



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: 2

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi - Erzurum
Mayıs – 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 / Ataturk 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, Zootekni 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 AGRI, 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 (2) nolu Sayıya İnceleme ve Değerlendirme Yönünden Bilimsel Katkıda Bulunanlar
(Scientific Advisory Board)*

Prof. Dr. Bilal KESKİN, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Iğdır
Prof. Dr. Cahit BALABANLI, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta
Prof. Dr. Deniz ERGÜDEN, İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun/Hatay
Prof. Dr. Ersin POLAT, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya
Prof. Dr. Hasan KORKMAZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Samsun
Prof. Dr. İbrahim DEMİR, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya
Prof. Dr. Kadir SALTALI, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş
Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum
Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Isparta
Prof. Dr. Murat YURTCAN, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi, Edirne
Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon
Prof. Dr. Sebahattin ERGÜN, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Çanakkale
Prof. Dr. Suat ŞENSOY, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Van
Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME, Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Antalya
Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi, Rize
Doç. Dr. Ertan ATEŞ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ
Doç. Dr. Gamze TURAN, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir
Doç. Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
Doç. Dr. Hakan ADANACIOĞLU, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi, Rize
Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ
Doç. Dr. Mehmet Salih SAYAR, Dicle Üniversitesi Bismil Meslek Yüksekokulu, Diyarbakır
Doç. Dr. Mustafa ÖZ, Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Aksaray
Doç. Dr. Tamer YAVUZ, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Kırşehir
Doç. Dr. Veynel ÇOMAKLI, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Ağrı
Dr. Öğr. Üyesi Bülent YAĞMUR, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
Dr. Öğr. Üyesi Hacı Bayram GÖKHAN, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Malatya
Dr. Öğr. Üyesi Rahmiye Figen CEYLAN, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya
Dr. Öğr. Üyesi Şule KISAKÜREK, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

*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 TR DİZİN / ULAKBİM (Yaşam Bilimleri), CAB Abstracts, CABI Full Text, **Clarivate Analytics-Zoological Record**, Crossref, SOBIAD, ASOS, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), DRJI (Directory of Research Journal Indexing) ve Google Scholar veri tabanlarında indekslenmektedir.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty are indexed in the abstracting journals of TÜBİTAK TR DİZİN / ULAKBİM (Life Science), CAB Abstracts, CABI Full Text, **Clarivate Analytics-Zoological Record**, Crossref, SOBIAD, ASOS, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), DRJI (Directory of Research Journal Indexing) and Google Scholar Database.

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Sayfa No
(Page Number)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

Türkiye’de Mandalina Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları Marketing Margins and Economic Analysis of the Mandarin Market in Turkey N. ERTEK, V. DAĞDEMİR, A. KESKİN	119-125
Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi: Pasinler-Köprüköy (Erzurum) İlçeleri Örneği Landscape Character Analysis and Assessment: Case Study of Pasinler-Köprüköy Districts (Erzurum) A. KOÇ, S. YILMAZ	126-139
Effect of Bat Guano on Cation Exchange Capacity, Some Macro Nutrient Content and Reaction of Soil (pH) Yarasa Gübresinin Bazı Makro Besin Elementi, Katyon Değişim Kapasitesi ve Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkisi K. KARAGÖZ SEZER, A. HANAY	140-144
Kop ve Palandöken Dağları Meralarının Ekolojik Alan Tanımlama ve Sağlık Sınıflaması Ecological Site Description and Rangeland Health Classification of The Kop and Palandoken Mountain Rangeland M.K. GÜLLAP, S. SEVEROĞLU, Ş. ERKOVAN, A. KOÇ, H.İ. ERKOVAN	145-150
Determination of Yield and Some Characteristics of Forage Pea Genotypes (<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>arvense</i> L.) under Erzurum Conditions Erzurum Şartlarında Yem Bezelyesi (<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>arvense</i> L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Özellikleri S. KADIOĞLU, M. TAN, B. KADIOĞLU, G. TAŞGIN	151-158
Plati Balığı, <i>Xiphophorus maculatus</i> , Günther, 1866’nda Glutatyon Redüktaz Geninin Biyoenformatiği Bioinformatics of Glutathione Reductase Gene of Platy Fish, <i>Xiphophorus maculatus</i> Günther, 1866 M. BAYIR	159-167
Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Anatolia, Part III Anadolu’dan Ichneumonidae (Hymenoptera) türleri, Kısım III J. KOLAROV, S. ÇORUH, İ. ÇORUH	168-175
Comparison of Leja and Makler Chambers Performance in Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Sperm Quality in CASA System Gökkuşluğu Alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Sperm Kalitesinde Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sisteminde (CASA) Leja ve Makler Lamalarının Performansının Karşılaştırılması G. YAMANER, G. TUNÇELLİ, M. MOMİN, D. MEMİŞ	176-182
Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kaliteleri Üzerine Çörek Otu Yağının Etkisi Influence of Black Cumin Oil Determination on the Chemical and Sensory Quality of Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Fillets G. ARSLAN	183-189
Effect of Glycine Betaine and Thiamine Treatments on Germination and Seedling Growth in Eggplant under Salt Stress Glisin Betain ve Tiamin Uygulamalarının Tuz Stresi Altında Patlıcanda Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi F. GÜL, M. EKİNCİ, R. KUL, E. YILDIRIM	190-198
DERLEME / REVIEW	
Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Alternatif Bir Tür: Doktor Balığı (<i>Garra rufa</i>) An Alternative Species for Aquaculture: Doctor Fish (<i>Garra rufa</i>) B. AYDIN, S. AKHAN	199-206
<i>Triticeae</i> ’da abiyotik stresle ilişkili miRNA’lar Abiotic stress-related miRNAs in <i>Triticeae</i> . Ö. BAKIR	207-218






Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 119-125, 2020
Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 119-125, 2020
ISSN: 1300-9036, E-ISSN: 2651-5016
<http://dergipark.gov.tr/ataunizfd>

Araştırma Makalesi / Research Article

Türkiye’de Mandalina Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları

Nur ERTEK^a  Vedat DAĞDEMİR^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.562118

Geliş Tarihi (Received): 09.05.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 23.10.2019 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

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

Anahtar Kelimeler: Mandalina, Pazarlama yapısı, Fiyat dalgalanmaları

Marketing Margins and Economic Analysis of the Mandarin Market in Turkey

ABSTRACT: In this study, prices of the mandarin producers and consumers and its marketing structure in Turkey were examined. Between 2003 and 2017, production, consumption, foreign trade, price fluctuations, and marketing of the mandarin product were analyzed. The yield of the product in the increased bearer and the production rate increases in Turkey. Based on the current and real prices, the mandarin marketing margins were calculated, while the chain indexes of both producers and consumers were obtained through the current prices. We then compare them with the annual inflation rate in the country. Supply and demand models of the mandarin product were estimated and interpreted statistically. As a result, the real price of diesel and the trend (time) were found to have an impact on the mandarin production amount, while the mandarin consumer real price, orange consumer real price, and national income were determined to be effective on the mandarin consumption amount.

Keywords: Mandarin, 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 ile 4. sırada, yaş meyve üretiminde ise %2,6 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

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Ertek, N., Dağdemir, V., Keskin, A., 2020. Türkiye’de Mandalina Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 119-125.
doi: 10.17097/ataunizfd.562118

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3475-5888>

^bORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2293-9460>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5317-6032>

hammadde olarak işlenmektedir (Akgün, 2006). 2017 yılı verilerine göre dünyada 9,2 milyon hektarlık alanda yapılan turuncgil üretimi giderek artmaktadır. 146,6 milyon ton olan turuncgil üretiminin %26,5’i Çin, %13,5’i Brezilya ve %7,8’i Hindistan’da yapılmaktadır. Dünya turuncgil üretiminin %3,3’ünü sağlayan Türkiye ise 7. sıradadır (FAO, 2019).

2017 yılında Türkiye’de 140 bin hektar alandan 4,8 milyon ton turuncgil üretimi yapılmıştır. Dünyada 2,6 milyon hektarlık alanda mandalina üretimi yapılmaktadır. Bu alanın %67,6’sı Çin’e, %4,2’si İspanya’ya ve %2,5’i de Fas’a aittir. Dünya genelinde mandalina üretimi 33,4 milyon tondur. Bu üretim miktarının %53,9’u Çin, %5,9’u İspanya ve %4,6’sı da Türkiye’de üretilmektedir. Çin 19,3 ton/ha, İspanya 18,3 ton/ha ve Türkiye 30,6 ton/ha verime sahiptir. Dünya genelinde verim bakımından önde olan ülkeler Arnavutluk (37,4 ton/ha), ABD (34,9 ton/ha) ve Fransa’ya bağlı Reunion Bölgesi (32,4 ton/ha)’dir (FAO, 2019).

Türkiye, sahip olduğu meyve çeşidi ve üretim potansiyeli bakımından ihracatçı ülkeler içinde avantajlı konumdadır (Niyaz ve Demirbaş, 2011). 2017 yılında 50,7 bin hektar alandan yaklaşık 1,6 milyon ton mandalina üretilmiştir. Türkiye, dünya mandalina üretiminin %4,6’sını karşılamaktadır. Dünya genelinde 2016 yılında 5,1 milyon ton mandalina ihracatı yapılmıştır. Mandalina ihracatının öncü ülkeleri sırasıyla İspanya (%29,1), Türkiye (%13,3) ve Çin (%12,8)’dir. 2016 yılında mandalina ithal eden ülkeler sırasıyla Rusya, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık ve ABD’dir. (FAO, 2019).

2017 yılında Türkiye’de mandalina üretimi en fazla Hatay (%30,8), Adana (%27,0), Mersin (%10,1), İzmir (%5,7) ve Antalya (%1,8) illerinde yapılmaktadır. Mandalina üretiminde meyve veren ağaç sayısı bakımından önde gelen iller sırasıyla Adana (5,0 milyon), Hatay (4,1 milyon), İzmir (1,7 milyon), Mersin (1,5 milyon) ve Aydın’dır (0,6 milyon). İllerin sahip olduğu ortalama verim ise Hatay 128,0 kg/ağaç, Mersin 127,3 kg/ağaç, Adana 117,7 kg/ağaç, Antalya 115,7 kg/ağaç ve Kahramanmaraş 91,0 kg/ağaç şeklinde sıralanmaktadır (TÜİK, 2019).

2017 yılında Türkiye’nin turuncgil 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 mandalina ihracatının %55,0’ını Rusya’ya, %16,4’ünü Irak’a, %11,5’ini Ukrayna’ya yapmıştır. Buna karşılık Türkiye’nin 20,6 milyon Dolarlık turuncgil ithalatının %59,4’u portakal, %28,2’si mandalina, %9,2’si limon ve %3,1’i greyfurtur. Türkiye’nin en fazla turuncgil ithal ettiği ülke %93,8 oranı ile Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’dir (TÜİK, 2019).

Türkiye’de 2017 yılında mandalina üretici fiyatları 200,1 \$/ton iken ihracatta önde giden İspanya’da 314,6 \$/ton, Fas’ta 308,5 \$/ton ve Güney Afrika’da 502,0 \$/ton’dur (FAO, 2019).

Bu çalışmada mandalananın üretici-tüketici fiyatlarının ekonomik analiziyle pazarlama durumu incelenmiştir. Ayrıca mandalina arz ve talep fonksiyonları ile ilgili modeller tahmin edilerek mandalina arz ve talebini etkileyen faktörler belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

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

Metot

Mandalina 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 (Ertek vd. 2020). 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; 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 değişimlerini 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 mandalina çok yıllık olup üretim kararı değiştirilemeyecektir. Bu nedenle, mandalina üretim kararlarının varsayımsal bir yıl gecikmeli cevap verdiği düşünülmüştür. Çiftçi eline geçen fiyat ile

mandalina üretimi arasındaki ilişki incelenirken, belli bir yıl fiyatının (t) üretim üzerindeki etkisinin ancak bir yıl sonra ($t-1$) ortaya çıkabileceği dikkate alınarak, mandalina 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 istatistiki sonuçları veren yarı logaritmik modeller (Log-Lin) kullanılmıştır. Yapılan zaman serisi analizinde 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 probleminin olmadığı anlaşılmıştır.

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

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

- MU : Mandalina Üretim Miktarı (ton)
 MUF : Mandalina Üretici Reel Fiyatı (₺/kg)
 PUF : Portakal 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)

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

$$\text{Log } MT_{(t)} : \alpha + \beta_1 MTF_{(t)} + \beta_2 PTF_{(t)} + \beta_3 N_{(t)} + \beta_4 MG_{(t)} + \beta_5 T_{(t)} + \epsilon \quad (2)$$

MT : Mandalina Tüketim Miktarı (ton) (Üretim + İthalat – İhracat)

MTF : Mandalina Tüketici Reel Fiyatı (₺ / kg)

PTF : Portakal Tüketici Reel Fiyatı (₺ / kg)

N : Nüfus (kişi)

MG : Milli Gelir (₺ / Kişi) (Reel Gelire dönüştürülmüştür)

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

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'de 2017 yılı itibariyle toplam meyve üretim alanının %1,6'sı ve toplam meyve ağaç sayısının ise %2,0'si mandalinaya aittir (TÜİK, 2019). Mandalina ağacı sayısı toplam turuncgil ağaç sayısı içinde %40,7, meyve veren turuncgil ağaç sayısı içinde %38,4 oranındadır. 2003 ile 2017 yılları karşılaştırıldığında meyve veren mandalina ağacı sayısı %69,8 artmıştır. 2000 yılından 2017 yılına kadar mandalina üretimi %176,9, verimi ise %63,1 oranında artmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'de mandalinaya ait meyve veren ağaç sayısı, üretim ve verim durumu
Table 1. The number of trees, the fruit of tangerine in Turkey, production and yield status

Yıllar	Meyve Veren Ağaç Sayısı (1000 adet)	Üretim (ton)	Verim (kg/ağaç)
2003	9 400	550 000	59
2004	9 100	670 000	74
2005	9 230	715 000	77
2006	9 456	791 255	84
2007	8 937	744 339	83
2008	8 977	756 473	84
2009	9 232	846 390	92
2010	9 488	858 699	91
2011	9 690	872 251	90
2012	9 829	874 832	89
2013	10 153	942 226	93
2014	10 766	1 046 899	97
2015	11 786	1 156 365	98
2016	13 305	1 337 037	100
2017	14 211	1 550 469	109

Kaynak: TÜİK, 2019.

2003 ile 2017 yılları arasında kişi başına mandalina tüketimi %83,1 oranında, toplam tüketim ise %173,0 oranında artış göstermiştir. Kişi başına tüketim yıllara göre artış göstermiş ve yılda ortalama

6,9 kg olarak hesaplanmıştır. İthalatta yıllar itibariyle artış gözlemlenirken ihracatta ise 3,0 kat artış gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Türkiye’de mandalınanın kişi başına tüketimi ve pazarlaması
Table 2. Marketing and per capita consumption of mandarins in Turkey

Yıllar	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Toplam tüketim (ton)	Kişi Başına Tüketimi (kg/yıl)
2003	522	198 711	351 811	5,2
2004	548	216 102	454 446	6,7
2005	748	246 337	469 411	6,8
2006	2 434	299 126	494 563	7,1
2007	2 101	257 935	488 505	6,9
2008	1 056	301 319	456 210	6,4
2009	2 606	364 272	484 724	6,7
2010	4 187	429 153	433 733	5,9
2011	7 468	470 929	408 790	5,5
2012	9 724	406 439	478 117	6,3
2013	10 696	530 965	421 957	5,5
2014	16 039	633 321	429 617	5,5
2015	19 185	559 787	615 763	7,8
2016	22 435	672 664	686 808	8,6
2017	6 000	596 000	960 469	11,9

Kaynak: FAO, 2019; TÜİK, 2019.

Genel olarak mandalina cari fiyatları dalgalanmalarla birlikte artış eğilimindedir. Özellikle 2012 yılında bir önceki yıla göre %13,3 oranında artmış ve en yüksek değerine ulaşmıştır. 2013 yılında bir önceki yıla göre %18,8 azalma göstermiştir. 2017 yılında ise bir önceki yıla göre mandalina üretici

fiyatı %7,2 oranında artmıştır. Tüketici fiyatları ise artış eğiliminde olup 2003 yılına göre 2017 yılında %126,1 artmış ve 2,69 ₺/kg olmuştur. Tüketici fiyatları 2017 yılında bir önceki yıla göre %22,8 artış gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Türkiye’de cari fiyatlara göre mandalina pazarlama marjı
Table 3. Tangerine marketing margin compared to current prices in Turkey

Yıllar	Üretici Fiyatları (₺/kg)	Tüketici Fiyatları (₺/kg)	Pazarlama Marjı (₺/kg)	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	0,50	1,19	0,69	42	58
2004	0,57	1,17	0,60	49	51
2005	0,59	1,15	0,56	51	49
2006	0,60	1,21	0,61	50	50
2007	0,69	1,67	0,98	41	59
2008	0,74	1,74	1,00	43	57
2009	0,73	1,68	0,95	43	57
2010	0,78	1,70	0,92	46	54
2011	0,75	1,86	1,11	40	60
2012	0,85	2,04	1,19	42	58
2013	0,69	2,17	1,48	32	68
2014	0,68	2,00	1,32	34	66
2015	0,67	2,28	1,61	29	71
2016	0,69	2,19	1,50	32	68
2017	0,74	2,69	1,95	28	72

Kaynak: TÜİK, 2019, orijinal hesaplamalar.

Tüketicinin bir kg mandalinaya ödediği fiyat ile bir kg mandalinaya karşılık çiftçi eline geçen fiyat arasındaki fark pazarlama marjını vermektedir. Yani, pazarlama marjı aracılardan eline geçen değere karşılık

gelmektedir. Cari fiyatlar dikkate alındığında, yıllara göre aracılardan eline geçen yüzde oranlar %49-%72, üretici eline geçen oranlar ise %28-%51 arasında değişmektedir (Tablo 3).

Tablo 4. Türkiye’de reel fiyatlara göre mandalina pazarlama marjı (2017=100)
Table 4. According to the real price tangerine marketing margin in Turkey (2017=100)

Yıllar	Üretici Fiyatları (₺/kg)	Tüketici Fiyatları (₺/kg)	Pazarlama Marjı	Üretici Eline Geçen (%)	Aracı Eline Geçen (%)
2003	1,56	3,55	1,99	44	56
2004	1,64	3,16	1,52	52	48
2005	1,57	2,87	1,30	55	45
2006	1,45	2,75	1,30	53	47
2007	1,54	3,57	2,03	43	57
2008	1,49	3,30	1,81	45	55
2009	1,39	3,15	1,76	44	56
2010	1,36	2,94	1,57	46	54
2011	1,23	2,89	1,66	43	57
2012	1,28	2,99	1,71	43	57
2013	0,97	3,04	2,07	32	68
2014	0,88	2,54	1,67	34	66
2015	0,80	2,75	1,95	29	71
2016	0,77	2,54	1,77	30	70
2017	0,74	2,69	1,95	28	72

Kaynak: TÜİK, 2019, orijinal hesaplamalar.

Mandalina reel fiyatlarını incelediğimizde 2003 yılında mandalina üretici fiyatı 1,56 ₺/kg iken 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 0,74 ₺/kg’dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında üreticinin 15 yıllık süreçte mandalina fiyatları üzerinden satın alma gücü %52,5 oranında azalmıştır.

Tüketici fiyatlarını reel olarak incelediğimizde yıllara göre dalgalanmalar olmakla birlikte düşüş yaşanmıştır. 2003 yılında 3,55 ₺/kg olan mandalina

tüketici fiyatı 2017 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 2,69 ₺/kg’dir. Enflasyondan arındırılmış fiyatlar karşılaştırıldığında tüketicinin 15 yıllık süreçte mandalina fiyatları üzerinden satın alma gücü %24,2 oranında azalmıştır. Reel fiyatlar dikkate alındığında, yıllara göre araçların eline geçen yüzde oranlar %45-%72, üretici eline geçen oranlar ise %28-%55 arasında değişmektedir (Tablo 4).

