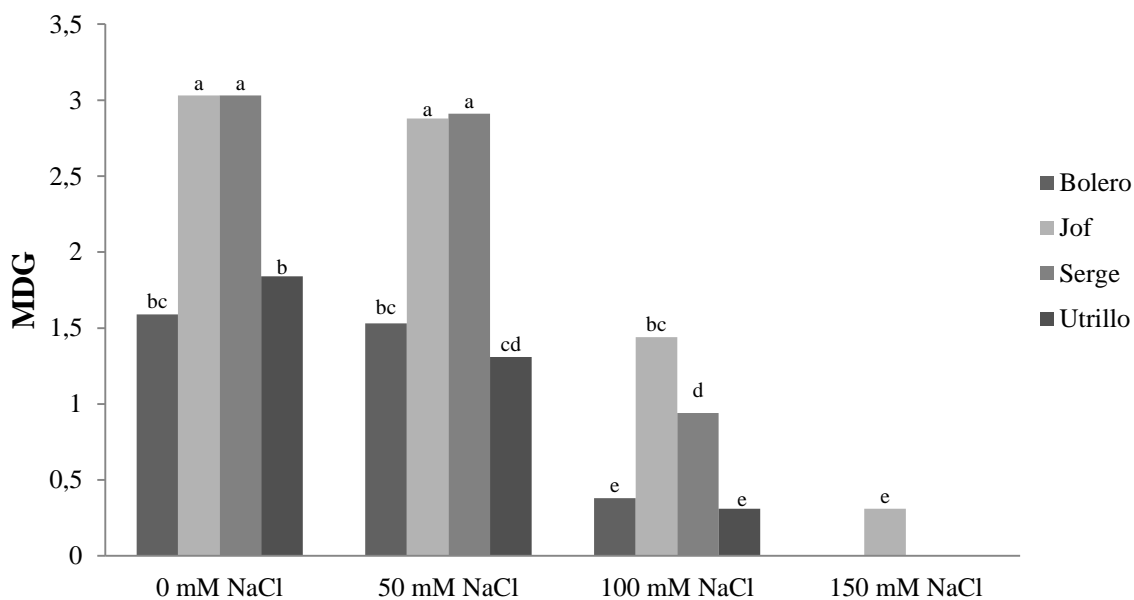


Figure 3. Effect of salt stress on MDG in pea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P > 0.001$).

In pea cultivars, PV was found to decrease with increasing salinity, the highest value of PV at 100 mM NaCl was 0.69 in Jof and the lowest was 0.13 in

Utrillo. Jof and Serge cultivars had the highest PV values at 0 and 50 mM NaCl. At 150 mM NaCl only Jof cultivar had PV value (0.19) (Figure 4).

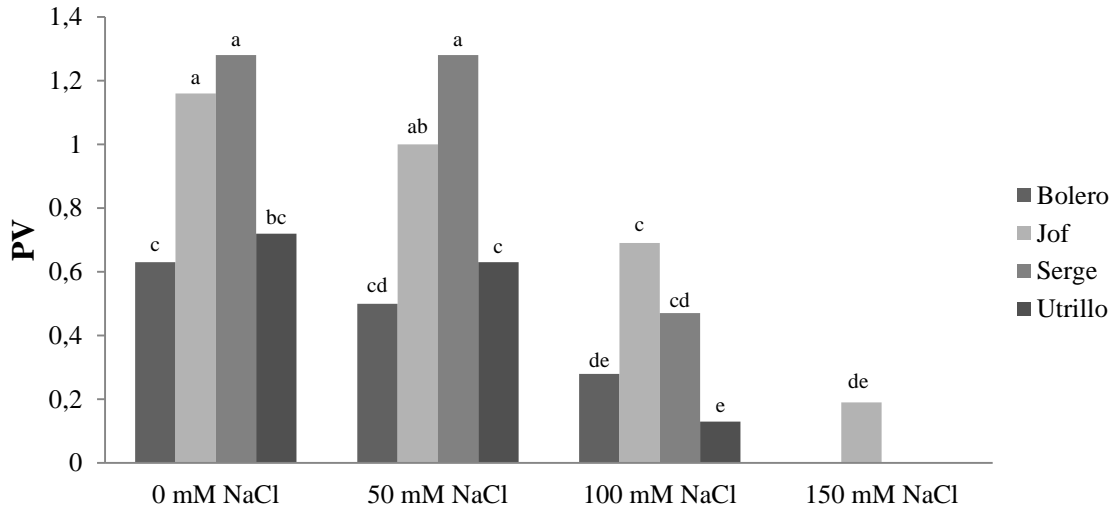


Figure 4. Effect of salt stress on PV in pea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

Salinity stress negatively affected GV. Serge had the greatest GV compared to other cultivars at 0 (3.9) and 50 (3.8) mM NaCl while GV was the

highest in Jof at 100 (1.0) and 150 (0.08) mM (Figure 5).

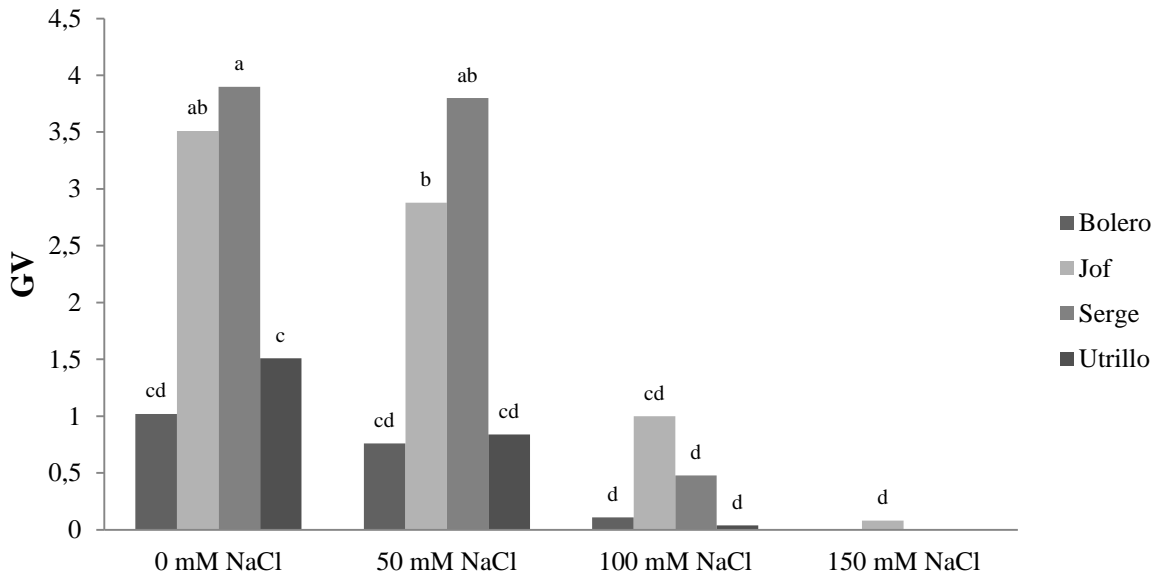


Figure 5. Effect of salt stress on GV in pea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

The effects of salt stress on seed germination parameters of chickpea were statistically ($P < 0.001$) significant. GP, GS, MDG, PV and GV showed a decrease due to the increased salt level in all cultivars (Figure 6, Figure 7, Figure 8, Figure 9 and Figure 10).

Çağatay had the highest GP values at all NaCl concentrations. Çağatay was the least affected

cultivar by salt stress in regard to GP, and 20% germination occurred at 150 mM salt level. Furthermore, Çağatay was the only cultivar germinating at 200 mM NaCl. İnci was the most affected cultivar from salt stress and showed the highest decrease in regard to GP (Figure 6).

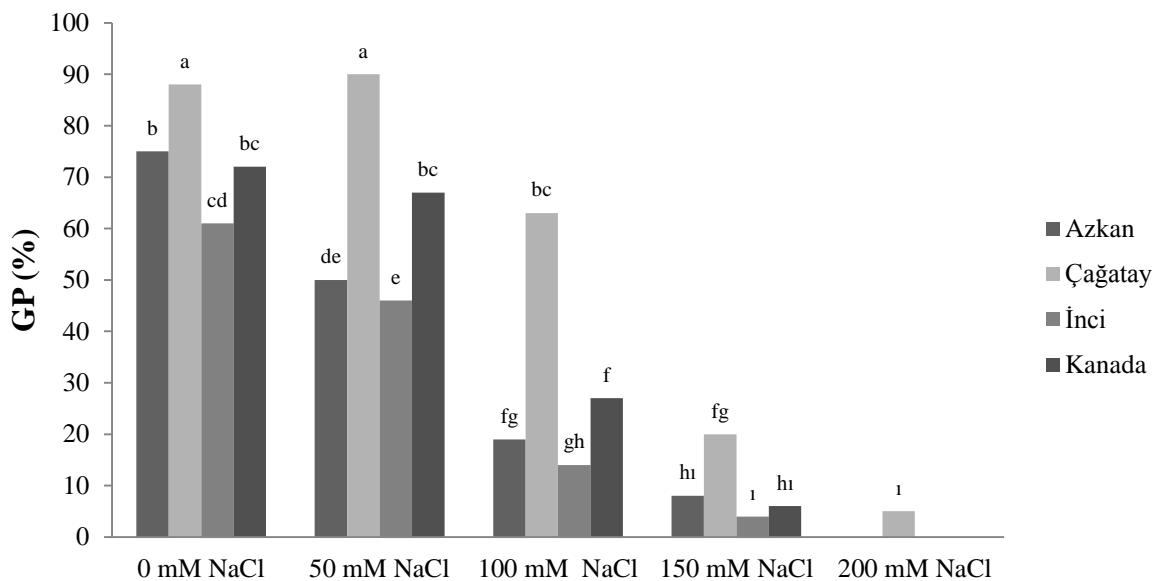


Figure 6. Effect of salt stress on GP in chickpea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

GS values decreased with increasing salinity concentrations. The highest GS values at 0, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl occurred in Çağatay cultivar

as 7.3, 6.17, 4.54, 1.54 and 0.26, respectively. GS value was the lowest in İnci (0.20) at 150 mM NaCl (Figure 7).

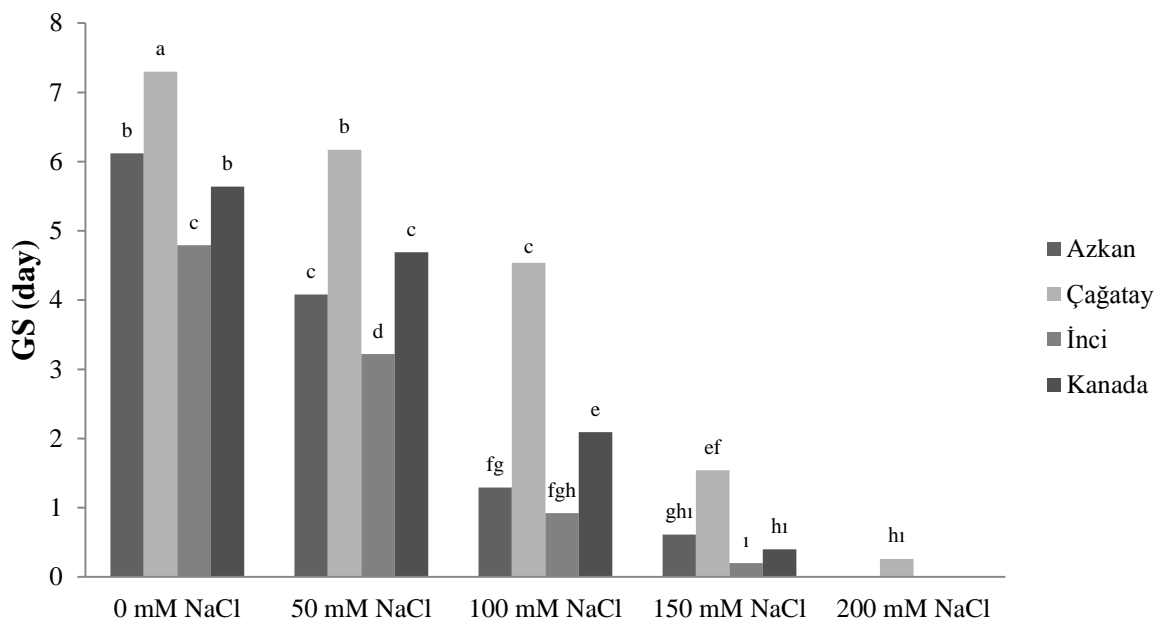


Figure 7. Effect of salt stress on GS in chickpea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

When the MDG values were examined, the highest value was obtained from Çağatay cultivar at 150 mM salt application (0.63) and lowest from İnci

(0.13) cultivar. MDG value was 0.16 in Çağatay at 200 mM NaCl (Figure 8).

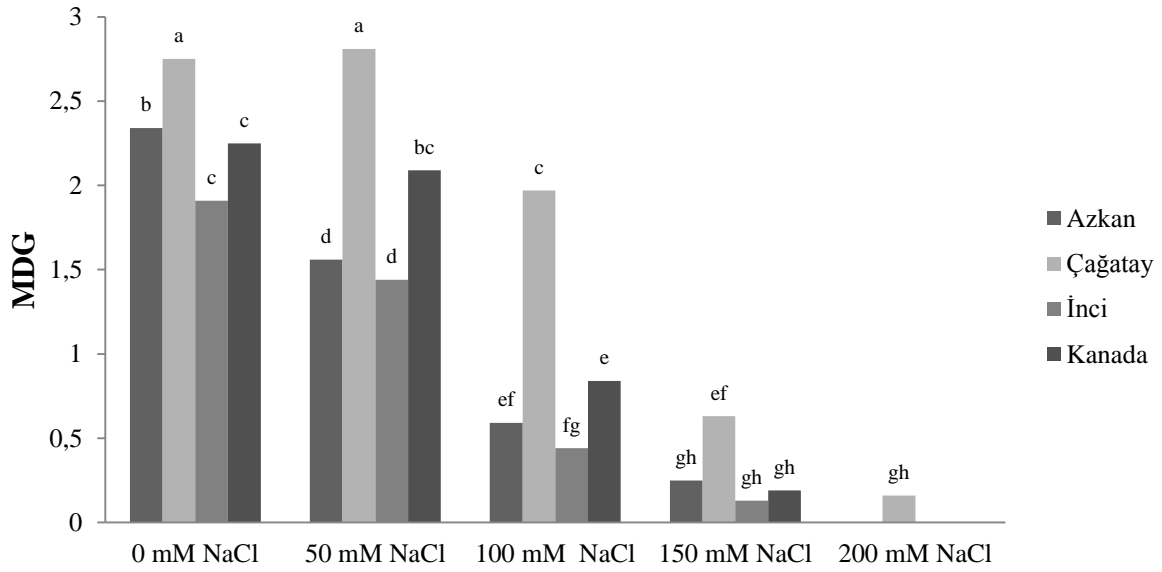


Figure 8. Effect of salt stress on MDG in chickpea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

The salinity conditions caused reductions on PV values of chickpea cultivars. In regard to PV, Çağatay had the highest PV values (2.38, 1.66, 1.22, 0.44 and 0.16) at 0, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl.

İnci had the lowest PV at 0 (1.38), and 50 (0.75) mM NaCl while the lowest PV were determined in Azkan and İnci 100 and 150 mM NaCl (Figure 9).

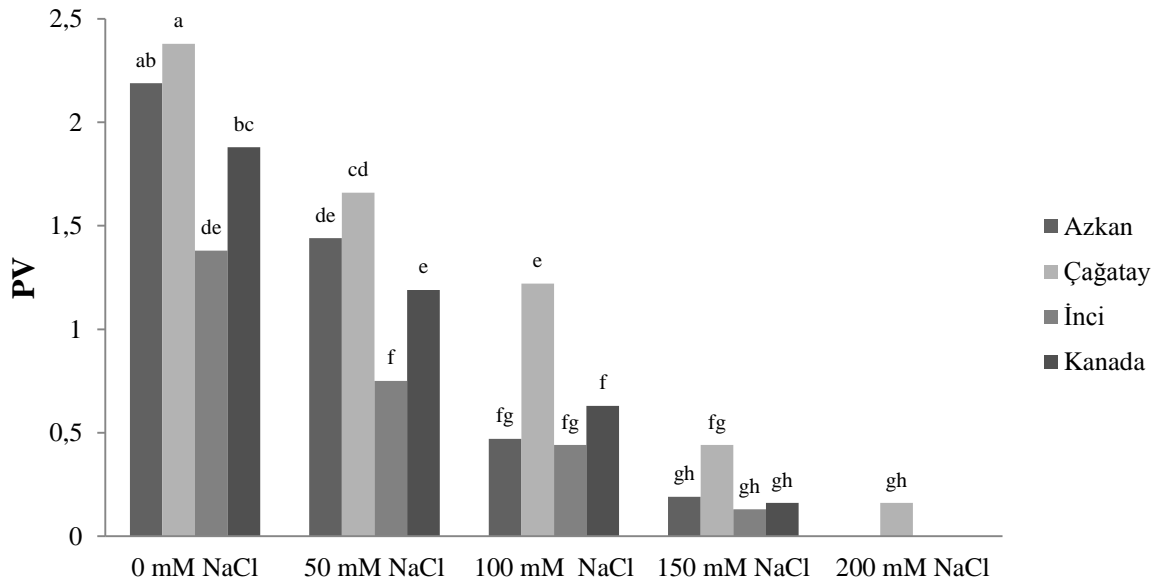


Figure 9. Effect of salt stress on PV in chickpea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

In chickpea, GV decreased with increasing salinity and GV was highest in Çağatay cultivar at 0 (6.61), 50 (4.68) and 100 (2.35) mM salt stress.

However, 150 mM NaCl treatment did not statistically affect GV in chickpea cultivars (Figure 10).

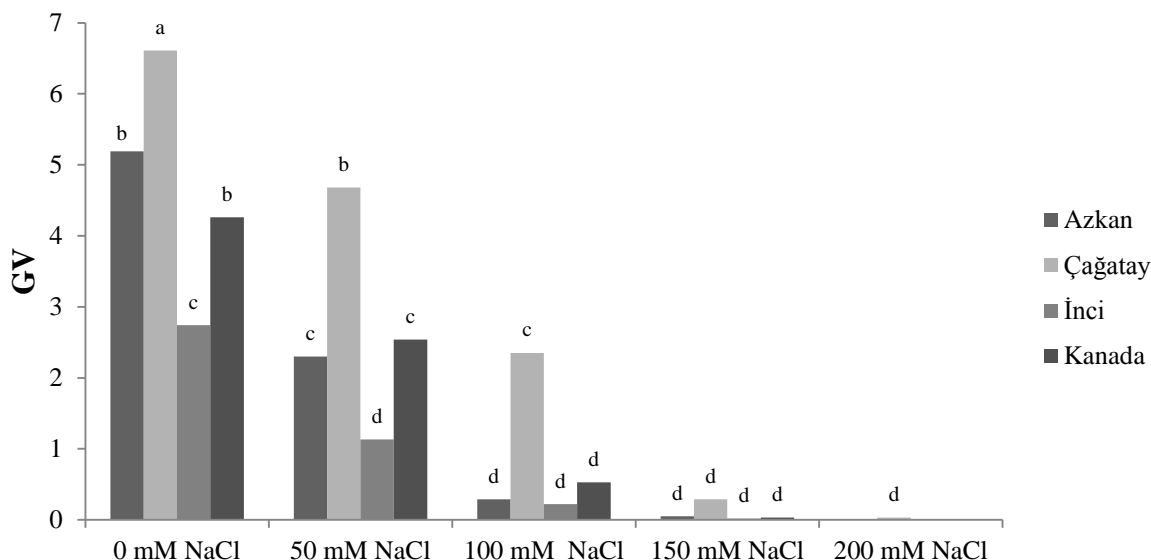


Figure 10. Effect of salt stress on GV in chickpea cultivars
There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P>0.001$).

In the study, it was determined that the salt stress conditions had negative effects on germination of the pea and chickpea cultivars studied. Similarly, Petrović et al. (2016) stated that salinity had significant effects on seed germination of peas. Moreover, it was pointed out that increasing salinity levels caused decreases in germination parameters in faba bean (Anaya et al., 2018).

Seed germination and seedling development stage of plants is the most sensitive stage to salinity. Salt stress causes negative physiological and biochemical changes in germinated seeds. Salinity delays or prevents germination of seeds by various factors such as reducing water content, making changes in the mobilization of stored reserves and affecting the structural organization of proteins (Ibrahim, 2016). Salt stress has been known to reduce seed germination (more than 50%) by inhibiting water uptake and / or by the toxic effect of ions in the embryo in legumes (Farooq et al., 2017).

In this study, it was observed that salt stress negatively affected germination parameters in chickpea and pea. Cultivars' responses to salt stress varied more or less. Similarly, in a study conducted on rice, germination was 100% in the control group and decreased to 65% under 20 ds m⁻¹ salt conditions, and Hybrid 312 was the highest germinating variety among the rice varieties (Vibhuti et al., 2015). Salinity significantly affects seed germination, seedling and plant growth. Damages in plant metabolism caused by salt stress cause plant growth and yield reductions (Dadasoglu and Ekinci, 2013).

When the results obtained from the study are examined, although the sensitivity of plants to salt

stress varies, significant differences are observed in salt sensitivity even among the cultivars of the same species. Among the pea cultivars studied, Jof was the most tolerant cultivar to salt stress, and Çağatay cultivar was among chickpea cultivars during germination stage. Chickpea is a species that is sensitive to salinity, and its very sensitive genotypes can die even at 25 mM NaCl. Some genotypes have been shown to tolerate 320 mM NaCl during germination. In addition, the germination resistance of chickpea shows a wide variation in salt stress conditions and the reason of this is not known exactly (Flowers et al., 2010). In another study, salinity has been found to decrease the germination and seedling development of some pea varieties depending on the salt concentration, and salt tolerance of the cultivars varied (Noreen et al., 2007). There may be differences between the results obtained from the germination test under laboratory conditions and the results obtained from field conditions. In a study, it was stated that post-germination stage are more sensitive than germination stage in pea under salt and drought stress (Petrović et al., 2016). In addition, Noreen et al. (2007) showed that although significant variations in germination of pea varieties under salt stress conditions, an evaluation was not sufficient according to germination results in tolerance to salinity. Therefore, the results obtained from this study can be considered as a preliminary evaluation.

CONCLUSION

In this study, the germination responses of some chickpea and pea cultivars against salt stress during germination stage were investigated. In general,

germination was not seen in pea cultivars after 150 mM and chickpea cultivars after 200 mM. There was a difference between cultivars in terms of salt tolerance during germination stage of both species. Based on the results obtained, it will be useful to determine the reactions to the salt stress especially during the plant development stage.

REFERENCES

- Akcin, A., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. S.Ü. Yayınları: 43, Ziraat Fakültesi Yayınları, 8: 377, Konya.
- Al-Karaki, G.N., 2001. Germination, sodium and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 511-512.
- Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S., Loutfi, K., 2018. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (1): 1-8.
- Anonymous, 2005. Çölleşme ile mücadele Türkiye ulusal eylem programı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları No: 250, Ankara, ISBN 975-7347-51-5.
- Anonymous, 2014. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselap/bitkisel.zul>. (Erişim Tarihi: 25.02.2015).
- Athar, H.R., Ashraf, M. 2009. Strategies for crop improvement against salinity and drought stress: An Overview. In: *Salinity and Water Stress: Improving Crop Efficiency*, (Eds.): Ashraf, M., Ozturk, M. and Athar, H. R. Springer, Heidelberg, Germany, pp: 1-16.
- Benidire, L., Lahrouni, M., Khalloufi, F. El., Göttfert, M., Oufdou, K., 2017. Effects of *Rhizobium leguminosarum* inoculation on growth, Nitrogen uptake and mineral assimilation in *Vicia faba* plants under salinity stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19: 889-901.
- Czabator, F.J., 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8: 386-395.
- Cavusoglu, K., Kabar, K., 2008. Bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin tuzlu koşullar altındaki arpa tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. *FÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(1): 43-55.
- Dadaşoğlu, E., Ekinci, M., 2013. Farklı sıcaklık dereceleri, tuz ve salisilik asit uygulamalarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumlarında çimlenme üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 44 (2): 145-150.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants, ISBN-13 978-1-4020-4224-9, Dordrecht, The Netherlands, 345 p.
- Ellis, R.H., Roberts, E.T., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science Technology*, 9: 373-409.
- Farooq, M., Hussain, M., Wakeel, A., Siddique, K.H.M., 2015. Salt stress in maize effects resistance mechanisms and management: a review. *Agronomy Sustainable Development*, 35: 461-481.
- Farooq, M., Gogoi, N., Hussain, M., Barthakur, S., Paul, S., Bharadwaj, N., Migdadi, H. M., Alghamdi, S. S., Siddique, K.H.M., 2017. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118: 199-217.
- Flowers, T., 2004. Improving Crop Salt Tolerance. *J. Exp. Bot.*, 55: 307-319.
- Flowers, T.J., Gaur, P.M., Gowda, C.L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K. H., Turner, N.C., Vadez, V., Varshney, R.K., Colmer, T.D., 2010. Salt sensitivity in chickpea. *Plant, Cell and Environment*, 33 (4): 490-509.
- Gairola, K.C., Nautiyal, A.R., Dwivedi, A.K., 2011. Effect of temperatures and germination media on seed germination of *Jatropha curcas* Linn. *Advances in Bioresearch*, 2 (2): 66-71.
- Ghoulam, C., Fores, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 29: 357-364.
- Hussein, M., Embiale, A., Husen, A., Ibrahim, M.A., Iqbal, M., 2017. Salinity-induced modulation of plant growth and photosynthetic parameters in faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 49 (3): 867-877.
- Ibrahim, E.A., 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, 192: 38-46.
- ISTA, 1996. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 24, ISSN: 0251-0952.
- Kumari, P.V., Mesfin, Y., 2015. Testing salt tolerance to boost on chickpea (*Cicer arietinum* L. Mill Sp) biomass/cultivation. *Global J. Res. Med. Plant. Indigen. Med.*, 4: 79-87.
- Noreen, Z., Ashraf, M., Hassan, M., 2007. Inter-accensional variation for salt tolerance in pea (*Pisum sativum* L.) at germination and screening stage. *Pakistan Journal of Botany*, 39: 2075-2085.
- Okcu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 237-242.
- Petrović, G., Jovičić, D., Nikolić, Z., Tamindžić, G., Ignjatov, M., Milošević, D., Milošević, B.,

2016. Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. *Genetika*, 48 (1): 373-381.
- Sepetoglu, H., 2002, Yemeklik Dane Baklagiller, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları: 24/4, İzmir.
- Sehirali, S., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 1089, Ders Kitabı, 314 s.
- Vibhuti, C.S., Bargali, K., Bargali, S.S., 2015. Seed germination and seedling growth parameters of rice (*Oryza sativa* L.) varieties as affected by salt and water stress. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85 (1): 102-108.



Foresights Derived from Recent Studies Conducted on Turkey Aphid Fauna

Gazi GÖRÜR^{1,a,*} Özhan ŞENOL^{1,b} Hayal AKYILDIRIM BEĞEN^{2,c} Başak AKYÜREK^{3,d}

¹Niğde Ömer Halisdemir University, Department of Biotechnology, Niğde, Turkey

²Artvin Çoruh University, Health Services Vocational School, Artvin, Turkey

³Amasya University, Science & Arts Faculty, Department of Biology, Amasya, Turkey

*Corresponding autor e-mail: ggorur@ohu.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.597925

Geliş Tarihi (Received): 29.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 18.11.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ABSTRACT: Aphids are one of the economically and ecologically most important groups of insects due to their unique reproduction, ecological plasticity and life cycles. Aphid causes directly and indirectly crop loses in plant species by sucking plant phloem and transmitting about 60% of plant viruses. Aphid management applications lead to important economic cost each year that increases importance of early detection and accurate determination of aphid species. Turkey located at the junction of the important continents and passageway of the species. Richness of flora, having large agricultural landscape-diversity, consisting various types of climates, being a geographically diverse large country let Turkey to be attractive for aphid species. Turkey consists of about 12.000 plant species and about 31 % are endemic. Despite these particular features, only about 2% of Turkey aphid fauna, which consist around 570 species, originally recorded from Turkey. Studies about Turkey aphid fauna dated back to beginning of the 1990's and during last two decades more studies have been conducted. It has been clearly shown that any detailed study carried out by aphid specialist team added non-ignorable number of aphid species to Turkey aphid fauna, recently completed each 3 detailed projects contributed about 10% new records. There are still large unexplored areas waiting for to be studied and also no sufficient database about how much aphid caused agricultural crop loose in Turkey. Recent prediction made by various research group clearly pointed out that current composition does not reflect the real situation of Turkey aphid fauna. Furthermore, recent climatic changes are going to influence both composition and agricultural damage level of the aphid species. There should be more research institutes and coordination between them to find out present composition and clearly emphasize agricultural importance of aphid species in Turkey.

Keywords: Agricultural, Aphid, Turkey

Son Zamanlarda Yapılan Çalışmalara Göre Türkiye Afıt Faunasıyla İlgili Öngörüler

ÖZ: Afıtlar kendilerine özgü üreme, ekolojik plastisiteleri ve yaşam döngüleri nedeniyle ekonomik ve tarımsal açıdan en önemli böcek gruplarından biridir. Afıtlar bitkilerin floeminden beslenerek ve bitki virüslerinin yaklaşık %60'ının vektörü olduklarından direk ve dolaylı olarak ürün kaybına yol açarlar. Afıtlarla mücadele her yıl önemli ekonomik maliyete yol açtığından afıtların erken ve doğru tanımlanmalarının önemini artırmaktadır. Türkiye karalarının keşif noktasında ve türlerin giriş kapılarında bulunmaktadır. Zengin florası, oldukça geniş ve çeşitli tarım alanlarının bulunması, çeşitli iklim tiplerinin görülmesi ve coğrafik olarak büyük bir ülke olması Türkiye'yi afıt türleri açısından çekici hale getirmektedir. Türkiye'de 12.000 bitki türü belirlenmiş olup bunların yaklaşık %31'i endemiktir. Bu özelliklerine rağmen Türkiye afıt faunasında belirlenen 570 türden sadece yaklaşık %2'si Türkiye orjinlidir. Türkiye afıt faunasıyla ilgili çalışmalar 1990 yılların başlarına gitmektedir ve son 20 yıldır fazla sayıda çalışma yapılmıştır. Afıtlarla çalışan ekipler tarafından gerçekleştirilen her bir çalışmayla Türkiye afıt faunasına küçümsenmeyecek sayıda tür dahil edilmiştir, son zamanlarda gerçekleştirilen 3 detaylı çalışmanın her biriyle yaklaşık %10 yeni kayıt belirlenmiştir. Türkiye'de hala çalışılmayı bekleyen oldukça geniş alanlar vardır ve afıtların ne kadar ürün kaybına yol açtığına dair tatmin edici bir veri bankası bulunmamaktadır. Son zamanlarda farklı araştırma gruplarının öngörüsüne göre mevcut durum Türkiye afıt faunasını tam olarak yansıtmamaktadır. Üstelik son küresel iklim değişiklikleri afıtların bilinen sayılarını ve tarımsal alanda yapacakları zararları etkileyeceği düşünülmektedir. Türkiye'de daha fazla araştırma grupları ve bunların koordinasyonu ile Türkiye afıt faunasının mevcut durumu ortaya konulmalı ve tarımsal önemleri açıkça vurgulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Tarımsal, Afıt, Türkiye

INTRODUCTION

World aphid fauna now consists of about 5100 species and more than 570 species belongs to Turkey aphid fauna, but recent studies have shown that it is likely to be more aphid species when new records

from various regions of world were considered and recent studies have confirmed these expectations. Among these defined aphid species, about 300 of them are serious pest around the world (Rodríguez et

al., 2017; Blackman and Eastop, 2019; Favret 2019). As aphid feeds on plant sap, they definitely need to plant species to survive, reproduce, growth and therefore they are the most important pest group damage to cultural, naturally growing plants and ornamental plants by feeding on them. In addition, aphids are one of the most successful group get benefit from recent global climatic change by increasing number of the generation per year and thus despite chemical, biological and integrated control mechanisms applied against aphids and their damages have been rising during recent years. They can easily invade new zoogeographical areas. Their damages cannot be neglected as they cause about 40-45 % yield losses in developing countries and 30-35 % yield losses in developed countries (Ruberson, 1999). For example, it has been shown that wheat aphids caused 15 to 93 % reduction in wheat production in Ethiopia depending on wheat variety and season (Damate, 2015). Global warming is going to influence biological diversity and agricultural activity-production. Recent global climatic reports pointed out that Turkey is one of the 10 country that is going to be adversely affected from climatic changes (Anonymus, 2019). To support this general approaches, there are some predictions for study area indicating current and near future dramatic climatic changes. Aphids are promising group of insect to study impacts of global warming and zoogeographical distribution pattern. Turkey can be divided to 7 distinct geographic regions and each with different climatic conditions and flora.

Each geographic area has different types of climatic conditions favourable for aphids. Turkey is one of the largest country in Europe, has richest flora and agriculture still play important role in country's economy. Despite these characteristics, the aphid fauna of Turkey has found only 258 species recorded for a long time in world literature, but it has been raised to 420 species and then 530 species and 12 subspecies respectively (Çanakçioğlu, 1975; Remaudiere et al., 2006; Görür et al., 2012). However, when general features of Turkey and particular characteristics of different geographic regions were considered, it has been thought that Turkish aphid fauna is insufficiently known. Recent projects carried out by our research team in different localities of Turkey including Artvin, Adıyaman, Afyonkarahisar, Kütahya, Malatya, Trabzon, Rize, Şanlıurfa and Uşak provinces that have particular climatic-geographic characteristics and microclimatic areas. An average, each conducted project added about 10% new records to Turkey aphid fauna. With these recent study findings number of the aphid species in Turkey increased to about 570.