Tablo 5. Türkiye’de cari fiyatlara göre mandalina üretici-tüketici zincirleme indeksleri ve yıllık enflasyon oranları
Table 5. Tangerine producer-consumer chain index and annual inflation rates based on current prices in Turkey

	Üretici Zincirleme İndeksi	Üretici İndeks Farkı	ÜFE	Tüketici Zincirleme İndeksi	Tüketici İndeks Farkı	TÜFE
2003	100,0	-	13,9	100,0	-	18,4
2004	114,0	14,0	13,8	98,3	-1,7	9,3
2005	103,5	3,5	2,7	98,3	-1,7	7,7
2006	101,7	1,7	11,6	105,2	5,2	9,7
2007	115,0	15,0	5,9	138,0	38,0	8,4
2008	107,2	7,2	8,8	104,2	4,2	10,1
2009	98,6	-1,4	5,9	96,6	-3,4	6,5
2010	106,8	6,8	8,9	101,2	1,2	6,4
2011	96,2	-3,8	13,3	109,4	9,4	10,5
2012	113,3	13,3	2,5	109,7	9,7	6,2
2013	81,2	-18,8	7,0	106,4	6,4	7,4
2014	98,6	-1,4	6,4	92,2	-7,8	8,2
2015	98,5	-1,5	5,7	114,0	14,0	8,8
2016	103,0	3,0	9,9	96,1	-3,9	8,5
2017	107,2	7,2	15,5	122,8	22,8	11,9

Kaynak: Orijinal hesaplamalar

Tablo 5’de mandalina cari fiyatlarına göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanmış ve bunların yıllara göre farkları alınarak enflasyon

oranları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda mandalinada üretici eline geçen fiyatların 2004, 2005, 2007 ve 2012 yıllarında enflasyon

oranının üstünde kaldığı tespit edilmiştir. Bu yıllarda fiyatlar üreticinin lehine, diğer yıllarda ise aleyhine olmuştur. Tüketicinin durumunu incelediğimiz zaman mandalinada 2007, 2012, 2015 ve 2017 yılları dışında tüketicinin satın alma gücü artmıştır. Üretici

ve tüketici açısından fiyat değişimleri enflasyonun oranına göre üretici ve tüketiciyi olumlu veya olumsuz etkilemektedir. Üretici fiyat artışları üretici için olumlu bir durum iken tüketici fiyat artışları tüketici için olumsuzdur.

Tablo 6. Mandalina arz fonksiyonu ile ilgili regresyon analizi sonuçları
Table 6. Regression analysis results related to tangerine supply function

LogMU	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	6,8749 ***	0,2413	0,000	
MUF	0,2498	0,2118	0,277	
PUF	0,0754	0,1767	0,682	
GF	-0,0001	0,0001	0,949	
IF	-0,0004	0,0002	0,131	0,001
MF	-0,1136 *	0,0491	0,054	
K	-0,0884 **	0,0359	0,043	
T	0,0986 ***	0,0202	0,002	

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

Mandalina arz fonksiyonunu ile ilgili olarak tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre, mandalina üretimi ile mandalina üretici reel fiyatı, portakal üretici reel fiyatı ve trend (zaman) arasında doğru bir ilişki, gübre reel fiyatı, tarım işçi reel fiyatı, mazot reel fiyatı ve kukla (yağış miktarı) arasında ise ters bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir (Tablo 6).

Mandalina üretici reel fiyatları ve portakal üretici reel fiyatları modelde anlamlı çıkmamıştır. Bu ürünler 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. Yağış miktarı ile üretim miktarı arasında doğru bir ilişki

beklenmekte, fakat yağışın az veya gerekenden çok olması da üretimi olumsuz etkileyebilmektedir.

Modelde R² değeri yüksek (0,971) olup yapılan F testine göre mandalina arz fonksiyonu için tahmin edilen model %1 (P=0,001) önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden mazot reel fiyatı %10 önem seviyesinde, trend (zaman) ise %1 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli, diğer bağımsız değişkenlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Trend (zaman) ile mandalina üretimi arasında doğru yönlü bir ilişki vardır. Yani zaman içinde teknolojik gelişmelerin mandalina üretimini olumlu etkilediği varsayılabilir. Mazot fiyatının düşmesi mandalina üretimi üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

Tablo 7. Mandalina talep fonksiyonu ile ilgili regresyon analizi sonuçları
Table 7. Regression analysis results related to tangerine demand function

LogPT	Katsayılar	Standart Hata	P (t)	P (F)
α	26,0583	19,0886	0,205	
MTF	-0,6062 *	0,3027	0,076	
PTF	0,6614 **	0,2808	0,043	
N	-0,0001	0,0001	0,282	0,010
MG	0,0001 **	0,0001	0,020	
T	0,2498	0,2770	0,391	

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

Mandalina talep fonksiyonu ile ilgili tahmin edilen modelde tespit edilen işaretlere göre, mandalina tüketimi ile mandalina tüketici reel fiyatı ve nüfus arasında ters bir ilişki, portakal tüketici fiyatı, milli gelir ve trend (zaman) arasında ise doğru bir ilişki görülmektedir. Mandalina tüketimi ile nüfus arasında doğru bir ilişki beklenirken ters bir ilişki durumu ortaya çıkmıştır (Tablo 7).

Modelde R² değeri yüksek (0,770) olup, yapılan F testine göre mandalina talep fonksiyonu için

tahmin edilen model %1 (P=0,010) önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine bağımsız değişkenlerden mandalina tüketici reel fiyatı %10, portakal tüketici reel fiyatı ve milli gelirin %5 önem seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Trende (zamana) göre mandalina üretiminde artış olmuş, bu durum tüketime de yansımış olmasına rağmen istatistiki açıdan önemli çıkmamıştır. Mandalina tüketiminde nüfus artışının önemi olmamıştır.

SONUÇ

Mandalina arz ve talep fonksiyonlarına göre arz elastikiyeti (Ae) **0,319**, talep elastikiyeti (Te) **1,808** bulunmuştur. $Ae < Te$ olduğunda Örümcek Ağı Teorisine göre fiyatlar merkezden çevreye doğru yaklaşmakta daralan dalgalanmalar ile devri hareket küçülmektedir (Gülten, 1985; Dağdemir, 2019). Tüketicilerin fiyatlardaki değişimlere karşı duyarlılığının üreticilere göre daha fazla olduğu varsayılmaktadır. Mandalina çok yıllık bir bitki olduğundan dolayı üreticiler anlık fiyat değişimlerine çok fazla tepki gösterememektedirler. Fakat tüketiciler aynı yıl oluşan fiyattan talepte buldukları için fiyat değişimlerine karşı anlık tepki gösterebilmektedirler.

Ağaç sayısı ve verimde 15 yılda (2003-2017) artışa bağlı olarak mandalina üretim miktarında önemli artış olmuştur. Buna bağlı olarak tüketim miktarında da artış gözlemlenmiştir. Yine yıllara göre ihracatta artış sağlanmıştır. Tüm bunları birlikte düşünüldüğünde ağaç sayısı ve verimde daha fazla artış sağlanması, üretim miktarını daha da artırıp bunu tüketime ve ihracata da yansıtabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

NE, VD ve AK araştırmayı tasarladı. NE literatür taraması yaptı ve verileri temin etti. NE, VD ve AK makaleyi yazdı. Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

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 ile fiyat ilişkileri. 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., 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.
- Dağdemir, V., 1998. Türkiye soğan piyasasının ekonomik analizi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12 (1/2): 99-114.
- Dağdemir, V., 2019. Tarımsal Pazarlama Ders Notları (Basılmamış). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, 110 s.
- Demir, Ü., 2015. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA), TR63 Bölgesi Yaş Sebze Meyve Sektör Raporu, 106 s.
- Ertek, N., Demir, O., Keskin, A., 2020. Türkiye'de Portakal Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (1): 1-7.
- 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 Üniversitesi Yayınları No: 631, Ziraat Fakültesi 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 ve 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).



Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi: Pasinler-KöprükÖy (Erzurum) İlçeleri Örneği*

Ahmet KOÇ^{1,a,**} Sevgi YILMAZ^{2,b}

¹Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Teknik Bilimler MYO, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: ahmetkoc0625@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.596643

Geliş Tarihi (Received): 25.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted) 19.03.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ÖZ: Yaşam standartlarının yükseltilmesi çevrenin sürdürülebilir bir şekilde planlanmasını gerektirmektedir. Çevrenin önemli bir öğelerinden olan kırsal alanlar insanların su, barınma ve temel besin maddelerinin karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda kırsal alanlar zengin doğal kaynakları itibarıyla insanlığın tarih boyunca önemli yerleşim alanları olmuştur. Ülkemizin taraf olduğu Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin (APS) gereklerinin yerine getirilmesi ve peyzajın sürdürülebilirliğinin sağlanması için Erzurum ili sınırları içerisindeki Pasinler ve KöprükÖy ilçelerinin peyzaj karakter alanlarının ve tiplerinin tanımlanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada Peyzaj Karakter Analizi (PKA) yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemde doğal ve kültürel veriler bilgisayar ortamında sayısal hale getirilerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda 4 farklı özelliğe sahip 9 adet peyzaj karakter alanı ve bu alanlara bağlı 286 adet peyzaj karakter tipi ön sınıfı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda çalışmanın geleceğe yönelik havza içi uygulama, yönetim ve geliştirme politikalarında bir altık ve veri kaynağı oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Pasinler ve KöprükÖy, Peyzaj karakter analizi, Avrupa peyzaj sözleşmesi

Landscape Character Analysis and Assessment: Case Study of Pasinler-KöprükÖy Districts (Erzurum)

ABSTRACT: Increasing living standards requires sustainable planning of the environment. The urban areas, important elements of the environment, play an important role in meeting the water, shelter and basic nutrients of people. They have also become important settlements throughout the history of human beings due to their rich natural resources. In order to fulfill the articles of the European Landscape Convention (APS) and to ensure the sustainability of the landscape, the present study aims to define the landscape character areas and types of the Pasinler and KöprükÖy districts located within the boundaries of Turkey's Erzurum. For these purposes, Landscape Character Analysis (LCA) method was used. According to this method, the natural and cultural data are digitized in the computer environment and assessed with the help of Geographical Information Systems (GIS). As a result of the evaluation, 9 landscape character areas with 4 different characteristics and 286 landscape character type pre-classes related to these areas were determined. Based on the results obtained, it is considered that the study will be a source of data for the future basin, related implementation, management and development policies.

Keywords: Pasinler and KöprükÖy, Landscape character analysis, European landscape convention

GİRİŞ

Peyzaj bilimsel olarak bir görüş çerçevesi içerisine giren ve gözün algıladığı bütün düzlemler olarak tanımlanmaktadır. Pozitivist bakış açısına göre peyzaj, dünya yüzeyindeki parçaları ve parçacıkları yansıtan sınırlı bir bölüm olarak tanımlanmıştır (Köpsel and Walsh, 2018). Bu yüzden çoğu pozitivist teori, sosyo-kültürel değerlerin ve farklı peyzaj unsurları ile ilişkili anlamların önemini ihmal etmiş ve peyzajın toplumsal yapılarını yeterince dikkate

almamıştır (Greider and Garkovich, 1994). Bu eksikliğe değinerek, peyzaj üzerine sosyal yapılandırmacı perspektifler son 20 yılda peyzajın "mekânların ölçülebilir," objektif "özelliklerine odaklanmak yerine" yaşanmış ve öznel olarak algılanan yapılar "bağlamında kavramsallaştırılmıştır (Köpsel et al., 2017; Ode et al., 2008; Stocker et al., 2013; Wascher, 2005). Bu kavramsallaştırmalara bağlı olarak 2000'li yıllarda çoğu Avrupa ülkelerinin

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Koç, A., Yılmaz, S., 2020. Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi: Pasinler-KöprükÖy İlçeleri Örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 126-139. doi: 10.17097/ataunizfd.596643

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6932-6680> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7668-5788>

imzaladığı Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (APS) kavramı ortaya çıkmıştır. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ne göre peyzajın tanımı yeniden yapılarak korunmasına yönelik politikalar gerçekleştirilmiştir (Council of Europe, 2000). Geliştirilmiş olan bu politikalarda peyzajı doğal ve kültürel mirasının temel bir bileşeni haline getirmek, insan refahına katkıda bulunmak stratejisi önermişlerdir (Council of Europe, 2000). Aynı zamanda Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (APS) ise peyzajı; insan ve/veya doğal faktörlerin etkileşimi ve eylemi sonucunda insanlar tarafından algılandığı şekliyle oluşan alanlar olarak tanımlamaktadır (Council of Europe, 2000). Kültürel mirasın önemli bir parçası olan peyzaj uzun zamanda endüstriyel gelişmeler ile tehdit altında kalmıştır (Sandström and Hedfors, 2018). APS'ye göre tehdit altındaki peyzajın korunması için taraf olan her ülkenin kendi peyzajını tanıması için gerekli alt yapıların oluşturulması istenmiştir. Oluşturulması istenilen alt yapılar ise; Ülke peyzaj karakter tiplerinin ve alanlarının belirlenmesini, peyzaj veri tabanının hazırlanmasını sağlamakla ilgili iş ve işlemleri yürütmek, peyzaj envanterinin çıkarılmasını ve Peyzaj Atlasının (haritasının) hazırlanmasını sağlamakla ilgili iş ve işlemleri yürütmek olarak özetlenmektedir. Bu bağlamdan yola çıkarak özellikle ülke peyzajın tanımlanmasında peyzaj karakter alanlarının ve tiplerinin belirlenmesi vurgulanmaktadır.

Peyzaj karakteri, bir peyzajı diğer peyzajlardan farklı kılan özellikler olarak tanımlanmaktadır (Council, 2006; Swanwick, 2002; Tudor, 2014). Bu özellikler ise arazi örtüsü, hidroloji, tarihi ve kültürel varlıklar, iklimsel elemanlar olarak tanımlanmaktadır (Tudor, 2014). 2000'li yıllarda Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'(APS) ile birlikte yapılan peyzaj izleme ve peyzaj karakteri vurgusu, peyzaj planlamanın ulusal ölçekten uluslararası bir ölçüğe taşınmasında ve Avrupa konseyi ülkelerin kendi ülke peyzaj karakter haritalarının tanımlanmasında ivme kazanmıştır (Görmüş and Oğuz, 2010). Peyzaj karakter haritalanması ve çalışmaları Avrupa ülkelerinde APS ile birlikte hız kazanmış ve akademik olarak literatüre geçmiştir (Caspersen, 2009; James and Gittins, 2007; Jellema et al., 2009; Swanwick, 2002; Turner, 2006). Asya ülkelerinde ise bilim adamları (Bartlett et al., 2017; Kim and Pauleit, 2007; Li and Zhang, 2017) peyzaj karakteri çalışmalarında literatüre katkıda bulunmuşlardır.

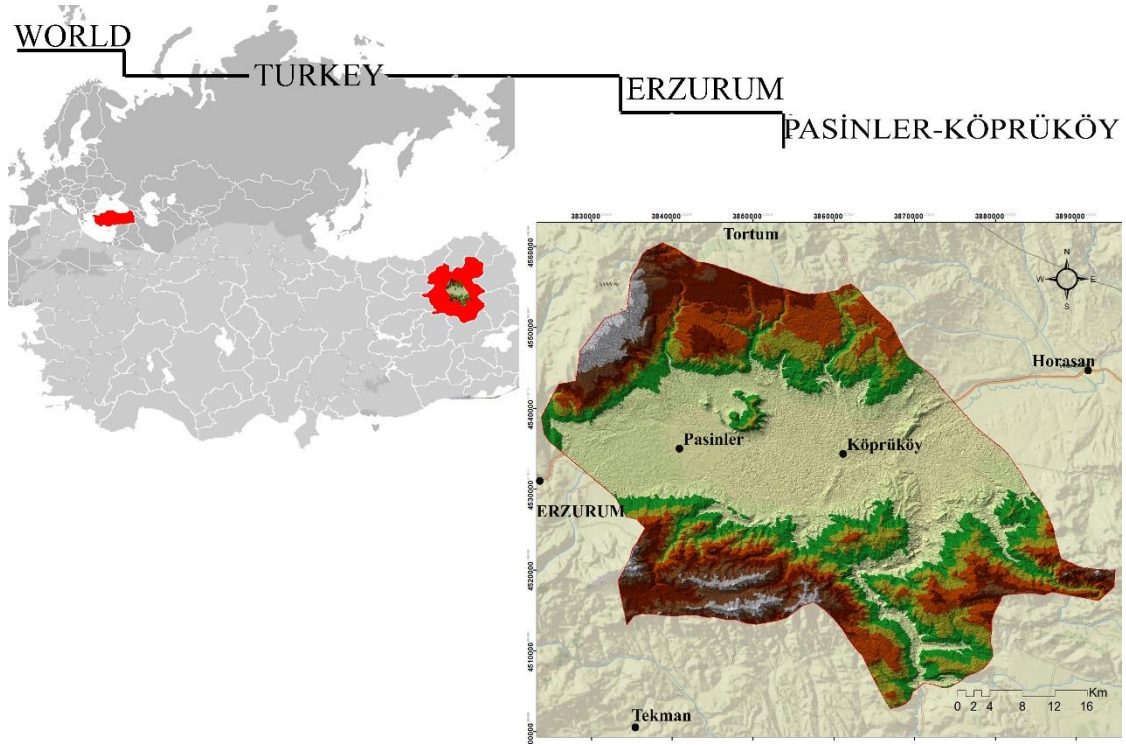
APS'den kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmek için Türkiye APS taraf olan ülkelere birisi olmuştur. 2000 yılında imzalanıp 2003 yılında

onaylanan sözleşme ile akademik anlamda Türkiye'de peyzaj karakterine ait birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle Türkiye'nin kıyı alanlarında (Atik et al., 2015, 2017; Guneroglu et al., 2015), karasal alanlarda (Doygun et al., 2014; Görmüş, 2012; Uzun et al., 2012) peyzaj karakteri ve değerlendirmesi çalışmalarında alt yapı oluşturmuşlardır. Türkiye'de yapılmış olan bu çalışmalar gelecekte planlama çalışmalarında, arazi yönetim çalışmalarında ve iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunların çözümünde önemli bir veri kaynağı olmuşlardır. Nitekim Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde (IPCC), iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biride Türkiye olacağından bahsedilmektedir (Anonymous, 2015). Hem bu sebepten dolayı hem de sürdürülebilir arazi politikalarının sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için peyzaj karakter çalışmaları önemlidir. Politik açıdan öneme sahip olan Aras Nehri birden fazla ülkeyi ve çok sayıda yerleşim alanına hizmet sunmaktadır. Pasinler ve Köprüköy ilçeleri Aras Nehri'nden dolayı önem kazanmaktadır. Nitekim dünyanın su kıtlığı çektiği günümüzde su toplama ve kaynaklarının oluşturduğu alanlar, koruma, kullanma ve geliştirme stratejileri konusunda önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı Yukarı Aras Havzası'nda yer alan Pasinler ve Köprüköy ilçelerinin sınırlarından oluşan alanın peyzaj karakter analizinin yapılarak gelecekte yapılması muhtemel olan peyzaj karakter analizi çalışmalarına entegrasyonun sağlanmasıdır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanının materyalini Erzurum il sınırları içerisinde bulunan Pasinler ve Köprüköy ilçelerinin idari sınırları oluşturmaktadır. Pasinler ve Köprüköy ilçelerine ait toplan idari sınır büyüklüğü ise yaklaşık olarak 2161 km²'dir (Şekil 1). Çalışma alanının içerisinde bulunan Pasinler ve Köprüköy ilçeleri bünyelerinde, Pasinler'de 72 ve Köprüköy'de ise 38 köy bulunmaktadır. Büyük oranda düz bir arazi yapısına sahip olan çalışma alanı yapısal karakteristik olarak tarımsal alanlardan söz etmek mümkün olmaktadır. İnsanların büyük oranda geçim kaynağını da tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. 2017 nüfus verilerine göre 2 ilçe ve 110 köyden oluşan alanda toplam 45.469 kişilik bir nüfus vardır. Bu çalışmada Tarım ve Orman Bakanlığı, Köy hizmetleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü verileri kullanılarak haritalar üretilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı sınırı
Figure 1. Location of study area

Peyzaj Karakter Alanlarının Tanımlanması

Peyzaj karakteri bir peyzajı diğer peyzajlardan ayıran ve farklı kılan özelliklerin tümü olup Peyzaj Karakter Alanları özellikle coğrafik açıdan bölgeye ve yöreye özgü nadir özellikleri bir arada bulandıran alanları tanımlamaktadır. Çalışma alanını tanımlayan ve Aras Nehri başta olmak üzere bölgeye özgü ender doğal peyzaj karakterlerinin öne çıktığı bir yapı sergilemektedir. Swanwick (2002) ve Washer (2005)'in temel alındığı peyzaj karakter alanlarının tanımlanmasında bölgenin doğal yapı özellikleri ve özellikle de dereler, sırtlar, tepeler gibi doğal coğrafik sınırlara dayanan Harita Genel Komutanlığı'na ait 1/25.000 ölçekli haritalar temel alınmıştır.

Peyzaj Karakterlerinin Yerinde Analizi

Peyzaj karakteri doğal ve kültürel özellikleri itibariyle bir peyzajı diğerlerinden ayıran ve farklı kılan ve aynı zamanda süreklilik gösteren özelliklerin tümüne karşılık gelmektedir. Çalışma alanının peyzaj karakterlerinin yerinde analizinde Swanwick (2002), Tudor (2014) ve Atik et al. (2015) temel alınmıştır. Burada peyzaj karakterleri topografya, baskın arazi örtüsü, görsel peyzaj karakterleri ve peyzajın niteliğine dair özellikleri arazi çalışmaları ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımı ile analiz edilmiştir. Ortak doğal karakter içeren peyzaj karakter tiplerinin çokluğu ve çalışma alanı içinde heterojenliği dikkate alınarak peyzaj karakterlerinin analizi peyzaj karakter alanları ölçeğinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Peyzaj karakterleri analizi arazi gözlem formu (Swanwick 2002; Tudor, 2014; Atik et al., 2015'den geliştirilerek)

Table 1. Land observation form of landscape characters analysis (developed by Swanwick 2002; Tudor, 2014; Atik et al., 2015)

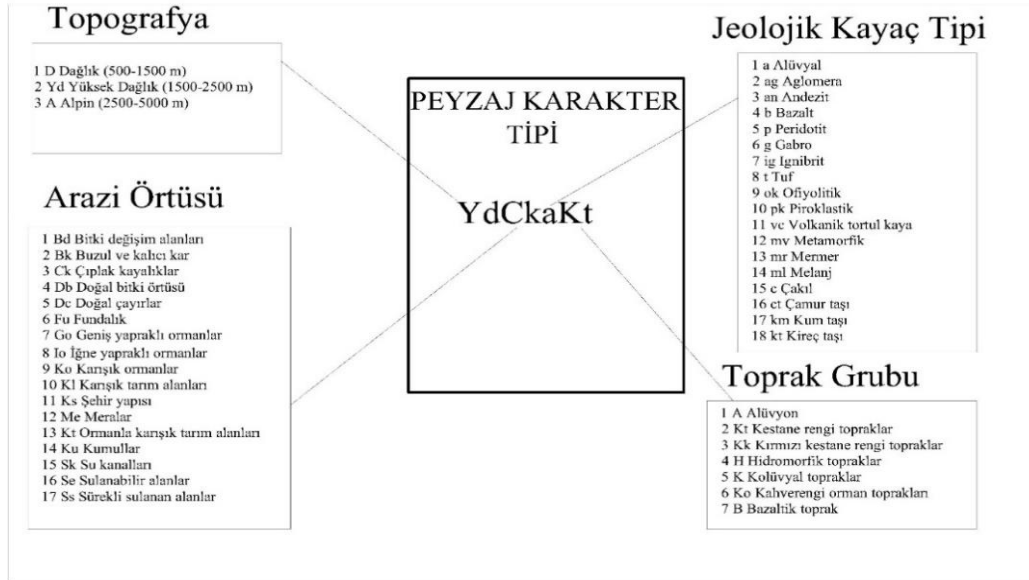
Peyzaj Karakterleri				
Topografya	Düz	Eğimli	Tepelik	Vadi
Baskın Arazi Örtüsü				
Yapılar	Çiftçilik	Bitki Örtüsü	Hidroloji	Ulaşım
Görsel Peyzaj Karakterleri				
Desen	Ölçek	Renk	Kompozisyon	Çevreleme
Peyzajın Niteliği				
Güvenli	Teşvik Edici	Memnuniyet verici		

Çalışma Alanının Peyzaj Karakter Tiplerinin Ön Sınıflaması

Çalışma alanının peyzaj karakter tiplerinin ön sınıflamasında yükseklik grupları 3 kategori, arazi örtüsü 8 kategori, büyük toprak grupları 7 kategori ve kayaç tipleri 19 kategori 4 temel veri seti kullanılmıştır. Bu aşamada peyzaj karakter tipleri ön

sınıflama yöntemi olan Washer 2005, Atik et al. 2015 ve Koç, 2017 çalışmaları temel alınmıştır.

Ön sınıflamadaki peyzaj karakter tiplerinin ve yerel düzeyde peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesinde Avrupa Peyzaj Karakter Girişimi (ELCAI) kapsamında kullanılan “Peyzaj Karakter Kodlama Sistemi” kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Peyzaj karakter kodlama sistemi

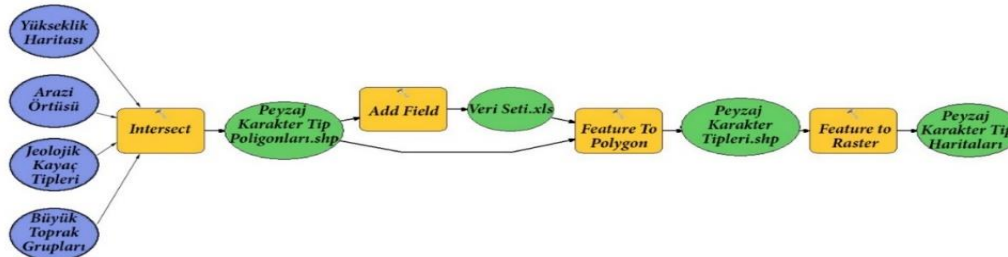
Figure 2. Landscape character coding system

Alansal Verilerin Analizi

Çalışma alanına ait peyzaj sınıflama tipi geliştirildikten sonra elde edilen veriler Arc-GIS 10.2 paket programında sayısallaştırılmıştır. Daha sonra yükseklik grupları, büyük toprak grupları, vejetasyon, kayaç tipi ve arazi örtüsü üst üste çakıştırılmıştır. Çakıştırılan bu haritalardan elde edilen peyzaj karakter tipleri ön sınıflama haritası oluşturulmuştur.

Peyzaj tipleri haritası oluşturmak için; Arc-GIS 10.2 paket programında Model Builder bölümünden peyzaj tip haritalarını kesistirmek amacıyla “model” oluşturulmuştur (Şekil 3). Oluşturulan modelde hata

payının en düşük olması için çakıştırmalar vektörel haritalardan elde edilmiştir. Vektörel haritalar çakıştırılırken Analysis Tools modülünde Overlay katmanı içerisindeki Intersect (kesişim) alt modülü kullanılmıştır. Modül kullanıldıktan sonra peyzaj tip sınıflandırmaları ortaya çıkmıştır. Sınıflamaların gruplamalarını yapmak için Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada gruplamalar ARC-GIS’de bulunan öz nitelik tablosuna aktarılmıştır. Son olarak; Classification modülünde raster peyzaj karakter tipleri haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3).



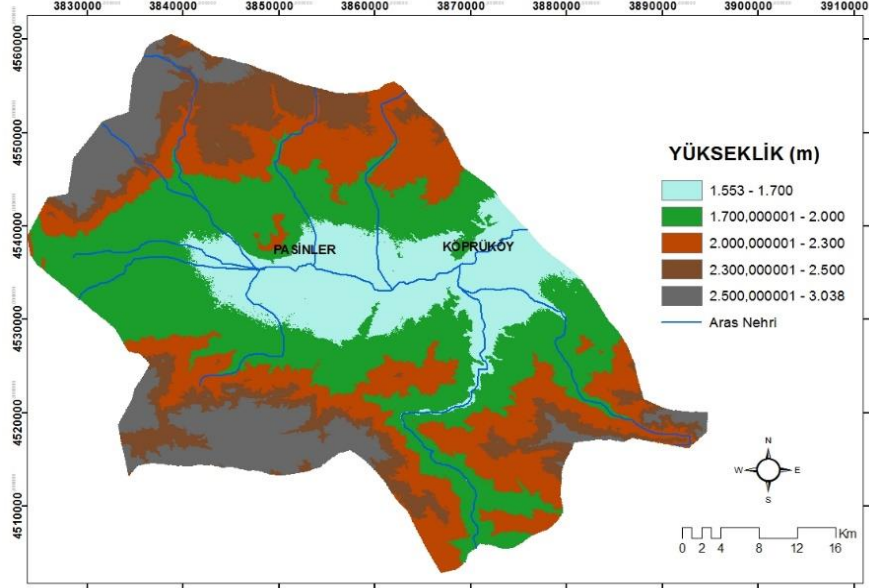
Şekil 3. Peyzaj karakter tipleri haritalarını oluşturmak için kullanılan model

Figure 3. Model used to create landscape character types maps

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanının yükseklik analizi sonuçlarına göre; mevcut iki ilçenin idari sınırlarını da kapsayan alanda yükseklik 1553-3038 m arasında değişim göstermektedir (Çizelge 2). Bu değişimlere göre

1553-1700 m arasındaki yüksekliklerde eğimin az olması ve su kaynaklarının varlığından dolayı arazi kullanımı olarak bu alanlarda tarımsal faaliyetler görülmektedir. Tarımsal faaliyetler genellikle sulu ve kuru tarım ürünleri sağlanmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma alanına ait yükseklik haritası
Figure 4. Altitude map of study area

Çizelge 2. Yükseklik sınıflarına göre kapladığı alan
Table 2. Occupied area by altitude classes

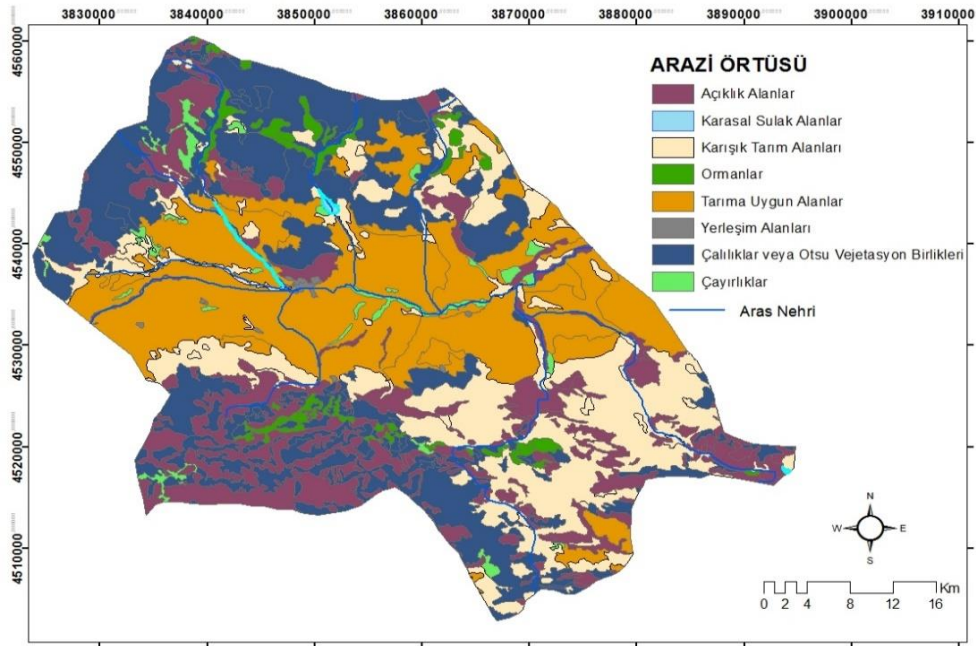
Yükseklik (m)	Kapladığı alan (Km ²)	Yüzdesi (%)
1553-1700	356,72	16,5
1701-2000	754,05	34,8
2001-2300	511,41	23,6
2301-2500	281,64	13,0
2501-3038	257,73	11,9

Çalışma alanının arazi örüsü sınıf haritaları oluştururken Corine sınıflama sistemi düzey 3 den düzey 2'ye indirgeyerek basitleştirilmiştir. Oluşturulmuş olan haritalar neticesinde çalışma alanında 8 sınıf arazi örtüsü kategorisi oluşturulmuştur (Şekil 5). Oluşturulmuş olan bu kategorilere göre; Açıklık alanlar 398,22 km²'lik alan büyüklüğü ile toplam alanın %18,4'ünü oluşturmaktadır. Arazi çalışmaları neticesinde gözlemlenmiş olan açık alanlar genellikle eğimin yüksek olduğu ve bitkilerin yetişmesi için gerekli toprak derinliği yüzeyine sahip olmayan alanlar olarak belirlenmiştir. Karışık tarım alanları ise; toplamda 453 km²'lik büyüklüğe sahip olmakta ve bununla birlikte toplam alanın % 20,9'una denk gelmektedir. Çalışma alanındaki arazi gözlemleri neticesinde karışık tarım alanları genellikle

suyollarına ve birikintilerine uzak, rakımın yüksek olduğu kesimlerden oluşmaktadır. Bu alanlarda genellikle sezonluk kuru tarım üretimleri yapılmaktadır. Aynı zamanda tarıma uygun alanlar eğimin az olduğu ve suyollarının yakınında bulunan yüzeylerden oluşmaktadır. Tarıma uygun alanlar 621 km²'lik büyüklükle toplam alanın % 28,7'sini kaplamaktadır. Orman alanları 49,43 km²'lik büyüklükle toplam alanın % 2,28'ni kaplamaktadır. Sulak alanlar ise 2,72 km²'lik büyüklükle toplam alanın % 0,1'ni, çalılıklar ve otsu vejetasyon birlikleri 595,3 km²'lik büyüklükle toplam alanın % 27,5'ni, yerleşim alanları ise 5,08 km²'lik büyüklükle toplam alanın % 0,2'lik kısmını, otlaklar ve çayır alanları ise 36,8 km²'lik alan büyüklüğü ile toplam alanın % 1,7'sini oluşturmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çalışma alanına ait arazi örtüsü sınıfları ve kapladığı alan
Table 3. Land cover classes and area covered of the study area

Arazi örtüsü	Kapladığı alan (Km ²)	Yüzdesi (%)
Tarıma uygun alan	621	28,7
Karışık tarım alanı	453	20,9
Açık alan	398,22	18,4
Sulak alan	2,72	0,1
Çalılıklar ve otsu vejetasyon birlikleri	595,3	27,5
Yerleşim alanı	5,08	0,2
Otlak ve çayırılık alan	36,8	1,7
Orman	49,43	2,28



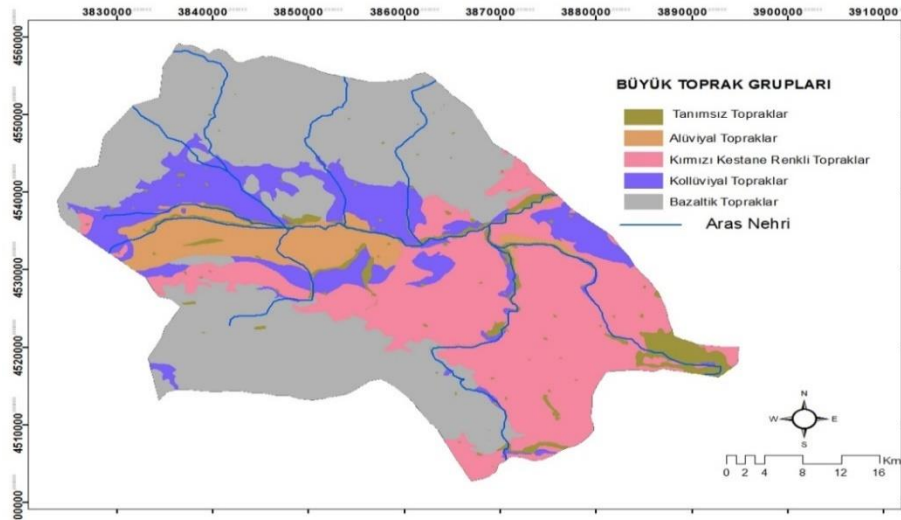
Şekil 5. Çalışma alanının arazi örtüsü sınıfları
Figure 5. Land cover classes of the study area

Çalışma alanının topoğrafik yapısından dolayı arazi işlemeye elverişli alanlar eğiminin hiç olmadığı veya çok az olduğu yerlerde konumlanmıştır. Özellikle Aras Nehri vadisinde ve vadi teras yamaçlarında, alüvyal topraklar görülmektedir. Çalışma alanının rakımının yüksek ve eğimin fazla olduğu bölgelerde ise bazaltik toprak oluşumları gözlemlenmektedir (Şekil 6). Çalışma alanında büyük toprak gruplarının dağılımını incelersek

alüvyon topraklar 161,7 km² ile toplam alanın % 7,48'ini, kırmızı kestane rengi topraklar 613 km² kapladığı alanla toplam alanın % 28,3'ünü, kollüvyal topraklar 290 km²'lik kapladığı alanla toplam alanın % 13,4'ünü, bazaltik topraklar ise 984,3 km² kapladığı büyüklükle toplam alanın % 45,5'ini oluşturmaktadır (Şekil 6). Tanımsız topraklar ise 112 km² büyüklüğe sahip olup çalışma alanının sadece % 5,1'ini oluşturmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çalışma alanına ait büyük toprak grupları ve kapladığı alan
Table 4. Soil groups and area covered of the study area

Toprak grubu	Kapladığı alan (Km ²)	Yüzdesi (%)
Alüvyon topraklar	161,7	7,48
Kırmızı kestane rengi topraklar	613	28,3
Kollüvyal topraklar	290	13,4
Bazaltik topraklar	984,3	45,5
Tanımsız topraklar	112	5,1



Şekil 6. Çalışma alanına ait büyük toprak grupları haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı raster veri setlerinden hazırlanmıştır).

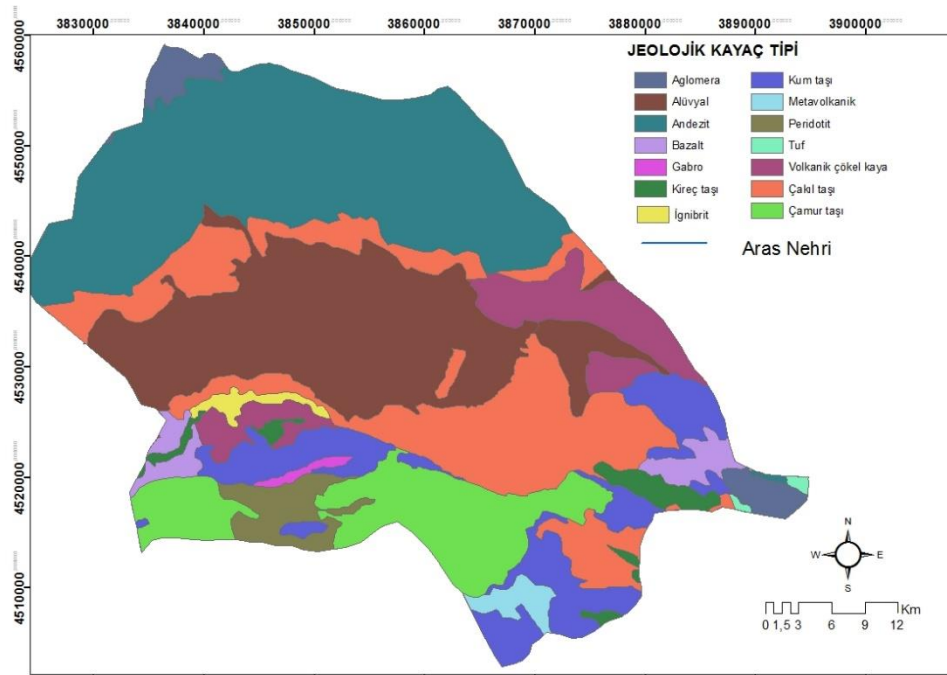
Figure 6. Soil groups map of the study area

Çalışma alanına ait jeolojik kayaç tipleri haritası incelendiğinde 14 farklı kayaç tipinden söz etmek mümkündür. Çalışma alanında çoğunlukla alüvyal ve andezit kayaçların toplam alanının yaklaşık % 48'ini kapladığı görülmektedir (Şekil 7) (Çizelge 5). Nehir

ve su kıyıların bulunduğu hatlar boyunca alüvyal oluşumlar görülmektedir. Aynı zamanda volkanik yapılardan oluşan bazalt levhalar az da olsa alan bütününde görülmektedir.