MATERIAL AND METHOD

About 13.000 aphid samples were collected on almost all naturally and culturally grown host plants from Artvin, Adıyaman, Afyonkarahisar, Kütahya, Malatya, Trabzon, Rize, Şanlıurfa and Uşak Provinces of Turkey from April 2008 to October 2018 during project carried out by our research team (Figure 1).



Figure 1. Study area of the detailed our projects conducted about Aphidomorpha of Turkey during last 10 years.

Following collection of samples, species were identified, their colony appearances on host plant species recorded, worldwide and Turkey distribution and origin of determined species are evaluated. Samples were processed in a laboratory based on the

methods offered by Martin (1983). Species were identified according to internationally accepted and followed identification keys and their taxonomic status checked in accordance with the recently evaluated sources and literatures (Blackman and

Eastop, 2019; Favret, 2019; Nieto Nafria, 2019). Host plants were identified according to current literatures and identification keys by Hayal Akyıldırım Beğen and other botany researchers in the Botany Department. Voucher samples stored at the Biotechnology Department of the Niğde Omer Halisdemir University.

RESULTS AND DISCUSSION

Recently there are various studies conducted at the different regions and localities of Turkey to examine current composition of aphid fauna. Findings presented consist of information about aphid fauna of the 9 Provinces located in 3 geographically different regions in Turkey. Study areas that were located in Far Eastern Black Sea Region, Inner West Anatolia and South Eastern Region of Turkey have their own

characteristics available for aphid diversity and invasions in terms of climate, floristic richness, agricultural variability, zoogeographical locations. As a result of the evaluation of about 13.000 samples collected from different provinces of Turkey which are located at the different geographical regions, 610 species were determined. These aphid samples collected on about 750 plant species. Each conducted study from these regions during last 10 years added about 10% new records to Turkey aphid fauna that is not ignorable contribution and increased to number 570 (Figure 2). Broadly evaluating the aphid species determined for aphid fauna of Turkey, achieved number can be considered sufficient without paying particular attention to special characteristics of Turkey for aphid establishments.

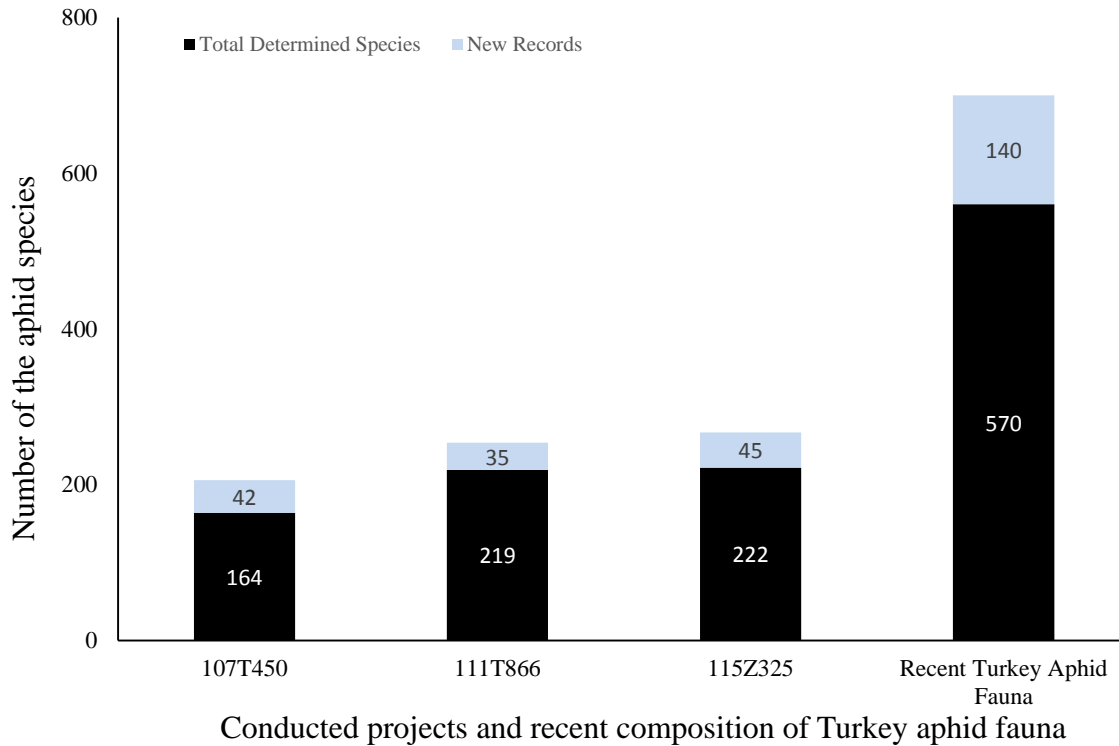


Figure 2. Aphid species determined during detailed projects, new records and current composition of Turkey aphid fauna (Among new records, 122 species were recorded by our research team while remaining were added by other researchers during last 10 years).

Despite recent additions, there is an interesting result that total aphid fauna of Turkey was sampled on only about 1100 plant species while there are 12.000 plant species with a 31% endemism ratio (Toros et al., 2002; Görür et al., 2009; Görür et al., 2012; Güner et al., 2012; Görür vd., 2014; Kök et al., 2016; Şenol et al., 2017; Görür et al., 2018). In respect to particular properties of Turkey available for aphid, it has been proposed that these numbers including determined

aphid species and sampled aphid host plant do not reflect the real aphid-host plant interaction in Turkey. Overall evaluation of the number of the aphid species in Turkey aphid fauna also indicates that even recent studies added considerable amount of new records, it does not reflect real composition of Turkey compared with some neighboring and other countries (Figure 3) (Barbagallo et al., 2011; Wojciechowski et al., 2015).

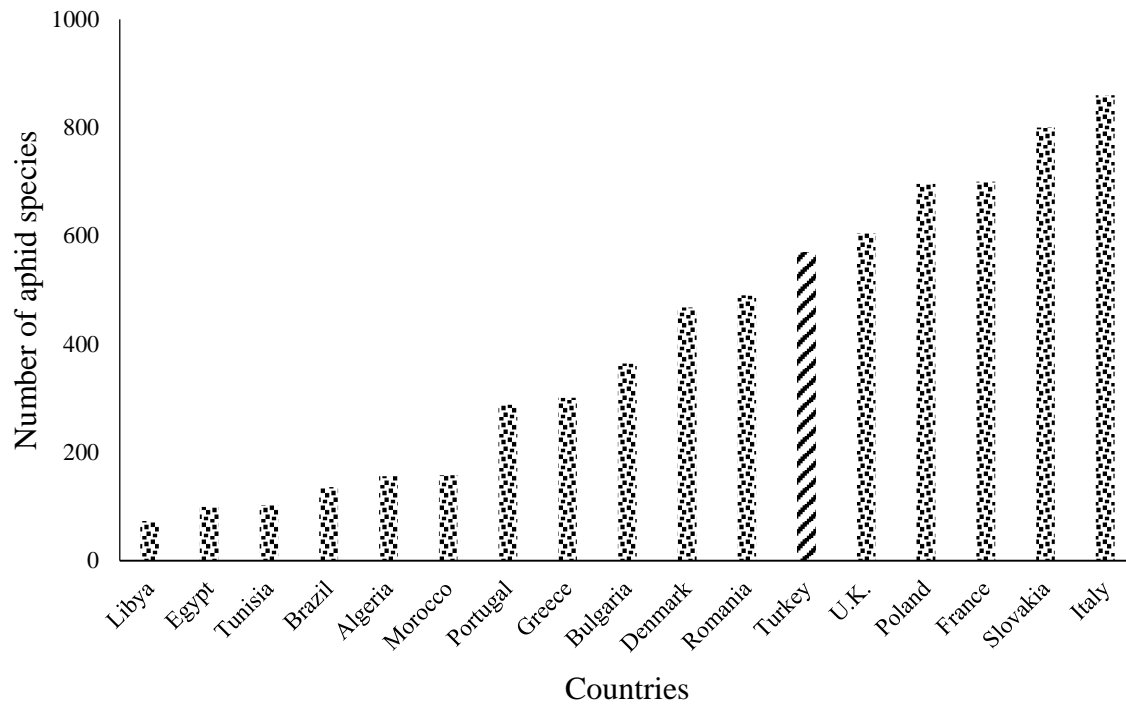


Figure 3. Comparisons of updated Turkey aphid fauna with some other countries recent aphid fauna.

It was clearly realized that each region and even each locality has their own aphid composition and therefore there are plausible differences in regional aphid fauna. It has been shown that there were about 85 different species determined among 3 searched areas (Görür et al., 2019). In addition to natural characteristics, recent establishment of South Eastern Dam (GAP) has caused changes in climatic, floristic, agricultural composition of South Eastern part of Turkey. Only %28 of the GAP project finished and several report indicated that following the total establishment of GAP are going to affect climatic and floristic composition of the study area. Moreover, small dam establishment in Black Sea Region also might have an important effect on regional climate, crop diversity, floristic composition which in turn aphid diversity. Recent climatic reports illustrated that average temperature in Turkey are going to increase about 0.8-1.5°C in following 10 years and about 3-5 °C in whole country in 60 years including about 2-2.5°C changes in Inner West Anatolia (Güven, 2007; Bahadır, 2011; Gezer et al., 2011; Anonymous, 2019). Thus, as a result of the regular field works and laboratory studies conducted at the different regions and locality of Turkey, it is highly possible to record a lot of aphid species and new records for the Turkey aphid fauna where no such detailed studies have been carried out so far. It is also considered that a lot of

interesting findings are going to be found related with invasive aphid species. Detailed analyses of findings also pointed out that due to typical features of Turkey, there are noticeable amount of invasive aphid species since about 2-3 % of the determined new records during each project were listed as invasive (Görür et al., 2009; Akyıldırım et al., 2013; Görür et al., 2018). Some of these invasive species are listed under the group serious agricultural pest around the world and others just invaded new geographical areas (Figure 4).

Therefore, results of this study are going to have an important addition to knowledge of the aphid fauna of Turkey. These increase are going to be crucial for aphid diversity and changes in ecological condition are going to influence aphid diversity in study area. As Turkey are going to be adversely impacted from global warming these types of study are going to be important to detect relationships between ecological changes and aphid diversity. Among determined species 9% of them are considered as invasive that has to be given more attention as only about 2% of Turkey aphid fauna are Turkey originated. There are various virgin areas in Turkey in terms of aphid diversity and thus further analyses are needed to clarify zoogeographical composition of the Turkey.



Figure 4. a) Nearctic originated *Aphis illinoisensis* become serious pest in Turkey on *Vitis vinifera* after first record in 2002. b) Oriental originated *Liosomaphis himalayensis* colonize on *Berberis vulgaris* was recorded for the first time from Turkey in 2016.

CONCLUSION AND FUTURE PROSPECTS

Recent studies conducted by different research group had a great contribution to Turkey aphid fauna. These contributions are valuable but they are not sufficient to reflect real composition of due to Turkey's unique characteristics. Furthermore, it was clearly stated that aphid is going to be one of the dangerous group of insect in the near future as they probably increase their distribution and economic damage to crops since they are going to be benefited from global warming. Recent popular studies related with aphid particularly focused on aphid-host plant-symbiont relations due to potential applications in biological management of aphid species. To be in accordance with such global approaches, current composition of Turkey aphid fauna should be clearly examined to focus on alternative and effective biological control strategies instead chemical control.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors thank to TÜBİTAK (Projects number, 107T450, 111T866, 115Z325) for financial support of these studies.

REFERENCES

- Akyıldırım, H., Şenol Ö., Görür G., Demirtaş E., 2013. Evaluation of the Zoogeographical Contents of Turkey Aphid (Hemiptera: Aphidoidea) Fauna and Invasive Components. *BİBAD*, 6 (1): 44-48.
- Anonymous, 2019. <https://www.climatechange.gov.tr/turkey/climate-change/> (Accessed Date: 22 July 2019).
- Bahadır, M., 2011. Güney Doğu Anadolu Proje (GAP) Alanında Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi.

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Derg., 4 (16): 46-59.

- Barbagallo, S., Binazzi, A., Pennacchio, F., Pollini, A., 2011. An annotated checklist of aphids surveyed in the Italian regions of Tuscany and Emilia Romagna, *J Zool.*, 94: 59-96
- Blackman, R.L., Eastop, V.F., 2019. Aphids on the world's plants: An online Identification and Information guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info> (Accessed Date: 28 June 2019)
- Damate, T., 2015. Occurrence of, and yield response to, Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae) in irrigated wheat in Ethiopia. *Int J Trop Insect Sci.*, 35 (1): 3-10.
- Favret, C., 2019. Aphid Species File 5.0/5.0. <http://aphid.speciesfile.org>. (Accessed Date: 28 June 2019)
- Gezer, İ., Özcan, Ş., Tuğrulca, O., Özbudak, K., Aksoğan Korkmaz, A., Kabadayı, S., 2011. Malatya Vizyon 2023 (Malatya İl Gelişim Raporu), Malatya, Bilsam Yayınları. 187 s.
- Görür, G., Zeybekoğlu, Ü., Akyürek, B., Işık, M., Akyıldırım, H., 2009. Trabzon, Rize ve Artvin İllerinin Afit (Homoptera: Aphididae) Faunasının Belirlenmesi, TÜBİTAK 107T450 nolu proje raporu. 246 s.
- Görür, G., Akyıldırım, H., Olcabey, G., Akyürek, B., 2012. The aphid fauna of Turkey: An updated checklist. *Arch Biol Sci.*, 64 (2): 675-692.
- Görür, G., Akyıldırım Beğen, H., Şenol, Ö., Demirtaş, E., 2014. İç Batı Anadolu Bölümü Afit (Hemiptera: Aphidoidea) Faunasının Belirlenmesi, TÜBİTAK 111T866 nolu proje raporu. 262 s.

- Görür, G., Senol, Ö., Gezici, G., Parmaksız, D., 2018. Adıyaman, Malatya Ve Şanlıurfa İlleri Afit (Hemiptera:Aphidoidea) Faunasının Belirlenmesi. TUBİTAK 115Z325 nolu proje raporu. 263 s.
- Görür, G., Şenol, Ö., Akyıldırım Beğen, H., 2019. Adıyaman, Malatya ve Şanlıurfa İllerinden Belirlenen Afit Türlerinin Türkiye Afit Faunasına Katkıları Açısından Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Derg., 45(2): 103-115.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul, Turkey: Flora Araştırmaları Derneği ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, 610 p.
- Güven, C., 2007. Climate change & Turkey. Impacts, sectoral analyses, socio-economic dimensions. United Nations Development Programme (UNDP) Turkey Office. 72 pp.
- Kök, Ş., Kasap, İ., Özdemir, I., 2016. Aphid (Hemiptera: Aphididae) species determined in Çanakkale Province with a new record for the aphid fauna of Turkey. Turk J Entomol., 40: 397-412.
- Martin, J.H., 1983. The identification of common aphid pests of tropical agriculture. Tropical Pest Management, 29: 395-411.
- Nieto Nafria, J.M., 2019. Fauna Europaea. Available from: www.faunaeur.org. (Accessed Date: 28 June 2019)
- Şenol, O., Gorur, G., Akyıldırım Beğen, H., 2017. Recent findings on aphid fauna from east and south eastern parts of Turkey. Biological Diversity and Conservation, 10 (3): 76-78.
- Remaudiere, G., Toros, S., Özdemir, I., 2006. New contribution to the aphid fauna of Turkey (Hemiptera, Aphidoidea). Rev Fr Ent., 28: 75-96.
- Rodríguez, G.S., Brown, P.A., Ortego, J., Ciruelos, S.L., Nieto Nafria, J.M., 2017. Aphis species (Hemiptera, Aphididae) living on Mulinum (Apiaceae) in South America, with a description of a new species. Zootaxa, 4216 (1): 047-054.
- Ruberson, J.R., 1999. Handbook of Pest Management. Marcel Dekker Inc., New York, 842 pp.
- Toros, S., Uygun, N., Ulusoy, R., Satar, S., Özdemir, I., 2002. Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea Türleri (The Aphidoidea Species of East Mediterranean Region). Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara. 237 s.
- Wojciechowski, W., Depa, Ł., Kanturski, M., Wegierek, P., Wiczorek, K., 2015. An annotated checklist of the Aphids (Hemiptera: Aphidomorpha) of Poland. Pol J Entomol., 84 (4): 383-420.



Erzurum İli Uzundere İlçesinde Farklı Fizyografyaya (Taban ve Yamaç) Sahip Meyve ve Sebze Bahçelerinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri¹

Muhammet ALTUN^{a,*} Adil AYDIN^b

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bm_2587@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.600314

Geliş Tarihi (Received): 01.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 24.12.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Bu çalışma, Erzurum İli Uzundere İlçesi merkez ve köylerinden (Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı ve Kirazlı) farklı fizyografyaya (taban ve yamaç) sahip sebze ve meyve bahçelerinden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla meyve ve sebze yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Uzundere merkez ile Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı ve Kirazlı köylerinde belirlenen (her köyden 4 bahçe) 20 bahçeden alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, yarıyıllık P, değişebilir potasyum (K), değişebilir kalsiyum+magnezyum (Ca+Mg) ve değişebilir sodyum (Na), katyon değişim kapasitesi (KDK), bitki tarafından alınabilir demir, çinko, mangan ve bakır (Fe, Zn, Mn ve Cu) analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre çalışma alanlarından alınan toprak örnekleri genel olarak kaba bünyeli, pH'ları nötr ve hafif alkalin (pH 7.34-7.90), EC değerleri 0.31-0.89 dS m⁻¹ olup tuzsuz, kireç içerikleri az ve orta (%1.39-7.87), organik madde miktarları orta ve yeterli (%2.23 ile %7.10), yarıyıllık fosfor içerikleri orta ve yeterli (73.7-355.4 kg P₂O₅ ha⁻¹), sınıfında yer almaktadır. Değişebilir K içerikleri 0.12-2.06 me 100g⁻¹, değişebilir Ca+Mg içerikleri 10.51 ile 21.57 me 100g⁻¹ ve değişebilir Na içerikleri ise 0.57-1.06 me 100g⁻¹ arasında değişmektedir. Diğer taraftan yarıyıllık Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri sırasıyla 0.71-2.73, 0.96-4.52, 4.60-16.40 ve 1.14-4.14 ppm arasında belirlenmiştir. Toprak örnekleri arasında bağımlı değişkenler açısından bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan bağımsız gruplara ait t testi (Independent Sample t Test) sonucunda OM, değişebilir Ca+Mg, KDK, Zn ve Mn bakımından gruplar arasında çok önemli (p<0.01) farklılıkların olduğu tespit edilmiş, diğer parametreler açısından bir farkın bulunmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzundere, Toprak özellikleri, Meyve bahçesi, Sebze bahçesi, Fizyografya

Determination of Some Physical and Chemical Properties of Soil Examples from Fruit and Vegetable Gardens with Different Fizyografya to Uzundere District

ABSTRACT: This study was carried out to determine some physical and chemical properties of soil samples taken from fruit and vegetable gardens with different fizyografya (base and slope) from Uzundere District centers and its villages Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı and Kirazlı (four garden from each village). For this purpose, soil samples were collected and analyzed from Uzundere center, where the fruits and vegetables were common grown, and the gardens determined in the villages of Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı and Kirazlı. The soil analysis results were compared with the limit values and the nutrition and fertility status of the soils was determined. According to the results, soil samples had rough textures. pH's of the samples were neutral and slightly alkaline (pH 7.34-7.90), EC values were 0.31-0.89 dS m⁻¹ and classified as a salt-free, lime contents were moderate (1.39-7.87%), organic matter contents were medium and sufficient (2.23%-7.10%), available phosphorus contents were medium and sufficient (73.7-35.54 kg P₂O₅ da⁻¹), exchangeable K contents ranges from 0.12 to 2.06 me 100g⁻¹, exchangeable Ca+Mg contents ranges from 10.51 to 21.57 me 100g⁻¹ and exchangeable Na 0.57-1.06 me 100g⁻¹. Also, available Fe, Zn, Mn and Cu contents were between 0.71-2.73, 0.96-4.52, 4.60-16.40 and 1.14-4.14 mg kg⁻¹ respectively. In order to determine whether there is a difference between fruit and vegetable gardens soils in terms of dependent variables, independent samples t test (Independent Sample t Test) was performed and according to the results there were significant differences between the groups in terms of OM, ECa + Mg, CEC, Zn and Mn (p < 0.01). There was no difference in terms of other soil properties.

Keywords: Uzundere, Soil characteristics, Orchard, Vegetable garden, Fizyografya

GİRİŞ

İnsan yaşamının güvencesi olan toprak, çoğaltılması mümkün olmayan doğal bir kaynaktır. İnsanlık tarihinin başlangıcından beri tüm insanlar ve ülkeler için iktisadi, toplumsal ve siyasal açıdan büyük önem arz etmektedir. Hızlı nüfus artışı, başta beslenme olmak üzere birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Nüfus artışı ve şehirleşmeye bağlı olarak tarım alanlarının sürekli daraldığı günümüzde tarımsal potansiyeli yüksek sahalara doğru şekilde yönetilmesi hem günümüz hem de gelecek için bir zorunluluktur. Artan nüfusu sağlıklı, dengeli ve yeterli besleyebilmek için toprak işlemeli tarımda sınıra gelen tarım alanlarının verimliliğini ve üretim potansiyellerini artırarak daha fazla ürün elde etmek gerekmektedir. Tarımda üretim ve kaliteyi artırma çalışmalarının başında da uygun arazi planlaması, uygun toprak işleme, kaliteli tohumluk kullanımı, bitki yetiştirme koşullarının iyileştirilmesi, gübreleme, sulama, tarımsal mücadele, toprak ıslahı, budama, çapalama ve bitki ıslahı (Doğanay, 2007) gibi unsurların aynı anda hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Beslenme koşulları, kalıtsal özellikler ve çevresel faktörler insan sağlığını etkilemektedir. İnsanın sağlıklı yaşaması kaliteli ve dengeli beslenmesine bağlıdır. Meyve ve sebzelerde bolca bulunan vitamin ve mineral maddelerin sağlıklı ve dengeli beslenmedeki rolü büyüktür (Kökösmanlı ve Keleş, 1996a; Kökösmanlı ve Keleş, 2000; Yahia et al., 2004; Ceyhun-Sezgin, 2013).

İnsan beslenmesinin temel unsurlarından olan meyve ve sebzelerin önemli bileşenleri başta su olmak üzere, karbonhidratlar, proteinler, mineral maddeler, vitaminler ve yağlardır. Sebzelerin genel olarak su, protein ve mineral madde oranı meyvelerden yüksektir. Buna karşılık meyvelerin kuru madde ve karbonhidrat içerikleri sebzelerden daha yüksektir. (Baysal, 2000; Cemeroğlu vd., 2001).

Türkiye, farklı ekolojik şartları nedeniyle her türlü meyve ve sebzelerin yetiştirilebileceği bir ülke olup, yıllık meyve üretimi ortalama 20 milyon, sebze üretimi 30 milyon tonla meyve ve sebze üretiminde yüksek bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2012).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2015/2016 verilerine göre, yıllık sebze tüketiminin kişi başı 280 kg olduğu, bunun 118,6 kg'ını domates, kişi başı meyve tüketiminin 90,5 kg olduğu ve bunun 26,3 kg'ını üzüm olduğunu, sebzelerden en fazla domates, meyvelerden de üzüm tüketilmektedir (Anonim 2017a, Anonim 2017b).

Taban vd. (2017) tarafından Ankara ili Beypazarı yöresinde havuç tarımı yapılan toprakların verimlilik durumlarını incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, alınan toprak örneklerinin orta ve ağır bünyeli, organik maddesinin yetersiz, pH'larının yüksek olduğu belirlenmiştir. Deneme topraklarının

bitkiye yarayışlı fosfor ve potasyum açısından sorun göstermediği tespit edilmiştir.

Başaran ve Okant (2005), Eldivan yöresindeki kiraz bahçelerinin toprak özellikleri ile kirazların bitki besin maddelerince beslenme durumunu belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada 14 farklı bahçeden aldıkları toprak örneklerinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitki yapraklarında N, P, K, Ca, Mg, ve Cu, Fe, Mn, Zn gibi makro ve mikro besin maddelerini belirlemiştir. Araştırmacılara göre, denemede kullanılan toprak örneklerinin pH'ları nötr ve hafif alkalın, organik maddesi düşük, kireç içerikleri orta, tekstür sınıfları ise orta ve ince bünyelidir. Araştırmacılar N, K, Fe, Mn gibi bitki besin elementlerinin yetersiz, Cu ve Zn'nun yeterli, Mg'un ise yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Özkutlu vd. (2016) tarafından yapılan araştırmalarda Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin beslenme durumunun belirlenmesi için 95 farklı noktadan toprak örneği alınmışlar ve analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre örneklerin pH değerleri 4.25 ile 7.82 arasında değiştiğini, %98'inin tuzsuz, %2'sinin orta tuzlu, %96'sının az kireçli, %4'ünün kireçli, yarayışlı fosfor içeriklerin bakımından %43'ünün yeterli, %57'sinin yetersiz, değişebilir K içeriklerine göre karşılaştırıldığında %31'inin yetersiz, %69'unun yeterli olduğunu, toprak örneklerinin kumlu-tın, kumlu-killi-tın, killi-tın, kumlu-kil ve tın olmak üzere tekstürlerde olduğunu belirlemiştir.

Elma bahçelerinin toprak özelliklerini ve bitki besleme ile ilgili sorunlarını belirlemek için Özkan vd. (2009) yürüttükleri bir çalışmada, Antalya yöresinde elma tarımının yoğun olarak yapıldığı ilçelerden aldıkları toprak örneklerinin orta ve ince bünyeli, kireç içerikleri yüksek, pH'ların alkalın ve hafif alkalın, değişebilir K, Ca ve Mg içerikleri yeterli, bitki tarafından alınabilir P içerikleri orta ve yeterli düzeyde olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmanın amacı, Doğu Anadolu Bölgesi karasal iklimiyle Karadeniz Bölgesi yağışlı ılıman iklimi arasında geçit bölgesi oluşturan ve kendine özgü mikro klima özelliği gösteren Çoruh Vadisi'nde yer alan, bölgenin meyve ve sebze ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayan Uzundere İlçesi ve bazı köylerinden farklı fizyografik özelliklere (düz ve yamaç) sahip meyve ve sebze bahçelerinden alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi, yöre bahçe topraklarının verimlilik potansiyeli hakkında fikir edinilmesi ve ileriki yıllarda yapılacak tarımsal faaliyetlere ışık tutabilecek verim ve kaliteyi artırıcı öneriler ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada 2016 yılı eylül- ekim ayları içerisinde Erzurum İli Uzundere İlçesi merkez ve bazı köylerinden (Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı ve Kirazlı) 20 farklı bahçeden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneği incelenmiştir. Örnekleme bahçelerini temsil edecek şekilde alınan toprak örnekleri kurutulup, dövülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılmıştır. Toprak örneklerinde pH (Mc Lean, 1982), EC (Rhoades, 1996), kireç içeriği (Nelson, 1982), organik madde içeriği (Nelson and Sommers, 1982), elverişli fosfor içeriği (Olsen and Sommers, 1982), değişebilir K, Ca+Mg ve Na içeriği (Rhoades, 1982b), KDK (Rhoades, 1982a), yarayışlı Fe, Zn, Mn ve Cu (Lindsay and Norwell, 1969), tekstür (Gee and Bauder, 1986) belirlenmiştir. Sebze (domates, salatalık, biber, kabak, taze fasulye) ve meyve (ceviz, dut, elma, vişne ve kızılcık) tarımının yoğun yapıldığı köylerde farklı fizyografyaya sahip bahçe topraklarının bazı kimyasal özellikleri arasındaki farklılığı tespit etmek amacıyla da SAS (SAS Institute, 2008) paket programı kullanılarak t testi (Grup karşılaştırması) uygulanmıştır.

BULGULARI VE TARTIŞMA

Toprak örneklerinin alındığı yerler

Erzurum İli Uzundere İlçesi merkez ve Ulubağ, Çağlayan, Gölbaşı ve Kirazlı köylerinden farklı 20 adet bahçeden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin alındığı yerler Çizelge 1'de, örnek bahçelerden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel

ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları ise Çizelge 2 ve 3'de yer almaktadır.

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Araştırmaya konu bahçe topraklarının pH değerleri (Çizelge 2 ve 3) incelendiğinde, toprak örneklerinin pH değerleri 7.34 ile 7.90 arasında değişmekte olup, nötr ve hafif alkalın sınıfına girmektedir (Aydın ve Sezen, 1995, Ülgen ve Yurtsever, 1995). Genel olarak meyve ve sebze yetiştiriciliği açısından sorun içermemektedir. Yamaç meyve bahçelerinin ortalama pH'sı 7.59 ve düz meyve bahçelerinin ortalama pH'sı ise 7.58'dir. Sebze bahçeleri değerlendirildiğinde yamaç bahçe topraklarının ortalama pH'sı 7.57 ve düz sebze bahçelerinin ortalama pH'sı 7.64'dür. Denemeye konu meyve ve sebze bahçelerinin pH değerleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde fizyografyanın toprak pH'sı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, yamaç ve düz bahçe topraklarının belirgin derecede pH farklılığı göstermedikleri görülmektedir. Toprak pH'sı besin elementi elverişliliğini ve bitkiler tarafından alınmasını etkileyen önemli bir faktördür. Toprakların pH değerleri genellikle nötr ve hafif alkalın olduğundan besin elementleri elverişliliği açısından sorun oluşturmamaktadır. Gübre uygulamalarında toprak pH'sı dikkate alınmalı, toprakta pH'nın yükselmesine ve düşmesine sebep olacak tarımsal uygulamalardan kaçınılmalıdır (Sezen, 2002).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındığı yerler

Örnek No	Yerler	Koordinatlar
1	Uzundere	Enlem: 40° 32' 11" Boylam: 41° 32' 54"
2	Gölbaşı	Enlem: 40° 36' 70" Boylam: 41° 33' 52"
3	Kirazlı	Enlem: 40° 34' 45" Boylam: 41° 39' 54"
4	Çağlayan	Enlem: 40° 39' 54" Boylam: 41° 41' 16"
5	Ulubağ	Enlem: 40° 39' 54" Boylam: 41° 36' 42"

EC (Elektriki iletkenlik) değerleri (Çizelge 2 ve 3) 0.31 ile 0.89 dS m⁻¹ arasında değiştiğinden topraklar tuzsuz sınıfa girmektedir. Meyve bahçelerinin EC değeri ortalama 0.36 dS m⁻¹, sebze bahçelerinin ki ise ortalama 0.51 dS m⁻¹'dir. Söz konusu bahçelerde tuzluluk problemi yoktur. Her ne kadar toprak tuzluluğu açısından bir sorun gözükme de, söz konusu yörede bölgenin iklimsel özellikleri dikkate alınmalı, tuzlulaşma sorununa karşı dikkatli olunmalı, bilinçsiz sulama ve

gübrelemeden kaçınılmalı ve drenaja önem verilmelidir.

Toprakların kireç içerikleri (Çizelge 2 ve 3) %1.39 ile %7.87 arasında değişmekte olup, ortalama %4.02'dir. Toprak örnekleri kireç içeriği yönünden az ve orta kireçli sınıfına girmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1995; Aydın ve Sezen, 1995; Anonim, 2016). Yamaç meyve bahçelerinin kireç içeriği ortalama %4.13, taban meyve bahçelerinin kireç içeriği ortalama %3.31, yamaç sebze bahçelerinin

kireç içeriği ortalama %5.08 ve yamaç sebze bahçelerinin kireç içeriği ise ortalama %3.54'tür. Deneme topraklarının kireç içeriği bitki yetiştiriciliği ve bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımında sorun oluşturacak düzeyde değildir. Topraklarda kireç miktarının yüksek olması Fe, Zn, Mn, Cu gibi mikro besin elementleri ile P noksanlığına neden olmakta, ayrıca toprakta mikrobiyal aktiviteyi olumsuz yönde etkilemektedir (Güçdemir, 2006).

Toprak örneklerin organik madde içerikleri (Çizelge 2 ve 3) %2.23 ile %7.10 arasında (ort. %3.83) değişmektedir. Yamaç meyve bahçelerinin organik madde içeriği ortalama %3.26, taban meyve bahçelerinin organik madde içeriği ortalama %3.37, yamaç sebze bahçelerinin organik madde içeriği ortalama %5.02 ve taban sebze bahçelerinin organik madde içeriği ortalama %3.66'dır. Sebze bahçelerinin organik madde içeriği daha yüksektir. Bu durum sebze bahçelerinin her yıl organik gübre ile gübrelendiğinin bir göstergesidir. Deneme bahçelerinin organik madde içerikleri orta ve yeterli düzeydedir (Ülgen ve Yurtsever, 1995; Aydın ve Sezen, 1995; Anonim, 2016). Tarla bitkileri yetiştiriciliği açısından toprak örneklerinin organik madde içeriği yeterli olsa da bahçe bitkileri yetiştiriciliği (meyve ve sebze) açısından bazı bahçelerde yetersizdir. Meyve ve sebze tarımı yapılan alanlarda toprak organik maddesinin %5 ve üzerinde olması arzu edilir. Söz konusu bahçelerin bir kısmında toprak organik maddesinin artırılması yararlı olacaktır. Toprak organik maddesi hem besin elementi deposu olması, hem toprağın su tutma kapasitesini arttırması hem de toprakta bitki gelişimi için uygun koşulları oluşturulması açısından çok önemlidir.

Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin yarayışlı fosfor içerikleri (Çizelge 2 ve 3) 7.37 kg P₂O₅ da⁻¹ ile 35.54 kg P₂O₅ da⁻¹ arasında olup, ortalama 16,80 kg P₂O₅ da⁻¹'dir. Meyve bahçelerinin ortalama fosfor içeriği 17.57 kg P₂O₅ da⁻¹, sebze bahçelerinin ortalama fosfor içeriği ise 16,04 kg P₂O₅ da⁻¹'dir. Genel olarak toprak örneklerin elverişli fosfor içerikleri yeterli düzeydedir. Araştırma yöresi toprak örneklerinde elverişli fosfor miktarı ve bitki beslenmesi yönünden bir sorun gözükmemektedir. Sebze bahçelerinden alınan toprak örneklerinin değişebilir katyon içerikleri (Çizelge 2) incelendiğinde değişebilir K içeriklerinin 0.17 ile 1.39 me 100g⁻¹, değişebilir Ca+Mg içeriklerinin 10.51 ile 21.57 me 100g⁻¹ ve değişebilir Na içeriklerinin ise 0.86-1.01 me 100g⁻¹; meyve bahçelerinden alınan toprak örneklerinin değişebilir katyon içerikleri de (Çizelge 3) K, Ca+Mg ve Na

sırasıyla 0.12 ile 2.06 me 100g⁻¹, Ca+Mg'un 11.36 ile 15.86 me 100g⁻¹ ve 0.57-1.06 me 100g⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak deneme topraklarının değişebilir katyon (K, Ca, Mg ve Na) içerikleri düşüktür. Toprakların değişebilir katyon içeriklerinin düşük olması, toprak örneklerinin nispeten kaba bünyeli (kum içeriğinin yüksek, kil içeriğinin düşük) olmasına, kil tipine ve organik madde miktarına bağlanabilir. Toprakta değişebilir katyonlar bitki beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre araştırmaya konu bahçelerinin toprakları değişebilir Ca ve Mg açısından sorun oluşturmaya da değişebilir K yönünden yetersizdir (Ülgen ve Yurtsever, 1995; Aydın ve Sezen, 1995; Anonim, 2016). Söz konusu yörede meyve ve sebze bahçelerinin gübrelenmesinde potasyumlu gübrelere yer verilmelidir. Gelecek yıllarda yapılacak tarımsal uygulamalarda, toprakta tuzluluk ve alkalilik sorunuyla karşılaşmamak için bölge iklimi de göz önünde bulundurularak bitki rotasyonu, sulama ve gübreleme gibi hususlarda dikkatli davranılmalıdır. Toprak örneklerinin KDK'leri sebze bahçelerinde 13.42 ile 24.72 me 100 g⁻¹ (Çizelge 2) ve meyve bahçelerinde (Çizelge 3) 14.46 ile 18.12 me100g⁻¹ arasında değişmektedir. Araştırmaya konu bahçelerden alınan toprakların organik madde miktarları genel olarak yeterli düzeyde olmasına rağmen, toprak örneklerinin katyon değişim kapasitesi nispeten düşüktür. Muhtemelen toprakların KDK'lerinin düşük olması, toprak örneklerinin kil tipi ve miktarıyla ilgilidir. Toprakta katyon değişim kapasitesi bitki besin elementlerinin toprakta tutulması açısından çok önemlidir. Toprakların KDK değerlerini ağırlıklı olarak topraktaki organik madde miktarı ile kil tipi ve miktarı yönlendirir. Topraktaki organik madde ve kil miktarı ile 2:1 tipi kil miktarı arttıkça KDK artar (Sezen, 1995). Deneme bölgesi meyve ve sebze bahçelerinde toprakların KDK ve su tutma kapasitelerini arttırmaya yönelik araştırma ve çalışmalar yapılarak organik materyallerin kullanılması yönünde çiftçiler bilgilendirilmelidir.

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri sırasıyla 0.71-2.73, 0.96-4.52, 4.6-16.40 ve 1.14-4.14 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 2 ve 3). Toprakların elverişli Fe içerikleri taban sebze bahçelerinde ortalama 1.33 ppm, yamaç sebze bahçelerinde ortalama 1.45 ppm, taban meyve bahçelerinde ortalama 1.06 ppm ve yamaç meyve bahçelerinde ortalama 1.30 ppm'dir. Deneme bahçelerinin pH'ları dikkate alındığında genel olarak hem sebze hem de meyve bahçelerinin alınabilir Fe içerikleri düşüktür (Lindsay and Norwell, 1969).

Çizelge 2. Sebze bahçesi toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	SEBZE BAHÇELERİ													
	Yamaç Bahçeler							Taban Bahçeler						
	1	2	3	4	5	Ort.	1	2	3	4	5	Ort.		
pH (1: 2,5; ts)	7,75	7,61	7,90	7,34	7,62	7,64	7,45	7,50	7,81	7,61	7,48	7,57		
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	897	541	438	406	504	557	685	330	559	374	358	461		
Kireç (%)	3,11	4,05	2,93	7,45	7,87	5,08	4,14	2,65	1,39	6,94	2,60	3,54		
OM (%)	3,68	5,70	3,07	7,10	5,57	5,02	4,51	5,10	2,61	3,12	2,99	3,66		
Yarayıtlı P_2O_5 (kg da ⁻¹)	24,68	7,37	9,43	23,77	16,60	16,37	18,41	11,54	11,26	20,33	16,99	15,70		
Değişebilir K	0,92	1,39	0,30	0,17	0,19	0,50	0,60	0,28	0,69	0,39	0,25	0,44		
Katyonlar (me 100 g ⁻¹)	10,51	16,96	15,87	15,07	21,57	16,0	19,97	19,96	16,06	16,61	13,61	17,24		
Na	0,98	0,99	0,87	0,90	0,96	0,94	1,00	1,01	0,87	0,86	0,96	0,94		
KDK (me 100 g ⁻¹)	13,42	21,35	17,55	17,15	24,72	18,84	22,40	22,26	18,13	18,86	16,83	19,70		
Mikro Elementler, (ppm)	1,23	0,93	2,71	0,98	1,42	1,45	0,91	0,83	1,52	1,71	1,70	1,33		
Zn	5,10	1,12	4,20	3,31	0,98	2,94	2,73	4,52	1,83	2,21	2,47	2,75		
Mn	11,6	9,6	13,4	9,6	16,4	12,12	15,6	16,0	16,0	16,0	9,0	14,52		
Cu	2,33	3,41	2,94	2,53	4,14	3,07	1,15	2,12	2,56	2,54	2,81	2,23		
Mekanik Analiz (%)	80,00	69,80	70,41	75,92	60,20	71,26	73,84	71,84	67,76	72,45	66,35	70,45		
Silt	16,12	18,37	20,41	18,37	26,53	19,96	18,37	18,37	22,45	20,41	20,41	20,00		
Kil	3,88	11,84	9,18	5,71	13,27	8,77	7,76	9,80	9,80	7,14	13,27	9,55		
Tekstür sınıfı	LS	SL	SL	LS	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL		

Çizelge 3. Meyve bahçesi toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	MEYVE BAHÇELERİ											
	Yamaç Bahçeler					Taban Bahçeler						
	1	2	3	4	5	Ort.	1	2	3	4	5	Ort.
pH (1:2,5; t:s)	7,72	7,34	7,82	7,61	7,48	7,59	7,59	7,57	7,68	7,5	7,57	7,58
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	334	346	343	369	445	367	367	982	377	377	319	366
Kireç (%)	6,71	4,24	1,68	5,79	2,24	4,13	1,75	4,32	1,76	5,98	2,77	3,31
OM (%)	2,26	2,29	5,21	3,12	3,44	3,26	3,04	2,23	2,29	6,13	3,16	3,37
Yarayışlı P_2O_5 (kg da^{-1})	35,54	16,35	9,34	18,45	12,5	18,43	18,77	17,49	19,83	11,45	16,03	16,71
Değişebilir	0,12	2,06	0,20	1,48	0,47	0,86	0,65	0,32	1,23	0,19	0,39	0,55
Katyonlar	15,33	11,92	15,86	11,49	13,26	13,57	12,63	14,89	11,56	11,36	12,77	12,64
($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	0,93	0,57	1,06	0,99	0,97	0,90	0,88	0,86	0,83	0,90	0,91	0,88
KDK ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	16,89	15,55	18,12	14,96	16,70	16,44	15,17	17,01	14,62	14,46	15,08	15,27
Mikro	0,99	1,13	1,82	1,61	0,99	1,30	1,47	1,03	0,71	0,94	1,18	1,06
Elementler,	1,13	1,13	0,96	4,01	1,48	1,74	1,00	2,47	1,93	1,93	3,71	2,20
(ppm)	12,4	13,2	6,0	15,0	13,0	9,32	16,0	4,6	7,6	12,6	8,0	9,76
	2,41	3,71	4,12	2,38	2,13	2,95	4,12	3,21	1,92	1,18	1,14	2,31
Mekanik	69,80	63,67	77,96	66,33	58,16	68,17	74,49	56,12	59,59	64,29	68,37	64,57
Analiz (%)	18,37	24,49	16,33	24,49	26,53	22,04	16,33	26,53	26,53	20,41	20,41	22,04
	15,92	11,84	5,71	9,18	15,31	11,59	9,18	17,35	13,88	15,31	11,22	13,38
Tekstür sınıfı	SL	SL	LS	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL

Verim ve kaliteyi artırma adına organik gübre uygulanmalı, ayrıca gübreleme programlarında demirli gübrelere yer verilmelidir. Toprakların Zn içerikleri taban sebze bahçelerinde ortalama 2.75 ppm, yamaç sebze bahçelerinde ortalama 2.94 ppm, taban meyve bahçelerinde ortalama 2.20 ppm ve yamaç meyve bahçelerinde ise ortalama 1.74 ppm'dir. Toprakların çinko içeriği de yeterli seviyededir (Lindsay and Norwell 1969). Çalışma sahası bahçelerden alınan toprak örneklerinin yarıyıllı Mn içerikleri taban sebze bahçelerinde ortalama 14.52 ppm, yamaç sebze bahçelerinde ortalama 12.12 ppm, taban meyve bahçelerinde ortalama 9.76 ppm ve yamaç meyve bahçelerinde ise ortalama 9.32 ppm'dir. Toprak pH'sı ve bünyesi dikkate alındığında deneme topraklarında Mn yeterli düzeyde olup, noksanlık sorunu gözükmemektedir (Lindsay and Norwell, 1969). Çalışma alanı bahçelerden alınan toprak örneklerinin bitkiye yarıyıllı Cu içerikleri taban sebze bahçelerinde ortalama 2.23 ppm, yamaç sebze bahçelerinde ise ortalama 3.07 ppm, taban meyve bahçelerinde ortalama 2.31 ppm ve yamaç meyve bahçelerinde ise ortalama 2.95 ppm'dir. Toprak pH'sı ve bünyesi dikkate alındığında deneme topraklarında Cu yeterli düzeyde olup, noksanlık sorunu gözükmemektedir (Lindsay and Norwell, 1969).

Araştırma topraklarının tekstür sınıfları (Çizelge 2 ve 3) kumlu tın ve tınlı kumdur (Demiralay 2013).

Araştırmaya konu toprak örnekleri genel olarak kaba bünyelidir. Kumlu toprakların su geçirgenlikleri yüksek, ısınmaları hızlı, tava gelmeleri ve işlenmeleri kolay, kil içerikleri düşük, kum içerikleri yüksek, besin maddelerince fakir ve su tutma kapasiteleri düşüktür. Kaba bünyeli topraklardaki bitki gelişimindeki bu söz konusu olan olumsuzlukları gidermek için kaba bünyeli topraklara organik kökenli materyaller ilave edilmelidir.

Sebze ve meyve bahçeleri arasında bağımlı değişkenler açısından bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan bağımsız gruplara ait t testi (Independent Sample t Test) sonucunda OM, DCa+Mg, KDK, Zn ve Mn bakımından gruplar arasında çok önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiş ($p<0.01$), diğer toprak özellikleri açısından bir fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Fizyografik farklılığa (taban ve yamaç) bağlı olarak bağımlı değişkenler açısından bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan bağımsız gruplara ait t testi (Independent Sample t Test) sonucunda, taban ve eğimli bahçeler arasında kireç bakımından önemli ($p<0.05$), Cu bakımından çok önemli ($p<0.01$) bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel anlamda bir fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Toprak örneklerinin kimyasal özelliklerine ait t testi sonuçları

Toprak özellikleri	Bahçeler	Ort.±St.Sapma	t	P
pH	Sebzelik	7,60±0,21	0,169	0,867
	Meyve bahçesi	7,58±0,43		
O.M	Sebzelik	4,31±1,56	2,689	0,009**
	Meyve bahçesi	3,30±1,36		
Kireç	Sebzelik	4,31±2,21	1,106	0,273
	Meyve bahçesi	3,72±1,87		
Elv. P ₂ O ₅	Sebzelik	16,03±5,80	-0,930	0,356
	Meyve bahçesi	17,57±6,93		
D.Ca+D.Mg	Sebzelik	16,61±3,22	5,250	0,000**
	Meyve bahçesi	13,10±1,73		
D.K	Sebzelik	0,51±0,43	-1,122	0,267
	Meyve bahçesi	0,69±0,72		
EC	Sebzelik	0,51±0,16	1,753	0,085
	Meyve bahçesi	0,42±0,19		
KDK	Sebzelik	19,11±3,42	4,803	0,000**
	Meyve bahçesi	15,92±1,16		
Cu	Sebzelik	2,65±,82	0,083	0,934
	Meyve bahçesi	2,63±1,11		
Zn	Sebzelik	2,84±1,40	2,650	0,001**
	Meyve bahçesi	1,97±1,13		
Fe	Sebzelik	1,41±0,58	1,736	0,088
	Meyve bahçesi	1,18±0,41		
Mn	Sebzelik	13,27±3,05	2,719	0,009**
	Meyve bahçesi	10,84±3,83		

*:p<0.01

Çizelge 5. Uzundere yöresinde farklı fizyografyaya sahip bahçelerden alınan toprakların kimyasal özelliklerine ait t testi sonuçları

Parametreler	Fizyografya	Ort±St.Sapma	t	P
pH	Taban	7,57±0,14	-0,439	0,662
	Eğimli	7,61±0,46		
OM	Taban	3,49±1,40	-1,589	0,118
	Eğimli	4,12±1,63		
Kireç	Taban	3,43±1,81	-2,283	0,026*
	Eğimli	4,60±2,14		
Elv. fosfor	Taban	16,21±3,44	-0,720	0,475
	Eğimli	17,40±8,39		
DCa+DMg	Taban	14,94±3,14	0,195	0,846
	Eğimli	14,78±3,14		
DK	Taban	0,49±0,38	-1,376	0,174
	Eğimli	0,71±0,74		
EC	Taban	0,47±0,20	0,242	0,810
	Eğimli	0,46±0,16		
KDK	Taban	17,64±3,14	0,326	0,746
	Eğimli	17,38±2,90		
Cu	Taban	2,27±0,96	-3,115	0,003**
	Eğimli	3,00±0,84		
Zn	Taban	2,47±1,01	0,401	0,690
	Eğimli	2,34±1,61		
Fe	Taban	1,23±0,39	-0,967	0,337
	Eğimli	1,36±0,60		
Mn	Taban	12,09±4,29	0,080	0,937
	Eğimli	12,02±2,94		

** : p < 0.01, * : p < 0.05

SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzundere İlçe merkezi ve köylerinden alınan toprak örnekleri pH açısından nötr ve hafif alkalın olup, meyve ve sebze yetiştiriciliği açısından sorun içermemektedir. İleriki yıllarda pH bakımından sorun oluşturmamak adına sulama, gübre ve gübreleme uygulamalarında dikkatli olunmalıdır. Toprak örnekleri tuzsuz sınıfta olup, deneme bahçelerinde tuzluluk problemi söz konusu değildir. Çalışma bölgesinde bölge iklimi de dikkate alınarak toprakta tuzlulaşmaya karşı dikkatli olunmalı, bilinçsiz sulama ve gübrelemeden kaçınılmalı, drenaja önem verilmeli ve sulamalarda %15 fazla su verilmelidir. Araştırma bölgesi toprakları kireç yönünden az ve orta kireçlidir. Çalışmaya konu bahçelerin kireç içerikleri bitki yetiştiriciliği ve bitki besin maddelerinin bitkiler tarafından alınabilirliği açısından sorun oluşturacak düzeyde değildir. Araştırılan bahçelerin toprak örnekleri organik madde içeriği yönünden orta ve yeterli düzeydedir. Sebze bahçelerinin organik madde içerikleri daha yüksek olsa da genel olarak sebze ve meyve yetiştiriciliği açısından yetersizdir. Yörede organik üretim yapılması, kimyasal gübrelerin kullanılmaması veya çok az kullanılması ayrıca araştırma yöresindeki bahçelerin tekstürleri dikkate alındığında, araştırmaya konu bahçelerde toprak

organik maddesinin artırılması yararlı olacaktır. Toprakta organik madde, hem besin elementi deposu görevi yapmakta, hem toprağın su tutma kapasitesini arttırmakta hem de toprakta bitki gelişimi için uygun yetiştirme koşullarını oluşturmaktadır. Kısacası organik madde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltmektedir.

Araştırılan toprak örneklerinin yarayışlı fosfor içerikleri 7.37 ile 35.54 kg P₂O₅ da⁻¹ arasında olup, genel olarak bahçelerin toprakları fosfor içeriği yönünden yeterli düzeydedir. Ancak bahçe bitkilerinin olgunlaşma sürecini hızlandırma ve depolama ömrünü uzatma noktasında fosforlu gübre oldukça önemlidir. Ancak yörede organik yetiştiricilik dikkate alınırca toprakların fosfor ihtiyacı kimyasal gübrelerden değil, sertifikalı doğal organik gübrelerden (hayvan gübrelerinden) ve ham kaya fosfatından karşılanmalıdır.

Toprak örneklerinin yapılan mekanik analiz sonucu kaba bünyeli oldukları görülmüştür. Kaba bünyeli topraklarda bitki gelişimi için olumsuzluklar taşıyan özelliklerin iyileştirilmesi (su tutma kapasitesini artırma, besin maddesi içeriğini yükseltme, kök gelişimi ve tutunmasını) için kumlu topraklara organik kökenli materyaller veya poliakrilamid (PAM) gibi yapay materyaller ilave edilmelidir. Ancak yöredeki organik yetiştiricilik

dikkate alındığında yapay materyaller yerine, yeterli miktarda ve olgunlaştırılmış sertifikalı hayvan gübresinin kullanılması daha uygun olacaktır.

Bahçelerden alınan toprak örneklerinin KDK'si ve değişebilir katyon (K, Ca+Mg ve Na) içerikleri düşüktür. Örneklerin KDK ve değişebilir K, Ca, Mg ve Na içeriklerinin düşük olması toprak örneklerinin bünyesi (kil miktarı ve tipi) ile organik madde miktarına bağlanabilir. Toprak örneklerinde değişebilir Ca+Mg yeterli olsa da değişebilir K yetersizdir. Potasyum (K) meyve ve sebzelerde lezzet ve kaliteyi (şekil, renk, tat, aroma, koku) yönlendiren bir elementtir. Dolayısıyla araştırma sahası bahçe topraklarının başta K olmak üzere Ca ve Mg içeriklerinin artırılması, KDK'nin yükseltilmesi yararlı olacaktır. Ancak yörede organik yetiştiricilik dikkate alınır toprakların bilhassa yetersiz olan K ihtiyacı sertifikalı yanmış ahır gübrelere ve potasyum sülfat, potasyum klorür gübrelere (potasyum nitrat organik tarımda yasaktır) karşılanmalıdır. Deneme bölgesi meyve ve sebze bahçelerinde toprakların KDK ve su tutma kapasitesini arttırmak için organik kökenli materyallerin kullanılması yönünde yöre çiftçileri bilgilendirilmelidir.

Toprak örneklerinin alınabilir Fe içerikleri sebze bahçelerinde ortalama 1.39 ppm, meyve bahçelerinde ise ortalama 1.18 ppm olup genel anlamda yetersizdir. Sebze bahçelerinin Zn ve Cu içerikleri sırayla sebze bahçelerinde ortalama 2.85 ve 2.65 ppm, meyve bahçelerinde ise ortalama 1.97 ppm ve 2.63 ppm ile yeterli seviyededir. Aynı şekilde toprak örneklerinin Mn içeriği ortalama 13.32 ppm, meyve bahçelerinin ki ise ortalama 9.54 ppm olup yeterli düzeydedir (Lindsay and Norwell, 1969).

Uzundere ve köylerinde topoğrafyanın oldukça engebeli olması, tarımsal faaliyet yapılacak arazilerin az oluşu ve iklimin sebze ve meyve yetiştiriciliği (mikroklima) için uygun olması yörede sebze ve meyve yetiştiriciliğini ön plana çıkarmıştır. Yörede meyve ve sebze yetiştiriciliği dikkate alındığında araştırılan toprakların organik madde, değişebilir K ve alınabilir Fe içeriği yönünden yetersiz olduğu görülmüştür. Araştırmaya konu bahçe toprakları genel olarak kaba bünyeli olup toprakta su tutulmasında sorun oluşturabilir. Bu nedenle yöredeki bahçelerde toprakların organik madde içerikleri artırılmalıdır. Organik madde içeriğinin artırılması hem yetiştirilecek bitkilere besin kaynağı, hem de toprakta tutulan suyu artırarak üründe verim ve kaliteyi yükseltecektir.

Uzundere ve yöresi organik tarım ve organik üretim için uygun arazi koşullarına sahiptir. Yörede organik ürün yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için yöre çiftçileri hem bilgilendirilmeli, hem teşvik edilmeli hem de ekonomik olarak desteklenmelidir. Organik üretim hususundaki bilgi, teşvik ve desteklemeler

hem yöreye, hem yöre çiftçisine, dolayısıyla da ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu verileri (Erişim Tarihi: 25 Mart 2018)
- Anonim, 2016. <https://atilagirgin.weebly.com/toprak-analizleri-de287erlendirme-oumlccediluuml-ve-standartlar305.html> (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2017).
- Anonim, 2017a. <https://www.ulusal.com.tr/ekonomi/kisi-basina-yilda-kac-kilo-meyve-yiyoruz-tuik-acikladi-h152584.html> (Erişim Tarihi: 18 Nisan 2018)
- Anonim, 2017b. <https://www.dunya.com/ekonomi/en-fazla-bugday-ve-domates-tuketiliyor-haberi-383128> (Erişim Tarihi: 21 Nisan 2018)
- Anonim, 2018. <https://www.haritamap.com/yer/ulubag-koyu-uzundere> (Erişim tarihi: 27 Şubat 2018)
- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 174, Erzurum
- Başaran, M., Okant, M., 2005. Bazı toprak özelliklerinin Eldivan yöresinde yetiştirilen kirazların beslenme durumu üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (2) 115-119.
- Baysal, A., 2000. Genel Beslenme, Hatipoğlu Yayınları, 10. Basım, Ankara, 194 s.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., (2001). Meyve ve Sebzelerin Bileşimi ve Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 24, Ankara. 328 s.
- Ceyhun-Sezgin, A.E., 2013. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Her Yönüyle Gıda Kitabı, Sıdaş Medya Ltd. Şti., 85-120.
- Doğanay, H., 2007. Ekonomik Coğrafya 3: Ziraat Coğrafyası. Aktif Yayınevi, Erzurum.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Second Edition. pp: 383-441.
- Güçdemir, İ.H., 2006. Türkiye Gübrelere ve Gübreleme Rehberi. T.C T.B.K. TAGEM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:231, Teknik Yayınlar No: T69, Ankara.
- SAS, 2008. The SAS System for Microsoft Windows R 8.2 SAS Instute.
- Kökösmanlı, M., Keleş, F. 1996a. Kuşburnu ve kuşburnu çayında C vitamini. Gümüşhane Valiliği KTÜ Orman Fakültesi, Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 5-6 Eylül 1996, Gümüşhane, s: 245-252.

- Kökosmanlı, M., Keleş, F., 1996b. Pektik maddeler ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda Sanayi*, 44: 27-29.
- Kökosmanlı, M., Keleş, F., 2000. Erzurum'da yetiştirilen kızılçık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi. *Gıda*, 25 (4): 289-298.
- 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.
- McLean, E.O., 1982. Soil Hand Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 199- 224.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Organic Matter. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 574-579.
- Nelson, R. E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 191-197.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 403-427.
- Özkan, C.F., Arpacıoğlu, A.E., Arı, N., Demirtaş, E.I., Asri, F.Ö., 2009. Antalya Bölgesi'nde elma yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının incelenmesi *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (2): 95-99,
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Nedim, Ö., Aygün, A., Şahin, Ö., Kahraman, M., Ete, Ö., Akgün, M., Taşkın, B., 2016. Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5 (2): 77-86.
- Rhoades, J. D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 149-157.
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. pp: 159-164.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Dissolved Soils. In: *Methods of Soil Analysis Part III. Chemical Methods 2 Edition*. pp: 417-436.
- Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası. Atatürk Üniv. Yay. No: 790. Ziraat Fak. Yay. No: 322. Ders Kitapları Serisi 71, Erzurum, 284 s.
- Sezen, Y., 2002. Toprak Verimliliği. Atatürk Üniv. Yay. No: 922. Ziraat Fak. Yay. No: 339, Erzurum, 242 s.
- Taban, S., Taşkın, M.B., Akça, H., Kaya, E.C., Turan, M.A., Şahin, Ö., Balcı, B., 2017. Beypazarı yöresinde havuç (*Daucus carota* L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumları ile havuç bitkisinin potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (2): 123-138.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: 66, 4. Baskı, Ankara, 230 s.
- Yahia, E.M., Barry-Ryan, C. and Dris, R., 2004. Treatments and Techniques to Minimize The Postharvest Losses of Perishable Food Crops. *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*, 4: 95-133.



Examining the Role of Livelihood Diversification as a Part of Climate-Smart Agriculture (CSA) Strategy

Asif SARDAR^{1,2,a*} Adıqa K. KIANI^{1,b} Yasemin KUSLU^{2,c} Abdulkaki BILGIC^{3,d}

¹ Federal Urdu University of Arts, Science and Technology, Faculty of Social Sciences, Department of Economics, Islamabad, Pakistan

² Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Erzurum, Turkey

³ Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: asifsardar_12@pide.edu.pk

doi: 10.17097/ataunizfd.604937

Geliş Tarihi (Received): 10.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 02.01.2020 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ABSTRACT: Climate change poses a severe threat to agricultural livelihood due to the increased intensity of environmental shocks and weather variability. Livelihood diversification plays an important role to cope with climate variability and diminishing food insecurity. This study investigates the main drivers of livelihood diversification such as crop production, livestock farming, and off-farm income diversification, particularly focusing on the part of climate-smart agriculture (CSA) strategy and its impact on farm households' welfare. Data were collected from 420 farmers in 35 villages located in different agro-ecological zones (AEZs) of Punjab province, Pakistan. We used the Seemingly Unrelated Regression (SUR) model to regress a system of equations consists of the crop, livestock, and off-farm income-generating livelihood activities. Estimation shows that crop, livestock and off-farm diversification on average have a positive and significant impact on welfare when farmers adopted it as an adaptation strategy to mitigate the impact of climate change and earned more 9.3 % income than nonadopted farmers. Moreover, positive and significant determinants of assets endowment such as human, physical, natural, social and financial capital confirmed that well-endowed farmers were enabled more to adopt livelihood diversification than other farmers. Based on the findings, we suggest the policy implications regarding the institutional interventions aimed at strengthening the most important livelihood diversification drivers, to support for improving the household strategic assets endowments.

Keywords: Assets endowment, Climate change, Driving factors, Households' welfare, Sustainable livelihood

İklim-Akıllı Tarım (CSA) Stratejisinin Bir Parçası Olarak Geçim Çeşitliliğinin Rolünün İncelenmesi

ÖZ: İklim değişikliği, çevreye ilişkin ani şokların yoğunluğu ve havanın değişkenliği nedeniyle tarımsal geçim kaynakları için ciddi tehdit unsuru durumuna gelmiştir. Geçim kaynaklarındaki çeşitlilik iklimin değişkenliği ile baş etmede ve gıda güvenliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, özellikle İklim-Akıllı Tarım stratejisinin tarımsal hanehalkının refahı üzerindeki etkisine odaklanarak, bitkisel üretim, hayvancılık ve tarım dışı geçim kaynaklarının çeşitliliğini belirleyen temel faktörleri araştırmaktadır. Bu amaçla Pakistan'ın Punjab bölgesindeki farklı tarımsal ekolojik bölgelerinde (AEZ) bulunan 35 köyde 420 çiftçi ile anket yapılarak veri toplanmıştır. Bitkisel üretim, hayvancılık ve tarım dışı gelir getirici faaliyetlerden oluşan bir denklem sistemini geliştirmek için Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) modeli kullanılmıştır. Tahminler, hayvancılık ve tarım dışı faaliyetlerin çiftçiler üzerinde iklim değişikliğinin etkisini hafiflettiği ve iklim değişikliğine uyum sağlayamayan çiftçilerden % 9.3 daha fazla gelir sağladığı için, refah üzerinde ortalama olarak olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, sermaye varlığının (insan gücü, fiziksel sermaye, doğal kaynaklar, sosyal sermaye ve ekonomik güç) pozitif ve önemli belirleyicileri, iyi donanımlı tarımsal hanehalklarının diğer tarım işletmelerinden daha fazla geçim çeşitliliği benimsemelerine olanak sağladığını doğrulamaktadır. Bulgulara dayanarak, kurumsal katkıların işletmelerde geçim çeşitliliği sağlayan en önemli itici güçlerini artırmayı ve hanehalkının stratejik mal varlığını iyileştirmeyi destekleyen politikalar şeklinde olması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sermaye varlığı, İklim değişikliği, İtici güç, Hanehalkı refahı, Geçimin sürdürülebilirliği

INTRODUCTION

Climate change poses the gravest threat to the whole world and development concern. There is a

consensus that climate change is altering the temperature, rainfall pattern, and other climatic

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Sardar, A., Kiani, A.K., Kuslu, Y., Bilgiç, A., 2020. Examining the role of livelihood diversification as a part of Climate-Smart Agriculture (CSA) strategy. Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (1): 79-87. doi: 10.17097/ataunizfd.604937

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0971-5993> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1261-6000>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4008-1004> ^dORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5946-0915>

parameters. Studies find that climate change, weather variability, and extreme environmental shocks have different impacts on different countries (Lipper et al., 2014). This hypothesis states that the consequences of climate change and extreme weather events have a more severe impact on poor countries than richer countries (Stern and Stern, 2007). These differences in the impact of climate change among the countries are defined as adaptation deficit. Literature suggested that adaptation deficit depends on the number of exogenous factors, for instance, geographical location and vulnerability of the population in hazard zones, lack of institutional support, farm household demographic and socio-economic characteristics. It is thus clear that farm household who has weaker adaptation response such as having poor institutional support, poor farm household demographic and socio-economic characteristics, their livelihood is more climate-sensitive due to the reduced ability to deal with adaptation measures than other farmers. Climate anomalies and environmental shocks are posing the most serious challenges to livelihoods, especially to the agriculture sector such as crop and livestock production. According to the study (Sardar et al., 2016), Pakistan is listed among the most impacted countries due to the adverse impact of climate change.

Punjab is the largest province with fertile land in Pakistan. It contributes to 74% of the total agricultural production and 56% of the total cultivated land area in the country. The agriculture sector contributes approximately 21% to the gross domestic product (GDP) and around 42% of employment to the rural population in Pakistan. Punjab province has experienced many negative impacts of environmental shocks and climate variability due to the increasing frequency of floods, drought, uneven patterns of rainfall and rise of the temperature. Thereby, it poses a major threat to the agriculture-based economy of Pakistan (FAO, 2013).

However, a growing concern for the increasing population and rising risk of climate variability call for the adoption of livelihood diversification options at the farm level in Pakistan. Thus, the adoption of livelihood diversification can enhance the farm household resilience against the environmental shocks and climate change which depends on the strategic assets endowment that farm households hold. These strategic assets represent the capacity of the farmers to adopt their sustainable livelihood (Skaf et al., 2019). Combined with disrupting weather patterns and climatic shocks with the challenges of the projected increasing food demand and to diminish the poverty is threatened. Therefore, studies such as (Thornton et al., 2018) suggested a comprehensive and integrated approach, namely climate-smart agriculture (CSA). Since its inception as a concept of CSA, it is included in the international policy agenda for building

resilience against climate change, and to ensure food security. It is necessary to mention that CSA is not a set of practices. It is an approach, that is used with the site-specific requirement to get the food security, adaptation, and mitigation potential of the practices. There are many livelihood diversification strategies and agricultural practices that are used to mitigate the impact of climate change and it can be treated as climate-smart if it is contributed to the CSA objectives in order to guide policy. In some studies, livelihood diversification is adopted as an alternative strategy to increase food security and to shape the resilience against environmental shocks and climate change (Jiao et al., 2017). Therefore, it may be considered as a potential strategy for the adaptation pillar of the CSA. For this purpose, the present study investigates livelihood diversification as a part of CSA strategy and its impact on the farm households' welfare at the farm level in Punjab. To the best of our knowledge, there is no study that identified this issue and addressed it in rigorous manner for Punjab province. This study contributes to the literature by identifying how determinants explain the adoption of livelihood diversification to building resilience against environmental variability at the farm level. And also, it examines livelihood diversification impact on farm households' welfare

MATERIAL AND METHOD

Livelihood is defined as the means of earning activities undertaken to fulfil the basic needs of his own and his family members to sustain the survival and development (Skaf et al., 2019). Following the literature (Kurukulasuriya et al., 2011), we illustrated farm livelihood diversification behaviour in the context of the economic theory. A farmer who wants to maximize his utility through the adoption of livelihood diversification for sustainable livelihood under the risk aversion by utilizing its strategic assets endowment that farm household holds. The literature described livelihood as sustainable and resilient when it not only copes with stress and shocks but also maintain or enhance its assets capabilities, and natural resource base to fulfil the needs of the present generation without compromising the future generation requirement. Based on this assumption, studies for instance, (Xu et al., 2015) have worked on the concept of sustainable livelihood framework (SLF). SLF contributed the rich understandings to determine the livelihood strategies for sustainable agriculture. Therefore, we adopted SLF in our study following (Jiao et al., 2017; Nielsen et al., 2013). The essential content of this framework consists of three main components such as assets pentagon endowment (financial, physical, natural, human and social capital), activities *i.e.* livelihood strategies, and the livelihood outcomes (Nielsen et al., 2013; Su et al.,

2018). Within this context, it is essential to examine the socio-economic factors to determine the livelihood diversification by using the SLF (Arslan et al., 2015; Kassie et al., 2017). Livelihood diversification is determined from the vulnerability status and degree of the risk aversion which is linked to the endowment of the assets that farm households hold. The endowment of different sets of assets can be seen as a vector of capital K as follows,

$$K_j = [K_j^N, K_j^P, K_j^F, K_j^S, K_j^H] \quad (1)$$

where, K_j^N is the natural assets (*e.g.*, agriculture land), K_j^P is the physical assets (*e.g.*, livestock, tractors and machinery). K_j^H represents the human capital (*e.g.*, education attainment, working family members and farming experience) while K_j^S and K_j^F indicate the vector of social assets (*e.g.*, access to the market and weather information; assistance from relatives) and financial assets (*e.g.*, credit access) respectively. In the context of SLF, we can find the adoption of livelihood diversification impact on the farmers' welfare that is determined and affected by the set of livelihood assets endowment and the environmental shocks. The farmers' welfare is W . It can be represented in the livelihood diversification strategies (L_j^d) that is adopted by the farmers to mitigate the impact of climate variability and to cope with climate shocks (C_j^S), in accordance with the vector of assets K_j and unobserved factors U_j for household j (where $j = 1, 2, \dots, N$), which can be shown as a random variable in the following equation

$$W_j = f[L_j^d, C_j^S, K_j, U_j] \quad (2)$$

Farm households may choose to adopt livelihood strategy one for others to maximize their utility if the utility from this particular livelihood strategy is more than the previous one (Kassie et al., 2017; Nielsen et al., 2013).