Çizelge 5. Çalışma alanına ait jeolojik kayaç tipleri ve kapladığı alan
Table 6. Geological rock types and area covered of the study area

Jeolojik Kayaç Tipi	Kapladığı Alan (Km ²)	Toplama Alana Oranı (%)
Aglomera	43	1,99
Alüvyal	441,8	20,44
Andezit	600,7	27,80
Bazalt	43,8	2,03
Çakıl taşı	381,6	17,66
Çamur taşı	191,6	8,87
Gabro	6,8	0,31
İgnibrit	14,2	0,66
Kireç taşı	36	1,67
Kum taşı	194,4	9,00
Metavolkanik	19,9	0,92
Peridotit	53,8	2,49
Tuf	3,7	0,17
Volkanik çökel kaya	129,7	6,00



Şekil 7. Çalışma alanına ait jeolojik kayaç tipi haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nın verilerinden hazırlanmıştır)

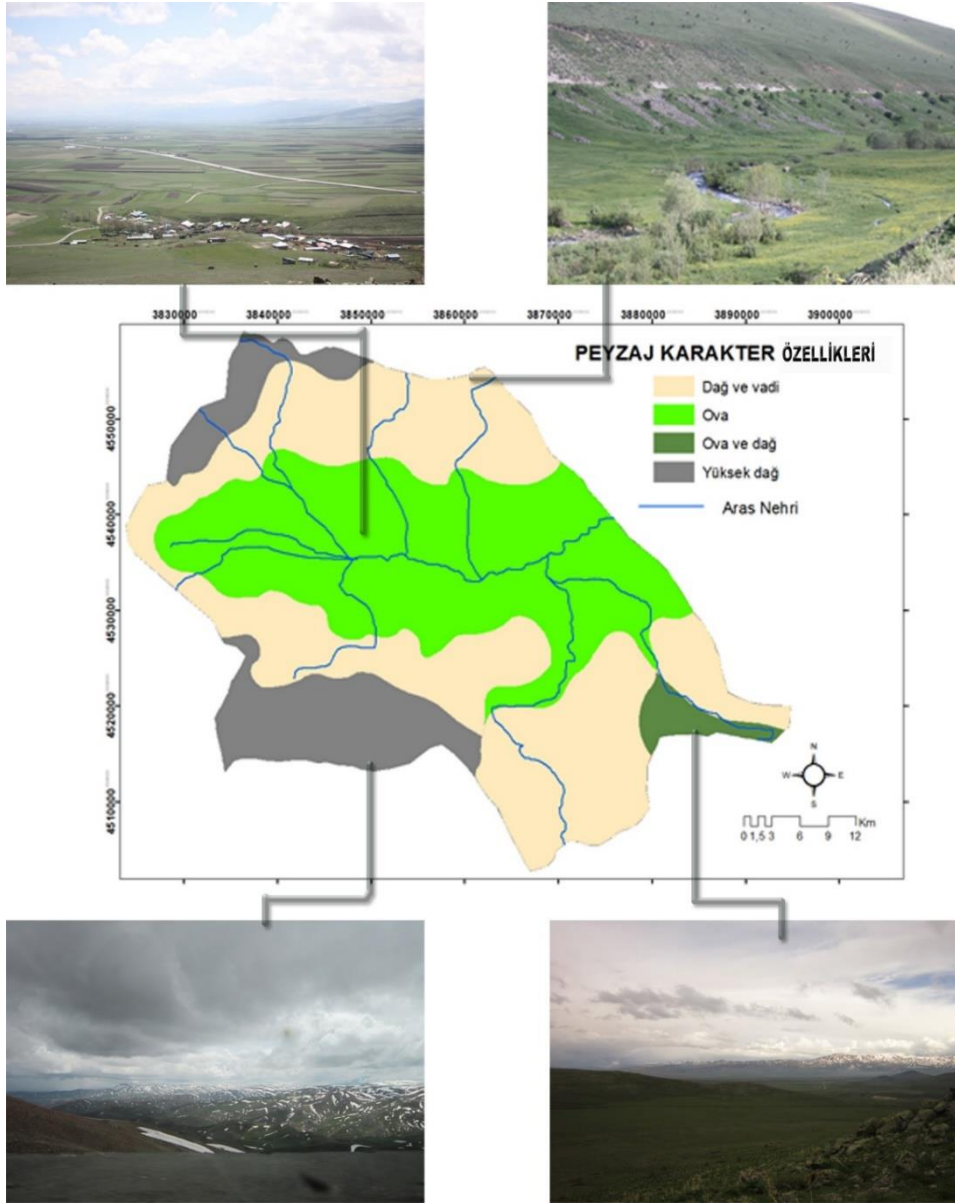
Figure 7. Geological rock types map of the study (prepared from the data of General Directorate of Mineral Research and Exploration)

Peyzaj karakter çalışmaları bölgesel ölçekte yapılmış olsa bile genellikle arazi örtüsü ana unsur olmuş ve arazi örtüsü sınırlayıcı bir etmen olmuştur (Cardille and Lambois, 2010; Niesterowicz and Stepinski, 2017). Küresel ekoloji için arazi örtüsü haritalarının önemi, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik süreçlerin coğrafi dağılımı hakkında birinci dereceden bilgi sağlamak için kullanılabileceklerinden kaynaklanmaktadır (Eyre et al., 2004; Heikkinen et al., 2004; Siriwardena et al., 2000). Bazı çalışmalarda peyzaj karakter tipleri için kümeleme analizi (Cluster Analysis) yapılmıştır (Atik et al., 2015). Nitekim bu çalışma yatay bir sınıflandırma şeklinde Pasinler ve Köprüköy ilçe sınırlarını kapsayacak şekilde yapılmıştır. Çalışmaya göre doğal ve kültürel peyzaj alanları için ekolojik sınırlar göz önünde bulundurularak 4 farklı peyzaj karakter özelliğine sahip 9 adet alan tespit edilmiştir (Şekil 9).

Çalışma alanı sınırları içerisinde tespiti edilmiş olan peyzaj karakter alanlarının özellikleri; dağ ve vadi, ova, ova ve dağ, yüksek dağ özelliklerine sahip peyzaj karakter alanları olarak belirlenmiştir. Belirlenmiş olan peyzaj karakter alanları ve özellikleri yerel halkın sosya-kültürel yapısı üzerinde de etki olmaktadır (Paraskevopoulou et al., 2019;

Primdahl et al., 2010). Nitekim ova özelliklerini taşıyan peyzaj alanlarında tarla tarımı hüküm sürerken, dağ ve yüksek dağ özelliği gösteren alanlarda genellikle hayvancılık yöre halkının geçim kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Aynı zamanda bilimsel olarak kırsal peyzajın yöre halkının ekonomik olarak desteleyen önemli bir güç olduğu vurgulanmaktadır (Paraskevopoulou et al., 2019).Pasinler ve Köprüköy ilçe sınırları içerisindeki peyzaj karakter alanlarını özelliklerini boyutları bakımından incelersek; dağ ve vadi özelliğine sahip alanlar 973,2 km²'lik büyüklükle toplam çalışma alanının % 45'ini kaplarken, ova özelliğine sahip alanlar 822,3 km²lik büyüklükle toplam çalışma alanının % 38'ini ova ve dağ özelliğine sahip alanlar 46,8 km² büyüklükle toplam çalışma alanının % 2,1'ini, yüksek dağ peyzaj özelliğine sahip alanlar 318,7 km² büyüklükle toplam alanın % 14,7'sini kaplamaktadır (Şekil 8).

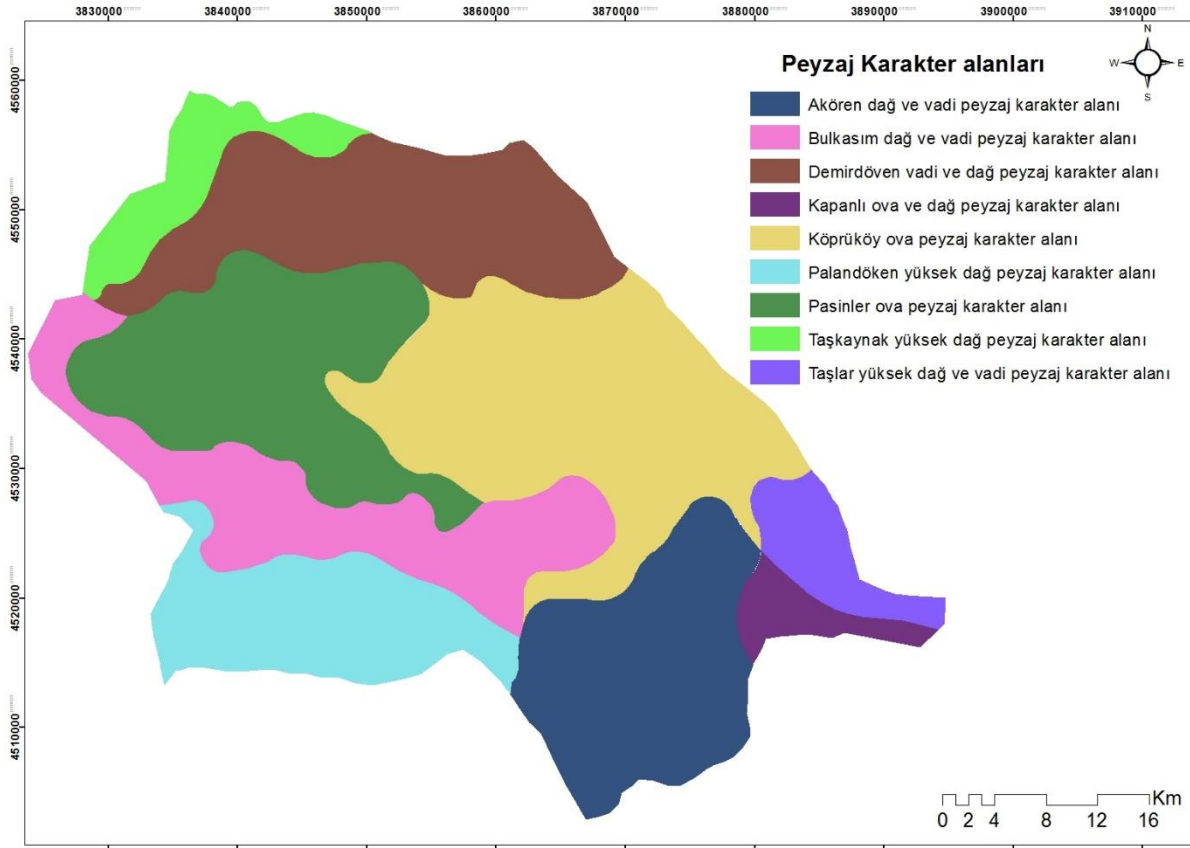
Peyzaj karakter alanları birden fazla özelliği veya benzer özellikleri kendi yapılarında barındırabilirler (Şahin et al., 2014). Nitekim Pasinler ve Köprüköy ilçelerinin sınırını oluşturan çalışma alanında dağ ve vadi, ova ve dağ peyzaj karakter alanları özellik bakımından birden fazla unsuru bünyelerinde yansıtmaktadırlar (Şekil 8).



Şekil 8. Çalışma alanına ait peyzaj karakter özellikleri
Figure 8. Landscape character features of the study area

Bir peyzaj karakter alanı, diğer alanlardan farklılık gösteren, ortak özelliklere sahip, kültürel, doğal ve görsel özellikler nedeniyle bir yeri ya da bölgeyi temsil eden, dolayısıyla çoğu kez o yerin ismiyle adlandırılan bir alandır (Şahin et al., 2014). Çalışma alanı Swanwick (2002) ve Washer (2005)'in

temel alındığı peyzaj karakter alanlarının tanımlanmasında bölgenin doğal yapı özellikleri ve özellikle de dereler, sırtlar, tepeler gibi doğal coğrafik sınırlara dayanan 9 peyzaj karakter alanı tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma alanına ait peyzaj karakter alanları
Figure 9. Landscape character lands of the study area

Pasinler Ova peyzaj karakter alanı: Arazi gözlem formuna göre saha çalışmaları esnasında peyzaj karakter alanları tanımlandığı zaman, Aras Nehri'nin getirmiş olduğu geniş alüvyon düzlüklerden oluşan Pasinler ova peyzaj karakter alanı geniş tarım alanları ile yarı doğal, çoğu zamanda kültürel bir yapı sergilemektedir. Geniş alüvyon düzlükler buğday ve arpa gibi tahılların yanı sıra ayçiçeği, lahana, patates yörede yetiştirilen en temel tarım ürünlerine ev sahipliği yapmaktadır. Alandaki en büyük kentsel yerleşim Pasinler İlçesi olup, kırsal yerleşimler ise alandaki geniş düzlükler ve ova düzlüklerinde toplu halde bulunmaktadır. Ova yerleşimlerinin oluşumunda ise tarım alanlarına erişim önemli bir faktör olmuştur. Aras Nehri'ne birleşen Kolisor Deresi ve Armutlu Sırtı alanda öne çıkan önemli coğrafik unsurlardır. Baskın arazi örtüsü açısından çiftçilik özellikle de ova düzlükleri üzerindeki tarım alanlarının dikkat çektiği Pasinler ova peyzaj karakter alanı basit bir peyzaj kompozisyonu sergilemektedir.

Köprüköy Ova peyzaj karakter alanı: Arazi gözlem formu ve saha çalışmalarına göre Köprüköy ova peyzaj karakter alanı ova düzlüklerinde ve toplu kırsal yerleşimleri ve geniş tarım alanları ile öne çıkmaktadır. Aras Nehrinin taşıdığı alüvyon toprak

bölge tarımı için uygun yetiştirme ortamı sunarken, nehrin bizzat kendisi de tarımda ihtiyaç duyulan su kaynağına erişimi mümkün kılmaktadır. Bitki örtüsü açısından çoğunlukla Aras Nehri kenarlarında ve yer yer de nehir içinde oluşan kara adacıklarında kara söğüt (*Salix nigra*), yabancı iğde (*Ipopaea rhamnoides*), kadın tuzluğu (*Berberis vulgaris*) türlerinden oluşan doğal bitki koridorları dikkate çekmektedir. Köprüköy ilçesi kentsel yerleşimi yanında Aras Nehir ve karayolu boyunca toplu kırsal yerleşimlerin de yer aldığı alanda hayvancılığın yanı sıra şeker pancarı, lahana patates gibi ürünlerin yetiştirildiği geniş tarım alanları bulunmaktadır.

Köprüköy adını 1290'larda Selçuklu Döneminde yapılan Çobandere Köprüsü'nden almaktadır. Aras Nehri'ni aşarak Erzurum'u Muş'a bağlayan en temel ulaşım noktasını da temsil eden Çobandere Köprüsü aynı zamanda alan tarihsel bir değer katmaktadır. Köprüköy ova peyzaj karakter alanı Aras Nehri ve çevresindeki geniş düzlükler ve bu düzlükleri çevreleyen yüksek dağ sıraları ile hem yatay hem de düşey yönde bir peyzaj çeşitliliği sergilemektedir. Aras Nehri'nin doğrusal ve dağların yuvarlak, kıvrımlı yapısı ile değişken bir peyzaj formunun olduğu alan ilginç ve bölgeye özgür ender karakterler ortaya koymaktadır.

Akören Dağ ve Vadi peyzaj karakter alanı: Oldukça dağlık yapısı ve bu dağları keskin bir şekilde birbirinden ayıran vadileri ile dikkat çeken Akören dağ ve vadi peyzaj karakter alanı dağ eteklerindeki toplu kırsal yerleşimlerine ev sahipliği yapmaktadır. Devalı Deresi, Kaletaş Deresi, Ballı Tepe, Güngörmez Tepe, Çerkez Sırtı, Asi Sırtı alanda öne çıkan doğal unsurlar arasındadır. Ortalama 2300 metre yükseltilerde bulunan karakter alanı vadi ve dağ geçişleri ile baskı bir desen oluştururken doğal unsurlar arasındaki geçişlere peyzaj kompozisyonuna çeşitlilik kazandırmaktadır. Çoğunlukla yuvarlak ve kıvrımlı yüzey formlarının bulunduğu alanda peyzaj karakterleri açısından ilginç görünümler ortaya çıkmaktadır.

Bulkasım Dağ ve Vadi peyzaj karakter alanı: Dağlık yapısı ve vadi geçişleri ile öne çıkan Bulkasım dağ ve vadi peyzaj karakter alanı Ağdaş Deresi, Sekiler Sırtı, Ayrandöken Tepesi, Cimillikaya Deresi gibi doğal peyzaj unsurları ile karakterize edilmektedir. Yaklaşık 2000 metre yükseltide yer alan karakter alanındaki kırsal yerleşimler çoğunlukla dağ sırtlarında ve tipik olarak toplu halde bulunmaktadır. Güney bakılı yamaçlar Kuşburnu (*Rosa canina*) çalı grupları öne çıkarken, dağ çayırıkları hayvancılığa imkân vermektedir. Baskın arazi örtüsü açısından yamaç ve dağlık yapıdaki çayır ve meraların dikkat çektiği karakter alanında topografik yapının kısa mesafelerde ani değişimleri sonucu güçlü bir peyzaj deseni ve zengin, çeşitli bir peyzaj kompozisyonu ortaya çıkmaktadır.

Demirdöven Vadi ve Dağ peyzaj karakter alanı: Yukarı Aras Havzasının kuzeybatı yönündeki Kandil sıradağları ile doğal sınır oluşturan Demirdöven vadi ve dağ peyzaj karakter alanı karışık ve ibrelili orman varlığı ile dikkat çekmektedir. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.) alandaki karışık orman örtüsünü oluştururken, ibrelili ormanlar ise Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ile temsil edilmektedir. Vadi yamaçları ve tepelik otlaklar büyük baş hayvancılık için uygun imkânlar sunmaktadır. Demirdöven Deresi alanda Başpınar Sırtı ve Dereçayır Tepesini birbirinden ayıran doğal bir sınır olup aynı zamanda alandaki derin vadi ve dağ peyzajlarını vurgulayan bölgeye özgü önemli coğrafik unsurlardandır. Derin vadi yapısı peyzaj karakterleri açısından güçlü bir desen oluştururken, vadi ve dağ geçişleri peyzaj kompozisyonuna çeşitlilik kazandırmaktadır.

Kapanlı Ova ve Dağ peyzaj karakter alanı: Kapanlı başta Sivrikale Ovası, Çatal Ovası, Ağköy Ovası başta olmak üzere çok geniş düzlüklerden ve Kale Tepesi, Değirmen Tepesi gibi ova içindeki dağlık alanlardan oluşmaktadır. Çoğunlukla dağ sırtlarında kurulmuş kırsal yerleşimler ve ovada düzlüklerinde tarımsal faaliyetlerin öne çıktığı

Kapanlı ova ve dağ peyzaj karakter alanı bölgenin yüksek dağlık yapısı ile karşılaştırıldığında coğrafik olarak düzlükleri ile dikkat çekmektedir. Akdere alanın içinden geçen tek akarsu olup çiftçilik açısından geniş tarlalar bölgenin yükseltisinden dolayı hayvan yemi ve özellikle de kuru yem üretimi için kullanılmaktadır. Geniş düzlüklerden oluşan basit bir peyzaj kompozisyonunun öne çıktığı alan, teşvik edicilik açısından tekdüze bir yapı sergilemektedir.

Palandöken yüksek dağ peyzaj karakter alanı: Alana adını veren Palandöken Dağı, Bozyokuş Deresi, Aktaş Deresi Palandöken yüksek dağ peyzaj karakter alanı içindeki önemli doğal unsurlar arasında gelmektedir. Alandaki tek kırsal yerleşim olan Sığırlı Köyü arazi yapısı nedeniyle dağ eteğinde konumlanmıştır. Yaklaşık 2500 ile 3000 metre arasında yüksek dağlık yapısı ile öne çıkan Palandöken yüksek dağ peyzaj karakter alanı topografyadaki değişimler ile ilginç ve güçlü bir desen ve aynı zamanda değişken bir peyzaj kompozisyonunun oluşumunu beraberinde getirmektedir. Kar örtüsünün altı aydan daha uzun süre toprak üzerinde kaldığı alan geniş Alpin çayırıklar ağırlıklı olarak büyük hayvancılık ve yer yer de küçükbaş hayvancılığı yapılmasına uygun ortamlar sunmakta ve baskın arazi örtüsü açısından geniş otlakla dikkat çekmektedir.

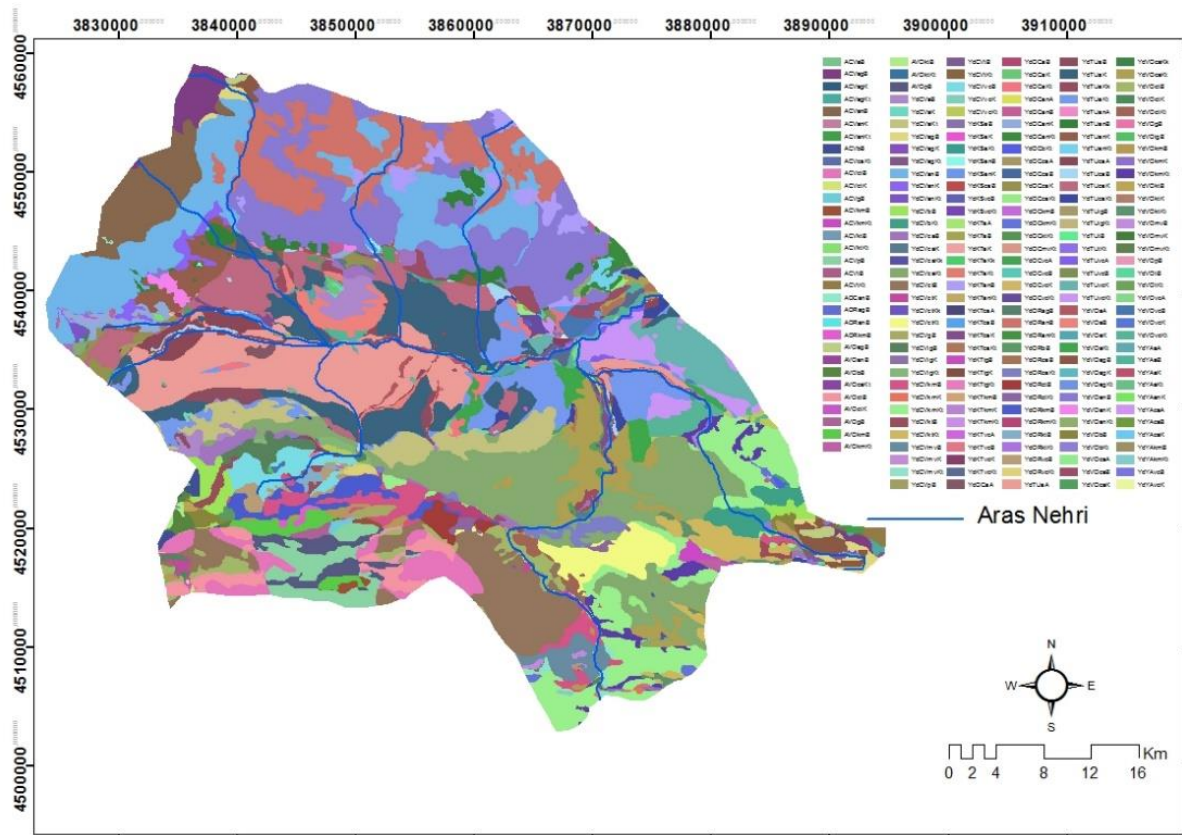
Taşkaynak yüksek dağ peyzaj karakter alanı: Yüksek dağlar ve derin vadileri ile öne çıkan Taşkaynak yüksek dağ peyzaj karakter alanındaki tek kırsal yerleşim dağ sırtı üzerinde kurulmuş Baldızı köyüdür. Karakale Tepesi, Kayınlı Deresi, Yılan Sırtı alanda öne çıkan önemli coğrafik unsurlardır. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.) alanda yer yer karışık orman dokusunun oluşumunu sağlamaktadır. Burada Titrek Kavaklar ibrelili türler arasında yaprak döken ağaç gruplarını temsil ederken, kuzey bakılar ise daha çok Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) gibi ibrelili türlerin yayılış alanı olmaktadır. Ortalama 2000 ile 2700 metreler arasındaki yükseltisi ile orman örtüsünden alpin kuşağa geçiş bölgelerini temsil etmektedir. Yüksek dağ çayırıkları yöre halkı için küçükbaş hayvancılığa imkân vermektedir. Baskın arazi örtüsü açısından ormanlar ile bitki örtüsünün öne çıktığı alanda, yüksek dağlar ile derin vadileri çok güçlü bir peyzaj deseni oluşturmakta ve peyzaj desenine büyük bir çeşitlilik ve ilginç, çoğu zamanda ilham verici bir nitelik kazandırmaktadır.

Taşlar yüksek dağ ve vadi peyzaj karakter alanı: Kürün Sırtı, Tatar Sırtı, Yaylalar Deresi, Darboğaz Deresi, Yılan Tepeleri, Baruttaşı Tepeleri alan içinde öne çıkan ve özellikle de dağlık coğrafik yapıyı vurgulayan doğal unsurlar arasında yer almaktadır. Ulaşım güzergâhları boyunca toplu kırsal

yerleşimlerin öne çıktığı Taşlar yüksek dağ ve vadi peyzaj karakter alanı keskin dağ geçişleri ile öne çıkmaktadır. Baskın arazi örtüsü açısından kırsal yerleşimlerin ve yapıli alanların ancak ana ulaşım güzergâhları ve vadi yamaçlarında yer bulabildiği alanda dağlık yapının baskın bir deseni söz konusudur. Peyzaj kompozisyonunun karmaşık bir yapı sergilediği Taşlar yüksek dağ ve vadi peyzaj karakter alanı vadi ve dağlık yapısı ile doğrusal bir form sahiptir.

Peyzaj karakter analizleri peyzaj yönetimi için pratik çözümlene ihtiyaç duyulmasından kaynaklanmaktadır. Peyzajın sınıflaması doğal faktörlere dayanmaktadır (Li and Zhang, 2017). Peyzaj karakter tiplerinin sınıflandırma kuralları, temel olarak arazi formu, bitki örtüsü, arazi kullanımı ve kentsel yerleşime gibi unsurlara dayanmaktadır (Li and Zhang, 2017). Nitekim katmanlar halindeki yatay sınıflandırma peyzaj karakter alanlarından daha ayrıntılı bir şekilde bilgi almamızı sağlayarak sınıflandırmaya titizlik katmaktadır (Blankson and Green, 1991; Cain et al., 1997; Metzger et al., 2005). Çalışma alanımıza ait yatay sınıflandırma sonucunda peyzaj karakter tiplerinin ön sınıflamasına ait 286

adet peyzaj karakter tipi belirlenmiştir (Şekil 10). Belirlenen peyzaj karakter tipleri alansal büyüklük bakımından 0,04 m² ile 109,7 km² arasında değişkenlik göstermektedir. Alansal bu değişkenlik arazinin heterojenliğinden kaynaklanmaktadır. Nitekim çoğu çalışmada peyzaj karakter farklılıklarını heterojenliğe bağlamaktadır (Kellert, 1995; Martín et al., 2018). Heterojen alanlar fiziksel ve görsel açıdan doğal peyzaja katkı sunmaktadır. Aynı özelliğe sahip peyzaj karakter alanları da buldukları konum itibarıyla birbirinden farklı adlarla nitelendirilebilir. Bu adlandırmalar peyzaj karakter haritalarında ölçeğin bozulmadan algılanabilirliğinin artmasını ve il, ilçe, sırt, vadi gibi ekolojik temellerden oluşan peyzaj karakter adları peyzajın tanımlanması yönünden avantaj sağlamaktadır. Nitekim bazı bilimsel çalışmalar peyzaj karakterlerini tanımlarken ortak dil kullanımından bahsetmektedir (Brabyn, 2009; Swanwick and Heritage, 2002; Wascher, 2005). Nitekim yaptığımız çalışmada 4 farklı özelliğe sahip 9 adet peyzaj karakter alanı ve bu alanlara bağlı 286 adet peyzaj karakter tipi ön sınıfı tespit edilmiştir.



Şekil 10. Çalışma alanına ait peyzaj karakter tipleri ön sınıflaması
Figure 10. Landscape character types pre-classification of the study area

SONUÇ

Peyzaj karakter değerlendirmesi, peyzaj hakkında bilgi almamıza katkıda bulunmaktadır. Peyzaj karakter analiz yöntemleri öznel ve objektif olduğu gibi peyzajın biyofiziksel ve görsel yönlerini de çalışır. Bu çalışmalara göre Pasinler ve Köprüköy ilçe sınırlarındaki alanları tamamen kapsayacak şekilde yerel ölçekte peyzaj karakter analizi yapılmıştır. Yapılan bu çalışma neticesinde ilçe sınırları içerisindeki peyzaj karakter alanları tanımlanmış ve bu alanlara ait peyzaj karakter tiplerinin ön sınıflaması yapılmıştır. Yapılmış olan bu çalışmanın yerel ölçekte planlamalar için bir envanter oluşturmaktadır. Oluşturulmuş olan envanter ve veri seti diğer bölgeler için uygulanabilir olduğu düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Bu çalışma Ahmet KOÇ'un, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan doktora tez konusundan üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Atik, M., Isikli, R.C., Ortacesme, V., Yildirim, E., 2015. Definition of landscape character areas and types in Side region, Antalya-Turkey with regard to land use planning. *Land Use Policy*, 44: 90-100.
- Atik, M., Isikli, R.C., Ortacesme, V., Yildirim, E., 2017. Exploring a combination of objective and subjective assessment in landscape classification: Side case from Turkey. *Applied Geography*, 83: 130-140.
- Anonymous, 2015. *Climate change 2014: Mitigation of climate change*, Cambridge University Press.
- Bartlett, D., Gomez-Martin, E., Milliken, S., Parmer, D., 2017. Introducing landscape character assessment and the ecosystem service approach to India: A case study. *Landscape and Urban Planning*, 167: 257-266.
- Blankson, E. J., Green, B. H., 1991. Use of landscape classification as an essential prerequisite to landscape evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 21 (3): 149-162.
- Brabyn, L., 2009, Classifying landscape character. *Landscape Research*, 34 (3): 299-321.
- Cain, D.H., Riitters, K., Orvis, K., 1997. A multi-scale analysis of landscape statistics. *Landscape Ecology*, 12 (4): 199-212.
- Cardille, J.A., Lambois, M., 2010. From the redwood forest to the Gulf Stream waters: human

- signature nearly ubiquitous in representative US landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8 (3): 130-134.
- Caspersen, O.H., 2009. Public participation in strengthening cultural heritage: The role of landscape character assessment in Denmark, *Geografisk Tidsskrift-Danish. Journal of Geography*, 109 (1): 33-45.
- Council of Europe., 2000. *European Landscape Convention—Explanatory Report*, Council of Europe, Strasbourg [on-line]. URL <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Reports/Html/176.htm> (Accessed Date: 25 July 2013).
- Council, H., 2006. *Landscape Character Assessment (LCA) in Ireland: Baseline Audit and Evaluation*, Heritage Council, Kilkenny, Ireland, 93 p.
- Doygun, H., Kısakürek, Ş., Uzun, O., Erdoğan, N., Kop, A., Kalınkütük, H., 2014. Kahramanmaraş Ahir Dağı Peyzaj Karakter Analizi ve Doğa Koruma Stratejilerinin Geliştirilmesi, *Avrupa Peyzaj Sözleşmesi*, 15: 81-86.
- Eyre, M., Rushton, S., Luff, M., Telfer, M., 2004. Predicting the distribution of ground beetle species (Coleoptera, Carabidae) in Britain using land cover variables. *Journal of Environmental Management*, 72 (3): 163-174.
- 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., 2010. *Peyzaj Karakter Haritası Hazırlama Sürecinde Türkiye için Bir Durum Değerlendirmesi*. Peyzaj Mimarlığı 4. Kongresi 21-24 Ekim 2010, Selçuk-İzmir.
- Greider, T., Garkovich, L., 1994. *Landscapes: The social construction of nature and the environment*. *Rural Sociology*, 59 (1): 1-24.
- Guneroglu, N., Acar, C., Guneroglu, A., Dihkan, M., Karsli, F., 2015. Coastal land degradation and character assessment of Southern Black Sea Landscape. *Ocean & Coastal Management*, 118: 282-289.
- Heikkinen, R.K., Luoto, M., Virkkala, R., Rainio, K., 2004. Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural-forest mosaic. *Journal of Applied Ecology*, 41 (5): 824-835.
- James, P., Gittins, W., 2007. Local landscape character assessment: An evaluation of community-led schemes in Cheshire. *Landscape Research*, 32 (4): 423-442.
- Jellema, A., Stobbelaar, D.J., Groot, J.C.J., Rossing, W. A. H., 2009. Landscape character assessment using region growing techniques in

- geographical information systems. *Journal of Environmental Management*, 90: 161-174.
- Kim, K. H., Pauleit, S., 2007. Landscape character, biodiversity and land use planning: The case of Kwangju City Region, South Korea. *Land Use Policy*, 24 (1): 264-274.
- Kellert, S. R., 1995. *The biophilia hypothesis*, Island Press, 496 p.
- Koç, A., 2017. Yukarı Aras Havzası Örneğinde Peyzaj Karakter Analizi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 160 s.
- Köpsel, V., Walsh, C. 2018. Coastal landscapes for whom? Adaptation challenges and landscape management in Cornwall. *Marine Policy*, 97: 278-286.
- Köpsel, V., Walsh, C., Leyshon, C., 2017. Landscape narratives in practice: implications for climate change adaptation. *The Geographical Journal*, 183 (2): 175-186.
- Li, G., Zhang, B., 2017. Identification of landscape character types for trans-regional integration in the Wuling Mountain multi-ethnic area of southwest China. *Landscape and Urban Planning*, 162: 25-35.
- Martín, B., Ortega, E., Martino, P., Otero, I., 2018, Inferring landscape change from differences in landscape character between the current and a reference situation. *Ecological Indicators*, 90: 584-593.
- Metzger, M. J., Bunce, R.G.H., Jongman, R.H., Múcher, C.A., Watkins, J.W., 2005. A climatic stratification of the environment of Europe. *Global ecology and biogeography*, 14 (6): 549-563.
- Niesterowicz, J., Stepinski, T.F., 2017. Pattern-based, multi-scale segmentation and regionalization of EOSD land cover. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 62: 192-200.
- Ode, Å., Tveit, M.S., Fry, G., 2008. Capturing landscape visual character using indicators: touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape Research*, 33 (1): 89-117.
- Paraskevopoulou, A. T., Nektarios, P. A., Kotsiris, G., 2019. Post-fire attitudes and perceptions of people towards the landscape character and development in the rural Peloponnese, a case study of the traditional village of Leontari, Arcadia, Greece. *Journal of Environmental Management*, 241: 567-574.
- Primdahl, J., Kristensen, L., Busck, A. G., Vejre, H., 2010. Functional and structural changes of agricultural landscapes: how changes are conceived by local farmers in two Danish rural communities. *Landscape Research*, 35 (6): 633-653.
- Sandström, U. G., Hedfors, P., 2018. Uses of the word 'landskap' in Swedish municipalities' comprehensive plans: Does the European Landscape Convention require a modified understanding?. *Land Use Policy*, 70: 52-62.
- Siriwardena, G.M., Crick, H.Q., Baillic, S.R., Wilson, J.D., 2000. Agricultural land-use and the spatial distribution of granivorous lowland farmland birds. *Ecography*, 23 (6): 702-719.
- Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M., 2013. *Climate change 2013: The physical science basis*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5) (Cambridge Univ Press, New York) 25, 1535 p.
- Swanwick, C., 2002. *Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland: Prepared for the Countryside Agency and Scottish Natural Heritage by Carys, Countryside Agency*, 104 s.
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O. ve Bilgili, C., 2014. Bölge - Alt Bölge (İl) Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Ulusal Teknik Kılavuzu. Müşteri Kurumların T.C. İçişleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı olduğu, T.C. Ankara Üniversitesinin Yürütücü Kuruluş olduğu ve TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı 109G074 No'lu PEYZAJ-44 Projesi Çıktısı, Ankara, 148 s.
- Tudor, C., 2014. An approach to landscape character assessment, *Natural England*, 57 p.
- Turner, S., 2006. Historic landscape characterisation: A landscape archaeology for research, management and planning. *Landscape Research*, 31 (4): 385-398.
- Uzun, O., İlke, E., Çetinkaya, G., Erduran, F., Açıksöz, S., 2012. Peyzaj Planlama: Konya İli Bozkır-Seydişehir-Ahırılı-Yalnhüyük İlçeleri ve Suğla Gölü Mevkii Peyzaj Yönetimi Koruma ve Planlama Projesi, San. ve Tic. Ltd. Şti., Ankara, 175 s.
- Wascher, D. M., 2005. European landscape character areas: typologies, cartography and indicators for the assessment of sustainable landscapes, *Landscape Europe*, 160 p.



Effect of Bat Guano on Cation Exchange Capacity, Some Macro Nutrient Content and Reaction of Soil (pH)*

Kevser KARAGÖZ SEZER^{1,a,**} Abdurrahman HANAY^{2,b}

¹Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, Ankara, Turkey

²Atatürk Univ., Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Erzurum, Turkey

**Corresponding author e-mail: zmmlekevs@gmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.607312

Geliş Tarihi (Received): 20.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 28.04.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ABSTRACT: In this study, the effect of bat manure on the some macro element content, pH and cation exchange capacity (CEC) of soils was investigated in order to compare with the traditional method of livestockmanure. Both organic materials were applied at increasing doses of 0 (control); 5; 500; 1000; 1500; 2000 kg.da⁻¹ and a wheat plant was used as the experiment plant. The study was carried out in the field of Soil and Water Resources of East Anatolia Agricultural Research Institute (Erzurum) between the years of 2011-2013 and the results were evaluated by LSD multiple comparison test according to the completely randomized block design. When the bat guano and livestock manure results of the study were compared to the control, the highest bat manure dose increased by content of the nitrogen (N) 32%, phosphorus (P) 407%, potassium (K) 61%, pH 3% and cation exchange capacity (CEC) 17% of the soil.

Keywords: Bat guano, Organic matter, Macro nutrients, Cation exchange capacity

Yarasa Gübresinin Bazı Makro Besin Elementi, Katyon Değişim Kapasitesi ve Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkisi

ÖZ: Bu çalışmada yarasa gübresinin geleneksel yöntem olan çiftlik gübresi ile karşılaştırmak amacıyla toprakların bazı makro element içeriği, pH ve katyon değişim kapasitesine etkisi araştırılmıştır. Her iki organik materyal, ağırlık esasına göre artan dozlarda 0 (kontrol); 500; 1000; 1500; 2000 kg.da⁻¹ olmak üzere 5 uygulama seviyesinde uygulanmıştır ve test bitkisi olarak buğday kullanılmıştır. Araştırma 2011-2013 yılları arasında Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak ve Su Kaynakları Yerleşkesi (Erzurum) deneme alanında yürütülmüş ve sonuçlar tam şansa bağlı bloklar deneme desenine göre LSD çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın yarasa ve çiftlik gübresi sonuçları kontrol konusu ile karşılaştırıldığında, en yüksek yarasa gübresi dozu toprakların azot içeriğini (N) % 32, fosfor içeriğini (P) % 407, potasyum içeriğini (K) % 61, pH % 3 ve katyon değişim kapasitesini (KDK) ise %17 arttırmıştır.

Anahtar kelimeler: Yarasa gübresi, Organik madde, Makro besin elementleri, Katyon değişim kapasitesi

INTRODUCTION

Scientists have searched for ways to increase the yield of agricultural areas and to ensure sustainability in agriculture in order to meet increasing food needs and used various materials as fertilizers for this purpose. In this context, new soil conditioners are being investigated and used in order to improve the quality parameters of the soil. In this process, various animal wastes and composts are used. These wastes and composts are regarded as sources of organic matter for the soil.