In the specified form equation (2) can be written as,

$$W_{dj} = C_j^S + K_j + I_d + U_j + \varepsilon_j \quad (3)$$

where, $j = 1, 2, \dots, N$ is the farm households. While $d = 1, 2, \text{ and } 3$ is the livelihood diversification strategies represented by the vectors L_j^d ; C_j^S is the vector of the climatic shocks *i.e.* plot level disturbance index¹; K_j represents a vector of assets endowment that households hold; I_d is the vector of the institutional role that determines the assets' endowments and livelihood diversification. U_j is a vector of exogenous dummies and instrumental variables used in the model. While ε_j is the error term.

To examine the drivers and effects of the livelihood diversification, it is necessary to account for its simultaneous factors that can affect the livelihood diversification. As explained earlier, separate estimations would not give consistent findings for deriving the reliable information from the entire covariates, representing possible correlation existing among the error terms of livelihood diversification equations where $d=1, 2, \text{ and } 3$. So, in this context, we employed a robust empirical approach as a system of equations. It is the well-known robust empirical approach developed by (Zellner, 1962) that gives efficient estimates considering the error correlations between equations, named as Seemingly Unrelated Regression (SUR) model. This approach has been successfully applied in some studies to analyse the diversification strategies (Rosenstock et al., 2016). Thus, the SUR model allows us to study the livelihood diversification drivers and their impact on farmers' welfare to shed insights on the institutions' role through the assets endowment that households hold (Terza et al., 2008).

This study was conducted in the Punjab province because Punjab is the largest province with fertile land. It is categorized into four agro-ecological zones (AEZs) based on different attributes of environment, geography, and cropping patterns (Abid et al., 2016). We collected survey data from 420 farmers following the multistage sampling technique. A pre-tested questionnaire was used containing all the necessary information related to assets, demographic characteristics and livelihood diversifications. The enumerators were graduated and well trained for collecting the survey data about the objectives of the study. We treated farm household as diversified farmers who adopted ex-ante or ex-post livelihood diversification to cope with environmental shocks and climate change, for instance, changing planting dates, planting a crop or variety mix or shifting or combining livestock and crop operations, while off-farm income such as differentiating the income sources through other sectors than agriculture, starting their work in non-agriculture sectors, or your own work, or the farmers who migrated.

The richness and the relevance of this dataset allow us to investigate the drivers of livelihood diversification and its impact on welfare outcomes. Detail of the variables used in the study and their explanation are given in Table 1.

¹We constructed plot level disturbance index by simple count. Primary data were collected from the farmers who experienced drought, floods, animal and human diseases due to the weather variability.

Table 1. Variable descriptions

Variable Name	Definition	Explanation
Welfare	Total income (in rupees per year)	Total income earned from all sources such as on-farm and off-farm income
Crops diversification (LS^1)	Share of crop income to the total income earned (in percentage)	Total net income earned from the production of the crops
Livestock diversification (LS^2)	Share of livestock income to the total income (in percentage)	Total net income earned from the livestock activities
Off-farm income diversification (LS^3)	Share of off-farm income to the total income (in percentage)	Income earned from the non-agricultural activities
Human capital		
Working family members (Working_members)	Working family members in a household (in numbers)	
Education (Edu)	Education attainment	
Experience (Exp)	Farming experience (in years)	
Physical capital		
Distance to extension centre (Dist_ext)	Distance from farmland to the nearest extension centre (in kilometres)	
Agriculture technology assets (Agri_tech_assets)	Agriculture technology assets such as tractors and machinery.	
Livestock ownership (Livestock_own)	Total livestock owned (in numbers)	
Natural capital		
Size of landholding (Land_size)	Size of landholding by the farmer own or rented for cultivation (in hectares)	
Financial capital		
Credit access (Credit_acc)	Do you have credit access (1 = yes; 0 = no).	
Social capital		
Relative assistance (Relative_assis)	Availability of relatives and friends for your assistance such as seeking money or equipment sharing (1=yes, 0=no).	
Market Information (Market_info)	Market information (1 if a farmer had access, 0 otherwise)	Formal institutional support or having ICT technologies access such as (TVs, mobiles, radios, computers, etc.)
Weather information (Weather_info)	Weather forecasting information (1 if a farmer had access, 0 otherwise)	
Climate shocks		
Climate_shocks	Plot level disturbance index	

Note: Livelihood diversification strategies are defined as the farmers who have diversified their livelihood due to the experience of climate shocks, and perceived changes in climate during the last ten years.

RESULTS AND DISCUSSION

In the study area, most of the farmers were engaged in crops, and livestock production. However, a variety of non-farm livelihood activities in the study districts was also prevalent, including small trade, and small-scale employment in industries such as agro-

processing, sugar, cotton, etc. Table 2 shows a summary of the variables used in the study. We examined farmers' socioeconomic characteristics based on the category who adopted livelihood diversification and who did not adopt.

Table 2. Summary statistics of the farm household data used in the study

Variable	Adopters	Non-adopters	² Difference
Welfare (W)	1165562.49	814643.87	350918.62
Crops diversification (LS^1)	42.67	26.47	16.20
Livestock diversification (LS^2)	23.70	17.10	6.60
Off-farm income diversification (LS^3)	33.72	56.43	22.71
Human capital			
Working_members	2.40	1.84	0.56
Edu	7.42	5.46	1.96
Exp	23.44	18.35	5.09
Physical capital			
Dist_ext	22.98	35.40	12.42
Agri_tech_assets	1.21	0.64	0.57
Livestock_own	12.50	9.71	2.79
Natural capital			
Land_size	5.78	4.31	1.47
Financial capital			
Credit_acc	0.43	0.30	0.13
Social capital			
Relative_assis	0.64	0.26	0.38
Market_info	0.61	0.44	0.17
Weather_info	0.72	0.46	0.26
Climate shocks			
Climate_shocks	1.68	1.16	0.52

²It is measured by subtracting averages of non-adopters from averages of adapters who diversified their livelihood.

Three types of livelihood diversification strategies (LS^1 ; LS^2 ; LS^3) were absorbed in the study area. Table 2 shows that farmers who altered their livelihood diversification such as crop income,

livestock income were earned more share of income than the other farmers, but it was reported opposite in non-farm activities case, which is shown in figure 1.

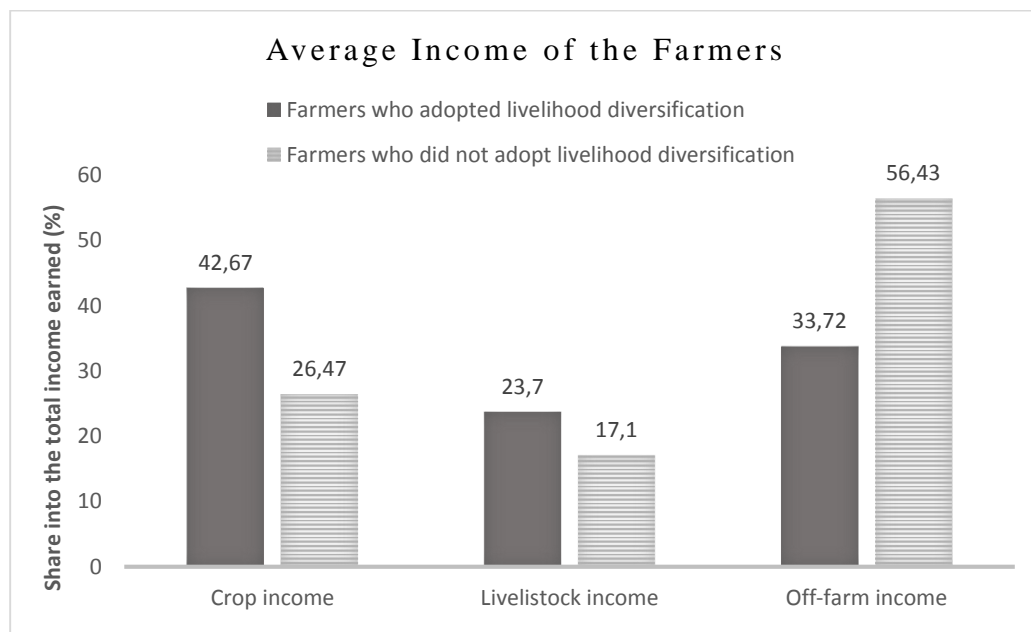


Figure 1. The income share of the farmers in the study area.

It may be pointing that agricultural diversification activities were climate-sensitive and impacted more by the changes in climate than non-farm activities. Likewise, the farmers who have adopted livelihood diversification to cope with the changes in climate have earned more income than their peers (*e.g.*, who did not adopt). Therefore, on average the farmers who adopted livelihood diversification enjoy comparably more welfare (in terms of total income) than non-adopted farmers.

Similarly, the farmers who adopted diversification have more human capital such as more education, working family members and experience than their counterparts (*i.e.* non-adopted farmers). Likewise, adopted farmers were better-off with higher physical capital, financial capital, social capital and natural capital comparably non-adopted farmers. Our findings are in line with the study (Williams et al., 2018). This study describes that the farmers who have higher assets endowment have more capability and capacity to respond against the ongoing occurrences of the climate shocks and weather variability. Therefore, better financial, social, human, physical, and natural capital enable the farmers to diversify their livelihood to cope with climate change. The socioeconomic characteristics of non-adopters may imply that poor conditions of farmers' assets endowment limited the farmers' capacity and capability to respond against climate change and to mitigate its impact on their livelihood. These findings are similar to the study (Skaf et al., 2019).

Determinants of livelihood diversification

The results obtained by using the SUR model are shown in Table 3. The outcomes of livelihood diversification are reported in column (1), (2), and (3) of Table 3. We estimated the impact of livelihood diversification on farmers' welfare by using the income earned by the farm household who adopted livelihood diversification and who did not adopt. We measured livelihood diversification in three categories namely crop income diversification, livestock income diversification, and off-farm income diversification. The estimates showed robust evidence for increasing the income share by those farmers who diversified their livelihoods than other farmers. We estimated this impact by using a dummy variable. A positive and significant coefficient of livelihood diversification (dummy variable) shows that farm households who adopted livelihood diversification to mitigate the impact of climate variability earned more income (0.714 and 0.289) from crop and livestock activities respectively than non-diversified farmers. However,

we had an insignificant impact on the non-farm activities case. It may be pointing that non-farm activities were not more sensitive to climate change impact as compared to the agricultural activities because the agricultural output is totally dependent on the natural environment. Study findings are consistent with the literature (Brown et al., 2018; Xu et al., 2015). Another important findings related to the determinants of livelihood diversification, as expected, was that the assets endowment was found as a significant and positive driver for the adoption of all three livelihood diversification (Sardar et al., 2019).

It is interpreted as the framers who have higher endowments of physical, social, financial, human, and natural capital were better to adopt the perceived changes in climate. Indeed, higher human capital, for instance, more working family members, more education, higher experience, better financial condition as access to credit, and large cultivated land area that provides the advantage of economies of the scale and helps the farmers to adopt livelihood diversification. These instruments constitute as precious tools that enable the farm households to take a better decision about the livelihood diversification. Therefore, these assets positively affect the adaptation of livelihood diversification outcome.

Apart from these assets, the role of social capital was very important. It can play an effective role by providing timely information to the farmers such as weather information, market information for making rational decisions about agricultural production and seeking relatives' help, especially for financial purposes when they need to cope with climate shocks by adopting livelihood diversification. The results of this study confirmed that higher assets endowment better off the farmers to adopt livelihood diversification and earned more income than less endowed farmers. The findings of this study suggested that livelihood diversification is a deliberate strategy adopted by the proactive well-endowed farm households who were well informed, educated, more experienced, having a better knowledge of weather variability and were impacted by climate shocks. These findings confirmed the importance of the institutional role to improve the farmers' capacity of the strategic assets endowment that farm households hold. Because farmers' capacity to adopt livelihood diversification was totally dependent on the household assets endowment. Therefore, institutional support either it is related to government or private can develop the household capacity to respond against climate change by improving the farm household assets endowment.

Table 3. SUR model estimates of livelihood diversification and its impact on farm households' welfare

Regressors	Dependent Variables			
	Diversification in crops cultivation (LS^1) (1)	Diversification in livestock production (LS^2) (2)	Diversification in off-farm activities (LS^3) (3)	Welfare (Total Income earned) (4)
Human capital				
Working_members	0.117*** (0.015)	0.273*** (0.056)	3.361*** (0.955)	0.095*** (0.024)
Edu	0.029* (0.015)	0.571*** (0.188)	0.728** (0.319)	0.035*** (0.008)
Exp	0.091*** (0.021)	0.128* (0.069)	0.662*** (0.118)	0.004** (0.002)
Physical capital				
Dist_ext	-0.266*** (0.053)	-0.024 (0.037)	0.291 (0.393)	-0.018** (0.008)
Agri_tech_assets	0.346* (0.196)	1.121 (1.381)	0.648 (0.985)	0.091* (0.051)
Livestock_own	0.101* (0.053)	0.319** (0.157)	-0.587 (0.452)	0.017*** (0.003)
Natural capital				
land_size	1.198*** (0.132)	0.424 (0.445)	0.774 (0.685)	0.054*** (0.014)
Financial capital				
Credit_acc	0.412* (0.221)	0.347** (0.169)	-0.742** (0.336)	0.095* (0.054)
Social capital				
Relative_assis	1.626*** (0.291)	1.317*** (0.471)	0.601 (0.701)	0.015** (0.007)
Market_info	2.141 (3.180)	1.432* (0.753)	1.623*** (0.514)	0.082* (0.042)
Weather_info	0.416** (0.187)	2.189 (2.391)	0.629 (0.946)	0.033*** (0.012)
Climate shocks				
Climate_shocks	0.905** (0.367)	0.208 (0.759)	1.135** (0.562)	0.039 (0.033)
Livelihood diversification (Dummy = 1, if adopted otherwise 0)	0.714*** (0.207)	0.289*** (0.099)	0.311 (0.551)	0.093*** (0.022)
Jhang (dummy =1 otherwise 0)	0.796*** (0.211)	0.651** (0.323)	0.016 (0.024)	0.091*** (0.024)
Sialkot (dummy = 1 otherwise 0)	-0.171 (0.987)	-0.311* (0.169)	2.343** (1.042)	0.128 (0.297)
Constant	1.091* (0.599)	0.821*** (0.225)	0.953 (1.482)	-0.077* (0.042)
R^2	0.69	0.52	0.46	0.63
N	418			

Breusch-Pagan test of independence: $X^2 = 400.076***$

Note: ***, ** and * indicates the significance of probability levels at 1%, 5% and 10%, respectively. Standard errors in parenthesis.

Effect of livelihood diversification on welfare

In this section, we showed the impact of the adaptation of livelihood diversification on farm households' welfare. Here, we presented the livelihood diversification impact on farmers' welfare by using the proxy, namely as total income earned by the farmers. Results of the diversification outcome *i.e.* welfare are presented in column (4) of Table 3. The coefficient of welfare (in total income) was shown in the log form. The principal and robust findings of livelihood diversification outcomes were reported. The farmers who prefer to adopt livelihood diversification were earned more 9.3% of total farm income than non-adopted farmers. Results showed that adopters of livelihood diversification were better, as the impact showed, with increasing the total income earned. By comparing the adaptation of livelihood diversification impact on farm households' welfare, we can conclude that agricultural diversification (*i.e.* crop and livestock production) were the mainly benefited livelihood activities than off-farm livelihood diversification. Vulnerable farm households adopted these diversification activities to decrease climate risk and the adverse impact of environmental variability as well as adapting it for their sustainable income. Ultimately, the increase in farmers' income will enable them to raise the welfare of the farmers by adopting sustainable livelihood.

CONCLUSION

This study sheds light on the determinants of livelihood diversification as a part of CSA strategy and its impact on farm households' welfare in Punjab province, Pakistan by using a primary dataset collected from the structured interviews that were conducted in August 2018 and September 2018. We demonstrated that the farmers who adopted livelihood diversification such as crop, livestock, and off-farm income diversification as an alternative strategy to mitigate the impact of climate variability and weather shocks had higher welfare than the farmers who did not adopt. Further, we also identified the determinants of livelihood diversification particularly, in the context of the assets endowment. The study showed that assets endowment was a positive and significant determinant of livelihood diversification adopted by the sample farmers and this adaptation had successfully increased the total income by decreasing the probability of livelihood vulnerability. Therefore, it may provide the potential to increase food security with adaptation to climate change and increasing the farmers' income may be constituted as an adaptation pillar of CSA. The results of the study unveiled that the farmers who adopted livelihood diversification were the well-endowed and more benefited by earning a higher income than less endowed farmers. Broadly speaking, in the context of assets endowment, we

suggested the policy implications for strengthening the most important livelihood diversification drivers. They are the most relevant and efficient instruments that determine the livelihood diversification to mitigate the impact of climate change to increase the farm household welfare. However, this conclusion appears more benefits in the case of agricultural diversification, for instance, crops, and livestock production in the context of climate variability. The findings of the study related to the institutional role such as access to the credit services, information for the market, subsidies, weather forecasting information, and excess to the extension services aimed to reveal that effective institutional support will be helpful to the lower endowed farmers and to make them enabled to adopt.

Therefore, desirable policy implications and institutional interventions are expected to reduce the adaptation deficit gap by adopting the necessary measures to support for increasing the capacity of farm household assets endowment. Although this is the first study, that contributed to the literature by identifying the determinants of livelihood diversification behaviour and its impact on farm household welfare in Punjab, we documented livelihood diversification in the distinct ways in which institutions' role shaped the diversification strategies affecting through its determinants. It is an important strategy for sustainable agriculture that not only increases the farmers' income but also contributes to the adaptation pillar as a part of the CSA approach.

ACKNOWLEDGMENTS

This study is the part of Ph.D. joint research work conducted in the Department of Agricultural Structures and Irrigation, Atatürk University, Turkey and the Department of Economics, Federal Urdu University of Arts, Science, and Technology Islamabad, Pakistan. We gratefully acknowledge the financial support for this study provided by the Turkish Government, Grant No: 18PK015832. Moreover, we are thankful to the enumerators, agricultural departments, and the farmers for their support and cooperation in successfully data collection for this study.

REFERENCES

- Abid, M., Schilling, J., Scheffran, J., Zulfiqar, F., 2016. Climate change vulnerability, adaptation and risk perceptions at farm level in Punjab, Pakistan. *Sci.Total Environment*, 547: 447-460.
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A., Kokwe, M., 2015. Climate smart agriculture? Assessing the adaptation implications in Zambia. *J. Agric. Economics*, 66 (3): 753-780.

- Brown, P.R., Afroz, S., Chialue, L., Chiranjeevi, T., El, S., Grünbühel, C.M. Williams, L.J., 2019. Constraints to the capacity of smallholder farming households to adapt to climate change in South and Southeast Asia. *Climate and Development*, 11 (5): 383-400.
- FAO, 2013. Sourcebook on Climate-Smart Agriculture, Forestry and Fisheries. Retrieved from <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/72611/en/>. (Accessed Date: 3 January 2019).
- Jiao, X., Pouliot, M., Walegign, S.Z., 2017. Livelihood Strategies and Dynamics in Rural Cambodia. *World Development*, 97: 266-278.
- Kassie, G.W., Kim, S., Fellizar, F.P., Ho, B., 2017. Determinant factors of livelihood diversification: Evidence from Ethiopia. *Cogent Soc. Sci.* 3 (1): 1369490.
- Kurukulasuriya, P., Kala, N., Mendelsohn, R., 2011. Adaptation and climate change impacts: a structural Ricardian model of irrigation and farm income in Africa. *Climate Change Economics*, 2 (2): 149-174.
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Torquebiau, E.F., 2014. Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4 (12): 1068-1072.
- Nielsen, O.J., Rayamajhi, S., Uberhuaga, P., Meilby, H., Smith- Hall, C., 2013. Quantifying rural livelihood strategies in developing countries using an activity choice approach. *Agric. Economics*, 44 (1): 57-71.
- Rosenstock, T.S., Lamanna, C., Chesterman, S., Bell, P., Arslan, A., Richards, M., Zhou, W., 2016. The scientific basis of climate-smart agriculture: A systematic review protocol. Retrieved from <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/70967>. (Accessed Date: 2 February 2019).
- Sardar, A., Javed, S.A., Amir-ud-Din, R., 2016. Working paper, Natural Disasters and Economic Growth in Pakistan: An Enquiry into the Floods Related Hazards' Triad. Islamabad: Pakistan Institute of Development Economics. Retrieved from https://www.pide.org.pk/pdf/WorkingPaper/EE_Working_Paper-10.pdf (Accessed Date: 1 September 2019).
- Sardar, A., Kiani, A. K., Kuslu, Y., 2019. An Assessment of Willingness for Adoption of Climate-Smart Agriculture (CSA) Practices through the Farmers' Adaptive Capacity Determinants. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (4):781-791.
- Skaf, L., Buonocore, E., Dumontet, S., Capone, R., Franzese, P.P., 2019. Food security and sustainable agriculture in Lebanon: An environmental accounting framework. *J. Cleaner Production*, 209: 1025-1032.
- Stern, N., Stern, N. H., 2007. *The Economics Of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press. (Accessed Date: 4 January 2019).
- Su, W., Liu, M., Zeng, S., Štreimikienė, D., Baležentis, T., Ališauskaitė-Šeškienė, I., 2018. Valuating renewable microgeneration technologies in Lithuanian households: A study on willingness to pay. *Journal of Cleaner Production*, 191: 318-329.
- Terza, J.V., Basu, A., Rathouz, P.J., 2008. Two-stage residual inclusion estimation: Addressing endogeneity in health econometric modeling. *Journal of Health Economics*, 27 (3): 531-543.
- Thornton, P.K., Rosenstock, T., Förch, W., Lamanna, C., Bell, P., Henderson, B., Herrero, M., 2018. A qualitative evaluation of CSA options in mixed crop-livestock systems in developing countries. In: *Climate Smart Agriculture*. Springer, pp. 385-423.
- Williams, P.A., Crespo, O., Abu, M., Simpson, N.P., 2018. A systematic review of how vulnerability of smallholder agricultural systems to changing climate is assessed in Africa. *Environmental Research Letters*, 13 (10): 103004.
- Xu, D., Zhang, J., Rasul, G., Liu, S., Xie, F., Cao, M., Liu, E., 2015. Household livelihood strategies and dependence on agriculture in the mountainous settlements in the Three Gorges Reservoir Area, China. *Sustainability*, 7 (5): 4850-4869.
- Zellner, A. 1962. An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias. *J. American Statistical Association*, 57 (298): 348-368.



Sarıkamış Orman İçi Mera Bitki Örtülerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*

Adnan BİLGİLİ^{1,a**} Ali KOÇ^{2,b}

¹Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail:agfor25@gmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.608971

Geliş Tarihi (Receive): 22.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 13.01.2020 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Orman içi meralar gerek evcil gerekse yaban hayvanları açısından önemli bir kaba yem kaynağıdır ve ülkemizde bu alanların durumu hakkında yeterli kayıt yoktur. Bu çalışma, Sarıkamış sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarında orman içi meralarının bitki örtüsünün belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. İncelenen mera kesimlerinde toplam 63 bitki türüne rastlanmış olup, kesimlerde hakim bitki türleri buğdaygillerden koyun yumağı (*Festuca ovina*), yumrulu salkımotu (*Poa bulbosa*), baklagillerden ise çayır üçgülü (*Trifolium pratense*) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında botanik kompozisyonda ortalama olarak buğdaygiller %51.01, baklagiller %17.50 ve diğer familyalar ise %31.48 oranında tespit edilmiştir. Toprağı kaplama oranı ortalama %24.56 olarak belirlenmiştir. En yüksek mera kalite derecesi 53.21 ile seyrek kesimde, en düşük mera kalite derecesi ise 32.16 ile kapalı kesimde olduğu belirlenmiştir. Mera durum sınıfı ve sağlığı yönünden açık kesim riskli orta, seyrek kesim sorunlu iyi ve kapalı kesim ise sorunlu orta sınıfta yer almıştır. Mera kesimleri arasındaki benzerlik indeksinin %31.5 ile %47.5 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman içi mera, Botanik kompozisyon, Mera sağlığı, Toprağı kaplama oranı

Determination of Some Vegetation Characteristics in Forest Gap Rangelands of Sarıkamış

ABSTRACT: The forest gap rangelands are an important source of forage for both domestic and wild animals and there are not enough records about the status of these areas in our country. This study was carried out in Sarıkamış scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in order to determine the vegetation of forest gap rangelands. A total of 63 plant species were found in the pasture sections examined. The dominant plant species in rangelands sites were sheep fescue (*Festuca ovina*) and bulbous bluegrass (*Poa bulbosa*) of grasses and red clover (*Trifolium pratense*) of legumes. In the study area, botanical composition was determined as 51.01% grasses, 17.50% legumes and 31.48% other plant families. The canopy coverage rate was determined as 24.56% on average. The highest rangeland quality degree was 53.21 in sparse rangeland and the lowest rangeland quality degree was 32.16 in covered rangeland site. For rangeland health; uncovered rangeland site was evaluated as "Risky-Fair" class, sparse rangeland site was evaluated as "Unhealthy-Good" class and covered rangeland site was evaluated as "Unhealthy-Fair" class. The similarity index was found from 31.5% and 47.5% among rangeland sites.

Keywords: Forest gap rangeland, Botanical composition, Rangeland health, Canopy coverage

GİRİŞ

Yeryüzünde hayatın varoluşundan beri insanoğluna hizmet sunan meralar, en önemli doğal kaynaklardan birisidir. Meralar geçmişte sadece hayvan besleme açısından ön planda iken, günümüzde erozyon önleme, su kaynaklarının korunması, bitkisel ve hayvansal gen kaynağı olması, biyolojik çeşitlilik, yakacak-yapacak temini, tıbbi bitki ve yabancı sebze gibi değişik açılardan da insanoğluna hizmet sunmaktadır (Gökkuş ve Koç, 2001; Holeček et al., 2004).

Doğu Anadolu Bölgesi mera alanı bakımından oldukça geniş alanlara sahip olup, Türkiye mera varlığının yaklaşık %35'ine sahiptir (Anonim, 2012). İran-Turan Fitocoğrafya Bölgesi'nde kalan Doğu Anadolu Bölgesi, ülkemizde karasal etkilerin en fazla hissedildiği bölgedir. Bölgede özellikle de çalışma sahasının yer aldığı Sarıkamış'ta orman ağacının üst sınırı 2700 m'ye ulaşmaktadır (Atalay, 2002). Ancak bu orman alanları içerisinde doğal veya insan etkisiyle oluşmuş geniş otsu bitki örtüsüne sahip alanlar mevcut olup kırsalda yaşayanların temel

geçim kaynağı olan hayvancılık için önemli bir kaba yem kaynağı oluştururlar.

Türkiye’de Orman Genel Müdürlüğü envanter çalışmalarına göre yaklaşık 1.5 milyon ha orman içi veya kenarı mera bulunmaktadır (Tekeli ve Mengül, 1991; Avcioğlu vd., 1996). Orman içi ve kenarı mera alanları, genelde yüksek rakımlarda olduğundan bu alanlar, yaz kuraklığına maruz kalan düşük rakımlardaki mera alanlarındaki bitki örtüsünün kurumasına bağlı olarak ortaya çıkan yeşil yem sıkıntısının giderilmesinde oldukça önemlidirler. Bu alanlar ilkbahar erken ve sonbahar geç otlatmasına daha az maruz kaldığından dolayı, genelde daha verimli olabilmektedirler (Gökkuş ve Koç, 1991).

Dünyanın birçok yerinde orman altı otsu tabaka otlatmada kullanılmaktadır (Morecroft et al., 2001; Watkinson et al., 2001; Mayer et al., 2006, Kramer et al., 2006, Sharrow et al., 2009). Orman altı meraları, açık alanlar kadar ot üretme de yaz aylarında geç kuruması nedeniyle daha besleyici yem temin ettiği için özel bir öneme sahiptirler ve bu bölgelerde yaşayan hayvan üreticileri için önemli bir kaynak oluşturmaktadırlar. Bu alanların verimliliği ve tür bileşeni ekolojik faktörlerin etkisi altında ağaç sıklığına göre değişmektedir. Genel olarak ağaç sıklığı arttıkça alt vejetasyonun üretimi ve sıklığı azalırken, tür kompozisyonunda da belirgin değişiklikler ortaya çıkmakta ve genel olarak üst vejetasyonun sıklığı arttıkça alt vejetasyonda gölgeye dayanıklı bitkilerin oranı artmaktadır (Kyriazopoulos et al., 2006; Koukoura and Kyriazopoulos, 2007; Le Brocque et al., 2009).

Kötü kullanım ve uygun olmayan çevre faktörleri mera bitki örtülerinin bozulmasına, bunun bir sonucu olarak botanik kompozisyonda istenmeyen türlerin artmasına (Bakır, 1987), bitki örtüsünün toprağı kaplama oranının azalmasına (White et al., 1991) ve mera durum ve sağlık sınıfının gerilemesine sebep olmaktadır (Hart, 1978). Farklı çevresel stres kaynaklarının etkisi altında kalan bitki örtülerinde yönlendirici faktörlerin etkisiyle bitki örtüleri farklılaşmakta ve bunun sonucunda bitki örtülerinin benzerlik oranları önemli ölçüde farklılaşmaktadır (Koç et al., 2003b). Dolayısıyla yönlendirici faktörlerin etkisiyle bitki örtüleri iyi veya kötü yönde bir değişim sergilemekte ve buna bağlı olarak ekosistem fonksiyonlarını yerine getirmede çeşitlilik ve verimlilik artmakta veya azalabilmektedir (Koç vd., 2013). Bitki örüsünün mevcut durumunun bilinmesi ve bu duruma göre bitki örtüsünün seyri hakkında bilgi üretilmesi mera yöneticilerinin isabetli karar vermelerinde anahtar role sahiptir.

Doğu Anadolu Bölgesinde Sarıkamış ve yöresinde hayvancılık önemli bir geçim kaynağıdır. Yörede geniş alan kaplayan orman alanlarında seyrek alanlar ve açıklıklar otlatılarak kullanılmaktadır.

Ancak bu alanların mevcut durumu ve potansiyeli hakkında kayda değer bilimsel veri bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı Sarıkamış ormanlarında otlatılarak değerlendirilen orman içi açık mera alanları ile yine otlatmada kullanılan farklı sıklıktaki alanların bitki örtülerinin mevcut durumunu ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma alanı coğrafi konum olarak, 40° 18' 47" kuzey enlemi ile 42° 33' 48.7" doğu boylamı arasında Kars ili Sarıkamış ilçesinde, ortalama 2240 m rakıma sahip korunan orman içi mera alanında olup, çalışma 2006-2007 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma alanının bitki örtüsü soğuga dayanıklı ve yüksek rakımlara adapte olmuş türlerden meydana gelmiştir. Sarıkamış'ta uzun yıllar ortalamasına göre yıllık ortalama sıcaklık 3.8 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 601.6 mm ve nispi nem ise %70 olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında hüküm sürmektedir (16.3 °C). Çalışmanın yürütüldüğü 2006 ve 2007 yıllarında sırasıyla 588 ve 686 mm toplam yağış belirlenmiştir. Araştırma alanı kullanım durumuna ve ağaçların sıklığına bağlı olarak açık, seyrek ve kapalı alan olarak 3 kesime ayrılmıştır. Açık kesim yüzeyde bitki örtüsü üzerinde ağaç bulunmayan açıklık alandan (orman amenajman planlarında OT ağaçsız orman toprağı), seyrek kesim tepe kapallığı %11 - %40'a kadar olan alandan ve kapalı kesim ise tepe kapallığı %41-%70'e kadar olan alandan meydana gelmiştir (Anonim, 2017). Ele alınan mera kesimleri Sarıkamış Orman İşletme Müdürlüğü'nün denetimi altında otlatmaya açılmakta ve benzer otlatma baskısına maruz kalmaktadır.

Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizi (Soil Survey Laboratory Staff, 1992) sonuçları özetle; açık kesimde killi silt, seyrek ve kapalı kesimde siltli tıktır sınıfında ve pH'ları 6 civarında olup hafif asit karakterlidir. Toprakların organik madde içerikleri açık kesimde %4.17, seyrek kesimde %4.54 ve kapalı kesimde ise %3.57 olarak tespit edilmiştir. Azot içeriği açık kesimde %0.21, seyrek kesimde %0.24 ve kapalı kesimde %0.19, fosfor içeriği açık kesimde 28 ppm, seyrek kesimde 30.3 ppm ve kapalı kesimde 30.3 ppm olarak tespit edilmiştir. Toplam kireç içerikleri ise açık kesimde %2.64, seyrek kesimde %2.95 ve kapalı kesimde %2.62 olarak tespit edilmiştir. Toprak tuzluluğu hakkında fikir veren elektriksel iletkenlik değerleri açık kesimde 0.21, seyrek kesimde 0.09 ve kapalı kesimde 0.12 mmhos/cm olmuştur. Toprakların Na ve K içerikleri sırasıyla açık kesimde 5 me/100g, 62 me/100g, seyrek kesimde 4 me/100g, 43 me/100g ve kapalı kesimde 4 me/100g, 51 me/100g olarak kaydedilmiştir.

Ele alınan mera kesimlerinde hakim türlerin çiçeklendiği dönemde her biri 10 m'den oluşan 8 transekt hattında dip kaplama alanı esas alınarak ölçüm yapılmış ve elde edilen verilerden yola çıkarak Gökkuş vd. (2000)'nin belirttiği esaslara göre botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranı hesaplanmıştır. Botanik kompozisyon verileri kullanılarak mera durumu ve sağlığı sınıflaması (Koç vd., 2003a) ve bitki örtüsünün benzerlik indeksleri (Bakır, 1970; Okatan, 1987) belirlenmiştir. Botanik kompozisyonda her üç kesimde de en az %1 oranında temsil eden türlere ait verilere Arc Sinüs transformasyonu uygulandıktan sonra SPSS İstatistik Paket programında varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Botanik Kompozisyon

Araştırmanın yürütüldüğü mera kesimlerinde buğdaygillerden 13, baklagillerden 14 ve diğer familyalara ait türlerden 36 olmak üzere toplam 63 bitki türüne rastlanmıştır. Araştırma alanında botanik kompozisyondaki oranları %1'den fazla olan türlere varyans analizi uygulanmıştır. Bitki örtüsünde tür kompozisyonunun yarısından fazlasını (%51.01) buğdaygiller, bunu %31.48'lik oranla diğer familyalar ve geri kalan kısmını ise %17.50'lik oranla baklagiller oluşturmuştur.

Araştırma alanında en yüksek buğdaygil oranına %79.01 ile kapalı kesimde rastlanırken, seyrek kesim ise %35.93 ile en düşük buğdaygil oranına sahip olmuştur. Açık ve seyrek kesimdeki buğdaygil oranı istatistiki olarak benzer olmuştur. Yıllar itibariyle toplam buğdaygil oranı istatistiki manada önemli bir fark sergilemezken, kesimler arasında önemli farklılık göze çarpmıştır. Seyrek kesimde ikinci yılda buğdaygil oranı azalırken, açık kesimde artmış, kapalı kesimde ise istatistiki olarak kayda değer bir artış sergilememiştir. Bu farklı değişim seyri yıl*kesim interaksyonunun önemli çıkmasında etkili olmuştur.

Botanik kompozisyonda koyun yumağı (*Festuca ovina*) ilk yıl seyrek kesimde, ikinci yıl ise kapalı kesimde en yüksek değere sahip olmuştur. Seyrek kesimde ikinci yıl bu bitkinin oranı azalırken diğer ikisinde az da olsa artış sergilemiştir. Ortaya çıkan bu durum yıl*kesim interaksyonunun önemli çıkmasında etkili olmuştur. Seyrek kesim tür bileşeninde en yüksek yumrulu salkım otu (*Poa bulbosa*) oranına sahip olmuştur. Her üç kesimde de yumrulu salkım otu oranı ikinci yılda artmıştır. Ancak bu artış seyrek kesimde daha yüksek olduğu için yıl*kesim interaksyonu önemli olmuştur.

Araştırma alanında baklagillerin botanik kompozisyondaki oranı %17.50 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek baklagil oranına %29.75 ile seyrek kesimde rastlanılmıştır. Kapalı kesimdeki baklagil oranı %8.55 ile en düşük olurken, açık kesimdeki baklagil oranı %14.21 olmuştur. Varyans analizi uygulanan çayır üçgülünün (*Trifolium pratense*) tür bileşenindeki değerleri ilk yıl ikinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). İlk yılda en yüksek çayır üçgülü oranına sahip olan seyrek kesimin (%13.79) ikinci yıla göre sahip olduğu çayır üçgülü (%6.54) oranının azalması ve bu azalmanın diğer kesimlere göre daha belirgin olması yıl*kesim interaksyonunun istatistiki açıdan önemli olmasına sebep olmuştur.

Diğer familyalara ait türler içerisinde her üç kesimde de oranı %1'in üzerine çıkan olmadığı için türlerin hiçbirinin oranlarının kesimlere göre farkı istatistiksel olarak test edilmemiştir. Toplam üzerinden yapılan analizde ise botanik kompozisyonda diğer familyalara ait türlerin oranı açık kesim %47.72'lik oranla, seyrek kesim (%34.30) ve kapalı kesime (%12.44) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Yıllar arasında ortaya çıkan değişim de istatistiki olarak önem sergilememiştir.

Buğdaygiller, araştırma alanında baskın olarak (%51.01) bulunduğu gibi, dünyada çoğu mera vejetasyonunun baskın bitki grubunda da yer almaktadır (Adams et al., 1986). Mera bitki örtülerinde buğdaygillerin baskın olması buğdaygillerin kök sistemi ile ilgili olabilir. Zira mera vejetasyonları genellikle yıllık yağışın az ve kısa süreli yağışların hakim olduğu (250-1000 mm) alanlarda yaygın olarak bulunmaktadırlar. Bu yağış rejimine sahip alanları saçak köklü bitkiler, kazık köklü bitkilere göre daha iyi değerlendirirler (Herbel and Pieper, 1991; Holechek et al., 2004). Koyun yumağı ve yumrulu salkımotu seyrek kesimde diğer iki kesime göre botanik kompozisyonda daha yoğun yer almıştır. Benzer kullanım şartları altında olan kesimler arasında görülen bu fark, saha faktörlerinden kaynaklanıyor olabilir (Holechek et al., 2003). Açık kesimde daha fazla su tüketen ağaçların olmaması nedeniyle ortamın daha nemli olması ve buna bağlı olarak nemliliğe daha iyi tepki gösteren uzun boylu diğer bitkilerin artması sonucu, bu iki bitkinin botanik kompozisyona katkısı azalmış olabilir. Zira bu bitkilerden koyun yumağı nemliliğe olumsuz tepki gösteren bir tür olup, artan toprak nemi ile birlikte botanik kompozisyondaki oranı azalmaktadır.

Çizelge 1. Farklı mera kesimlerindeki türlerin botanik kompozisyondaki oranları(%) (2006-2007)

Buğdaygiller		Mera Kesimleri			Ortalama
		Açık Kesim	Seyrek Kesim	Kapalı Kesim	
<i>Festuca ovina</i>	2006	1.37	7.18	1.52	3.36
	2007	2.36	1.82	2.72	2.30
	Ort.	1.87 B	4.50 A	2.12 B	2.83
<i>Poa bulbosa</i>	2006	1.31	7.18	1.20	3.23 B
	2007	2.36	17.44	2.26	7.35 A
	Ort.	1.84 B	12.31 A	1.73 B	5.29
Buğdaygiller ¹ Toplamı	2006	32.79	42.05	77.46	50.77
	2007	43.38	29.80	80.56	51.25
	Ort.	38.09 B	35.93 B	79.01 A	51.01

¹*Agropyron intermedium, Agrostis stolonifera, Avena elatior, Bromus inermis, Bromus sp., Bromus tectorum, Dactylis glomerata, Koeleria cristata, Phleum montana, Poa pratensis, Poa sp.*

Baklagiller		Açık Kesim	Seyrek Kesim	Kapalı Kesim	Ortalama
<i>Trifolium pratense</i>	2006	3.21	13.79	2.72	6.57 A
	2007	1.50	6.54	1.36	3.13 B
	Ort.	2.36 B	10.17 A	2.04 B	4.85
Baklagiller ² Toplamı	2006	18.32	33.33	8.05	19.90
	2007	10.09	26.16	9.05	15.10
	Ort.	14.21 B	29.75 A	8.55 B	17.50

²*Astragalus sp., Coronilla varia, Lotus corniculatus, Trifolium ambigum, Trifolium aureum, Trifolium alpestre, Trifolium hybridum, Trifolium medium, Trifolium montanum, Trifolium repens, Trifolium sp., Trifolium tricocephalum, Vicia sp.,*

Diğer Familyalar		Açık Kesim	Seyrek Kesim	Kapalı Kesim	Ortalama
Diğer Familyalar ³	2006	48.82	24.62	14.47	29.30
	2007	46.61	43.97	10.41	33.66
	Ort.	47.72 A	34.30 B	12.44 B	31.48

³*Achillea bieberstini, Achillea millefolium, Alchemilla caucasica, Alysum murale, Carex sp., Carum carvi, Centaurea sp., Cirsium tauricum, Descurainia sophia, Eromopoa persica, Fragaria vesca, Galium verum, Helianthus nummularia, Helyscricum pallasii, Helyscricum sp., Luzula multiflora, Muscari caucasicum, Pilosella hoppeana, Pilosella echioides, Plantago lanceolata, Plantago atrata, Polygonum bistorta, Potentilla recta, Poterium sp., Prunella vulgaris, Rosa rupirel, Rumex acetosella, Seleranthus perennis, Senecio sp., Sideritis sp., Silene sp., Taraxacum crepidiforme, Teucrium polium, Teucrium sp., Trogopogon sp, Vaccinium myrtillus*

* Farklı harfle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark %1'de önemlidir.

(Koç, 1995). Botanik kompozisyonda uzun boylu bitkilerin oranının artmasıyla gölgelenmeye bağlı olarak koyun yumağının tür kompozisyonunda azalması beklenen bir durumdur. Nitekim Hoffmann et al. (2001) koyun yumağının yüksek boylu bitkiler ile ışık yönünden rekabet edemeyeceğini kaydetmiştir. Kyriazopoulos et al. (2006) ağaç yoğunluğu ile birlikte gölgeleme arttıkça alt vejetasyonda çok yıllık buğdaygillerin azaldığını ve tek yıllık buğdaygillerin arttığını tespit etmişlerdir. Bu da kapalı kesimde koyun yumağı ve yumrulu salkımotunun azalması ve tek yıllık buğdaygil türlerinin artmasının toplam buğdaygillerin yoğunluğunun artmasının sebebinin açıklamaya (istatistiki karşılaştırma için açık alanda tek yıllık buğdaygiller yeteri ölçüde temsil edilmemesinden veri sunulamamıştır) katkı sağlamaktadır. Yıllar arasında ortaya çıkan değişimde ise iklimin yıllar arasında farklı seyir

izlemesinden kaynaklanması muhtemeldir. Zira sonbaharda kuraklık nedeniyle yeterli sürgün vermeyen serin mevsim buğdaygilleri ertesi yıl daha az sürgün vermekte ve sonuçta botanik kompozisyonda daha düşük oranda temsil edilmektedir (Koç, 2001). Nitekim seyrek kesimde ikinci yılda koyun yumağı oranındaki belirgin azalışın olması bu durumdan kaynaklanmış olabilir. Zira ilk yılda Ekim ayının sonuna kadar belirgin bir yağış düşmemiştir. Yumrulu salkım otundaki aynı kesimde ortaya çıkan artışta ise bitkinin vejetatif yolla (bulbilleri ile) çoğalması etkili olabilir. Nitekim bu bitki bütün kesimlerde artış sergilemiş olmakla birlikte yüksek düzeyde tür bileşenine iştirak ettiği seyrek kesimde en yüksek artış sergilemiştir. Bitkinin erkenci olması (Bakoğlu vd., 1999) ve ilkbahardaki kısa süreli nemli dönemi etkin değerlendirerek kendine avantaj sağlaması ikinci yıldaki bu artışta etkili olabilir.

Kesimlere göre baklagil yoğunluğunun değişmesinde gölgelemenin en etkili faktör olduğu söylenebilir. Zira toprak ve iklim özellikleri benzer olan sahada kullanım yönünden de ciddi bir farklılık yoktur. Barbour et al. (1987) artan bitki boyunun kısa boylu bitkileri ışık yönünden olumsuz rekabet ortamına ittiği yönündeki görüşleri bu ifadeyi desteklemektedir. Baklagiller bakımından tür kompozisyonunda çayır üçgülü ve nemi seven diğer baklagiller açık ve seyrek kesimde oldukça yoğun olmuştur. Bu durum çalışma sahasının toprak nemi ve gölgeleme ile ilişkili olabilir. Çayır üçgülü gün ışığının yaklaşık %6'sı kadar gölgelemeye toleransa sahip olup alt vejetasyonlarda yoğun olarak yer alabilmektedir (USDA, 2010). Nitekim araştırma sahasında seyrek alanda yüksek baklagil yoğunluğu bu durumu destekler niteliktedir. İstatistiki olarak değerlendirmeye alınmamış olmakla birlikte seyrek kesimde diğer üçgüllerin de yoğun olması bu kesimde baklagil oranının yoğun olmasında etkili olmuştur.

Diğer familyaların botanik kompozisyona katılım oranı en yüksek açık kesimde, en düşük kapalı kesimde gerçekleşmiştir. Bu durum diğer familya bitkilerinin ışığa tepkileriyle ilgili olabilir. Nitekim McKenzie et al. (2000) kapalılık arttıkça alt vejetasyonda geniş yapraklıların sıklığında ve çeşitliliğinde azalma olduğunu, bununla ışıklanma ile ilgili olduğuna vurgu yapmışlardır. Açık

kesimde geniş yapraklıların yoğun olmasında ise, otlatmanın yılın belirli döneminde kontrollü şartlarda yapılması etkili olabilir. Zira geniş yapraklılar otlatmaya buğdaygiller kadar dayanıklı değildir (Gökkuş ve Koç, 2001).

Botanik kompozisyona katılan türlerin katkıları bölgede yapılan diğer çalışmalara göre oldukça farklıdır. Bu durum açık kesimde otlatmanın kontrollü yapılması, yağışın fazlalığı, toprak ve saha faktörlerindeki farklılıkla izah edilebilir. Kapalı ve seyrek kesimdeki farklılıkta ise açık kesimdeki farklılıklara ilaveten gölgelemenin (Naumburg et al., 2001; Harrington, 2006 ve Koukoura and Kyriazopoulos, 2007) ve çam ağaçlarının allelopatik etkisinin olması da (Singh et al., 1999) beklenen bir durumdur.

Toprağı Kaplama Oranı

Mera kesimlerinde toprağı kaplama oranları bakımından her iki çalışma yılında da çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir. Yılların ortalamasına göre toprağı kaplama oranları açık kesimde %33.65, seyrek kesimde %21.65 ve kapalı kesimde ise %18.40 olmuştur. Araştırmanın her iki yılında da açık kesimin bitki örtüsünün diğer iki kesime göre daha sık olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Araştırma sahasında bütün kesimlerde ikinci yılda ilk yıla göre bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı daha düşük olmuştur.

Çizelge 2. Otsu bitki örtüsünün mera kesimlerinde toprağı kaplama oranları

		Mera Kesimleri			
		Açık Kesim	Seyrek Kesim	Kapalı Kesim	Ortalama
TKO	2006	38.20	26.10	22.98	29.09 A
	2007	29.10	17.20	13.81	20.03 B
Ortalama		33.65 A	21.65 B	18.40 B	24.56

* Farklı harfle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark %1'de önemlidir.

Araştırma sahasında otlatma yoğunluğu yönünden ciddi farklılık olmamakla birlikte bitki örtüsünün sıklığındaki bu farklılığı gölgeleme ve üst vejetasyondaki çamların allelopatik etkisiyle izah etmek mümkündür (Singh et al., 1999). Zira artan gölgelemeye bağlı olarak tür çeşitliliği ve bitki sıklığının azaldığı yapılan birçok araştırmada (Naumburg et al., 2001; Harrington, 2006; Kyriazopoulos et al., 2006; Koukoura and Kyriazopoulos, 2007) ortaya konulmuştur. Kapalı kesimde toprağı kaplama oranındaki azalmanın gölgeleme ve allelopatik etkiye ilaveten, otlatmanın da olumsuz etkisinin olması muhtemeldir. Çünkü gölgede yetişen bitki örtüleri açık alandakiler kadar otlatmaya dayanıklı değildirler (Watkinson et al., 2001, Harris et al., 2003, Kyriazopoulos et al., 2006). İkinci yılda ortaya çıkan azalmada ise bir

önceki yılın sonbaharının kurak geçmiş olmasından kaynaklanması muhtemeldir. Nitekim sonbaharda buğdaygillerin yeterli sürgün vermediği yıllarda koyun yumağı gibi bitkiler vernalize olamadığı için daha az sürgün vermekte ve bitki örtüsünün dip kalma alanı belirgin şekilde azalmaktadır (Koç, 2001).

Mera Kalite Derecesi, Durum Sınıfı ve Sağlığı

Mera kalite derecesi yılların ortalamasına göre seyrek kesim 53.21 kalite derecesi ile en yüksek değere sahip olurken, kapalı kesim 32.16 kalite derecesi ile en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 3).

Orman içi mera alanları diğer mera alanlarına göre daha korunaklı alanlar olsa da mera durum sınıfının düşük veya orta çıkması, yakın köy ve

mahalle hayvanları tarafından ağır otlatma yapıldığını ortaya çıkarmaktadır. Mevcut kalite puanlarına göre yapılan mera durum sınıfı ve

sağlığı sınıflamasında seyrek kesim “sorunlu iyi”, açık kesim “riskli orta”, kapalı kesim ise “sorunlu orta” sınıfta yer almıştır.

Çizelge 3. Mera kesimlerine ait kalite derecesi, durum sınıfı ve mera sağlığı değerleri

		Mera Kesimleri			
		Açık Kesim	Seyrek Kesim	Kapalı Kesim	Ortalama
Mera Kalite Derecesi	2006	42.86	60.66	25.50	43.01
	2007	41.80	45.76	38.81	42.10
	Ort.	42.33 B	53.21 A	32.16 C	42.56
Mera Durum Sınıfı ve Sağlığı	2006	Riskli Orta	Sorunlu İyi	Sorunlu Orta	
	2007	Sorunlu Orta	Sorunlu Orta	Sorunlu Orta	
	Ort.	Riskli Orta	Sorunlu İyi	Sorunlu Orta	

* Farklı harfle işaretlenen ortalamalar arasındaki fark %1’de önemlidir.

Çalışma sahasında açık kesimde tür sayısı fazla olmasına karşılık, seyrek kesimde mera kalite derecesi ve buna bağlı olarak durum sınıfının yüksek olması botanik kompozisyondaki farklılıkla ilgilidir. Nitekim lezzetliliği yüksek bol yem üreten bir bitki mera kalite puanına olumlu katkı yaparken, yem değeri olmayan bitkilerin mera kalite puanına katkısı olmamaktadır (Holechek et al., 2004; Koç vd., 2003a ve Gökkuş ve Koç, 2001). Dolayısıyla tür çeşitliliğinin fazla olması mera durum sınıfının da yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Seyrek kesimde mera kalite puanının yüksek çıkması çayır üçgülü yoğunluğunun fazla olmasından, kapalı kesimde mera kalite puanının düşük çıkması ise tek yıllık buğdaygillerin yüksek oranda botanik kompozisyonda yer almalarından kaynaklanmış olabilir. Çünkü bu bitkiler mera durumu sınıflamasında “istilacı” olarak değerlendirilmektedir (Holechek et al., 2004). Açık kesimde mera durumunun orta çıkmasında meranın kontrollü otlatılmasının etkisi olabilir. Araştırma sahasına hayvan girişi, Orman İşletme Müdürlüğü’nün iznine bağlı olduğundan genelde haziran ayından önce bu izin verilmemektedir. Bu dönemde ise bitkiler vejetatif gelişmenin ileri safhalarına ulaşmaktadır. Otlatmanın geç kalmasından dolayı uzun boylu bitkiler kısa boylu arzulanan bitkileri ışığa rekabet yönünden baskı altına alabilir. Nitekim bölgede yapılan çoğu çalışmada baskın bitki olarak kaydedilen (%23.4) koyun yumağının kompozisyondaki oranı açık kesimde yok denecek kadar az olması (%1.87), yine mera kalite derecesine olumlu katkıda bulunan ak üçgül, gazal boynuzu gibi kısa boylu türlerin oranının az olması bu düşüncüyü desteklemektedir. Otlatma baskısının az olması durumunda mera durum sınıfının yüksek olması beklenir. Fakat

araştırma sahasının geçmiş kullanımı hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ancak bölgede yapılan erken ve ağır otlatmaların meraların temel problemi olduğu yapılan benzer çalışmalarda da (Okatan, 1987; Gençkan vd., 1990 ve Koç ve Gökkuş, 1993) vurgulanmıştır.

Özellikle seyrek kesimdeki mera durum sınıfının ülkemizde yapılan birçok çalışmaya göre yüksek çıkmış olması, orman içi meralarda hayvan giriş ve çıkışlarının kontrol altında olması, diğer meralar kadar otlatmanın olumsuzluğundan fazla etkilenmemesinden kaynaklanabilir. Bundan dolayı orman içi meralar diğerlerine göre daha yüksek mera kalite derecesine sahip olmaktadır. Nitekim orman içi meralarda çalışan Uluocak (1978) ve Okatan (1987)’in bulguları da bu ifadeyi desteklemektedir. Diğer yandan orman altı meralarda, sadece otsu tabakaya ait sonuçlardan yola çıkarak Koç vd. (2003a)’nin belirttiği kriterlere göre mera sağlığı sınıflamasının çok isabetli sonuç vermeyeceği ifade edilebilir. Mera sağlığındaki temel kriterlerden birisi erozyona karşı toprağı koruyan bitki örtüsünün sıklığı olup, üst vejetasyonun olduğu yerlerde sağlık sınıflaması yapılırken üst örtünün de dikkate alınması veya toprakta erozyon izinin araması gibi alternatifler göz önünde bulundurulmadan sağlık sınıfı değerlendirmesi yapılmamalıdır.

Benzerlik İndeksi

Mera kesimlerinin bitki örtülerinin en yüksek benzerlik oranı ortalama %47.5 ile açık ve seyrek ağaçlık mera kesimleri arasında kaydedilirken, en düşük ortalama benzerlik oranı seyrek ağaçlık ve kapalı kesim arasında (%31.5) gözlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı mera kesimlerinin benzerlik indeksleri (%)

		Mera Kesimleri		
		Açık-Seyrek	Açık-Kapalı	Seyrek-Kapalı
Benzerlik İndeksleri	2006	46	42	33
	2007	49	43	30
	Ortalama	47.5	42.5	31.5

Kesimler arasında ortaya çıkan bu farklılığın ağaç sıklığı ile ilgili olarak bitki örtüsünün tür kompozisyonunda ortaya çıkan farklılık etkili olmuştur. Çünkü benzerlik oranı ortak değerlerin tamamının bir ifadesidir. Dolayısıyla botanik kompozisyonda farklılığa sebep olan faktörlerin benzerlik indeksinde de farklılığa sebep olması beklenen bir durumdur. Nitekim yörede yapılan çalışmalarda (Koç, 1995; Koç et al., 2003b; Sürmen, 2004) da benzer sonuçlar alınmış ve farklılığın temel sebebi olarak kullanım ve saha faktörleri arasındaki farklılığa dikkat çekilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman içi ve altı otsu tabakanın hayvansal üretimde değerlendirilmesi bölge insanının ekonomik kazancını artırması açısından önemlidir. Ancak bu alanlarda sürdürülebilir kullanım planlarının yapılabilmesi için mevcut durumun ortaya konulması gerekir. Bu amaçla planlanan çalışma sonuçları diğer mera alanlarındaki kadar olmasa da ele alınan orman içi meralarda da tahribatın varlığını göstermektedir. Zira iklimaksa göre yapılan mera durum sınıflamasında bu alanlarda mera durum sınıfının orta olduğu görülmektedir. Bu durumda doğru zamanda doğru otlatma kapasitesi ile bu alanların otlatılmasını sağlayacak otlatma planlarının yapılması ve mevcut biyoçeşitliliği korumak ve hatta geliştirilmesine katkı sağlayacak ıslah tedbirlerinin bilimsel esaslara dayanarak ortaya konulmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Adams, B.W., Wilms W.D., Smoliak S., Wroe R.A., 1986. Range It's Nature and Use. Alberta Forestry, Land and Wildlife Public Lands Division, Alberta. 23 p.

Anonim, 2012. Tarım Verileri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 11 Nisan 2015)

Anonim, 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. Tebliğ No: 299, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları, No:163, İzmir.

Avcıoğlu, R., Tung T., Akbari N., Özel N., 1996. Seferihisar Yöresi Orman içi ve Orman Kenarı Doğal Meralarının Islahı Olanakları Üzerinde Ön Araştırmalar. Orman Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No:2, İzmir, 49 s.

Bakır, Ö., 1970. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Arazisinde Bir Mera Etüdü. Ankara Üniv. Ziraat Fak. No: 382, Bilimsel Araş. ve İnc. No: 232, Ankara, 123 s.

Bakır, Ö., 1987. Çayır-Mera Amenajmanı. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:992, Ders Kitabı No: 292, Ankara, 362 s.

Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999. Erzurum Yöresi Çayır ve Meralarındaki Yaygın Bitki Türlerinin Ömür Uzunluğu, Çiçeklenmeye Başlama Tarihi ve Ot Kalitesi ile İlgili Bazı Özellikler. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (1999) Ek Sayı 4: 951-957.

Barbour, M.G., Burk J.H., Pitts W.D., 1987. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publ., Co., Inc., 634 p.

Gençkan, M.S., Avcıoğlu R., Soya H., Doğan O.O., 1990. Türkiye meralarının kullanımı, korunması ve geliştirilmesine ilişkin sorunlar ve çözüm yolları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 3. Tek. Kong, 8-12 Ocak, Ankara, s: 53-61.

Gökkuş, A., Koç, A., 1991. Alpin meralar: ekolojisi, vejetasyon yapısı ve önemi. Tarımda Kaynak, 2 (2-3): 43-47.

Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 2000. Çayır-Mer'a Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, No:142, 139 s.

Gökkuş, A., Koç, A., 2001. Mera ve Çayır Yönetimi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ders. No: 228, Erzurum, 329 s.

Harrington, T.B., 2006. Plant Competition, Facilitation, and Other Overstory-Understory Interactions in Longleaf Pine Ecosystems. Chapter 5. In: Jose, Shibu; Jokela, Eric J.; Miller, Deborah L., eds. The Longleaf Pine Ecosystem Ecology, Silviculture, and Restoration. Springer, pp: 135-156.

Harris, A.T., Asner G.P., Miller M.E., 2003. Changes in vegetation structure following

- long-term grazing in pinyon-juniper ecosystems: integrating imaging spectroscopy and field studies. *Ecosystems*, 6: 368-383.
- Hart, K.H., 1978. Stocking rate theory and its application to grazing on rangelands. In *Proc.1st Int. Rangeland Cong. Colorado*, pp: 547-550.
- Herbel, C.H., Pieper R.D., 1991. Grazing Management. In *Semiarid Lands and Deserts: Soil Resources and Reclamation* (Ed. J. Skujin), Marcel Dekker, Inc. 361-385 p.
- Hoffmann, M., Kowarsch, N., Bonn, S., Isselstein, J., 2001. Management for biodiversity and consequences for grassland productivity. *Grassland Science in Europe*, 6: 113-116.
- Holechek, J.L., Cole K.A., Frisher J.T., Valdez R., 2003. *Natural Resources Ecology Economics and Policy*. Prentice Hall, N.J., 761 p.
- Holechek, J.L., Pieper R.D., Herbel C.H., 2004. *Range Management: Principles and Practicies*. Prentice Hall, New Jersey, 607 p.
- Koç, A. ve Gökkuş, A. 1993. Mer'a idaresinde bitki hayvan ilişkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 24: 185-201.
- Koç, A., 1995. Topoğrafya ile Toprak Nem ve Sıcaklığının Mera Bitki Örtülerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. *Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. Anabilim Dalı (Doktora Tezi)*, Erzurum.
- Koç, A., 2001. Autumn and spring drought periods affect vegetation on high elevation rangelands of Turkey. *Rangeland Ecology and Management, Journal of Range Management Archives*, 54 (5): 622-627.
- Koç, A., Gökkuş A., Altın M., 2003a. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Ekim 2003, Diyarbakır*, s: 13-17.
- Koç, A., Çomaklı B., Öztaş T., 2003b. Variations in properties of the vegetation between topographic positions of high altitude rangelands of Turkey. *Grassland Science in Europe*, 8: 613-616.
- Koç, A., Erkovan, H.İ., Schacht, W.H. 2013. Meralar için ekolojik alan tanımlama ve mera sağlığı sınıflama esasları. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi*, 3: 10-13 Eylül, Konya, s: 188-195.
- Koukoura, Z., Kyriazopoulos A., 2007. Adaptation of herbaceous plant species in the understorey of *Pinus brutia*. *Agroforestry Systems*, 70 (1): 11-16.
- Kramer, K., Groot Bruinderink G.W.T.A., Prins H.H.T., 2006. Spatial interactions between ungulate herbivory and forest management. *Forest Ecology and Management*, 226 (1-3): 238-247.
- Kyriazopoulos, A., Fotiadis G., Nastis A.S., 2006. Shading effects of trees on the understorey species composition and floristic diversity. In *Proc. 5th Panhellenic Rangel. Congr., Crete*, 1-3 Nov. 2006, pp: 119-124.
- Le Brocq, A.F., Goodhew K.A., Zammit C.A., 2009. Overstorey tree density and understorey regrowth effects on plant composition, stand structure and floristic richness in grazed temperate woodlands in eastern Australia. *Agric., Ecosystems and Environ.*, 129: 17-27.
- Mayer, A. C., Stöckli, V., Konold, W., Kreuzer, M., 2006. Influence of cattle stocking rate on browsing of Norway spruce in subalpine wood pastures. *Agroforestry Systems* 66: 143-149.
- McKenzie, D., Halpern C.B., Nelson C.R., 2000. Overstorey influences on herb and shrub communities in mature foresta of Western Washington, USA. *Can J. For Res*, 30: 1655-1666.
- Morecroft, M.D., Taylor M.E., Ellwood S.A., Quinn S.A., 2001. Impacts of deer herbivory on ground vegetation at wytham woods, Central England. *Forestry* 74 (3): 251 – 257.
- Naumburg, E., DeWald L.E., Kolb T.E., 2001. Shade responses of five grasses native to Southwestern U.S. *Pinus ponderosa* forests. *Canadian Journal of Botany* 79:1001-1009.
- Okatan, A., 1987. Trabzon Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. *T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Gen. Müd. No: 664, Seri No: 62, Ankara*, 290 s.
- Sharrow, S.H., Brauer, D., Clason, T.R., 2009. Silvopastoral practices. In H.E. "Gene" Garrett, *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice* (105-130). Madison, WI: America Society of Agronomy.
- Singh, H.P., Kohli, R.K., Batish, D.R., Kaushal, P.S., 1999. Allelopathy of gymnospermous trees. *Journal of Forest Research*, 4(3): 245.
- Soil Survey Laboratory Staff, 1992. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. USDA-SCS. Soil Survey Investigations Report No: 42.
- Sürmen, M., 2004. Yerleşim Yerinden Uzaklığa Göre Kümbet Köyü (Erzurum) Mera Bitki Örtüsünün Değişimi. *Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)*. Erzurum.
- Tekeli, S., Mengül, Z., 1991. Orman içi merada topoğrafyanın botanik kompozisyona ve verim üzerine etkisi. *Türkiye II. Çayır-Mera*

- ve Yembitkileri Kongresi, 28-31 Mayıs 1991, İzmir, s: 139-149.
- Uluocak, N., 1978. Kırklareli Yöresi Orman içi Mera Vejetasyonunun Nitelikleri ve Bazı Kantitatif Analizleri. İstanbul Üniv. No: 2407, O. F. No: 253, İstanbul, 116 s.
- USDA, 2010. Plant Guide. Red Clover (*Trifolium pratense* L.), Natural Resources Conservation Service Plant Materials Program, United States Department of Agriculture https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_trpr2.pdf (Erişim Tarihi: 15 Mart 2019).
- Watkinson, A.R., Riding, A.E., Cowie, N.R., 2001. A community and population perspective of the possible role of grazing in determining the ground flora of ancient woodlands. *Forestry*, (74): 231-239.
- White, M.R., Pieper R.D., Donart G.M., Trifaro L.W., 1991. Vegetital response to short duration and continous grazing in Southcentral New Mexico. *J. Range Manage*, (44): 399-403.