The physical, chemical and biological properties of the soil are largely influential in the emergence of the plant growth and genetic potential.

It is possible to improve these physical, chemical and biological properties by adding regulators to the soil (Bender et al., 1998).

The use of organic wastes has been known for many years as a common method used to improve some properties of the soil. These organic wastes are also used as fertilizer at the same time. Fertilization is one of the most important cultural activities in agricultural production in order to increase efficiency in the unit area. Various materials are used as fertilizer. These fertilizer types can be classified into two groups, organic and chemical. Organic fertilizers are organic matter-containing fertilizers obtained

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Karagöz Sezer, K., Hanay, A., 2020. Effect of Bat Guano on Cation Exchange Capacity, Some Macro Nutrient Content and Reaction of Soil (pH). Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 140-144. doi: 10.17097/ataunizfd.607312

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1779-5861> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0676-6010>

*This study is a part of the Kevser Karagöz Sezer's Ph.D study named "Effect of Bat Guano and Livestock Manure on the Some of the Soil Properties and Yield Parameters of Wheat" accepted by Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Agricultural Structures and Irrigation in 2015.

from nature and they are various vegetable and animal waste such as compost, livestock manure, green manure. Chemical fertilizers are artificial fertilizers containing one or more nutrients (Demirtaş, 2005).

With the development of the fertilizer industry in the 18th century, chemical fertilizer became increasingly widespread in the world due to its cheap cost and high yield effect. This has caused the loss of ecological balance, especially in agricultural areas (Kincheloe, 1983).

The pesticides and fertilizers used have many negative effects on soil, water, air and living things in the long run (Gültekin and Örgün, 1994). The “organic or ecological agriculture” approach has emerged as a solution to these ongoing problems. Organic agriculture is an agricultural model based on ecological balance in order to restore the natural balance lost as a result of wrong applications in the ecological system. It is a form of production that recommends benefiting from organic and green fertilizing, crop rotation, parasites and predators, aiming to increase soil resistance, increase the quality of the plant and increase the quality of the product in agricultural production (Anonymous, 2011a).

Sources used as organic material are compost and organic wastes, especially the livestock manure. The oldest of these sources is the livestock manure. Organic wastes in terms of the yield potential of the soils and in terms of the amount of nutrients in the organic are the most vital necessities for the soil (Candemir, 2005).

Bat guano is also among these organic wastes. Since bat guano is animal waste, its content varies according to the region and diet of the bat (Karagöz, 2014). There are 39 species of bats connected to 5 families in Turkey. These species feed only on insects and fruit. For this reason, they prefer forest and agricultural areas for feeding and as shelter (Yorulmaz et al., 2018). The content of bat manure in different regions has been examined and mineral levels have been revealed. In the study, bat guano

contents in Adana, Kırklareli, Aydın and Çorum provinces were examined. According to that; nitrogen content ranges between 0.97-5.60%, phosphorus ratio between 1.20-1.50%, potassium ratio between 0.25-0.63 and organic matter ratio between 24-79% (Altıntaş et al., 2005).

In order to increase the productivity of the soil and to ensure sustainable agricultural production, it is necessary to protect the presence of organic matter in the soil. The amount of organic matter in the soil is constantly decreasing by agricultural activities. The organic matter percentage of a large part of Turkey's agricultural soils (86.87%) is less than 3%. However, the organic matter content of 12,13% of the country is more than 3%. Organic matter content of 18.86% of Northeastern Anatolia, including Erzurum, is more than 3%, and the remaining 81.16% is less than 3% (Eyüpoğlu, 1999).

In this study were investigated effects of bat guano on the contents of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) of soils and soil reaction (pH) and cation exchange capacity (CEC) which effects using nutrient elements by plants directly.

MATERIAL AND METHOD

The study was carried out in the field of Soil and Water Resources of East Anatolia Agricultural Research Institute (Erzurum) for 24 months, two seasons, during the 2011 and 2013 under field conditions. The soils of the experiment area have medium permeability. It is an irrigated land and has no problem in terms of stoniness, salinity, sodium and erosion (Sevim, 1988). According to Erzurum's 74-year climate data, the average rainfall is 436 mm and the average temperature is 6.0 °C (DMI, 2008).

The bat guano (Agro Hold Inc. TR-26-OG-001) was obtained from an agricultural market. The other material, livestock manure, was supplied from the cattle farm of the Eastern Anatolian Agricultural Research Institute. The properties of these materials were shown in Table 1.

Table 1. Chemical properties of the materials used in the experiment

Parameters	Bat guano	Livestock manure
Organic Matter (%)	67,30	49,70
Total Nitrogen (%)	8,20	1,14
Total P ₂ O ₅ (%)	2,00	0,75
Total K ₂ O (%)	0,50	0,68
C/N	8-15/1	-
pH	4,00	7,60
Salinity (%)	1,30	2,96

It used a wheat as known *Yildirim* in the study as a test plant. *Yildirim* has been registered by the Eastern Anatolia Agricultural Research Institute.

Ears of this variety are white, stringy, grain white, hard and glassy. It has first-class bread quality. It is

recommended for irrigated areas (Anonymous, 2011b).

In the study; bat guano and livestock manure were calculated on the basis of weight and in the same and increasing doses; 0 (control), (1) 500, (2) 1000, (3) 1500 and (4) 2000 kgda⁻¹. The research was carried out under field conditions according to the experiment design of "Randomized Completely Block" (Karaman, 1971; Açıkgöz, 1993). With this system, 9 trials were distributed to the parcels as 3 replications randomly. A total of 27 plots, each having 6 m² area were used in the study and all the plots were distributed randomly. The bat guano and livestock manure was mixed to 15 cm depth of the soil. The contents of cation exchange capacity (CEC), macro element (N, P, K) and pH of soils were determined (Bremner and Mulvaney, 1982; Kacar, 2009). Soil samples were taken from the experiment area one week after harvest and their pH, macro element (N, P, K) and cation exchange capacity (CEC) values were determined (Page et al., 1982; Bremner and Mulvaney, 1982; Kacar, 2009).

Statistical analyses

The results obtained from the study were subjected to analysis of variance based on randomized blocks experiment model and LSD multiple comparison test was applied at significance level of P<0,05.

RESULTS AND DISCUSSION

Considering the average values in both seasons of the study, with bat guano dose (BG4) an increase at P<0.01 significance level was determined in the macro element (N, P, K) values of the soils (Table 2).

When the averages of both two production seasons during the 2011 and 2013 of the experiment were evaluated, the values of nitrogen (N) of the soils were increased from 0,096% (control) to 0,127% and phosphorus (P) values were increased from 18,93 (control) to 95,92 mg kg⁻¹, while potassium (K) values increased from 334,75 mg kg⁻¹ (control) to 546,11 mg kg⁻¹ by the highest bat guano application (BG4) (Table 3).

The amount of organic matter in the soil is directly related to the macro Elements that have a great influence on the enzyme activity, salt-water ratio, DNA and RNA of plants (Aktaş, 1995; Kacar, 1984; Güneş et al., 2002). Similar to the results obtained from 25-year study, organic fertilizer was applied to the soil, and it was reported that organic fertilizer has produced a significant increase in the amount of organic carbon and total nitrogen in the soil at the end of the study (Xiying et al., 2003). It has been reported that P and K values increased with organic wastes applied to the soil (Brohi et al., 1994).

Table 2. Result of Analysis of Variance and Effect tests of CEC, N,P,K and pH of soil

Properties		P	SS	F
Nitrogen (N)	Application	0,005**	0,011	3,55
	Block	0,137	0,002	2,12
Phosphorus (P)	Application	0,00**	39172,65	10,94
	Block	0,019	4050,15	4,52
Potassium (K)	Application	0,0005**	226386,81	4,97
	Block	0,2944	14458,91	1,27
CEC	Application	0,00**	166,62	6,74
	Block	0,0807	16,76	2,71
pH	Application	0,00**	0,24	7,28
	Block	0,147	0,02	2,03

Table 3. Multiple comparisons of soil CEC, N, P, K and pH values according to fertilizer doses

Application	Doses (kg da ⁻¹)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	CEC (mel/100g)	pH
LM1	500	0,107def	25,68c	411,18bc	38,38bc	7,95c
LM2	1000	0,107cde	27,79c	493,25ab	38,83b	8,06ab
LM3	1500	0,117abc	29,98c	496,82ab	38,85b	8,07ab
LM4	2000	0,119ab	34,91c	515,90a	38,93b	8,10a
K	0	0,096f	18,93c	334,75c	32,33d	7,91c
BG1	500	0,102ef	81,06ab	427,09b	36,58cd	8,05ab
BG2	1000	0,106def	69,50b	486,32ab	37,37bcd	8,00bc
BG3	1500	0,115bcd	69,96b	538,97a	38,84b	8,06ab
BG4	2000	0,127a	95,92a	546,11a	42,03a	8,13a

According to the variance analysis and multiple comparison results, the highest dose of bat guano (BG4) was found to be significantly different ($P < 0.01$) among practice dose applications. In the second year of the experiment, it was determined that the CEC values of the soil showed an increase in $P < 0.01$ significance level (Table 2). When the average values of the two years of the experiment were evaluated, the cation exchange capacity (CEC) values of the soil increased from 35 (control) to 42 meq/100g with 2000 kg.da⁻¹ (BG4) application dose of bat guano (Table 3). The increase in CEC values is thought to depend on the organic matter content and pH values of the soil in the experimental area. When the study results were evaluated; the pH of the experimental soils varied between K: 7,91-BG4: 8,13 and according to the results of variance analysis; statistically significant ($P < 0,01$) differences were found among the applications (Table 2). The highest increase in the pH of the soil was obtained at the highest application dose of bat guano (BG4) (Table 3).

In a study carried out in Orta Gediz Basin (between Turgutlu and Salihli), organic farming and conventional farming practices were compared. As a result of the study, similar to the results obtained from this research, it was stated that the CEC values in the parcels with organic material were significantly higher than the other parcels (Ölgen et al., 2009).

In the study carried out in the western division region of Pala-Mayo, where the effect of chemical fertilizer and bat guano on the yield parameters of two corn varieties was compared. The interactions between chemical (N;P;K) and organic (bat guano) TZEE-W and TB maize growth and yield characteristics and fertilizer were evaluated. Depending on the fertilizer rate applied as a result of the study, the soil has increased the pH values from 5,91 to 7,92. Bat guano application subjects were found to be statistically significant ($P < 0.01$) more than the other applications (Ridine et al., 2014).

In the study in which it was found that soil regulators increase the content of available potassium and organic fertilizers significantly increase the organic matter content, it was also found that organic fertilizers significantly increase the pH, potassium (K) and phosphorus (P) contents of the soil (Özyazici et al., 2010). In a study, increasing doses of different organic materials were used, was reported that all application subjects were effective at $P < 0.01$ level on pH. As the level of application increased, the pH value of soil also increased (Alagöz et al., 2006).

CONCLUSION

It was observed the significant increases in the amounts of macro nutrient element (N,P,K), CEC and pH values of the soils in which bat guano was applied. Considering the effects of the bat guano on CEC and pH and N, P, K, it will have a positive effect on the improvement of acidic soils and on the availability of nutrients in the soil. Since CEC means the increase of the possibility of plant nutrients to be captured by the plant in the soil. It has a direct impact on the increase of the availability of plant nutrients and so yield will increase in crop production. Thus, bat guano will play an important role in increasing the productivity of the soil, ensuring the sustainability of crop production and at the same time protecting the ecological balance.

With the determination of the soil improvement feature, an alternative product has been added to crop production as new organic material. Depending on the variable input costs in the market today, the costs of bat guano and livestock manure vary. Although the initial investment cost seems more costly than livestock manure, higher yields can be obtained from the same amounts of bat guano. Bat guano looks more economical in both the short and long term, especially for soils with poor organic matter content, such as Anatolian soils, which are not very good in productivity. As seen in this study; 2000 kg.da⁻¹ dose of bat guano was more effective than the same dose of livestock manure. Given that a large reserve is also in Turkey will be an important contribution to agricultural practices in the long term.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Authors' Contributions

In this study, which is a part of the doctoral study; data collection, obtaining and interpretation of the results were done by KKS, consultancy was received from AH as a manager.

REFERENCES

- Açıköz, N., 1993. Tarımda Araştırma ve Deneme Mteodları (III. Basım), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 478, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Bornova-İzmir, 202 s. (in Turkish)
- Aktaş, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayınları, No: 142, Ankara, 345 s. (in Turkish)
- Alagöz, Z., Yılmaz E., Öktüken F., 2006. Effects of organic material addition on some physical and chemical properties of soils. Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture, 19 (2): 245-254. (in Turkish with abstract in English)

- Altıntaş A., Yıldız G., Konaş T., Erkal N., 2005. Mineral levels of bat guano. Journal of Ankara University Veterinary Faculty, 52: 1-5. (in Turkish with abstract in English)
- Anonymous, 2011a. <http://www.varbak.com/organik-tarim-tarihi-ve-gelisimi-t32733.html=e14aa2bf80bda49dec7b7aabea0bec4d&> (Accessed Date: 2 January 2011).
- Anonymous, 2011b. http://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/hububat_tohumu/ekmeklik_bugday_tohumu/yildirim_ekmeklik_bugday_tohumu/yildirim/ (Accessed Date: 18 January 2011).
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M., Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. International Agrohydrology Research and Training Center, (21-24 September 1998), Menemen, İzmir, s. 506-510.
- Bremner, J. M., Mulvaney C.S., 1982. Nitrogen Total. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. Agronomy, 9 (2): 597-622.
- Brohi A.R., Karaman R.M., Yazıcıoğlu S., 1994. The effect of liquid poultry manure, tobacco-waste and farmyard manure on the yield and N, P content of wheat crop. Gaziosmanpaşa University Journal of Agricultural Faculty, 1: 169-176. (in Turkish with abstract in English)
- Candemir, F., 2005. Organik Atıkların Toprak Kalite İndeksleri ve Nitrat Azotu Üzerine Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Samsun, 160 s. (in Turkish)
- Demirtaş, I., Arı, N., Arpacıoğlu, A., Kaya, H., Özkan, C., 2005. Chemical properties of different organic manures. Derim, 22 (2): 47-52. (in Turkish with abstract in English)
- DMI, 2008. Erzurum İli Uzun Yıllar Ortalama İklim Verileri (1929-2007). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Retrieved from: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlen_dirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ERZURUM. (Accessed Date: 2 February 2008).
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. No: 220, 122 s. (in Turkish)
- Gültekin, H., Örgün Y., 1994. Tarım toprağında bitki besleyici elementlerin rolü. Ekoloji Çevre Dergisi, (13): 27-32.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. II. Baskı. Yayın No: 1526, Ders Kitabı, 479-576. (in Turkish)
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 899, p. 250-317.
- Kacar B., 2009. Toprak Analizleri, Ankara Nobel Yayınları Dağıtım, No: 2, 467 s. (in Turkish)
- Karagöz K., 2014. Bat Guano in agricultural production. Aliinteri Journal of Agriculture Science, 27 (2): 35-42. (in Turkish with abstract in English)
- Karaman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları, T.C. Tarım Bakanlığı. Ziraat Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s. (in Turkish)
- Kincheloe, S., 1983. Fertilizer minerals. Industrial Minerals and Rock, (1): 233-241.
- Ölgen M. K., Erdal Ü., Sökmen Ö., 2009. Effects of organic farming on soil properties in the Turgutlu-Salihli Region. Aegean Geographical Journal, 18 (1-2): 17-30. (in Turkish with abstract in English)
- Özyazıcı, G., Özyazıcı, M., Özdemir, O., Sürücü, A., 2010. Some physical and chemical properties of tea grown soils in Rize and Artvin provinces. Anadolu J. Agric. Sci., 25 (2): 94-99.
- Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R., 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2: 643-698.
- Ridine, W., Ngakou, A., Mbaiguinam, M., Namba, F., Anna, P., 2014. Changes in growth and yield attributes of two selected maize varieties as influenced by application of chemical (NPK) and organic (Bat's Manure) fertilizers in Pala (Chad) grown field, Pakistan Journal of Botany, 46 (5): 1763-1770.
- Sevim Z., 1988. Erzurum Koşullarında Buğdayın Su Tüketimi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 19, 25 s. (in Turkish)
- Xiying, H., Chi, C., Greg, R. T., Fengrong, Z., 2003. Soil carbon and nitrogen response to 25 annual cattle manure application. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166 (2): 239-245.
- Yorulmaz T., Ürker O., Özmen R., 2018. An evaluation on the relation of bat and forest. Turkish Journal of Forestry Research, 5 (1): 31-43. (in Turkish with abstract in English).



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 145-150, 2020
Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 145-150, 2020
ISSN: 1300-9036, E-ISSN: 2651-5016
<http://dergipark.gov.tr/ataunizfd>

Araştırma Makalesi / Research Article

Kop ve Palandöken Dağları Meralarının Ekolojik Alan Tanımlama ve Sağlık Sınıflaması

Mehmet Kerim GÜLLAP^{1,a} Sedat SEVEROĞLU^{1,b} Şule ERKOVA^{2,c}
Ali KOÇ^{2,d} Halil İbrahim ERKOVA^{2*,e}

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

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

*Sorumlu yazar e-mail: erkovan@ogu.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.609789

Geliş Tarihi (Received): 23.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 29.02.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ÖZ: Meralar farklı özelliklere sahip olup çok sayıda faktör tarafından (iklim, toprak, otlatma vb. gibi) doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmektedirler. Bu çalışmada Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarına ait bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikleri değerlendirilerek meraların ekolojik alan sınıflaması yapılmıştır. Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarında ekolojik alan tanımlaması ve sağlık sınıfları hem kendi içerisinde hem de aralarında önemli farklılıkların olduğu ortaya konmuştur. Palandöken dağ silsilesi meralarının bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikleri bakımından Kop dağ silsilesi meralarına göre daha değişken olduğu tespit edilmiştir. Palandöken dağ silsilesi meraları bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikleri bakımından çok zayıf ve iyi mera sınıfı arasında kaydedilmiştir. Kop dağ silsilesi meraları ise daha stabil ve çoğunluğu zayıf veya orta mera sınıfında yer almıştır. Bu sonuçlar her iki mera alanında da farklı otlatma yönetimi planlarının yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Mera ıslah ve kullanım planlamalarda jeomorfolojik yapı dikkate alınarak alan içerisinde değişebilen ve birbiri ile bağlantılı otlatma planlarının sürdürülebilir kullanım açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ArcGIS, ESDs, Kop ve Palandöken Dağ Silsilesi Meraları

Ecological Site Description and Rangeland Health Classification Of The Kop and Palandoken Mountain Rangeland

ABSTRACT: Rangelands, have different properties, are directly or indirectly affected by many factors such as climate, soil, grazing etc. In this study Ecological Site identification and Rangeland Health Classification were performed by evaluating vegetation, soil and hydrological properties of Kop and Palandoken mountains rangelands. The Kop and Palandoken mountains rangelands showed significant differences both within and between the sides respect to the Rangeland Health Identification and Ecological Site Classification. It was determined that vegetation, soil and hydrological properties of the Palandoken mountains rangelands are more variable than those of the Kop mountains rangelands. The Rangeland Health of Palandoken mountains rangelands were evaluated as "very weak" and "good" class depending on vegetation, soil and hydrological properties but Kop mountain rangelands were more stability and mostly "weak" or "medium" class. These results clearly indicated that different grazing management plans should be taken into account in both rangeland areas. By considering the geomorphological structure in planning, it was concluded that grazing plans which are interchangeable and interconnected within the area are important for sustainable use in the rangeland improvement.

Keywords: ArcGIS, ESDs, Kop and Palandoken Mountains Rangelands

GİRİŞ

Meralar fazla sayıda türden meydana gelen kullanım, iklim, toprak, su, topografya ve bitki örtüsü özelliklerine göre şekillenen canlı ve dinamik bir yapıya sahip ekosistemlerdir. Bu özellikleri

nedeniyle kendine özgü yönetim uygulamalarına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu alanların sağlıklı bir şekilde takip edilmesi için ekolojik vasıflarının bilinmesi hayati öneme sahiptir.