Ayva (*Cydonia oblonga* Miller) Meyvesi ile Farklı Ambalaj ve Sıcaklıklarda Depolanan Ayva Reçelinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi

Melek ZOR^{a,*}  Memnune ŞENGÜL^b 

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: melekzor79@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.590938

Geliş Tarihi (Received): 11.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 01.11.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Bu çalışmada ayva (*Cydonia oblonga* Miller) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Meyveye ait toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, kül ve protein oranları sırasıyla %17,11, %14,00, %0,42 ve %0,77; toplam şeker ve sakaroz miktarları ise %9,52 ve %1,9 olarak belirlenmiştir. Ayrıca meyvenin 11,81 mg/100 g düzeyinde C vitamini içerdiği ve toplam fenolik madde miktarının 15,69 µg GAE/mg olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite β-karoten ağartma yöntemi ile, meyvede %20 olarak belirlenmiştir. 4±2 °C'de ve 20±2 °C'de cam kavanoz ve plastik ambalajlarda 6 ay depolanan reçel örneklerinde analizler 0. (başlangıç), 3. ve 6. aylarda yapılmış olup, depolama sıcaklığı; kuru madde, suda çözünür kuru madde, titrasyon asitliği ve *L* değeri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili bulunmuştur. Ambalaj tipinin suda çözünür kuru madde, kül, protein, toplam şeker, invert şeker ve sakaroz miktarı üzerine istatistiki olarak çok önemli (P<0,01), toplam kuru madde miktarı üzerine ise önemli düzeyde (P<0,05) etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi açısından örnekler değerlendirildiğinde depolama süresinin; kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH, titrasyon asitliği, invert şeker miktarları ve *a*, *b* değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli seviyede (P<0,01) etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, Ayva, *Cydonia oblonga*, Reçel, Toplam fenolik madde

Some Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit and Quince Jam Stored in Different Packaging and at Different Temperatures

ABSTRACT: In this study, some physical and chemical properties, total phenolic contents and antioxidant activities of quince fruit and quince jam were searched. The total dry matter, soluble solid, ash and protein content of the fruit were 17,11%, 14%, 0,42% and 0,77% total sugar was 9,52%, total sugar ve sucrose levels were determined as 9,52% and 1,29%. In addition, the fruit contained 11,81 mg/100 g of vitamin C, the total phenolic content was found to be 15,69 µg GAE/mg. The β-carotene bleaching method was used to determine the antioxidant activity at 20%. Jam samples in glass jars and plastic case had been stored at 4±2 °C and 20±2 °C for 6 months were analyzed at 0 (start), 3rd and 6th months. Storage temperature was found to be statistically significant (P<0,01) on dry matter, water soluble dry matter, titratable acidity and *L* value. It was determined that the packaging type was very significant (P<0,01) on water soluble dry matter, ash, protein, total sugar, reducing sugar and sucrose amount and it was found to be significantly (P<0,05) on total dry matter amount. When the samples are evaluated in terms of storage period; dry matter, water soluble dry matter, pH, titratable acidity, invert sugar levels, *a* and *b* values were found to be statistically significant (P<0,01).

Keywords: Antioxidant activity, Quince, *Cydonia oblonga*, Jam, Total phenolic content

GİRİŞ

Yumuşak çekirdekli meyveler grubundan olan ayva (*Cydonia oblonga* Miller), Rosaceae familyasının Pomoidea alt familyasına ait meyve ağacının altın sarısı renkteki, hoş kokulu meyvesidir (Stojanović et al., 2017). Anayurdu Kuzey Batı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi çevresi ve Kuzey Anadolu (Açıkgöz ve Poyraz, 2006) olan ayvanın milattan önceki yıllarda Anadolu'dan Yunanistan ve Roma'ya getirildiği ve 650'li yıllarda Yunanistan'da

yetiştiriciliğinin yapıldığı bildirilmektedir (Bolat ve İkinci, 2015). Ayva için en uygun iklim, ılıman deniz iklimidir ve yetiştirmek için en uygun toprak türü, killi topraktır. Meyvenin hasadı ekim ayının sonunda yapılmakta olup uygun koşullarda şubat ve mart aylarına kadar depolanabilmektedir (Özbek, 1978).

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre ülkemizde 2015 yılında 112900 ton, 2016 yılında 126400 ton ve 2017 yılında 174038 ton ayva meyvesi

üretimiştir. Ayva üretiminde İstanbul, Sakarya ve Bursa illeri ilk sıralarda yer almakta olup, Erzurum'da ise 2015 yılında 380 ton, 2016 yılında 272 ton ve 2017 yılında 389 ton ayva üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2018).

Ayva meyvesi iri, yuvarlak, geniş karınlı ve sapa doğru daralan bir meyvedir. Ayvalar, meyve şekli dikkate alınarak elma biçiminde (maliformis) ve armut biçiminde (pyriformis) olmak üzere iki gruba ayrılmakta ve ülkemizde genellikle armut biçiminde olanlar yetiştirilmektedir (Özbek, 1978). Armut biçimli ayvalarda meyve eti yumuşaktır ve daha az taş hücreleri içermektedir. Elma biçimindeki ayvaların ise en belirgin özelliği meyvelerin kuru, meyve etinin sert ve armut biçimindekilere göre daha aromatik olmalarıdır (Winter et al., 1974). Ayva meyvesinin bilinen çeşitleri Ekmek, Şeker, Limon, Tekkeş, Bardak ve Kara Ali'dir (Yılmaz ve Fenercioğlu, 2008).

Ayva, organik asitler, ham lif, potasyum, fosfor ve kalsiyum mineralleri ve antioksidan özellik gösteren fenolik bileşenlerce zengin bir meyvedir (Silva et al., 2002a; Fattouch et al., 2007; Rodriguez-Guisado et al., 2009; Magalhaes et al., 2009). Bu meyve ve yaprakları halk arasında yatıştırıcı, ateş düşürücü, ishal iyileştirici, öksürük önleyici olarak ve çeşitli deri hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (De Tommasi et al., 1996). Ayva meyvesi ve yapraklarının kardiyovasküler hastalıkların ve astımın tedavisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Yıldırım et al., 2001). Ayrıca ayvanın, içerdiği biyolojik aktif bileşenler sayesinde antioksidan, antimikrobiyal ve antiülseratif etki gösterdiği rapor edilmektedir (Oliveira et al., 2008; Stajanovic et al., 2017). Serbest radikalleri gidererek lipid metabolizmasını etkili bir şekilde düzenleyen ayvanın, hiperlipideminin önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir değere sahip olduğu belirtilmektedir (Umar et al., 2015). Uygur Türklerinin geleneksel olarak hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıkların tedavi ve önlenmesinde ayvayı kullandıkları bildirilmektedir (Zhou et al., 2014). Ayvada bulunan fenolik maddelerin hem kan damarlarında hem de gastrointestinal sistem üzerine faydalarının olduğu saptanmıştır (Hamauzu et al., 2006). Ayva fenoliklerinin gribe karşı antiviral etki gösterdiği tespit edilmiştir (Hamauzu et al., 2005).

Reçel, yaş veya kuru meyveler ile bazı çiçekler ya da bitki dokularının (Cemeroğlu, 2018) mahalli usul ve adetlere göre glukoz, şeker-glukoz karışımı veya meyve şekeri ile belirli koyuluğa kadar

kaynatılmasıyla hazırlanan üründür (Yılmaz ve Fenercioğlu, 2008). Yöresel olarak birçok reçel çeşidi, küçük aile işletmelerinde uzun yıllardır yapılmakta iken, günümüzde modern fabrikalarda ticari üretime başlanmıştır. Reçel, genelde kahvaltıda tüketilmek üzere hazırlanan enerji verici tatlı bir yiyecektir (Baysal, 2000). En az %60-65 çözünür kuru madde içermesi ve kuru maddenin çoğunun şekerden oluşması nedeniyle önemli bir enerji kaynağıdır. Ortalama %70,1 şeker içeren 100 g reçel 368 kcal vermektedir (Yılmaz ve Fenercioğlu, 2008). Fazla enerjiye ihtiyacı olan ve ağır işte çalışanlar için ideal bir gıda maddesi olan reçelin, üretildiği meyveye göre farklı çeşit ve miktarlarda mineral madde içeriğinden dolayı, besleyici değeri de yüksektir (Baysal, 2000).

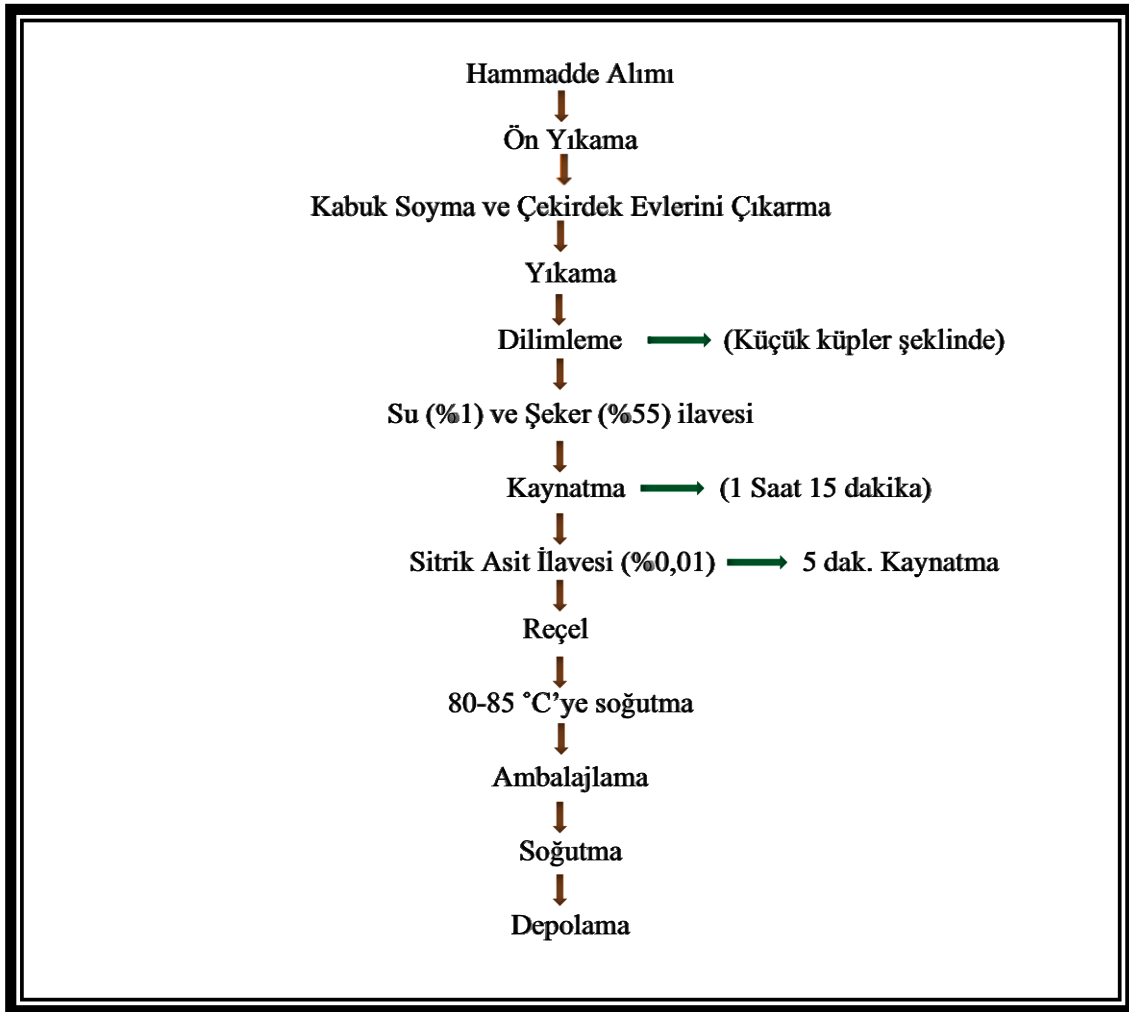
Yapılan bu çalışmada ayva meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarının tespit edilmesine ilaveten; farklı depolama süreleri, depolama sıcaklığı ve ambalaj tiplerinin ayva reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkisinin araştırılması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma materyali olarak Erzurum piyasasından temin edilen ayva meyvesi kullanılmıştır. Meyveler reçel üretilinceye kadar +4 °C' de muhafaza edilmiştir. Reçel üretimi TS 4188 Ayva Reçeli Standardı'na göre yapılmıştır (Anonim, 2010). Reçel üretimi şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Üretilen reçeller 80-85 °C'ye kadar soğutulduktan sonra steril edilmiş 1/4'lük kavanozlara ve 1/4'lük plastik kaplara silme doldurularak, kapakları hemen kapatılmış ve cam kavanozlar ters çevrilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan cam ve plastik ambalajlı reçeller sayısal olarak ikiye bölünerek, analizler için bir kısmı 4±2 °C'de ve bir kısmı da 20±2 °C'de muhafaza edilmiştir. Tüm kitleyi temsil edecek şekilde alınan meyve, metoda göre gerekli ön işlemler yapıldıktan sonra analizlerde kullanılmıştır. Reçelerde ise şansa bağlı olarak seçilen reçel örneği her analizden önce iyice karıştırılarak ve meyve dilimleri parçalanarak homojen hale getirildikten sonra analizlerde kullanılmıştır. Kapağı açılan örnekler, her bir analiz süreci sonuna kadar 4±2 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Ayva reçeli üretim akış şeması

Metot

Ayva meyvesinde ve reçel örneklerinde toplam kuru madde (TKM), suda çözünür kuru madde (SÇKM), kül, toplam şeker, indirgen şeker, sakaroz, pH, titrasyon asitliği (Keleş, 1983; Cemeroğlu, 1992), mikro Kjeldahl yöntemiyle protein tayini (Mc Gill and Figueiredo, 1993) ve ayva örneklerinde C vitamini (Keleş, 1983; Cemeroğlu, 1992) analizleri yapılmıştır. Meyve ve reçel örneklerinde üç boyutlu renk ölçümü esasına dayanan minolta kolorimetre (Chroma Meter, CR-200, Japan) cihazı ile renk yoğunluğu ölçülmüştür (Anonymous, 1979). Yapılan ölçümlerde;

L; 0=siyah, 100=beyaz (koyuluk /açıklık), (Y) ekseninde

a; +a kırmızı, -a yeşil, (X) ekseninde

b; +b sarı, -b mavi (Z) ekseninde renk yoğunluklarını ifade etmektedir.

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi analizleri için örneklerin ekstraksiyonu

Ayva, küçük parçalara doğranarak su içeriği %10'un altına düşünceye kadar 50 °C'de kurutma dolabında kurutulmuş ve öğütülmüştür. Reçel örnekleri ise bir parçalayıcı yardımıyla homojen hale getirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için 10 mg ayva veya reçel örneği üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş ve 30 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra karışım filtre kâğıdından süzülerek elde edilen filtrat analiz edilinceye kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Bu ekstraktlar fenolik madde ve antioksidan aktivitesi tayininde kullanılmışlardır.

Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarı Folin- Ciocalteu yöntemi ile tespit edilmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılmış ve gallik asit ile hazırlanan grafikten faydalanılarak örneklerin fenolik madde miktarı gallik

asit eşdeğeri (μg GAE/mg örnek) olarak hesaplanmıştır (Gulcin et al., 2002).

Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için β -karoten ağartma metodu kullanılmıştır (Kaur and Kapoor, 2002). Bir deney tüpüne 800 μl örnek ekstraktı 200 μl saf su 3 ml β -karoten/linoleik asit çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmış ve hemen ilk ölçüm spektrofotometrede 470 nm dalga boyunda yapılmıştır. İlk absorbans ölçümü sonrasında örnekler 50 °C'lik su banyosuna koyularak 100 dakika inkübe edilmiştir. Bu sürede her 10 dakikada bir ölçüm tekrarlanmıştır. Kör olarak β -karoten çözeltisi katılmadan hazırlanan emülsiyon kullanılmıştır. Standart madde olarak 200 mg/L'lik bütül hidroksi anisol (BHA) kullanılmıştır. İndirgeme oranı (DR) ve antioksidan aktivite (AA) aşağıdaki (1) ve (2) nolu formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$DR_{\text{örnek, kontrol, standart}} = \ln(a/b)/t \quad (1)$$

$$AA = \frac{(DR_{\text{kontrol}} - DR_{\text{örnek ya da standart}})}{DR_{\text{kontrol}}} \times 100 \quad (2)$$

Formülde; a; 470 nm'deki ilk absorbans değerini, b; 470 nm'de 90 dakika sonundaki absorbans değerini ve t ise zamanı ifade etmektedir.

İstatistik analiz

Araştırma, 1 ürün (reçel), 2 ambalaj materyali (cam ve plastik), 2 farklı depolama sıcaklığı (4 \pm 2 °C ve 20 \pm 2 °C) ve 3 farklı depolama süresi (başlangıç, 3. ay ve 6.ay) olmak üzere (1x2x2x3) Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Deneme verileri SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur (SPSS Inc., 1999). Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ayva meyvesinin özellikleri

Ayva meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı Çizelge 1'de verilmiştir.

Meyvelerin kuru madde miktarları genelde %15-20 arasında değişmektedir (Cemeroğlu, 2018). Ayva meyvesinin bileşimi incelendiğinde %17,11 toplam kuru madde ve %14,00 suda çözünür kuru madde içerdiği belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında ayva meyvesinde TKM miktarının %18-24 (Yılmaz, 2007), SÇKM miktarlarının ise; %12,17-16,13 (Şen vd., 1993), %13,75-15,80 (Ercisli et al., 1999), %10,20 (Ercan vd., 1992), %12-15 (Cemeroğlu, 1982) ve %15-22 (Yılmaz, 2007) değerleri arasında olduğu

görülmektedir. Yapılan çalışmada ayvanın kül miktarı %0,42 ve protein miktarı %0,77, pH değeri 3,35 ve titrasyon asitliği %0,74 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Ayvanın kül miktarını Üzümcü (2002) %0,40 ve Yılmaz (2007) %0,17-0,39 olarak tespit etmişlerdir. Şen vd. (1993) ayva meyvesinde pH değerlerini 3,06-3,30, Ercisli et al. (1999) 3,79-4,06 ve Yılmaz (2007) 2,96-3,15 olarak belirlemişlerdir. Yapılan çeşitli çalışmalarda ayvanın titrasyon asitliği değerleri %0,60-1,29 (Suçiyama et al., 1991), %0,81-1,29 (Şen vd., 1993), %0,79-2,06 (Ercisli et al., 1999) ve %0,99-1,40 (Yılmaz, 2007) olarak tespit edilmiştir. Ayva meyvesinin invert şeker miktarı %8,23, sakaroz miktarı %1,29 ve toplam şeker miktarı %9,52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Ercisli et al. (1999) ayvada invert şeker miktarını %8,15-9,31, Suçiyama et al. (1991) %8,44, Yılmaz (2007) ise 126,01-176,64 g/kg olarak belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada belirlenen sakaroz miktarı Ercisli et al. (1999)'nin elde ettiği sonuçlardan düşüktür, bunun nedeninin çeşit farklılığı olabileceği düşünülmektedir. Legua et al. (2013) dokuz ayva çeşidi üzerine yaptıkları bir çalışmada çeşitler arasında farklılıklar olduğunu saptamışlardır. Üzümcü (2002)'ye göre ayva meyvesinin toplam şeker miktarı %6,50 ile %12,08 arasında değişmektedir. Ayva meyvesine ait L, a ve b değerleri ise sırasıyla; 74,85-2,32 ve 38,53 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Günlük ihtiyaç miktarı 30-45 mg arasında değişen C vitamini (Cemeroğlu, 2018) ayva meyvesinde 11,81 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ayva meyvesi ile yapılan çalışmalarda C vitamini miktarları; 2,15- 16,50 mg/100 g (Ercisli et al., 1999), 14 mg/100 g (Cemeroğlu, 1982), 15 mg/100 g (Üzümcü, 2002) ve 0,37-1,69 mg/100 ml (Yılmaz, 2007) olarak tespit edilmiş olup, yapılan çalışmanın önceki araştırma sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, β -karoten ağartma yöntemi kullanılarak belirlenen antioksidan aktivite ayva meyvesinde %20 düzeyinde, fenolik madde miktarı 15,69 μg GAE/mg olarak tespit edilmiştir. Ayva meyvesinin antioksidan aktivitesinin standart antioksidan olarak kullanılan BHA'nın antioksidan aktivitesinden (%61,46) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Silva et al. (2004) ayva meyvesinin fenolik asitler, flavonoidler ve organik asitler yönünden iyi bir kaynak olduğunu tespit etmişlerdir. Yedi farklı ayva çeşidinin fenolik profilinin belirlendiği bir çalışmada ayvanın etli kısmının 11,7-268,3 mg/kg, kabuk kısmının 243,5-1738,6 mg/kg toplam fenolik madde içerdiği tespit edilmiştir (Silva et al., 2002a). İki çeşit ayvanın antioksidan aktivitelerini Hamauzu et al. (2006) DPPH yöntemi ile 4,65-6,46 mg/100 mL olarak saptamışlardır.

Çizelge 1. Ayva meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı

Özellikler	Miktarlar
Kuru madde (%)	17,11
Suda çözünür kuru madde (%)	14,00
Kül (%)	0,42
Protein (%)	0,77
pH	3,35
Titrasyon asitliği (%)	0,74
İnvert şeker (%)	8,23
Sakaroz (%)	1,29
Toplam şeker (%)	9,52
C vitamini (mg/100g)	11,81
Toplam fenolik madde (μg GAE/mg)	15,69
Antioksidan aktivitesi (%)	20,00
<i>L</i> değeri	74,85
<i>a</i> değeri	-2,32
<i>b</i> değeri	38,53

García-Alonso et al. (2004) yaptığı bir çalışmada, ayvanın antioksidan aktivitesi TEAC yöntemi ile 170 μmol TE/g olarak bulunmuştur. Başka bir araştırmada DPPH radikaline karşı IC₅₀ değeri 68,8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ olarak belirlenmiştir (Pacífico et al., 2012).

Depolama süresince reçellerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler

Reçel örneklerinin depolama sürelerine, depolama sıcaklıklarına ve ambalaj tipine ait varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Reçel örneklerinin başlangıçta KM, SÇKM, kül, protein, pH, titrasyon asitliği, toplam şeker, invert şeker, sakaroz, ile *L*, *a* ve *b* değerleri sırasıyla %70,53, %67,77, %0,10, %0,26, 3,13, %0,36, %60,28, %39,54, %20,24, 35,91, 8,20 ve 12,35 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). TS 4188 Ayva Reçeli Standardı (Anonim, 2010)’na göre ayva reçelinin SÇKM miktarı %68 olmalıdır. Yapılan bu araştırmada üretilen ayva reçeli SÇKM açısından TS 4188’e uygundur (Çizelge 2). Yılmaz (2007), yaptığı

çalışmada ayva reçellerinde KM, SÇKM, kül, pH, titrasyon asitliği, invert şeker, toplam şeker miktarlarını sırasıyla, %69,73-74,96, %66, %0,07-0,15, 3,32-3,48, 0,21-0,39 g/100 ml, 174,40-230,40 g/kg, 644,16-651,18 g/kg olarak belirlemiştir. Reçelde iyi bir jel oluşumu için pH değerinin 3,0-3,5 arasında olması gerekmektedir (Kılıç vd., 1987). TS 4188 Ayva Reçeli Standardı (Anonim, 2010)’na göre ise ayva reçelinin pH değerinin 2,8-3,6 arasında olması gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada reçel örneklerinin pH değerlerinin 3,32-3,48 arasında ve TS 4188’e uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre reçel örneklerinin KM miktarları üzerine depolama sıcaklığı, süresi ($P<0,01$) ve ambalaj tipi ($P<0,05$) istatistiki olarak önemli düzeyde etki göstermiştir. Reçellerin KM miktarları 20 \pm 2°C’de depolananlarda, 4 \pm 2°C’de depolananlardan; plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçellerde ise cam ambalajda muhafaza edilenlerden daha yüksek olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Reçel örneklerinin varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Özellik	Depolama Süresi (A)				Depolama Sıcaklığı (B)			Ambalaj Tipi (C)		AxB	AxC	BxC
	0	3	6	6	4 ± 2 °C	20 ± 2 °C	Plastik	Cam	F	F	F	
KM (%)	70,53 ^{b(***)}	69,51 ^{c(***)}	72,71 ^{a(***)}	70,74 ^{b(***)}	71,08 ^{a(***)}	70,99 ^{a(***)}	70,83 ^{b(***)}	70,83 ^{b(***)}	15,16 ^{**}	47,92 ^{**}	54,75 ^{**}	
SÇKM (%)	67,77 ^{a(***)}	67,47 ^{c(***)}	67,63 ^{b(***)}	67,63 ^{a(***)}	67,51 ^{b(***)}	67,66 ^{a(***)}	67,48 ^{b(***)}	67,48 ^{b(***)}	0 ^{**}	0 ^{**}	0 ^{**}	
Kül (%)	0,10 ^{a(ns)}	0,96 ^{a(ns)}	0,82 ^{a(ns)}	0,93 ^{a(ns)}	0,95 ^{a(ns)}	0,90 ^{b(***)}	0,98 ^{a(***)}	0,98 ^{a(***)}	0,83 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,94 ^{ns}	
Protein (%)	0,26 ^{a(ns)}	0,24 ^{a(ns)}	0,25 ^{a(ns)}	0,22 ^{a(ns)}	0,18 ^{a(ns)}	0,22 ^{a(***)}	0,18 ^{b(***)}	0,18 ^{b(***)}	0,04 [*]	3,43 [*]	6,89 ^{ns}	
pH	3,13 ^{b(***)}	2,85 ^{c(***)}	4,69 ^{a(***)}	3,60 ^{a(ns)}	3,51 ^{a(ns)}	3,68 ^{a(ns)}	3,60 ^{a(ns)}	3,60 ^{a(ns)}	163,69 ^{**}	8,94 ^{**}	4,93 ^{ns}	
Titrasyon asitliği (%)	0,36 ^{a(***)}	0,18 ^{c(***)}	0,35 ^{b(***)}	0,30 ^{a(***)}	0,29 ^{b(***)}	0,33 ^{a(ns)}	0,30 ^{a(ns)}	0,30 ^{a(ns)}	13,23 ^{**}	108,4 ^{**}	27,94 ^{**}	
Toplam şeker (%)	60,28 ^{a(***)}	59,15 ^{b(***)}	59,74 ^{b(***)}	59,59 ^{a(ns)}	59,85 ^{a(ns)}	59,43 ^{b(***)}	60,02 ^{a(***)}	60,02 ^{a(***)}	0,13 ^{ns}	0,39 ^{ns}	12,56 ^{**}	
İnvert Şeker (%)	39,54 ^{a(***)}	38,17 ^{c(***)}	38,79 ^{b(***)}	38,66 ^{b(***)}	39,01 ^{a(***)}	39,19 ^{a(***)}	38,48 ^{b(***)}	38,48 ^{b(***)}	12,33 ^{**}	0,11 ^{ns}	10,73 ^{**}	
Sakaroz (%)	20,24 ^{a(ns)}	20,98 ^{a(ns)}	20,95 ^{a(ns)}	20,77 ^{a(ns)}	20,67 ^{a(ns)}	20,07 ^{b(***)}	21,37 ^{a(***)}	21,37 ^{a(***)}	1,24 ^{ns}	0,85 ^{ns}	25,27 ^{**}	
L	35,91 ^{b(***)}	36,19 ^{a(***)}	35,27 ^{b(***)}	35,11 ^{b(***)}	36,47 ^{a(***)}	35,62 ^{b(***)}	35,96 ^{a(***)}	35,96 ^{a(***)}	1,27 ^{ns}	8,0 ^{**}	3,15 ^{ns}	
a	8,20 ^{a(***)}	8,15 ^{b(***)}	8,13 ^{b(***)}	8,11 ^{a(ns)}	8,21 ^{a(ns)}	8,27 ^{a(***)}	8,05 ^{b(***)}	8,05 ^{b(***)}	12,54 ^{**}	1,75 ^{ns}	18,29 ^{**}	
b	12,35 ^{a(***)}	12,24 ^{b(***)}	12,74 ^{a(***)}	12,29 ^{a(ns)}	12,60 ^{a(ns)}	12,28 ^{a(ns)}	12,60 ^{a(ns)}	12,60 ^{a(ns)}	1,99 ^{ns}	3,29 ^{ns}	2,14 ^{ns}	

*Depolama süresi, depolama sıcaklığı ve ambalaj tipi kendi içerisinde aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. P<0,05 düzeyinde önemli. **P<0,01 düzeyinde çok önemli. nsP>0,05 önemsiz

Bunun muhtemel sebebi cam kavanozların kapaklarının plastik ambalajlara göre daha sıkı kapatılması ve bunun sonucu olarak oda sıcaklığında plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçellerden su kaybının olmasıdır. Bu yüzden reçel vb. gıdaların kapakları iyi kapatılabilen cam ambalajlarda depolanması gerekmektedir. Marmelat ve pulpların depolanması ile ilgili yapılan çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiştir (Kökösmanlı ve Keleş, 2000).

Reçellerin SÇKM miktarı üzerine depolama sıcaklığı, süresi ve ambalaj tipi istatistiki olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. SÇKM miktarları plastik ambalajlarda depolananda daha yüksek olmuştur. Bu durumun sebebi hermetik olarak kapatılan cam ambalajlarda su kaybının olmaması, plastik kaplarda muhtemel su kaybı olması ve bunun da kuru madde ve SÇKM miktarında nispi bir artışa sebep olması olabilir. Protein miktarı üzerine ambalaj tipi istatistiki olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. Plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçel örneklerinin, cam ambalajlarda muhafaza edilenlere göre daha fazla miktarda protein içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu durum plastik ambalajlardaki su kaybının protein miktarında nispi bir artışa yol açmış olmasından kaynaklanabilir. Titrasyon asitliği değerleri üzerine depolama sıcaklığı ve süresi istatistiki olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) etki etmiştir, ambalaj tipi ise etkili olmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 2).

Ambalaj tipi sakaroz, invert şeker ve toplam şeker miktarına önemli düzeyde ($P<0,01$) etki etmiştir (Çizelge 2). Plastik ambalajda muhafaza edilen reçellerin invert şeker miktarlarının cam ambalajda muhafaza edilenlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Plastik ambalajlardaki hermetikliğin sağlanamamasından kaynaklanan su kaybının dolayısıyla kuru madde artışının, invert şeker miktarında da nispi artışa sebep olduğu düşünülebilir. Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarına göre 20 ± 2 °C'de muhafaza edilen reçellerin invert şeker miktarları 4 ± 2 °C'de muhafaza edilenlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$). İntert şeker sakarozun enzimatik ya da asit ve ısının etkisiyle glukoz ve früktoza parçalanmasıyla oluşmaktadır (Cemeroğlu, 2013). Oda sıcaklığında depolanan örneklerde depolama sıcaklığı ve reçeldeki asitler nedeniyle inversiyon yavaşta olsa gerçekleştiğinden dolayı bu örneklerde invert şeker miktarı buzdolabında muhafaza edilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 3. ayında asitlik artmış, pH düşmüştür. pH değerlerindeki bu düşüşün de invert

şeker oluşumunu katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Touati et al. (2014) kayısı reçelinde depolama sırasında meydana gelen früktoz artışına sakarozun hidrolizinin sebep olduğunu bildirmiştir.

Depolama süresi, örneklerin L , a ve b değerlerine istatistiki olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. Plastik ambalaj materyalinde muhafaza edilen reçellerin L ve a değerlerinin cam ambalajlarda muhafaza edilen reçel örneklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Yani, plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçellerin renklerinin daha koyu ve daha kırmızı olduğu anlaşılmaktadır. Reçelde renk; pişirme ve depolamada uygulanan ısı işlemin süresi ve derecesine, meyve çeşidi, olgunluk derecesi, toplam asit, şeker ve su içeriği ile yakından ilişkilidir (Artık, 1988). Wicklund et al. (2005), çilek reçellerini farklı sıcaklıklarda depolamış ve 4 °C'de muhafaza edilen reçellerin L , a ve b değerlerinin 20 °C'de muhafaza edilenlerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Çilek reçelinin farklı sıcaklıklarda depolanması üzerine yapılan çalışmada 4 °C'de depolamanın renk ve pigment stabilitesini koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Patras et al., 2011; Holzwarth et al., 2013). Yapılan başka bir çalışmada nar reçeli 5 °C ve 25 °C'de karanlık ve aydınlık ortamda depolanması ile düşük sıcaklık ve karanlık ortamın renk kalitesini olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Melgarejo et al., 2011). Kayısı reçelinin stabilitesinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada yine 5 °C'de depolanan örneklerin 25 °C ve 37 °C'de depolanan örneklerden daha stabil olduğu saptanmıştır (Touati et al., 2014). Yapılan çalışmada elde edilen sonuçların önceki araştırmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Reçellerin toplam fenolik madde miktarı üzerine depolama süresi istatistiki olarak önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olurken, depolama sıcaklığı ve ambalaj tipi istatistiki olarak etkili olmamıştır. Yapılan araştırmada başlangıçta reçellerin fenolik madde miktarı $8,18$ µg GAE/mg olarak belirlenmiştir. Reçel örneklerinin toplam fenolik madde miktarının 3. ayda başlangıca göre azaldığı, 6. ayda ise 3. aya göre biraz arttığı belirlenmiştir. Depolamanın dut pekmezinin fenolik madde miktarı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 6 ay sonunda pekmezlerin toplam fenolik madde miktarlarının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Gungor and Sengul, 2007). Reçel örneklerinin depolama süresine, depolama sıcaklıklarına ve ambalaj tipine göre fenolik madde miktarlarına ve antioksidan aktivitesine ait varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Reçel örneklerinin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivitelerine ait varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

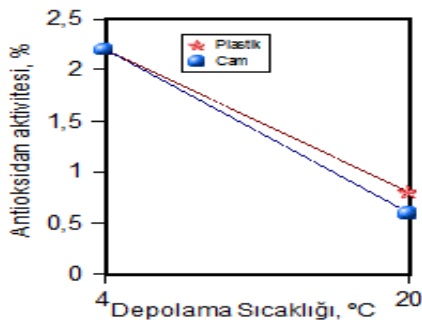
Özellik	Depolama Süresi			Depolama Sıcaklığı			Ambalaj Tipi			AxB	AxC	BxC
	0	3	6	4 ± 2°C	20 ± 2°C		Plastik	Cam	F	F	F	
Toplam Fenolik Madde (µg GAE/mg)	8,18 ^{a(**)}	4,60 ^{c(**)}	5,80 ^{b(**)}	6,36 ^{a(ns)}	6,03 ^{a(ns)}		6,13 ^{a(ns)}	6,25 ^{a(ns)}	3,33 ^{ns}	4,44*	5,44*	
Antioksidan Aktivite (%)	4,90 ^{a(**)}	2,94 ^{b(**)}	1,88 ^{c(**)}	3,38 ^{a(**)}	3,09 ^{b(**)}		3,28 ^{a(**)}	3,20 ^{b(**)}	97,01**	105,46**	397,12**	

*Depolama süresi, depolama sıcaklığı ve ambalaj tipi kendi içerisinde aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. P<0,05 düzeyinde önemli. **P<0,01 düzeyinde çok önemli. ^{ns}P>0,05 önemsiz

Yapılan literatür taramalarında ayva reçelinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmaların olduğu (Silva et al., 2000; Silva et al., 2002b; Silva et al., 2004; Ferreira et al., 2004; Silva et al., 2006) ancak depolanması ile ilgili bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Ayva nektarının farklı sıcaklıklarda depolandığı bir çalışmada fenolik madde miktarının depolama ile azaldığı ve bu azalmaya sıcaklığın önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Oğraşıcı, 2010). Ayva suyu 6 ay süre ile iki farklı sıcaklıkta depolanmış ve özellikle polifenolik bileşiklerin miktarında önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Wojdyło et al., 2014).

Reçellerin antioksidan aktiviteleri depolama sıcaklığı, süresi ve ambalaj tipine göre istatistiki olarak önemli düzeyde ($P < 0,01$) farklı olmuştur. Depolamanın başlangıcında reçellerin antioksidan aktivitesinin standart antioksidan olarak kullanılan BHA'nın antioksidan aktivitesinden (%61,46) oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Reçel örneklerinin antioksidan aktivitesi depolama süresince azalmıştır. Ayrıca, plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçellerin antioksidan aktivitesi, cam ambalajlarda muhafaza edilenlerden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteyi fenolik maddeler ile C vitamini, tokoferol, pigmentler ve bu fitokimyasallar arasındaki sinerjik etki artırabilmektedir (Sengul et al., 2009).

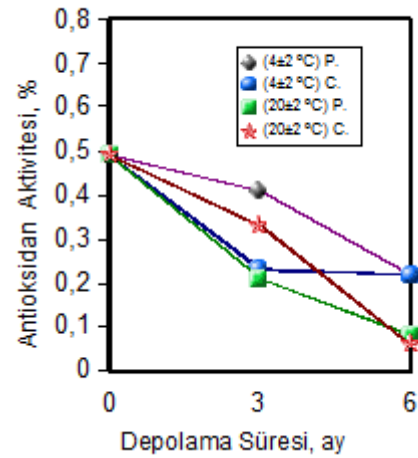
Antioksidan aktivite üzerine ambalaj tipi ve depolama sıcaklığı interaksiyonunun etkisi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Reçel örneklerinin antioksidan aktivitesi üzerine ambalaj tipi x depolama sıcaklığı interaksiyonunun etkisi

Şekil 2'de görüldüğü gibi, 4 ± 2 °C'de muhafaza edilen reçellerin, 20 ± 2 °C'de muhafaza edilenlerden daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir.

Antioksidan aktivite üzerine depolama sıcaklığı ve depolama süresi interaksiyonunun etkisi Şekil 3'de verilmiştir. Yapılan çalışmada depolama süresince genelde reçel örneklerinin antioksidan aktivitelerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Reçel örneklerinin antioksidan aktivitesi üzerine depolama sıcaklığı x depolama süresi interaksiyonunun etkisi

Wicklund et al. (2005), çilek reçelinde 4 ± 2 °C'de depolanan örneklerin antioksidan aktivitesinin, 20 ± 2 °C'de depolananlardan yüksek olduğunu rapor etmiştir. Farklı bir çalışmada, ahududu reçelinin 6 ay depolanması sonunda antioksidan aktivite sergileyen bir bileşik olan elajik asit oranının %20 azaldığı saptanmıştır (Zafrilla et al., 2001). Dut pekmezinin depolanmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada da 20 ± 2 °C'de depolanan pekmezlerde antioksidan aktivitesinde depolama süresince azalma olduğu belirtilmiştir (Gungor and Sengul, 2007). Farklı reçellerin depolandığı çalışmalarda düşük sıcaklıklarda antioksidan aktivitenin daha az etkilendiği saptanmıştır (Aaby et al., 2007; Howard et al., 2010; Kamiloglu et al., 2015). Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar daha önceki araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmada, hiçbir katkı maddesi ilave edilmeden üretilen ayva reçeli 6 aylık depolama süresince farklı ambalaj (cam ve plastik) ve sıcaklıklarda (4 ± 2 °C ve 20 ± 2 °C) depolanarak, depolama süresince (0., 3. ve 6. aylarda) reçellerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Reçel örneklerinin antioksidan aktivitesinin 4 ± 2 °C'de muhafaza edilenlerde 20 ± 2 °C'de muhafaza edilenlerden daha iyi korunduğu ve depolama süresince antioksidan aktivitenin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, plastik ambalajlarda muhafaza edilen reçellerin cam ambalajlarda muhafaza edilenlere göre antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak elde edilen diğer sonuçlar reçel örneklerinin

incelenen özelliklerinin cam ambalajda plastik ambalaja göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Genelde reçel gibi şeker içeriği yüksek olan gıdalar oda şartlarında muhafaza edilmesine rağmen; yapılan çalışmada 4±2 °C’de muhafaza edilen reçel örneklerinin kristallenmediği ve 20±2 °C’de muhafaza edilenlere göre incelenen özelliklerin daha iyi korunduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aaby, K., Wrolstad, R.E., Ekeberg, D., Skrede, G., 2007. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; Impact of achene level and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 5156-5166.
- Açıkgöz, Ç., Poyraz, Z., 2006. Ayva meyvesinden (*Cydonia vulgaris Pers.*) pektin ekstraksiyonu ve kimyasal karakterizasyonu. *D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12: 27-34.
- Anonim, 2010. Ayva Reçeli Standardı, TS 4188, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1979. DIN, 6174, Farbmtrische Bestimmung van Farbab Standen bei Körperfarben nach der. CIELAB Formol. Beuth Vertrieb GmbH., Berlin 30, Köln 1,1.
- Artık, N., 1988. Isıl işlemin meyvelerde neden olduğu değişiklikler. *Gıda*, 13 (4): 245-252.
- Baysal, A., 2000. Genel Beslenme, Hatipoğlu Yayınları, No: 18 Ankara. 222 s.
- Bolat, İ., İkinci, A., 2015. Eşme ayva (*Cydonia oblonga* Miller) çeşidinin GAP Bölgesindeki performansı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19 (1): 16-23.
- Cemeroğlu, B., 1982. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Teknik Basım Sanayii Matbaası, Ankara. 309 s.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. *Biltav Yayınları*, Ankara. 381 s.
- Cemeroğlu, B., 2013. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, 3. Baskı, Ankara. 480 s.
- Cemeroğlu, B., 2018. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Bizim Grup Basımevi, Ankara. 707 s.
- De Tommasi, N., De Simone, F., Pizza, C., Mahmood, N., 1996. New tetracyclic sesterpenes from *Cydonia vulgaris*. *Journal of Natural Product*, 59: 267-270.
- Ercan, N., Özvardar, S., Gönülşen, N., Baldıran, E., Önal, K., Karabıyık, N., 1992. Ege bölgesine uygun ayva çeşitlerinin saptanması. 1.Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim 1992, İzmir. s: 27-30.
- Ercisli, S., Guleryuz, M., Esitken, A., 1999. A study on the fruit properties of native quince cultivars in Oltu. *Anadolu*, 9: 32-40.
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N., Cabras, P., 2007. Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal agricultural Food Chemistry*, 55: 963-969.
- Ferreira, I.M.P.L.V.O., Pestana, N., Alves, M.R., Mota, F.J.M., Reu, C., Cunha, S., Oliveira, M.B.P.P., 2004. Quince jam quality: microbiological, physicochemical and sensory evaluation. *Food Control*, 15: 291-295.
- García-Alonso, M., Pascual-Teresa, S.D., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C., 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84: 13-18.
- Gulcin, I., Oktay, M., Kufrevioglu, Ö.İ., Aslan, A., 2002. Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria Islandica* (L) ach. *J. Ethnopharmacology*, 79: 325-329.
- Gungor, N., Sengul, M. 2008. Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*. 11: 44-52.
- Hamauzu, Y., Yasui, H., Inno, T., Kume, C., Omanyuda, M., 2005. Phenolic profile, antioxidant property, and anti-influenza viral activity of chinese quince (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.), quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and apple (*Malus domestica* Mill.) fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 928-934.
- Hamauzu, Y., Inno, T., Kume, C., Irie, M., Hiramatsu, K., 2006. Antioxidant and antiulcerative properties of phenolics from chinese quince, quince, and apple fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 5: 765-772.
- Holzwarth, M., Korhummel, S., Siekmann, T., Carle, R., Kammerer, D.R., 2013. Influence of different pectins, process and storage conditions on anthocyanin and colour retention in strawberry jams and spreads. *LWT-Food Science and Technology*, 52: 131-138.
- Howard, L.R., Castrodale, C., Brownmiller, C., Mauromoustakos, A., 2010. Jam processing and storage effects on blueberry polyphenolics and antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.*, 58: 4022-4029.
- Kamiloglu, S., Pasli, A.A., Ozcelik, B., Camp, J.V., Capanoglu, E., 2015. Colour retention, anthocyanin stability and antioxidant capacity in black carrot (*Daucus carota*) jams and marmalades: Effect of processing, storage conditions and in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Functional Foods*, 13: 1-10.
- Kaur, C., Kapoor, H.C., 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian

- vegetables. *International Journal of Food Sci.*, 37: 153-161.
- Keleş, F., 1983. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuvar Notları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum. 7 s.
- Kılıç, O., Başoğlu, F., Çopur, U., Etel, M., 1987. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:24, Bursa. 212 s.
- Kökösmanlı, M., Keleş, F., 2000. Erzurum'da yetiştirilen kıvılcık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi. *Gıda*, 25 (4): 289-298.
- Legua, P., Serrano, M., Melgarejo, P., Valero, D., Martínez, J.J., Martínez, R., Hernandez, F., 2013. Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. *Scientia Horticulturae*, 154: 61-65.
- Magalhaes, A.S., Silva, B.M., Pereira, J.A., Andrade, P.B., Valentao, P., Carvalho, M. 2009. Protective effect of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit against oxidative hemolysis of human erythrocytes. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 1372-1377.
- Mc Gill, W.B., Figueiredo, C.T., 1993. Total nitrogen. Chapter 22. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Edited by: Martin R.Carter. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida. 201-211.
- Melgarejo, P., Martínez, R., Hernández, F.C.A., Martínez, J.J., Legua, P., 2011. Anthocyanin content and colour development of pomegranate jam. *Food and Bioproducts Processing*, 89: 477-481.
- Oğraşıcı, E., 2010. Ayva Nektarında Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara. 68 s.
- Oliveira, A.P., Pereira, J.A., Andrade, P.B., Valentao, P., Seabra, R.M., Silva, B.M. 2008. Organic acids composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf. *Food Chemistry*, 111: 393-399.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yay., No: 128, Adana. 485 s.
- Pacifico, S., Gallicchio, M., Fiorentino, A., Fischer, A., Meyer, U., Stintzing, F.C., 2012. Antioxidant properties and cytotoxic effects on human cancer cell lines of aqueous fermented and lipophilic quince (*Cydonia oblonga* Mill.) preparations. *Food and Chemical Toxicology*, 50: 4130-4135.
- Patras, A., Brunton, N.P., Tiwari, B.K., Butler, F., 2011. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food Bioprocess Technol.*, 4: 1245-1252.
- Rodriguez-Guisado, I., Hernandez, F., Melgarejo, P., Legua, P., Martínez, R., Martínez, J.J. 2009. Chemical, morphological and organoleptical characterisation of five Spanish quince tree clones (*Cydonia oblonga* Miller). *Scientia Horticulturae*, 122: 491-496.
- Sengul, M., Yıldız, H., Gungor, N., Cetin, B., Eser, Z., Ercisli, S., 2009. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 22 (1): 102-106.
- Silva, B.M., Andrade, P.B., Mendes, G.C., Valentão, P., Seabra, R.M., Ferreira, M.A., 2000. Analysis of phenolic compounds in the evaluation of commercial quince jam authenticity. *Agric. Food Chem.*, 48: 2853-2857.
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Ferreres, F., Domingues, A. L., Seabra, R.M., Ferreira, M.A., 2002a. Phenolic profile quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller) (Pulp and Peel). *Journal of Agricultural and Food Chem.*, 50: 4615-4618.
- Silva, B.M., Andrade, P.B., Mendes, G.C., Seabra, R.M., Ferreira, M.A. 2002b. Study of the organic acids composition of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit and jam. *Journal of Agricultural and Food Chem.*, 50: 2313-2317.
- Silva, M.B., Andrade, P.B., Valentao, P., Ferreres, F., Seabra, M.R., Ferreira, A.M., 2004. Quince (*Cydonia Oblonga* Miller) fruit (Pulp, Peel and Seed) and jam: antioxidant activity, *Food Chem.*, 52: 4705-4712.
- Silva, B.M., Andrade, P.B., Martins, R.C., Seabra, R.M., Ferreira, M.A., 2006. Principal component analysis as tool of characterization of quince (*Cydonia oblonga* Miller) jam. *Food Chemistry*, 94: 504-512.
- SPSS Inc. 1999. *Statistical package for the social sciences SPSS ver. 10.0 for Windows*. Chicago, IL.
- Stojanović, B., Mitic, S.S., Stojanović, G.S., Mitic, N.M., Kostic, D.A., Paunovic, D.Đ., Arsic, B.B., Pavlovic, A.N., 2017. Phenolic profiles and metal ions analyses of pulp and peel of fruits and seeds of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Food Chemistry*, 232: 466-475.
- Suqiayama, N., Roemer, K. and Bünemen, G., 1991. Sugar patterns of exotic fruits from the Honnover market, Germany. *Gartenbauwissenschaft*, 56 (3): 126-129.
- Şen, S.M., Karadeniz, T. ve Balta, F., 1993. Tirebolu (Harkköyü) yöresinde yetiştirilen önemli mahalli ayva çeşitlerinin morfolojik ve pomolojik

- özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniv. Zir. Fak. Derg., 3 (1-2): 205-219.
- Touati, N., Tarazona-Diaz, M.P., Aguayo, E., Louaileche, H., 2014. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. Food Chemistry, 145: 23-27.
- TÜİK, 2018. Bitkisel üretim istatistikleri, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 6 Ocak 2019)
- Umar, A., Iskandar, G., Aikemu, A., Yiming, W., Zhou, W., Begaud, B., Moore, N., 2015. Effects of *Cydonia oblonga* Miller leaf and fruit flavonoids on blood lipids and anti-oxydant potential in hyperlipidemia rats. Journal of Ethnopharmacology, 169: 239-243.
- Üzümcü, O., 2002. Meyve Suyu Üretimi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, <http://www.suleymandevceci.com/arsiv/kimyasalteknolojiler/msuyuuretimi.pdf>. (Erişim tarihi: 9 Mayıs 2019)
- Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfor, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., Haffner, K., 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. LWT, 38: 387-391.
- Winter, F., Janssen, H., Kennel, W., Link, H. and Silbereisen, R., 1974. Lucas'Anleitung, Zum Obstbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 522 p.
- Wojdyło, A., Teleszko, M., Oszmiański, J., 2014. Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. Food Chemistry, 152: 261-270.
- Yıldırım, A., Oktay, M., Bilaloğlu, V. 2001. The antioxidant activity of the leaves of *Cydonia vulgaris*. Turkish Journal of Medical Sciences. 31: 23-27.
- Yılmaz, M., 2007. Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana. 41 s.
- Yılmaz, M., Fenercioğlu, H., 2008. Pozantı tarımsal araştırma ve uygulama merkezinde yetiştirilen ayvaların reçele işlenmeye uygunlukları üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 17-4.
- Zafrilla, P., Ferreres, F., Francisco, A., 2001. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*). Jams. Food Chem., 49: 3651-3655.
- Zhou, W., Abdusalam, E., Abliz, P., Reyim, N., Tian, S., Aji, Q., Issak, M., Iskandar, G., Moore, N., Umar, A., 2014. Effect of *Cydonia oblonga* Mill. fruit and leaf extracts on blood pressure and blood rheology in renal hypertensive rats. Journal of Ethnopharmacology, 152: 464-469.



Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as Food Toxicant in Smoked Fishes

Emel ÖZ 

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum, Turkey
e-mail: emel.oz@atauni.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.583996

Geliş Tarihi (Received): 28.06.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 20.08.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ABSTRACT: Fish plays important role in human nutrition and health due to its nutritional value. On the other hand, fresh fish is perishable material because of its high moisture content. Therefore, various methods are used to maintain and extend the shelf life of fish. Smoking is one of the most common food preservation methods in fish processing. However, wood smoke used in the smoking process contains hazardous chemical compounds like polycyclic aromatic hydrocarbons. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are organic compounds consisting of two or more fused aromatic rings. Epidemiological studies have shown that a number of PAHs are mutagenic and/or carcinogenic. Therefore, it is needed more information about PAHs found and/or formed in smoked fishes. In the present review, the structure and toxicity of PAHs, the factors that affect PAH concentration and the studies conducted in this context, and legal limits about PAHs in smoked fishes were reviewed.

Keywords: Food toxicant, Smoking, Fish, Carcinogenicity, Mutagenicity

Tütsülenmiş Balıklarda Gıda Toksikantı Olarak Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

ÖZ: Balık, sahip olduğu besin değeri nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında önemli rol oynamaktadır. Diğer taraftan taze balık, yüksek su içeriği nedeniyle kolay bozulabilir bir materyaldir. Bu nedenle, balığın raf ömrünü korumak ve uzatmak amacıyla çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Tütsüleme, balık işlemede en yaygın kullanılan gıda muhafaza yöntemlerinden biridir. Ancak tütsüleme prosesinde kullanılan odun dumanı, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) gibi bazı zararlı bileşikler içermektedir. PAH'lar iki veya daha fazla kaynaşmış aromatik halkadan oluşan organik bileşiklerdir. Epidemiyolojik çalışmalar, bazı PAH'ların mutajenik ve/veya karsinojenik olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, tütsülenmiş balıkta bulunan ve/veya oluşan PAH'lar hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Bu derlemede PAH'ların yapısı ve toksisitesi, tütsülenmiş balıklarda PAH'ların oluşumunu etkileyen faktörler, bu bağlamda yapılan çalışmalar ve tütsülenmiş balıklardaki PAH'ların yasal sınırları derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gıda toksikantı, Tütsüleme, Balık, Karsinojenlik, Mutajenlik

INTRODUCTION

Functional compounds found in foods include anticholesterolemic, antioxidant, antivirals, antimutagens and anticarcinogens. On the other hand, many chemical compounds that are mutagenic and carcinogenic have been found in foods. Therefore, foods are responsible for the prevention and treatment of certain diseases, as well as the emergence of certain diseases (Sun et al., 2019).

Epidemiological and toxicological studies have shown that nutrition is clearly associated with health problems such as coronary heart disease, stroke, certain types of cancer, diabetes and atherosclerosis. Therefore, nutrition is very important for human health. The nutritional benefits of fish relate to the content of protein (high-quality protein and essential amino acids), fat content (fatty acid composition, especially omega-3 fatty acids), as well as minerals and vitamins (Domingo, 2016). However, fish spoils easily due to its high moisture content, nutritional

value, low connective tissue content and neutral pH (Gokoglu, 2019). Therefore, it is considered as highly perishable material, when left unprocessed (Turhan et al., 2013; Slamova et al., 2017). Smoking is one of the oldest methods widely used in the preservation of fish. In fish processing technology, smoking process is used not only for its taste and aroma, but also for inactivating effect of smoke on enzymes and microorganisms (Simko, 2002; Slamova et al., 2017). On the other hand, smoking of fishes may cause the formation of some mutagenic and/or carcinogenic compounds such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (Stolyhwo and Sikorski, 2005).

PAHs or polyarenes are organic compounds consisting of two or more fused aromatic rings without any heteroatom or substituent (Plaza-Bolanos et al., 2010). To date, 660 different PAHs have been identified (Stolyhwo and Sikorski, 2005). More than

160 PAHs were found in nature, but United States - Environmental Protection Agency (EPA) selected only 16 of them as primary contaminants (Chen and Chen, 2001). Thus, it is needed more about information about these food toxicants.

The objective of the present review is to give information about PAHs contamination and/or formation in smoked fishes. Therefore, in the present study, the structure and toxicity of PAHs, the factors affecting the formation of PAHs in smoked fish, the studies conducted in this context, and the legal limits about PAHs in smoked fishes were presented.

Structure, mutagenicity and carcinogenicity of PAHs

PAHs can be classified into two groups according to their relative molecular weight and the number of benzene rings: light and heavy PAHs. The compounds containing 2-4 aromatic rings are called as “light” PAHs, while the compounds containing

more than four rings are known as “heavy” PAHs (Sun et al., 2019). All PAHs are high lipophilic, non-polar compounds and solid at room temperature and their general characteristics are high melting and boiling point, and very little water solubility (Chen and Chen, 2005; Plaza-Bolanos et al., 2010). On the other hand, heavy PAHs are more toxic and stable compounds than the light PAHs (Purcaro et al., 2013).

The carcinogenicity of PAHs depends on their structure. The chemical structure of the 16 PAHs that selected as priority pollutants by the EPA were given in Figure 1.

The light PAHs with molecular mass of below 216 Da are regarded as not carcinogenic. On the other hand, benzo[a]pyrene (BaP) with molecular mass of 252 Da are very mutagenic and carcinogenic. Therefore, BaP in smoked products is selected as a marker of carcinogenic PAHs (Scientific Committee on Food, 2002).

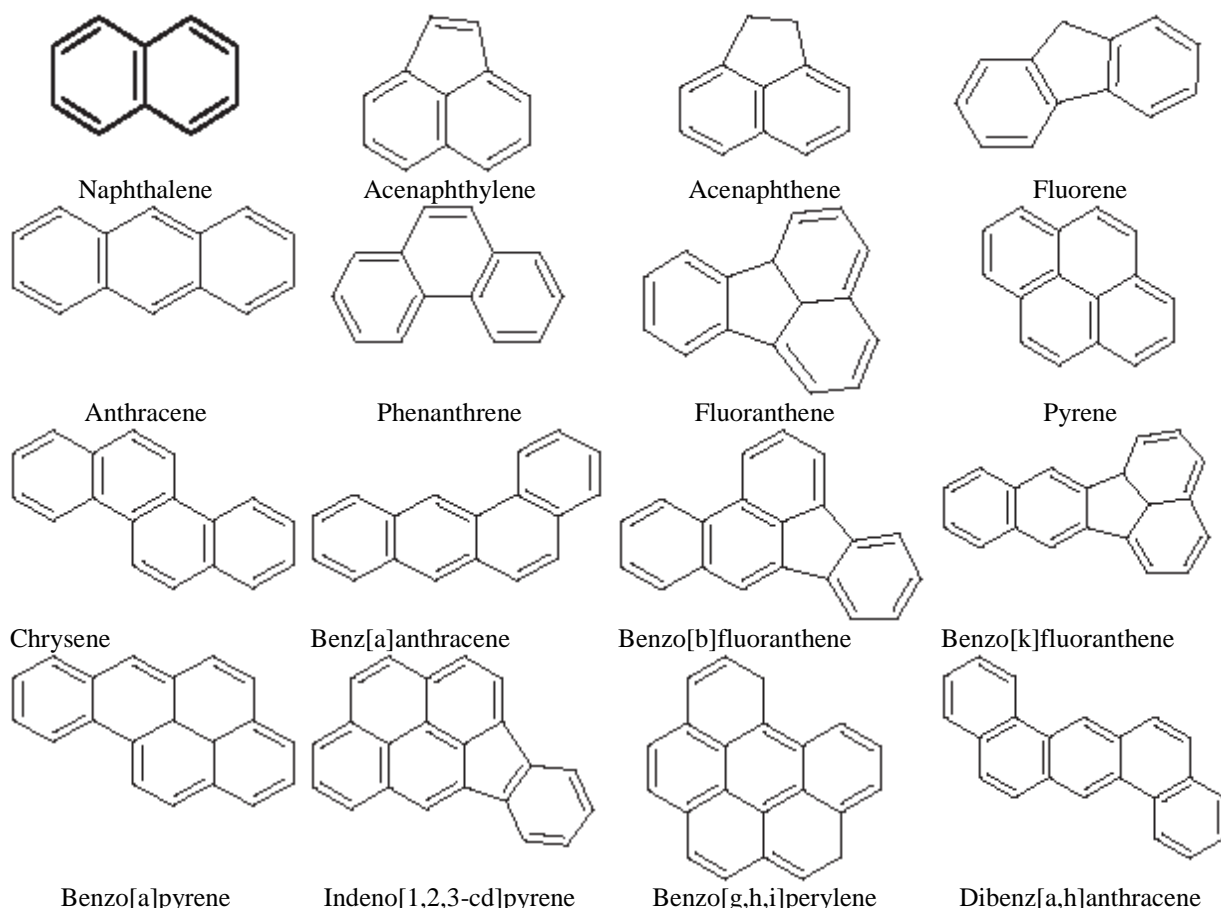


Figure 1. Chemical structure of the 16 PAHs listed by the US Environmental Protection Agency as priority pollutants (Mottier et al., 2000).

Mutagenicity and carcinogenicity of PAHs have been reported by the food and nutrition authorities such as the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Health Organization (WHO), the International Agency for Research on Cancer (IARC), the European Scientific

Committee on Food (SCF), the European Food Safety Authority (EFSA) and the US Environmental Protection Agency (EPA) (Ledesma et al., 2016). The mutagenic and carcinogenic properties of PAHs were given in Table 1.

Table 1. Carcinogenic and mutagenic properties of PAHs

Compound names	Genotoxicity	IARC classification*
Acenaphthene	Questionable	Not yet evaluated
Acenaphthylene	Questionable	Not yet evaluated
Anthracene	Negative	3
Benz(a)anthracene	Positive	2B
Benzo(b)fluoranthene	Positive	2B
Benzo(k)fluoranthene	Positive	2B
Benzo(g,h,i)perylene	Positive	3
Benzo(a)pyrene	Positive	1
Chrysene	Positive	2B
Dibenz(a,h) anthracene	Positive	2A
Fluoranthene	Positive	3
Flourene	Negative	3
Indeno(1,2,3-cd)pyrene (IP)	Positive	2B
Phenanthrene	Questionable	3
Pyrene	Questionable	3
Naphthalene	Positive	2B

* 1: Carcinogenic, 2A: Probably carcinogenic, 2B: Possibly carcinogenic, 3: Not classifiable

While BaP was classified as a Group 1 carcinogen (known humans carcinogen), 16 others of PAHs were also classified as either Group 2A (probably human carcinogen) or Group 2B (possible human carcinogen) carcinogens (IARC, 2010).

Some of PAHs are considered as genotoxic carcinogens, while some of PAHs are not defined as carcinogens but may act as synergists (Plaza-Bolanos et al., 2010). People are exposed to PAHs through air, water and cigarette smoke. On the other hand, the most common source of the major routes of human exposure to PAHs in non-smoking people is food such as meat, fish, fruits and vegetables (Falco et al., 2003; Paris et al., 2018). Epidemiologists have estimated that approximately 30-40% of the colon, breast, lung, prostate, thyroid, skin, ovary, esophagus, endometrium and stomach cancers are related to foods (Ferguson, 2002a; 2002b). PAHs are the largest chemical compounds known to cause cancer (Chen and Chen, 2005; Öz and Yüzer, 2016). It is reported that benz[a]anthracene (BaA), BaP, benzo[b]fluoranthene (BbF), benzo[j]fluoranthene (BjF), benzo[k]fluoranthene (BkF), chrysene (Chry), dibenzo[a,h]anthracene (DahA), and indeno[1,2,3-c,d]pyrene (IncdP) caused tumors in laboratory animals through inhalation and oral exposure, as well as through long periods of skin contact (Falco et al., 2003).

The analysis of PAHs

PAHs are usually found in foods at the level of ppb (Simko, 2002). The main problems with the determination of PAHs in foods are low detector levels, various potential interfere compounds present in the sample and complexity of foods. Therefore, chromatographic methods have been frequently used in recent years.

There are two main approaches to determining PAHs in foods. The first is to determine the 15-20 common PAHs. These PAHs contain both carcinogenic compounds such as BaP, DahA, BbF and IncdP, and non-carcinogenic compounds such as phenanthrene (Phe), anthracene (AnT), pyrene (Pyr) and benzo[ghi]perylene (Bghip). The other approach is the determination of BaP as an indicator for all PAHs. Of course, the first approach gives a more accurate result, because each PAH has a different concentration (Phillips, 1999).

It is necessary to perform preconcentration prior to the chromatographic separation for PAH analysis in foods. Sample preparation is an important stage in the analysis of PAHs (Warzecha et al., 2002). Common extraction methods are liquid-liquid or solid-phase extraction methods (Carabias-Martinez et al., 2000). The analysis involves identification of the compounds using a variety of techniques following a solvent extraction. By using reference standards, the

peaks determined in the chromatograms are defined and the efficiency of the extraction method is determined. The extract from the food does not only contain PAHs, but may also contain other different hydrophobic and slightly polar compounds. To facilitate separation and identification of PAHs, these compounds must be removed in further stages of analysis (Stolyhwo and Sikorski, 2005; Öz and Yüzer, 2016). Therefore, various solvents can be used for the clean-up stage. The extraction efficiency of PAHs from foods depends on polarity of solvent, content of foods and sample preparation (Moret et al., 1999, Wang et al., 1999).

In the analysis of PAHs, column chromatography, paper chromatography and thin layer chromatography (TLC) have been replaced by GC and HPLC due to some advantages of them (Moret and Conte, 2000, García-Falcón et al., 2005). High yield columns are required to identify most of the PAHs by using GC. The use of HPLC in analysis has significant advantages (Simko, 2002).

PAH contents in smoked fish and the factors affecting of PAHs formation

Unprocessed fish may contain low levels of PAH due to the contaminated water. The PAH contents of cold and hot smoked fishes are higher than the PAH content of raw fishes and the PAH concentrations in smoked fish can reach dangerous levels for human health, especially once smoking is carried out under uncontrolled conditions.

Many studies about PAHs in smoked fish have been published. However, a comparison of these data is difficult due to the difference of fish type, smoking technique and analysis methods. Some published quantitative data on PAHs in smoked fish were shown in Table 2.

Fish smoked under modern and controlled conditions generally contains <1 ppb of benzo[a]pyrene (0.1-0.5 ppb), but this value increases in intense smoked fish (Moret et al., 1999). On the other hand, the characteristics of the fish, the method and parameters of the smoking, the composition of the smoking and the exposure of the edible parts of fish to smoking affect the amount of PAH formed in smoked fish (Stolyhwo and Sikorski, 2005). Hokkanen et al. (2018) reported that some process such as indirect smoking, low smoking duration, optimized smoke generation temperature and longer distance from the smoke source caused lower PAH

concentrations formed in smoked products. In addition, Duedahl-Olesen et al. (2015) indicated that Σ PAH25 content of hot smoking was higher than that of cold smoking for salmon and direct smoking caused higher Σ PAH25 compared to indirect smoking for other fish species. Afolabi et al. (1983) found that fish species dried in oven contained significantly lower levels of PAH, while traditional smoked products always contained much higher PAHs. The same researchers reported that the concentrations of carcinogenic and mutagenic hydrocarbons in the smoked products were 2-10 times higher than those of the products in other tested protection methods.

Fats are one of the most important sources of PAHs in foods due to their lipophilic character (Moret and Conte, 2000). Although PAHs in meat and fish preferentially accumulate in lipid tissues, they are distributed to the muscles where they can bind with structural elements (Stolyhwo and Sikorski, 2005). Duedahl-Olesen et al. (2015) revealed that the PAH concentration decreased in the order fish skin >> outer layer of the fish muscle > inner part of the fish muscle. Zabik et al. (1996) found that the contents of benzo[a]pyrene and total PAH in lean trouts warm-smoked at 82°C for 30 min as 5.12 ppb and 154.4 ppb, respectively, while the contents of benzo[a]pyrene and total PAH in fatty trouts warm-smoked at 82°C for 30 min as 8.43 ppb and 270.9 ppb, respectively. While benzo[a]pyrene could not be detected in any of the raw fishes, total PAH concentrations were determined as 1.52 ppb in lean trout and as 6.34 ppb in fatty trout by Zabik et al. (1996). In a study conducted by Moret et al. (1999) PAH contents of packaged trout were investigated and up to 49.5 ppb of PAH were determined in different smoked samples. In addition, significant differences were observed in terms of PAH contents of skin and meat of trout samples stored in plastic packages. It was determined that the skin layer contained much more of these compounds and that the skin was an effective barrier to the entry of PAHs in the meat, in particular of the light PAHs. On the other hand, the researchers stated that the heavy PAHs such as DahA and BghiP could easily enter the interior of the meat. Although the PAH concentrations of trout skins were very variable, the PAH concentrations in trout meat were generally homogenous.