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Güllap, M.K., Severoğlu, S., Erkovan, Ş., Koç, A., Erkovan, H.İ., 2020. Kop ve Palandöken Dağları Meralarının Ekolojik Alan Tanımlama ve Sağlık Sınıflaması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 145-150. doi: 10.17097/ataunizfd.609789

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6348-4335>

^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9164-6557>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6235-6000>

^dORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5072-462X>

^eORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8511-0791>

Mera ekosistemlerini değerlendirme, izleme ve yönetmek için ekosistemde meydana gelen değişimleri işaret eden indikatörlerin belirlenmesi ve arasındaki ilişkilerin ortaya konulması eşsiz fayda sağlamaktadır. Doğal kaynakların yönetiminde iki temel sistem dikkate alınmaktadır. Birincisi potansiyel temelli alan sınıflama, ikincisi ise belirleme ve geçiş metodlarıdır (Herrick et al., 2006). Alan sınıflama ekosistemde mera şartlarını, potansiyelini, sağlığını, fonksiyonlarını ve tercih durumu gibi değişime neden olan konuları dikkate almaktadır (Kunst et al., 2006; Wessels et al., 2008). Belirleme ve geçiş modelinde ise insan kökenli etkiler ve doğal yapının ekosisteme etkisini belirlemektedir. Son yıllarda modern teknik ve teknolojileri kullanan ülkelerde bu model ekosistemlerin incelenmesi, değerlendirilmesi ve yönetiminde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Forbis et al., 2006; Barbour et al., 2007). Bunun bir sonucu olarak ise çok çeşitli alan sınıflamaları yapılmaktadır. Alan sınıflamaları ekolojik alan olarak adlandırılmaktadır. Ekolojik alan; kendine has yapısı, bitki örtüsü ve yönetim uygulamalarına ihtiyaç duyan diğerlerinden ayrılan alanlar olarak tanımlanmaktadır.

Ekolojik alanlar toprakların farklılıkları nedeniyle alan sınıflamada çok yaygın kullanılabilir. Çünkü ekolojik alanlar bitki örtüsü, iklim, jeomorfoloji, toprak ve hidrolojik özelliklerle yakın ilişkilidir (Bestelmeyer et al., 2004). Bu alanların yönetimi ekolojik özelliklerindeki farklılıklar nedeniyle alan özelliklerindeki farklılıkların tamamını kapsamaktadır (Duniway et al., 2010). Örneğin bitki örtüsü, toprak ve iklim haritaları oluşturularak ekolojik alan sınıflaması ile birleştirilebilmektedir (Bestelmeyer et al., 2010). Ekolojik alan sınıflamasında bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikleri esas olarak tanımlama yapılmaktadır (Koç vd., 2013). Elde edilen veriler ekolojik alanların yönetimi, izlenmesi, kullanımı, ıslahı değerlendirilerek benzer özelliklere sahip alanlar için de kullanılabilir.

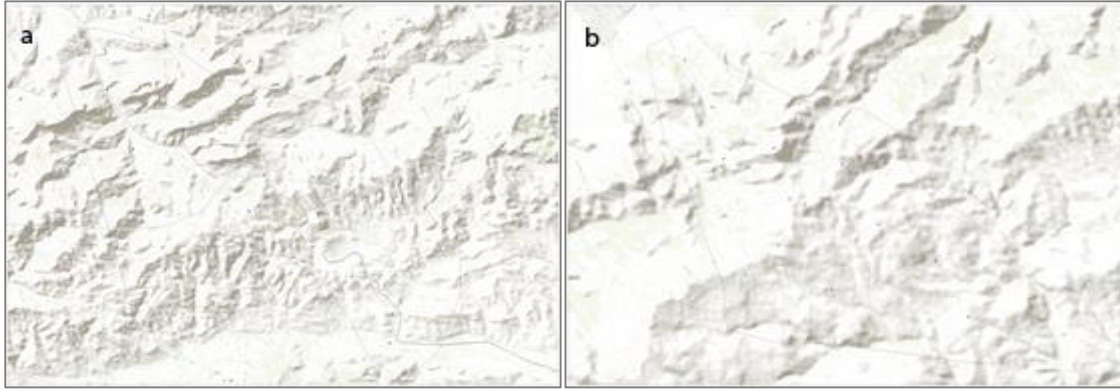
Bu amaçla ülkesel veya bölgesel olarak çeşitli mera değerlendirme, tanımlama ve izleme sistemleri geliştirilmiştir. Değişken bir yapıya sahip olan meraların bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özelliklerinin bir arada değerlendirilerek yönetim planlarının yapılması sürdürülebilir mera kullanımına

katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada farklı bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özelliklere sahip Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarında ekolojik alan tanımlama indikatörleri kullanılarak mera alanlarının ekolojik alan özelliklerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Erzurum ve Bayburt illeri sınırları içerisinde bulunan Kop dağ silsilesi ile Erzurum ili sınırları içerisinde bulunan Palandöken dağ silsilesi meralarında 1650-3150 m arasında rakıma sahip 100 km² mera alanı taranarak 2016 yılında yürütülmüştür (Şekil 1). Kop ve Palandöken dağ silsilelerine ait uzun yıllar ortalama yağış 400 mm, sıcaklık 5 °C civarındadır. Her bir dağ silsilesinde 20 örnekleme alanı tespit edilmiştir. Düşük rakımlar vadilere yakın ve eğimi %30'dan az, yüksek rakımlar ise dağın yüksek kesimlerinde eğim %30'un üzerinde yer almaktadır. Araştırma sahalarından alınan toprak örneklerinin laboratuvar analiz sonuçlarında her iki dağ silsilesi toprakları farklı özellikte olduğu tespit edilmiştir. Kop dağ silsilesindeki örnekleme alanları topraklar kumlu veya killi, Palandöken dağ silsilesindeki örnekleme alanları ise kumlu veya kumlu-tınlı toprak tekstürüne sahiptir. Kop ve Palandöken dağ silsilesi toprakları ortalama elverişli fosfor içerikleri sırasıyla 1.16, 4.50 P₂O₅ kg/da, potasyum içeriği ise 24.33, 308.41 K₂O kg/da olarak tespit edilmiştir. Toprakların organik madde içeriği ise her iki mera alanında da %1.77 olarak tespit edilmiş ve topraklar tuzsuz hafif alkali karakterde olduğu görülmüştür.

Kop dağ silsilesi meralarında *Festuca ovina*, *Stipa* sp., *Phleum montanum*, *Agropyron intermedium*, *Koeleria cristata*, *Medicago papillosa*, *Onobrychis* sp., *Atragalus microcephalus*, *Coronilla orientalis*, *Poterium sanguisorba minor*, *Eryngium campestre*, *Thymus parviflorus*, *Artemisia spisigera* ve *Carex* sp. rastlanılan yaygın türler olmuştur. Palandöken dağ silsilesi meralarında ise buğdaygiller familyasına dahil türlerden *Festuca ovina*, *Stipa* sp., *Agropyron intermedium* ve *Koeleria cristata*, baklagiller familyasına dahil türlerden *Medicago* sp. ve *Onobrychis* sp. *Hediserum* sp. diğer familyalara dahil türlerden ise *Poterium sanguisorba minor*, *Plantago* sp., *Carex* sp., *Hypericum perforatum*, *Verbascum* sp., *Eryngium campestre* ve *Euphorbia* sp. gibi türler yaygındır.



Şekil 1. Kop ve Palandöken dağ silsilesi meraları örnekleme noktalarının fiziksel görünümü, a: Kop dağları, b: Palandöken dağları

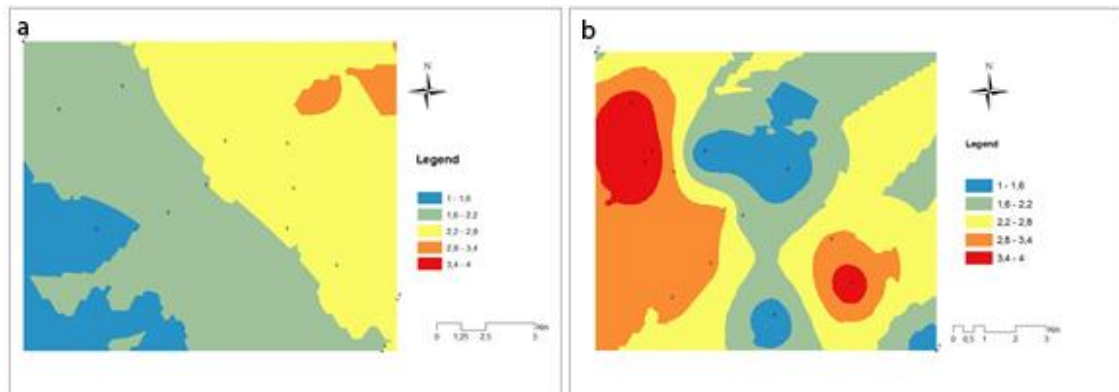
Figure 1. Sampling points of Kop and Palandöken Mountain Rangelands, a: Kop mountains, b: Palandöken mountains

Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarındaki her bir örnekleme noktasında Koç vd. (2013) tarafından geliştirilen ülkemiz meraları için ekolojik alan tanımlama indikatörleri kullanılarak saha etütleri yapılmıştır. Ekolojik alan tanımlama ve mera sağlığı sınıflaması a) kuru dere sayısı ve genişliği, b) yüzey akış izi, c) patika varlığı, d) çıplak alan, e) mera üzerinde rüzgar veya su ile oyulmuş ve taşınmış toprak varlığı, f) ölü bitki materyal taşınması, g) toprak yüzeyinin erozyona dayanıklılığı, h) toprak bozulması ve kaybı, i) kompozisyon ve tür dağılımının infiltrasyon ve yüzey akışı ile ilişkisi, j) toprak sıkışması, k) fonksiyonel veya yapısal bitki grupları, l) bitki ölümü, m) ölü materyal, n) üretim, o) istilacı bitkiler, p) çok yıllık bitkilerin yeniden üreme kabiliyetleri ve r) arzulanan bitkilerde anız yüksekliği olmak üzere toplam 17 indikatör ele alınmıştır. Mera sağlık sınıfını belirlemede 17 indikatörden c, g, h, j, k, l, m, n, o, p, r bitki örtüsü, a, b, c, d, e, g, h, j toprak ve a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, m ise hidrolojik özellikler ve sağlık sınıfını belirlenmesinde ele alınmıştır. Her bir örnekleme ünitesinde indikatörlerin durumları tespit edildikten

sonra vejetasyon, toprak ve hidrolojik duruma göre değerlendirilerek ekolojik alan sınıflaması yapılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirilerek mera alanlarına ait bitki örtüsü, toprak ve su özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Mera bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikleri ArcGIS paket programında değerlendirilerek mera durumu ve sağlık sınıfı haritaları üretilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırmanın yürütüldüğü Kop ve Palandöken dağ silsilesi meraları bitki örtüsü özellikleri sağlık sınıflaması yönünden birbirleri ile farklılık göstermiştir (Şekil 2). Kop dağ silsilesi meraları çok zayıf ve zayıf sınıfta yer alırken (Şekil 2), Palandöken dağ silsilesi meraları genellikle orta ve iyi sınıfta yer almıştır (Şekil 2). Kop dağ silsilesi meraları bitki örtüsü özellikleri kuzey-doğu yönünde zayıflarken daha stabil bir dağılım göstermiştir. Palandöken dağ silsilesi meraları ise parçalı bir yapı göstermiştir. Bitki örtüsünde lokal değişimler belirgin olarak göze çarpmıştır.

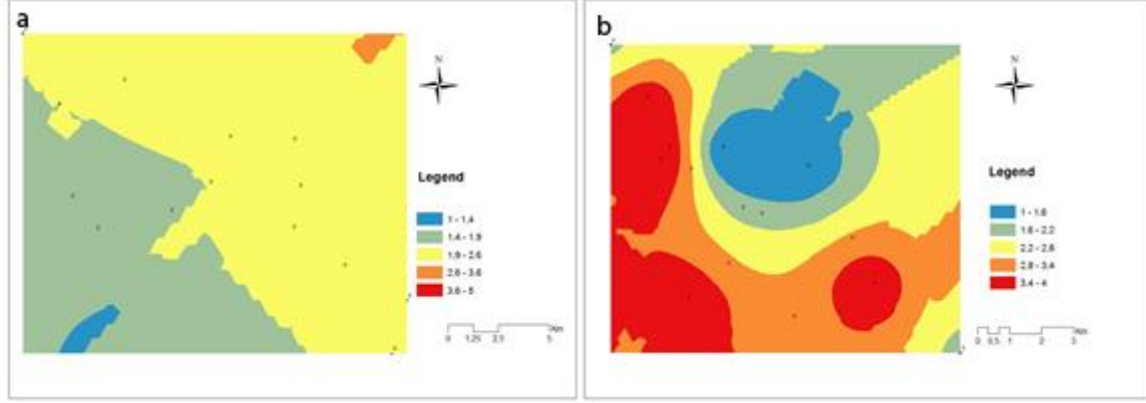


Şekil 2. Araştırma sahasına ait bitki örtüsü özelliklerinin değişimi, a: Kop dağları, b: Palandöken dağları

Figure 2. Change of vegetation properties of research areas, a: Kop mountains, b: Palandöken mountains

Araştırma sahası topraklarının özellikleri Kop dağ silsilesi meralarında çok zayıf ile çok iyi arasında değişim sergilemiştir (Şekil 3). Palandöken dağ silsilesi meralarında ise toprak özellikleri çok zayıf

ile iyi arasında değişmiştir (Şekil 3). Toprak özellikleri bitki örtüsü özelliklerinde olduğu gibi Kop dağ silsilesi meraları Palandöken dağ silsilesi meralarına göre daha stabil olarak tespit edilmiştir.

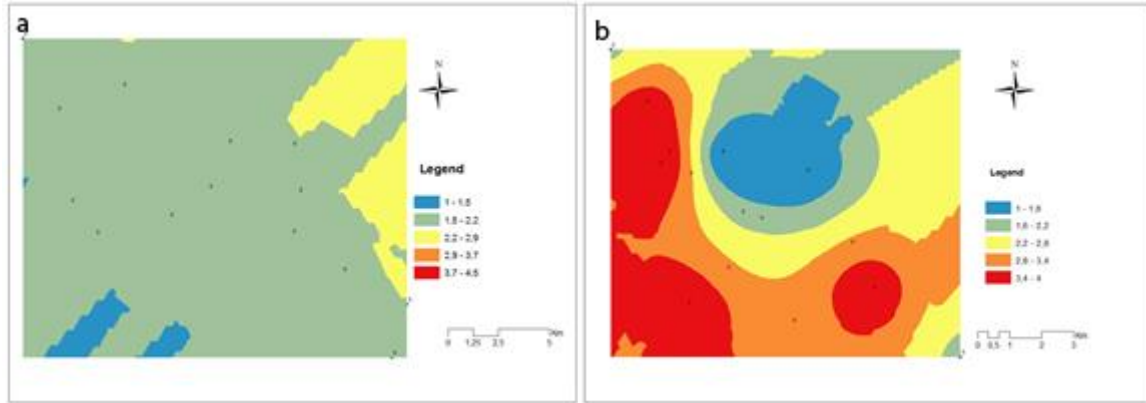


Şekil 3. Araştırma sahası toprak indikatörlerinin dağılımı, a: Kop dağları, b: Palandöken dağları

Figure 3. Research areas distribution of soil indicators, a: Kop mountains b: Palandöken mountains

Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarının hidrolojik indikatörlere göre yapılan sınıflamada, hidrolojik özelliklerin toprak özelliklerine benzerlik sergilediği kaydedilmiştir (Şekil 4). Ancak hidrolojik özellikler Kop dağ silsilesi meralarında hem mera durumu (bitki örtüsü özellikleri ve toprak özellikleri)

hem de Palandöken dağ silsilesi meralarına göre çok daha az değişken bir yapı sergilemiştir (Şekil 4). Palandöken dağ silsilesi meraları hidrolojik özellikleri çok zayıf ile iyi arasında parçalı bir durum sergilemiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Araştırma sahasına ait hidrolojik indikatörlerinin değişimi, a: Kop dağları, b: Palandöken dağları

Figure 4. Change of hydrological indicators in the research areas, a: Kop mountains, b: Palandöken mountains

Dünya üzerinde geniş alanlara yayılmış meralar iklim, bitki örtüsü, toprak vb gibi çeşitli faktörlerin etkisi altında şekillenmektedir. İklim meralar üzerine etkisi benzer olurken, bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik özellikler meraların kısa mesafelerde değişmesinin en önemli sebebi olarak görülmektedir (Bestelmeyer et al., 2003). Araştırma sahasının coğrafik yapısı, toprak özellikleri, yükseltileri, yöneyleri ve kullanım özellikleri nedeniyle farklı özelliklere sahip alanlardır. Farklı iklim, toprak ve kullanım özelliklerine sahip mera alanlarının hem kendi içlerinde hem de aralarında farklılıkların

olması kaçınılmazdır. Nitekim yürütülen çalışmada da bitki örtüsü, toprak ve hidrolojik indikatörler hem dağ silsilesi içerisinde hem de dağ silsileleri arasında çok geniş bir değişim göstermiştir.

Kop dağ silsilesi mera bitki örtüsü Palandöken dağ silsilesi meraları ile karşılaştırıldığında daha stabil ve zayıf bitki örtüsüne sahip olmuştur. Kop dağ silsilesi meraları toprak, topoğrafya ve iklim özellikleri bitki büyümesi ve gelişmesi için Palandöken dağ silsilesi meralarına göre daha zayıf karakterde olması bu hususta etkili olmuştur. Zayıf toprak özelliklerine sahip mera alanında hem bitki

gelişmesi daha güç olmakta hem de otlama ile bitki örtüsü ve toprak özellikleri daha kötü duruma dönüşebilmektedir (Koc et al., 2008). Çünkü meraların bitki besin elementi ve organik madde kaynağının önemli bir bölümü o alanda yetişen bitkilerin ölü dokularından ayrışıp toprağa karışan parçalardır. Ölü bitki dokularının otlama, rüzgar vb çevre faktörleri tarafından uzaklaştırılması bitki örtüsünde üretimin azalmasına ilave olarak ekolojik alan indikatörlerinin de olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Ölü dokulara ilave olarak otlanmadan kalan, bol miktarda yaprak oluşturup döken ve azot fikse ederek toprağı zenginleştiren bitkiler vasıtasıyla gelişim hızlanmaktadır (Venterink, 2011; Erkövan, 2017). Mera vejetasyonlarının gelişiminin hızlanması ve sürekliliği kullanım şartlarına bağlı olarak yön değiştirebilmektedir (Çakal, 2016). Mera alanları kapasitesi üzerinde ve erken otlamaya bağlı olarak özelliklerini önemli ölçüde yitirmekte ve bu durum bitki örtüsünün tahribatı ile başlayıp, toprak ve bunun sonucunda hidrolojik özelliklerin tahribatıyla sonuçlanmaktadır (Koç, 1995). Nitekim incelenen mera alanlarının iklim, toprak ve kullanım özelliklerindeki farklılıklar alan indikatörlerine yansımış durumdadır. Kop ve Palandöken dağ silsilesi meralarının vejetasyon yapılarının farklı olması, toprak özelliklerinin geniş değişim göstermesi ve kullanım geçmişinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle Kop dağ silsilesi meralarında daha yoğun otlama bu konuda oldukça etkili olmuştur. Kullanımdan kaynaklanan bitki örtüsü tahribatı bütün ekolojik alan indikatörlerinin etkilemesinin temel nedenlerinden biridir (Çakal, 2016).

Kop dağ silsilesi meraları Palandöken dağ silsilesi meraları ile karşılaştırıldığında daha engebeli ve farklı yükseltiye sahiptir. Bu durum Kop dağ silsilesi meralarında tahribatın daha yüksek boyutlarda olmasında etkili olmuştur. Otlama baskısı ile topoğrafik etkenlerin birleşmesi sonucu kuru dere, yüzey akışı, patikalar, çıplak alan, toprak taşınması, ölü materyalin taşınması ve toprak bozulması daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Toprak özelliklerindeki bozulmaların sonucunda bitki örtüsü doğrudan etkilenmekte ve olumsuz şartlara dayanıklı türlerin oranı artmaktadır (Çakal, 2016). Bitki örtüsünün şekillenmesinde etkili olan bu faktörlere ilave olarak bitkiler arasındaki rekabet, türlerin ömür uzunluğu, toprak özelliklerinin iyileşmesi, toprak neminin daha etkin kullanımı, toprakların alt katmanlarını değerlendirme vb. gibi özellikleri ile bitki örtüsü değişim göstermektedir (Ludwig et al., 2001; Venterink, 2011; Çakal, 2016). Artan baskı nedeniyle bitki örtüsündeki değişim, üretim, tür kompozisyonu, çok yıllık bitkilerin üreme kabiliyetleri ve anız yüksekliği azalmaktadır.