Table 2. Quantitative data on PAHs in smoked fish

Fish	Smoking technique	BaP µg/kg	BaA ng/kg	BbFA µg/kg	BkFA µg/kg	Chr 0.4-0.6 µg/kg	DahA ND	BghiP ND	Σ4PAHs	References
Salmon	Cold	0.03-0.06	ND-0.1	0.1-0.2	0.03-0.06	0.4-0.6	ND	ND		Karl and Leinemann (1996)
Salmon (Denmark)	Commercial	ND	1.2±0.01				ND			
			wet wt							
Salmon (Scotland)	Commercial	0.7±0.01	23.2±0.03				ND			
		wet wt	ng/g							
Salmon (Norway)	Commercial	ND	0.5±0.01				ND			Storelli et al. (2003)
			wet wt							
Herring (French)	Commercial	ND	1.2±0.01				ND			
			wet wt							
Herring (Norway)	Commercial	0.5±0.01	1.8±0.02				ND			
		wet wt	ng/g							
Herring(Denmark)	Commercial	ND	1.0±0.01				ND			
			wet wt							
Mackerel	Commercial	ND	ND					ND		
	(Cold)									
Mackerel	Commercial	0.70	2.64					0.30		
	(Hot)	µg/kg	µg/kg					µg/kg		
Salmon	Commercial	0.40	0.94					ND		Yurchenko and Mölder (2005)
	(Cold)	µg/kg	µg/kg					ND		
Salmon	Commercial	0.81	1.12					ND		
	(Hot)	µg/kg	µg/kg					ND		
Herring	Commercial	ND	ND					ND		
	(Cold)									
Herring	Commercial	0.71	3.41					0.30		
	(Hot)	µg/kg	µg/kg					µg/kg		
Salmon	Cold	3.20±2.05	72.48±12.70	2.36±2.43	0.52±0.50	6.45±5.36		4.11±3.75		Visciano et al. (2006)
		ng/g dry wt	ng/g dry wt	ng/g dry wt	ng/g dry wt	ng/g dry wt		ng/g dry wt		
Mackerel	Laboratory smoked/grilled	0.9	2.5	2.0	0.9	5.8	0.9	1.4		
		µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt		
Mackerel	Commercially smoked/grilled	6.6	12.6	10.0	6.3	20.0	1.3	8.9		Akpambang et al. (2009)
		µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt	µg/kg dry wt		
Tuna	Commercial	1.3	ND	ND	0.3		0.5			
	(Cold)	ng/g			ng/g		ng/g			
Swordfish	Commercial	0.1	ND	ND	0.1		1.1			Visciano et al. (2009)
	(Cold)	ng/g			ng/g		ng/g			
Salmon	Commercial	0.4	1.2	1.2	0.2		ND			
		ng/g	ng/g	ng/g	ng/g		ng/g			

Table 2 continue

Salmon	Commercial (Cold)	ND	ND	ND-9.55 µg/kg	0.16-5.10 µg/kg	ND	ND	0.10-0.78 µg/kg	Basak et al. (2010)
Rainbow trout	Commercial (Hot)	ND	ND	ND	0.45-5.50 µg/kg	ND	ND	ND	
Herring	Direct	0.4-14.4 µg/kg							
Salmon	Direct	1.4-8.4 µg/kg							
Salmon	Indirect	ND<0.3 µg/kg							Wretling et al. (2010)
Mackerel	Direct	<0.3-3.7 µg/kg							
Cod	Commercial							7.05 µg/kg	
Salmon	Commercial							4.34 µg/kg	Miculis et al. (2011)
Trout	Commercial							3.80 µg/kg	
Salmon	Commercial	ND-2.87±0.51 µg/kg							
Squid	Commercial	ND-0.40±0.07 µg/kg							
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Commercial	1.86±0.06 µg/kg	1.43±0.01 µg/kg	1.72±0.03 µg/kg	1.03±0.04 µg/kg	1.40±0.01 µg/kg	0.42±0.08 µg/kg		
<i>R. frisitikatum</i>	Commercial	0.30±0.05 µg/kg	0.21±0.01 µg/kg	0.72±0.05 µg/kg	0.54±0.02 µg/kg	0.57±0.04 µg/kg	0.59±0.03 µg/kg		
<i>Liza saliens</i>	Commercial	1.64±0.07 µg/kg	0.56±0.04 µg/kg	1.55±0.03 µg/kg	1.60±0.09 µg/kg	1.18±0.02 µg/kg	0.51±0.03 µg/kg		Mohammadi et al. (2013)
<i>Alosa kessleri</i>	Commercial	1.48±0.02 µg/kg	0.76±0.03 µg/kg	1.03±0.04 µg/kg	1.00±0.04 µg/kg	1.18±0.01 µg/kg	0.57±0.03 µg/kg		
Shrimp	Hot (Chorkor kiln)	5.43-107.01 µg/kg	7.17-102.38 µg/kg	5.06-56.87 µg/kg	10.35-127.93 µg/kg			28.02-394.19 µg/kg	
Shrimp	Hot (Barrel kiln)	11.23-91.76 µg/kg	12.94-142.24 µg/kg	8.01-54.54 µg/kg	21.50-193.13 µg/kg			53.67-481.67 µg/kg	Kpoclou et al. (2014)

The type of wood is another factor that affecting the PAH content of smoked products. Stumpe-Viksna et al. (2008) reported that softwood used in smoking caused higher PAH levels in smoked meat products due to the chemical compounds and natures of the wood. Softwoods can promote intensive origination of soot due to the high content of resin. Therefore, softwoods can cause high concentrations of PAH in smoked products (Stumpe-Viksna et al., 2008). Also, the smoke generation temperatures of the wood chips used for the smoking can be different. It was reported that the smoke generation temperatures of wood chips varied depending on the total cellulose and hemicellulose content of the wood chips (Malarut and Vangnai, 2018). Duedahl-Olesen et al. (2015) reported that the PAH content of fish smoked with alder was higher than those fish smoked with beech.

Legal Limits about PAHs in Smoked Fish

BaP and PAH4 (BaP, Chry, BaA and BbF) that are carcinogenic or possibly carcinogenic to humans have been widely used as the markers for the presence of PAHs in foods (EFSA, 2008). The European Commission has declared several regulations over the last decades in order to protect consumers against PAH intake from diet (Ledezma et al., 2016). According to European Commission, the legal limits of BaP and Σ PAH4 were 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and 12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for smoked fishes, respectively (Commission Regulation (EU), 2011). In Turkey, while the legal limits in smoked fishes were determined as 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for BaP and as 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Σ PAH4 (BaA, Chry, BbF and BaP) before 2014, the new legal limits in smoked fishes have been reported as 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for BaP and as 12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Σ PAH4 by Turkish Food Codex Regulation on Contaminants since 01.09.2014 (Turkish Food Codex, 2014).

CONCLUSION

Fish plays a crucial role in the human nutrition due to its high biological value protein, fatty acid composition, mineral and vitamin content. Smoking is a commonly used technique to preservation of fish and to achieve particular sensorial profiles. However, polycyclic aromatic hydrocarbons that are mutagenic and/or carcinogenic are formed during the smoking of fishes. Therefore, it is necessary to reduce the exposure to PAHs. Thus, much more attention should be paid to the factors affecting the formation of PAHs in smoked fishes. If detailed information is known about PAHs formed in smoked fishes, once fishes are smoked, the exposure to PAHs could be reduced.

REFERENCES

- Afolabi, O.A., Adesula, E.A., Oke, O.L., 1983. Polynuclear aromatic hydrocarbons in some Nigerian preserved freshwater fish species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31 (5): 1083–1090.
- Akpambang, V.O.E., Purcaro, G., Lajide, L., Amoo, I.A., Conte, L.S., Moret, S., 2009. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in commonly consumed Nigerian smoked/grilled fish and meat. *Food Additives and Contaminants*, 26 (7): 1096–1103.
- Basak, S., Sengör, G.F., Karakoç, F.T., 2010. The Detection of potential carcinogenic PAH using HPLC procedure in two different smoked fish, case study: Istanbul/Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 351-355.
- Carabias-Martinez, R., Rodriguez-Gonzalo, E., Moreno-Cordero, B., Perez-Pavon, J.L., Garcia-Pinto, C., Fernandez Laespada, E., 2000. Surfactant cloud point extraction and preconcentration of organic compounds prior to chromatography and capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 902 (1): 251–265.
- Chen, B.H., Chen, Y.C., 2001. Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the smoke from heated model lipids and food lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11): 5238–5243.
- Chen, J., Chen, S., 2005. Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons by low density polyethylene from liquid model and roasted meat. *Food Chemistry*, 90 (3): 461–469.
- Cho, H.K., Shin, H.S., 2012. Analysis of Benzo[a]pyrene Content from Smoked Food Products in Korea. *Food Science and Biotechnology*, 21 (4): 1095-1100.
- Comission Regulation (EU), 2011. No: 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No: 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuff.
- Domingo, J.L., 2016. Nutrients and chemical pollutants in fish and shellfish. Balancing health benefits and risks of regular fish consumption. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (6): 979–988.
- Duedahl-Olesen, L., Aaslyng, M., Meinert, L., Christensen, T., Jensen, A.H., Binderup, M.L., 2015. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in Danish barbecued meat. *Food Control*, 57: 169-176.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2008. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the

- European Commission on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. *The EFSA J.* 724: 1-114.
- Falco, G., Domingo, J.L., Llobet, J.M., Teixido, A., Casas, C., Muller, L., 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods: human exposure through the diet in Catalonia, Spain. *Journal of Food Protection*, 66 (12): 2325–2331.
- Ferguson, L.R., 2002a. Meat consumption, cancer risk and population groups within New Zealand. *Mutation Research*, 506–507: 215-224.
- Ferguson, L.R., 2002b. Natural and human-made mutagens and carcinogens in the human diet. *Toxicology*, 181-182: 79-82.
- García-Falcon, M.S, Cancho-Grande, B., Simal-Gandara, J., 2005. Minimal cleanup and rapid determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in instant coffee. *Food Chemistry*, 90 (4): 643-647.
- Gökoğlu, N., 2019. Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (5): 2068-2077.
- Hokkanen, M., Luhtasela, U., Kostamo, P., Ritvanen, T., Peltonen, K., Jestoi, M., 2018. Critical effects of smoking parameters on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in traditionally smoked fish and meat products in Finland. *Journal of Chemistry*, 2018: 1-14.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 2010. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures. IARC Monographs Evaluation Carcinogenic Risks to Humans.
- Karl, H., Leinemann, M., 1996. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fishery products from different smoking kilns. *Z lebensm Unters Forschung*, 202 (6): 458-464.
- Kpoclou, E.Y., Anihouvi, V.B., Azokpota, P., Soumanou, M.M., Douny, C., Brose, F., Scippo, M.L., 2014. Effect of fuel and kiln type on the polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) levels in smoked shrimp, a Beninese food condiment. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31 (7): 1212–1218.
- Ledesma, E., Rendueles, M., Díaz, M., 2016. Contamination of meat products during smoking by polycyclic aromatic hydrocarbons: Processes and prevention. *Food Control*, 60: 64-87.
- Malarut, J.-A., Vangnai, K. 2018. Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages. *Food Control*, 85: 98-106.
- Miculis, J., Valdovska, A., Sterna, V., Zutis, J., 2011. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish and meat. *Agronomy Research*, 9: 439-442.
- Mohammadi, A., Ghasemzadeh-Mohammadi, V., Haratian, P., Khaksar, R., Chaichi, M., 2013. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish samples by a new microextraction technique and method optimisation using response surface methodology. *Food Chemistry*, 141 (3): 2459-2465.
- Moret, S., Conte, L., Dean, D., 1999. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon content of smoked fish by means of a fast HPLC/HPLC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4): 1367-1371.
- Moret, S., Conte, L.S., 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible fats and oils: occurrence and analytical methods. *Journal of Chromatography A*, 882 (1-2): 245-253.
- Mottier, P., Parisod, V., Turesky, R.J., 2000. Quantitative determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in barbecued meat sausages by gas chromatography coupled to mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (4): 1160-1166.
- Öz, F., Yüzer, M.O., 2016. The effects of cooking on wire and stone barbecue at different cooking levels on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in beef steak. *Food Chemistry*, 203: 59-66.
- Paris, A., Ledauphin, J., Poinot, P., Gaillard, J.L., 2018. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables: Origin, analysis, and occurrence. *Environmental Pollution*, 234: 96-106.
- Phillips, D.H., 1999. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. *Mutation Research*, 443 (1-2): 139-147.
- Plaza-Bolanos, P., Garrido Frenich, A., Martínez Vidal, J.L., 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food and beverages. Analytical methods and trends. *Journal of Chromatography A*, 1217 (41): 6303-6326.
- Purcaro, G., Moret, S., Conte, L.S., 2013. Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: Occurrence, legislation and innovative determination in foods. *Talanta*, 105: 292-305.
- Scientific Committee on Food, 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food. SCF/CS/CNTM/PAH/29 Final. Brussels: European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General.
- Simko, P., 2002. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavouring food additives. *Journal of Chromatography B*, 770 (1-2): 3-18.
- Slamova, T., Frankova, A., Hubackova, A., Banout, J., 2017. Polycyclic aromatic hydrocarbons in

- Cambodian smoked fish. *Food Additives & Contaminants Part B*, 10 (4): 248-255.
- Stolyhwo, A., Sikorski, Z.E., 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish. *Food Chemistry*, 91 (2): 303-311.
- Storelli, M.M., Giacomini, R., Stuffer, R., Marcotrigiano, G.O., 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls, chlorinated pesticides (DDTs), hexachlorocyclohexane, and hexachlorobenzene residues in smoked seafood. *Journal of Food Protection*, 66 (6): 1095-1099.
- Stumpe-Viksna, I., Bartkevics, V., Kukare, A., Morozovs, A., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. *Food Chemistry*, 110 (3): 794-797.
- Sun, Y., Wu, S., Gong, G., 2019. Trends of research on polycyclic aromatic hydrocarbons in food: A 20-year perspective from 1997 to 2017. *Trends in Food Science and Technology*, 83: 86-98.
- Turhan, S., Saricaoglu, F.T., Oz, F., 2013. The effect of ultrasonic marinating on the transport of acetic acid and salt in anchovy marinades. *Food Science and Technology Research*, 19 (5): 849-853.
- Turkish Food Codex Regulation on Contaminants, 2014. Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock. Ankara, Turkey.
- Visciano, P., Perugini, M., Amorena, M., Ianieri, A., 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fresh and cold-smoked Atlantic salmon fillets. *Journal of Food Protection*, 69 (5): 1134-1138.
- Visciano, P., Perugini, M., Manera, M., Amorena, M., 2009. Selected polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked tuna, swordfish and Atlantic salmon fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (10): 2028-2032.
- Wang, G.D., Lee, A.S., Lewis, M., Archer, R.K., 1999. Accelerated solvent extraction and gas chromatography mass spectrometry for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (3): 1062-1066.
- Warzecha, L., Stróżyk, M., Janoszka, B., Błaszczyk, U., Bodzek, D., 2002. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons, azaarenes, and aminoazaarenes in meat samples by solid-phase extraction (SPE) and HPLC. *Acta Chromatographica*, 12 (12): 104-121.
- Wretling, S., Eriksson, A., Eskhult, G.A., Larsson, B., 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Swedish smoked meat and fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (3): 264-272.
- Yurchenko, S., Mölder, U., 2005. The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18 (8): 857-869.
- Zabik, M.E., Booren, A., Zabik, M.J., Welch, R., Humphrey, H., 1996. Pesticide residues, PCBs and PAHs in baked, charbroiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout. *Food Chemistry*, 55 (3): 231-239.
- Zachara, A., Gałkowska, D., Juszcak, L., 2017. Contamination of smoked meat and fish products from Polish market with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Food Control*, 80: 45-51.

TELİF HAKKI DEVRİ FORMU
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
YAYIN KOORDİNATÖRLÜĞÜ

Aşağıda imzaları bulunan;

..... tarafından yazılmış,
“.....
.....
.....

adlı makalenin orijinal olduğunu; başka herhangi bir dergiye yayınlanmak üzere sunulmadığını; daha önce yayınlanmadığını; eğer, tümüyle ya da bir bölümü yayınlandı ise yukarıda adı geçen dergide yayınlanabilmesi için gerekli her türlü iznin alındığını ve orijinal telif hakkı formu ile birlikte Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yayın Koordinatörlüğü'ne gönderildiğini taahhüt ederiz.

Makalenin telif hakkından aşağıdaki haklar saklı kalmak şartıyla feragat etmeyi kabul ederek sorumluluğu üstlenir ve imza ederiz.

1. Telif hakkı dışında kalan patent vb. bütün tescil edilmiş/edilecek haklar.
2. Yazarın gelecekteki kitaplar ve dersler gibi çalışmalarında; makalenin tümü ya da bir bölümünü ücret ödemeksizin kullanmak hakkı ve
3. Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları için çoğaltma hakkı.

NOT: Yukarıdaki bütün durumlarda makalenin Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi tarafından yayınlandığına dair referans verilmelidir.

Bütün yazarlar tarafından imzalanmak üzere:

Adı ve Soyadı	İmza	Tarih	E-mail

Sorumlu Yazar Yazışma Adresi :

.....
.....
.....

Telefon: Faks : E-mail:

NOT: Lütfen formu doldurunuz, imzalayınız ve aşağıdaki adrese veya e-mail adresine gönderiniz.

Adres: Prof. Dr. Göksel TOZLU

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Editörü,
25240, ERZURUM

Tel: 0 442 231 26 09

Faks: 0 442 231 58 78

E-mail: auzfdeditor@atauni.edu.tr

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT FORM

Coordination Unit of Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty

Name of author(s)

.....
.....
.....

Title of article

“.....
.....
.....”

By this agreement, the author(s) warrant that; submitted manuscript to the journal is original work, is not under consideration by another journal, and has not been previously published elsewhere. The authors accept to take all responsibility of the manuscript. For any prior publication of the article elsewhere in part, the author(s) warrant(s) that any permission necessary to publish it in the Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University. I/We sign and accept the responsibility for releasing this material.

Copyright to the above article, to be effective upon acceptance for publication, is hereby transferred to Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University. The Editorial Board of the journal reserves all rights to reproduce post and distribute the article to the public. However, the following rights are reserved by the author(s):

1. All proprietary rights other than copyright, such as patent rights.
2. The right to use, free of charge, all or part of this article in future works of his/her (their) own, such as books or lectures.
3. The right to reproduce the article for his/her (their) own purposes provided the copies are not offered for sale.

NOTE: In all cases above , it must be referred that the manuscript was published by Journal Agricultural Faculty of Atatürk University.

All authors should fill and sign:

Name-Surname	Signature	Date	E-mail

Address of Corresponding Author:

.....
.....
.....

Phone: Fax : E-mail :

NOTE : Please fill the form, sign and send to the address or e-mail below.

Address: Prof. Dr. Göksel TOZLU

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Editörü,
25240 - ERZURUM

Phone: +90 442 231 26 09

Fax: +90 442 236 58 78

E-mail : auzfdeditor@atauni.edu.tr

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Genel Yayın İlkeleri

1. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde tarım alanında yazılan makaleler (orijinal araştırma, derleme, kısa makale, teknik not ve editöre mektup) yayınlanır. Dergi yılda üç sayı olarak yayınlanır ve orijinal araştırma makalelerine öncelik verilir.
2. Sorumlu yazar tarafından DergiPark (<http://dergipark.gov.tr>) sistemi üzerinden dergiye sunulan makale daha önce başka bir dergide yayınlanmamış veya başka bir dergiye eş zamanlı olarak sunulmamış olmalıdır.
3. Makaleler Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanabilir. Sorumlu yazar, ilgili makaleyi tüm yazarlar tarafından imzalanan "Telif Hakkı Devir Sözleşmesi Formu" ile beraber DergiPark üzerinden sisteme yüklemelidir. Yazım kurallarına uygun şekilde hazırlanmayan veya dergi amacına uygun olmayan makaleler değerlendirmeye alınmaz.
4. Makaleler değerlendirilmek üzere konu ile ilgili en az iki hakeme (gerekli görüldüğünde üçüncü hakeme) gönderilir. Makalelerin yayına kabulü, hakem görüşleri doğrultusunda, Yayın Kurulunca karara bağlanır. Makalelerin işlem süresi 3-6 aydır. Yayına kabul edilen makaleler hakemlerden gelen öneriler doğrultusunda düzeltilmek üzere sorumlu yazara iletilir. Öneriler doğrultusunda düzeltilen makale tekrar sistemden geri gönderilir.
5. Yayınlanan makalelerin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
6. Makale değerlendirme sürecinde iThenticate ve Turnitin yazılımları kullanarak sunulan makalelerin benzerlik oranı değerlendirilir. Sunulan makalenin benzerlik oranı kaynaklar kısmı dahil edilmeksizin %20'nin altında olmak zorundadır.
7. Makale yayın ücreti; **makale kabul edildikten sonra** Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nin Vakıfbank Atatürk Üniversitesi Şubesindeki hesabına (IBAN: TR780001500158007287616201) yatırılır ve dekont Yayın Koordinatörlüğü'ne e-mail yolu ile gönderilir. Basım ücreti 16 sayfaya kadar 100 TL, bunu geçen her sayfa için ilave 10 TL'dir. Renkli sayfaların ücreti ise ilave olarak daha sonra belirlenir.

MAKALE HAZIRLAMA

1. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde yayınlanmak üzere gönderilen makaleler, A4 boyutunda 12 punto Times New Roman yazı karakterinde ve 2 satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfa boşlukları üstten 4 cm, alttan, sağdan ve soldan 2.5 cm olmalıdır. Makalenin her sayfasının sağ alt köşesine sayfa numarası verilmeli ve satırları numaralandırılmalıdır. Makale toplam 16 sayfayı geçmemelidir.
2. Dergiye sunulan makale: Öz, Abstract, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular, Tartışma, Sonuç ve Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır. Bulgular ve Tartışma bölümleri birlikte de verilebilir. Ayrıca gerekiyorsa 'Sonuç ve Öneriler' ile 'Teşekkür' bölümleri de ilave edilebilir. Makale metninde ana başlıklar büyük harflerle alt başlıklar ise ilk harfi büyük diğerleri küçük yazılmalıdır.

Başlık: Küçük harflerle ve kelimelerin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Başlık kısa olmalı, ve yayınlanan eserin tüm yönlerini yansıtmalıdır. Araştırmayı destekleyen kuruluş(lar)

ve makaleye esas olan proje, tez vb. bilgiler dipnot halinde belirtilebilir. Dipnotlar başlıkta “*” ile gösterilmelidir.

Yazar adları ve adresleri: Yazar adları açık olarak yazılmalı (akademik unvan belirtilmemeli), tüm yazarların adres bilgileri ile sorumlu yazarın iletişim bilgileri (e-mail) belirtilmelidir. Adresler kelimelerin ilk harfi büyük olacak şekilde, yazar adlarının hemen altında açıkça yazılmalıdır.

Öz: Makalenin amaç, materyal-metot, bulgular ve sonuçlarını kapsamlı ve 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde tek paragraf olarak Türkçe ve İngilizce özet yazılmalıdır. **Anahtar kelimeler** her iki özeti altına altı kelimeyi geçmeyecek şekilde anahtar kelimeler ilave edilmelidir.

Giriş: Çalışmanın amacı açıkça ortaya konulmalı, güncel literatür ile konunun önemi vurgulanmalıdır.

Materyal ve Metot: Çalışmada kullanılan tüm materyaller ve yöntemler detaylı olarak açıklanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Çalışmadaki elde edilen bulgular detaylı bir şekilde sunulmalı ve güncel çalışma sonuçları ile yorumlanarak tartışılmalıdır.

Teşekkür: Çalışmanın yapılmasına katkı veren kişi, kurum ve projeler belirtilebilir.

Çizelge ve Şekiller: Şekil, grafik, fotoğraf ve resimlerin hepsi makalede ‘Şekil’ olarak, tablolar ise ‘Çizelge’ olarak verilmeli, ‘Şekil’ ve ‘Çizelge’lere metin içerisinde atıf yapılmalı ve geçiş sırasına göre kendi içerisinde sırayla numaralandırılmalıdır. Resimler (jpeg formatlı) 600 dpi çözünürlükte olmalıdır. Türkçe yazılan makalelerde şekil ve çizelge başlıkları İngilizce karşılıklarıyla verilmeli (Örnek: **Şekil 1.** Erzurum il haritası /**Figure 1.** Erzurum district map, şekil başlıkları şeklin altında, çizelge başlıkları ise çizelgenin üstünde olmalıdır).

Birimler ve Kısaltmalar: Metin içerisindeki ölçü birimlerinde uluslararası standart birimler (SI) kullanılmalı, yapılacak diğer kısaltmalarda ulusal ve/ya uluslararası kısaltmalar esas alınmalıdır. Cins ve tür isimleri italik olarak yazılmalıdır.

Atıflar: Metin içerisinde kaynak bildirimleri ‘Soyadı-tarih’ sistemine göre yapılmalıdır. Örnek ‘Öztaş (2018) olduğunu belirlemiştir.’ veya ‘Bitkilerin fotoperyoda gösterdikleri araştırılmıştır (Yılmaz, 2015; Akçay vd., 2018)’. Birden fazla yazarlı eserlerde, iki yazar ‘Akçay ve Turgut (2018)’, üç veya daha fazla yazar ise ‘Güzel vd. (2014)’ şeklinde verilmelidir. Yabancı yazarlara yapılan atıflarda ‘ve’ yerine ‘and’, ‘vd.’ yerine ‘et al.’ kullanılmalıdır. Aynı yazar ismi ve tarihe sahip kaynaklar ayrıca harf kullanılarak ayrılmalıdır (Canbolat, 2017a; 2017b).

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmelidirler.

Kaynaklar: Yararlanılan kaynaklar, makalenin sonunda, soyadı-tarih sırasına göre alfabetik olarak, aşağıdaki örneklere uygun şekilde verilmelidir.

Kaynak verilen periyodiklerin kısa isimlerinin yazılmasında derginin önerdiği uluslararası kısaltılmış şekli kullanılmalıdır. Türkçe kaynaklarda Üniversite; Üniv., Ziraat Fakültesi; Ziraat Fak., Dergi; Derg. şeklinde kısaltılmalıdır.

Kaynak makale ise;

Aksoy, A., 1973. Yumurta kabuk kalitesine tesir eden faktörler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 4 (1): 129-141.

Snedecor, G., Hanway, A.W., Hoane, H.G., Anderson, G.H., 1981. Effect of photoperiod upon the flowering of onions. Agron. J., 7 (22): 311-316.

Kaynak kitap ise;

Ertuğrul, H., Apan, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üniv. Yayınları, No: 562, Erzurum, 65 s.

Agrios, G.N., 2005. Plant Pathology. 5th Edition, Elsevier Academic Press, New York, 952 p.

Kaynak kitaptan bir bölüm ise;

Brown, B., Aaron, M., 2001. The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp. 230-257.

Kaynak bildiri ise;

Alaoglu, 1996. Türkiye faunası için altı yeni eriophyid türü (Acarina: Eriophyidae). Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 24-28 Eylül 1996, Ankara, s: 479-486.

Alaoglu, Ö., 1996. Six new records of eriophyid mites (Acarina: Eriophyidae) for the Turkish fauna. Turkey III. Entomology Congress, 24-28 September 1996, Ankara, pp: 479-486.

Kaynak tez ise;

Tozlu, G., 1992. Ordu İli Mısır (*Zea mays* L.) Ekim Alanlarında Bulunan Fitofag ve Predatör Böcek Türleri Üzerinde Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 54 s.

Kaynak bir kuruluşun yayını ise;

TÜİK, 2017. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

AOAC, 1980. Official method of analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

FAO, 1994. Production and Trade Yearbook, 1993. Food and Agricultural Organization, Rome.

Kaynak bir yazılım ise;

SAS, 1990. SAS user's guide: Statistics. 4th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Kaynak internet ortamında ise;

Bustamente, P.I., Hull, R., 1998. Plant virus gene expression strategies, Electronic J. Biotech (Online) <http://www.ejb.org/content/Vol-1/Issue-2/Full3> (Erişim Tarihi: 1 Nisan 2010).

TÜİK, 2017. Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15 Şubat 2017).

ATATÜRK UNIVERSITY JOURNAL OF THE AGRICULTURAL FACULTY

General Publication Policies

1. Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture publish original research articles, review articles, short communications, technical notes and letter to editor in various fields of agriculture. The Journal is published three times per year.
2. Articles submitted through DergiPark (<http://dergipark.gov.tr>) by corresponding author must be original, previously unpublished, and not under consideration for publication in any other scientific or technical journal.
3. Papers could be written in either Turkish or English. Corresponding author should upload the manuscript together with Copyright Transfer Agreement Form signed by all authors to DergiPark System. Manuscripts which fall outside the aims and scope of the journal or is not enough for requirements of Journal Instruction are rejected. .
4. The manuscripts are sent to at least two referees (to the third referee when necessary) which are determined editor and/or editorial board. The Editorial Board decides whether a paper reviewed and evaluated by referees is accepted or rejected for publication. The processing of the manuscript is 3-6 months. The manuscript accepted for publication will be forwarded to the corresponding author for correcting them according to the suggestions of the referees. The manuscript corrected in according to the suggestions is sent back to corresponding author from the system again.
5. All responsibility of the published articles belongs to the author (s).
6. In the article evaluation process, the similarity rate of the articles presented by using iThenticate and Turnitin software is evaluated. The similarity of the submitted article must be below 20% without including the references part.
7. After the manuscript is accepted, the corresponding author will be required to transfer **Manuscript Fee** to the account of Vakıfbank Atatürk University Bank Branch of Atatürk University Journal of Agricultural Faculty (IBAN: TR780001500158007287616201) and bank receipt sent to Publication Coordinator by e-mail. The Journal publication fee is 100 TL up to 16 printing page each accepted article. The author is required to pay 10 TL for each additional page. Colored pages fee is settled additionally.

Manuscript Submission

1. Manuscripts submitted to Atatürk University Journal of Agriculture Faculty should be written in Microsoft Word format with Times News Roman 12 font size and double-spaced. Page layout should be A4 format and margins should be 4 cm from the top, 2.5 cm from the bottom, right and left. Page numbers should be located on the right bottom side of the paper and lines should be numbered The manuscripts which are not suitable for the conditions related to the formatting are returned back to the author(s) without sending to the referees.
2. The manuscript should consist of the following sections: Title page, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References. The Results and Discussion sections might be merged and ‘Conclusion and Suggestions’ and ‘Acknowledge’

sections can be added if preferred. The main headings of the manuscript and the first letter of sub-heading should be written capital letters.

Title: The title of the manuscript should be written in bold (first letters in capital letters) and in the center of the page. The title should be brief and should reflect all aspects of the work published. The organisation(s) supporting the research and some other information such as the project, thesis, information etc. can be specified as footnotes. Footnotes must be shown in the title with “*”.

The names and addresses of the author(s): The name(s) of the author(s) should be written clearly (do not include academic degrees). All authors’ addresses and corresponding author’s e-mail address should be indicated.

Abstracts: The abstract should concisely state the scope of the work, the methodology and the results. The abstract should be written as a single paragraph, with a limit of 200 words. The abstract is published in both Turkish and English. **Keywords** should not exceed 6 words.

Introduction: The purpose of the study should be clearly explained and the importance of the subject should be emphasized with the current literature.

Materials and Methods: All materials and methods used in the study should be explained in detail.

Results and Discussion: The results in the study should be presented in detail and they should be discussed with the current study results.

Acknowledge: All the contribution for manuscript preparation from people, grants, funds, must be indicated in this section.

Tables and Figures: Figures, graphics and photographs should be given as figure. Tables and figures must be numbered according to their sequence in the text and be referred to in the text. Figures should be 600 dpi (JPG) resolution. Title of the figures and tables should be given both English and Turkish if manuscript is submitted in Turkish (Example: **Şekil 1.** Erzurum il haritası /**Figure 1.** Erzurum district map). The titles of the tables should be placed at the heading of the tables, and the title of the figures should be under them.

Units, Abbreviations and Nomenclature: All data should be expressed in metric units; use of SI units is encouraged. Genus and species names should be written in italics.

Citation style: Author-year system should be used in the text (Yılmaz, 2015), for papers with two authors, name both: Akçay and Turgut (2018), with three or more authors, use ‘et al.’ Güzel et al. (2014). For two or more articles with same author name and date; add a distinguishing letter to the year in both text and list (Canbolat, 2017a; 2017b).

Conflict of interest: The authors should declare that they are no conflict of interest.

References: Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list. The references used in the text should be listed in alphabetical order according to author-year system as follows. **Journal** titles **abbreviated** according to common **usage**. For instance; Atatürk Univ. Ziraat Fak Derg.

Journal Article;

Snedecor, G., Hanway, A.W., Hoane, H.G., Anderson, G.H., 1981. Effect of photoperiod upon the flowering of onions. *Agron. J.*, 7 (22): 311-316.

Book;

Agrios, G.N., 2005. *Plant Pathology*. 5th Edition, Elsevier Academic Press, New York, 952 p.

Chapter in a book;

Brown, B., Aaron, M., 2001. The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp. 230-257.

Notification;

Alaoglu, Ö., 1996. Six new records of eriophyid mites (Acarina: Eriophyidae) for the Turkish fauna. Turkey III. Entomology Congress, 24-28 September 1996, Ankara, pp: 479-486.

Thesis;

Tozlu, G., 1992. Investigation on phytolog and predator insect species in corn (*Zea mays* L.) cultivation areas of Ordu province. Atatürk Univ., Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Erzurum, 54 p.

Published by an organization;

AOAC, 1980. *Official method of analysis*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

FAO, 1994. *Production and Trade Yearbook, 1993*. Food and Agricultural Organization, Rome.

Computer program;

SAS, 1990. *SAS user's guide: Statistics*. 4th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Published on the Web;

Bustamente, P.I., Hull, R., 1998. Plant virus gene expression strategies, *Electronic J. Biotech* (Online) <http://www.ejb.org/content/Vol-1/Issue-2/Full3> (Accessed Date: 1 April 2010).