Dolayısıyla kullanma geçmişine bağlı olarak ortaya çıkan olumsuzluklar bitki örtüsü tahribatına sebep olmakta bu da diğer ekolojik alan özelliklerindeki tahribatı tetiklemektedir. Ele alınan dağ silsilesi meralarındaki parçalı yapıda ise topografya ve toprak yapısından kaynaklanan yapısal farklılıkların yanı sıra kullanımdaki yüzeysel dağılım farklılıkları da etkili olmuştur.

Elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde kullanım geçmişi ve jeomorfolojik yapıya bağlı olarak engebeli arazilerdeki meralarda ekolojik alan özellikleri yönünden yüzeysel dağılımda ciddi dalgalanmalar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir mera kullanımı açısından yönetim planlarının tek tip yapılması yerine jeomorfolojik yapıyı dikkate alarak, alan içerisinde değişen bütüncül bir kullanım planlamasının yapılması faydalı olacaktır. Sonuç olarak alandaki tek tip yönetim planlamasının etkin olmayacağını, bu nedenle yapısal değişimi göz önüne alarak kesimler arasında bütünlüğü sağlayacak entegre yönetim planlarının yapılması engebeli meralarda sürdürülebilir kullanım açısından hayati önem taşımaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

HİE ve MKG araştırmayı tasarladı, HİE, MKG, SS arazi çalışmalarını yürüttü, ŞE verileri işledi. Tüm yazarlar makalenin yazımına katkı yaptı ve makaleyi yayın aşamasına kadar ki süreçte okuyup onayladılar.

KAYNAKLAR

- Barbour, R.J., Hemstrom, M.A., Hayes, J.L., 2007. The Interior Northwest Landscape Analysis System: a step toward understanding integrated landscape analysis. *Landscape and Urban Planning*, 80: 333-344.
- Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Havstad, K.M., Alexander, R., Chavez, G., Herrick, J.E., 2003. Development and use of state-and-transition models for rangelands. *J. Range. Manage.*, 56: 114-126.
- Bestelmeyer, B.T., Herrick, J.E., Brown, J.R., Trujillo, D.A., Havstad, K.M., 2004. Land management in the American Southwest: a state-and-transition approach to ecosystem complexity. *Environmental Manage.*, 34: 38-51.
- Bestelmeyer, B.T., Moseley, K., Sanchez, S.H., Briske, D.D., Fernandez-Gimenez, M.E., 2010. Practical guidance for developing state-and-transition models. *Rangelands*, 32: 23-30.
- Çakal, Ş., 2016. Çoruh Havzası Mera Vejetasyonlarının Uzun Yıllar Kompozisyonu

- İle Mera Kalite Derecesi ve Sağlık Sınıflamalarındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 127 s.
- Duniway, M., Herrick, J., Pyke, D., Toledo, D., 2010. Assessing transportation infrastructure impacts on rangelands: test of a standard rangeland assessment protocol. *Rangeland Ecology and Manage.*, 63: 524-536.
- Erkovan, Ş., 2017. Meralarda Yaygın Bazı Buğdaygiller ile Geniş Yapraklı Bitkiler Arasındaki Ekofizyolojik İlişkiler. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 120 s.
- Forbis, T.A., Provencher, L., Frid, L., Medlyn, G., 2006. Great Basin Land Management planning using ecological modeling. *Environmental Manage.*, 38: 62-83.
- Herrick, J.E., Bestelmeyer, B.T., Archer, S.R., Tugel, A.J., Brown, J.R., 2006. An integrated framework for science-based arid land management. *J. Arid Environ.*, 65: 319-335.
- Koc, A., Erkovan, H.I., Serin, Y., 2008. Changes in vegetation and soil properties under semi-nomadic animal raising areas in highlands, rangelands of Turkey. *Current World Environment*, 3: 15-20.
- Koç, A., 1995. Topografya ile Toprak Nem ve Sıcaklığının Mera Bitki Örtülerinin Bazı Özelliklerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 181 s.
- Koç, A., Erkovan, H.I., Schacht, W.H., 2013. Meralar için ekolojik alan tanımlama ve mera sağlığı sınıflama esasları. Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13 Eylül 2013, Konya, s: 598-605.
- Kunst, C., Monti, E., Perez, H., Godoy, J., 2006. Assessment of the rangelands of southwestern Santiago del Estero, Argentina, for grazing management and research. *J. Environ. Manage.*, 80: 248-265.
- Ludwig, F., Kroon, H., Herbert, H.T., Berendse, F., 2001. Effects of nutrients and shade on tree-grass interactions in an East African savanna. *J. Vegetation Sci.*, 12: 579-588.
- Venterink, H.O., 2011. Does phosphorus limitation promote species-rich plant communities?. *Plant Soil*, 345: 1-9.
- Wessels, K.J., Prince, S.D., Reshef, I., 2008. Mapping land degradation by comparison of vegetation production to spatially derived estimates of potential production. *J. Arid Environ.*, 72: 1940-1949.



Determination of Yield and Some Characteristics of Forage Pea Genotypes (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) under Erzurum Conditions

Sibel KADIOĞLU^{1,*}, Mustafa TAN^{2,b}, Banu KADIOĞLU^{1,c}, Gökhan TAŞĞIN^{1,d}

¹East Anatolian Research Institute, Erzurum, Turkey

²Trakya University, Havsa Vocational College Park and Garden Plants, Edirne, Turkey

*Corresponding author e-mail: sibel.kadioglu@tarimorman.gov.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.628404

Geliş Tarihi (Received): 02.10.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 18.04.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ABSTRACT: This research was planned to determine the performance of some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) genotypes in Erzurum conditions. The study was carried out in the Pasinler Research Station trial areas of the Eastern Anatolia Agricultural Research Institute in 2011, 2012 and 2013. Field experiments were conducted in randomized complete blocks design with 3 replications. According to the three-year averages; time for flowering was 55.0-62.8 days, time for physiological maturity was 91.6-102.0 days, plant height is 90.3-110.6 cm, green forage yield was 1587.8-2764.5 kg da⁻¹ and seed yield was 145.6-322.0 kg da⁻¹. The highest yield values were determined as 3156 kg da⁻¹ for green forage yield and 283.3 kg da⁻¹ for seed yield in the second year of the experiment and it was determined that there were significant differences between years and genotypes in terms of yield and agricultural characteristics. According to the correlation analysis between yield and yield components; a positive correlation was determined between green forage yield and the number of emergence days, plant height and number of branches, 1% pod number in the plant and 5% significance level, 1% between seed yield and thousand grain weight, 5% significance level in the number of pods. As a result, it is concluded that ecological properties affect yields and different genotypes have different yield potentials. It has been decided that H-13 and H-9 genotypes can be grown in the region without any problems in terms of green forage and seed yield. Among the varieties, because their seeds are easy find, Taskent, Tore, Urunlu and Ozkaynak varieties can be recommended for hay production and Kirazlı variety for seed production.

Keywords: Forage pea, Green forage yield, Seed yield, Genotype, Correlation

Erzurum Şartlarında Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Özellikleri

ÖZ: Bu araştırma bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. Araştırma Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsüne bağlı Pasinler Araştırma İstasyonu deneme alanlarında 2011, 2012 ve 2013 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Üç yıllık ortalamalara göre; çiçeklenme için geçen süre 55.0-62.8 gün, fizyolojik olgunluk için geçen süre 91.6-102.0 gün, bitki boyu 90.3-110.6 cm, yeşil ot verimi 1587.8-2764.5 kg da⁻¹ ve tohum verimi 145.6-322.0 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek verim değerleri denemenin ikinci yılında yeşil ot verimi için 3156 kg da⁻¹ ve tohum verimi için 283.3 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiş, verim ve tarımsal özellikler bakımından yıllar ve genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Verim ve verim unsurları arasında yapılan korelasyon analizine göre; yeşil ot verimi ile çıkış gün sayısı, bitki boyu ve yan dal sayısı arasında %1 bitkide bakla sayısı ile %5 önem seviyesinde pozitif, tohum verimi ile bin tane ağırlığı arasında %1, baklada tane sayısı ile %5 önem seviyesinde pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak ekolojik özelliklerin verimi oldukça etkilediği ve farklı genotiplerin farklı verim potansiyelleri olduğu kanaatine varılmıştır. Yeşil ot ve tohum verimi açısından H-9 ve H-13 genotiplerinin yörede sorunsuzca yetiştirilebileceği kararına varılmıştır. Çeşitler arasında ise tohumu kolay bulunmasından dolayı yeşil ot üretimi için Taşkent, Töre, Ürünlu ve Özkaynak çeşitleri; tohum üretimi için Kirazlı çeşidi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yem bezelyesi, Yeşil ot verimi, Tohum verimi, Genotip, Korelasyon

INTRODUCTION

Forage pea in Northeast Anatolia, especially in Kars, Ardahan and Bayburt is a plant that has been cultivated for many years both for its forage and for its grains in animal nutrition (Ozbek, 1980). It is known as külür or gügül in Erzurum, is suitable for

the ecology of the region due to its extremely cool and low temperature resistance. The hay, grain and straw of the forage pea are the source of food and energy for livestock. Its nutritional value is high and it is delicious. Forage pea with a very high crude

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Kadioğlu, S., Tan, M., Kadioğlu, B., Taşğın, G., 2020. Determination of Yield and Some Characteristics of Forage Pea Genotypes (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) under Erzurum Conditions. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 151-158. doi: 10.17097/ataunizfd.628404

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9121-1705>

^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7939-7087>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9041-5992>

^dORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3079-8709>

protein content (about 17-21%) can give about 1-4 tonnes of fresh forage per decare under favorable conditions (Ozkaynak 1980; Acikgoz 2001). Additionally forage pea enriches the soil with organic matter and nitrogen; it can also provide quality hay for animals in early spring with its winter resistance. Forage pea grains are an alternative plant that can be used instead of barley and vetch in animal feeding (Kadioglu et al., 2006). Because of the outstanding features of forage pea, in recent decades, a great deal of effort has been spent by many researches in Turkey to improve new high-yielding cultivars by using local or introduced forage pea materials (Bilgili and Acikgöz, 1999; Tekeli and Ates, 2003; Sayar and Anlarsal, 2008; Tan et al., 2012; Sayar and Han, 2016; Keskin and Temel, 2018). In order to ensure the return to forage pea farming and increase its cultivation, it is necessary to develop varieties suitable for the ecology of the region and grow superior genotypes by identifying some superior agronomic characteristics (Tan et al. 2012). In this study, the importance of forage pea is emphasized and some agricultural and phenological characteristics (days to emergence, flowering and ripening, plant height,

sub-branch number and pod number per plant, grain number per pod, thousand kernel weight, green forage and seed yield) were evaluated.

MATERIAL AND METHOD

The research was carried out in the Eastern Anatolia Agricultural Research Institute in Pasinler experiment area through spring cultivation for 3 years (2011, 2012 and 2013). In the study, totally, 18 forage pea genotypes were used as the plant materials. 8 of the genotypes were forage pea lines, supplied from Uludag University, Bursa, Turkey. The lines were found promising as result of breeding studies. In addition, 3 local forage pea varieties, Hınıs (Erzurum), Samsun, Ardahan and 5 registered forage pea cultivars, Tore, Taskent, Urunlu, Kirazli and Ozkaynak were used.

Climatic data is submitted in the Table 1. When Table 1 examined; the temperature values of 2013 were similar to the average of long years (1954-2010), the rainfall was low. The average temperatures in 2011 and 2012 also displayed values close to the long years averages, on the other hand, the rainfall amount of the growing years were found quite low than the rainfall amount of long years average (TUMAS, 2019; Table 1).

Table 1. Some meteorological data of trial years

Years	April	May	June	July	August	September
Temperature (⁰ C)						
1954-2010	5.3	10.6	14.9	19.3	19.3	14.5
2011	6.3	10.7	16.2	19.7	19.9	17.3
2012	5.9	10.1	15.0	19.4	19.0	13.9
2013	7.2	11.6	16.0	18.8	20.4	15.1
Rainfall (mm)						
1954-2010	52.2	68.5	47.4	25.8	16.3	22.2
2011	15.2	56.7	24.0	20.0	7.5	12.0
2012	16.0	47.5	29.0	10.0	15.0	16.0
2013	45.0	32.0	26.5	7.5	6.0	72.0

According to the analysis results of soil samples taken from 0-20 cm soil layer from the experiment area; the soil is loamy, slightly alkaline, salt-free,

calcareous, medium in phosphorus and rich in potassium, and poor in organic matter (Table 2).

Table 2. Analysis results of soil samples belonging to trial areas

Saturation	pH	EC	Salt %	Loam %	Organic matter %	P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	K ₂ O kg da ⁻¹
40	7.56	2.16	0.06	1.96	1.38	5.40	92

The field experiments were designed according to the complete randomized blocks experiment design with three replications. Planting was made in 5 rows in 5 m length with 35 cm row spacing in the range of 100 plants per square meter in the last weeks of April. During sowing, 4 kg N da⁻¹ and 5 kg P₂O₅

da⁻¹ fertilizer were applied in the parcels (Kadioglu, 2015; Tan, 2018). In general, irrigations were applied before flowering, during flowering and in the bean filling period. After each irrigation, the growing weeds were removed by hoeing. Half of the plots were harvested for forage yield determining at the

blooming periods of the genotypes and the rest half was harvested for seed yield determining. 50 cm portions from the two rows at the sides and the two ends of the rows were taken as edge effects and neglected. Harvesting was performed on a total area of 4.2 square meters.

Bruchus spraying was carried out at a dose of 40 cc da⁻¹ with Deltamethrin effective drug before the formation of pods. Forage harvests were made when the grains were seen as projected in the pods, and seed harvests were carried out in the period in which the majority of the pods matured. The duration of flowering was taken as the date when there was 10% flowering in the parcels and the duration of physiological development was determined according to the date of seed harvest. The obtained data were analyzed by means of variance analysis in JUMP statistical package program and the means were compared with LSD test. Correlation analysis was conducted between the yield and the factors affecting the yield.

RESULTS AND DISCUSSION

Emergence, flowering and forage harvest days: Observation results vary considerably over the years in the study. The emergence period changes from 15.2 to 18.4 days with an average of 16.8 days. Depending on the emergence, the number of days of flowering onset (10% flowering) varied approximately between 55.2-60.3 days and the average was determined as 58.4 days. In another study conducted in Erzurum, it was stated that the number of flowering days was between 59-77 days (Gunduz, 2013). The number of flowering days in 2011-2013 was 60.3 days and in 2012 it was 55.2 days. While forage harvesting period ranged from 65.5 to 77.5 days for the same region, Tan et al. (2013) determined the weed harvesting period as 79-91 days. Emergence and flowering were significant at 1% in years and genotypes, while year, genotype and year x genotype interaction were significant at 1% level in weed harvest days. Although the course of temperature during the development period is suitable for long years average, rainfall was not regular and slow and it was above the average for many years until March, and below the average until the end of September for many years, so the temperature was effective in flowering and harvest (Table 1).

Number of sub-branches and plant height: Number of sub-branches is an important parameter especially in forage type peas. In the study, the number of sub-branches of varieties varied between 1.8-2.9. The average sub-branch development, which was 2.36 was around 2.77 in 2013. It can be stated that precipitation and temperatures have an effect on

this development as well as genotype differences. The average plant height of 92.8 cm was 103.6 cm in 2011 which was the highest height measurement, and according to mean of years the genotype Kirazli was 110.6 cm and H-2 was 108.9 cm (Table 3). The length of the forage pea varies from dwarf types that are as short as 20 cm and do not require any support to pole forms that grow more than 200 cm (Koivisto et al., 2002). In some studies, the plant height of forage peas were determined to be vary between 34.0-169.9 cm (Bilgili, 1997; Timuragaoglu et al. 2004; Ceyhan et al. 2005; Tamkoc, 2007; Oz and Karasu, 2010 and Kadioğlu, 2015).

Green forage yield: In the study, 1364.0 kg da⁻¹, 3156.0 kg da⁻¹ and 2590.2 kg da⁻¹ green forage yields were determined in 2011, 2012 and 2013, respectively. Year, genotype and year x genotype interaction were found to be significant at 1% (Table 3). In similar studies, green forage yield was found between 1156-4590 kg da⁻¹ (Uzun et al. 2005; Sayar et al., 2009).

Number of physiological mature days: Seed harvest was determined as 98 days on average (Table 4). According to the genotypes, seeds were harvested between 91.6-102.0 days. Year, genotype and year x genotype interaction were found significant at 1% according to the values of number of physiological development days. During the development period, forage pea, which does not like high temperature, requires humid and a cool environment. Therefore, during the development period, whereas the course of temperature goes in line with the average of long years, although the precipitation was not regular and slow, it was above the average of long years until March and below the average of long years until the end of September, thus the temperature was effective in maturation (Table 1; Table 4).

Number of pods per plant and number of grains in pods: In the study, while the average number of pods per plant was 8.1, the values were recorded between 5.9-10.4. The highest number of pods was in Taskent (Table 4). In similar studies, the number of pods in pea varieties were determined to vary between 6-14 (Gülümser et al., 1994), 36-60 (Qasim et al., 2001), 4.2-8.8 (Seyis, 1994), 26 (Karayel and Bozoğlu, 2008), 6.5-10 (Sayar et al., 2009), 7-25 units (Kılınç, 2017). Number of grains in pods is one of the important features that are considered as quality criteria in seed production affecting the yield and grain size. In the study, whereas the average number of pods per plant was 6.2, the values ranging between 5.4-7.5 were determined (Table 4).

Thousand grain weight: Values related to 1000-grain weight of genotypes, genotype, year and year x genotype interaction were found to be very important (Table 4). The average reached 202.8 g in 2011, 254.6 g in 2012 and 254.4 g in 2013. It has been recorded that whereas thousand grain weight takes value between 50-300 g in several studies

(Bauder, 1999; Ceyhan et al., 2005; Sayar et al., 2009; Yilmaz, 2010; Uzun et al., 2012). These recorded values are very similar to the results of the research. Different thousand grain weight values recorded may be due to the meteorological and ecological characteristics of the study area, especially the genetic material difference.

Table 3. Values of green forage yield and some properties of forage pea genotypes

Genotypes	Days of emergence (number)	Days of flowering (number)	Sub-branches (number)	Plant height (cm)	Days of green forage harvest (number)	Green forage yield (kg da ⁻¹)
Hınıs	16.0 F	58.3 C	2.6 A-D	92.2 EF	75.3 A	2638.0 A-D
Taşkent	17.8 AB	58.0 CD	2.9 A	93.4 D-F	70.8 E	2568.1 B-D
Ardahan	17.3 A-D	57.6 C-E	2.3 C-E	90.3 F	73.9 A-C	1645.4 F
Töre	16.0 F	62.1 A	2.9 A	103.4 BC	74.2 AB	2524.1 B-D
Samsun	16.3 D-F	62.8 A	2.0 F	91.5 EF	75.6 A	2698.5 AB
H6	16.1 EF	58.6 C	2.6 A-C	79.7 G	74.8 AB	2670.4 A-C
H8	16.6 C-F	60.9 AB	2.4 B-D	97.3 C-E	73.4 A-D	2497.1 CD
H9	17.2 A-E	55.0 F	2.1 EF	76.4 G	64.8 G	2159.4 E
H10	16.1 EF	59.4 BC	2.3 C-E	76.9 G	71.4 DE	2271.7 E
H12	17.6 A-C	55.7 EF	2.5 B-D	108.9 AB	67.7 F	1587.8 F
H13	17.6 A-C	57.6 C-E	1.8 F	81.3 G	72.4 B-E	2764.5 A
H14	18.0 A	56.2 D-F	2.4 B-D	100.6 C	65.4 FG	2237.2 E
H15	16.8 B-F	58.3 C	2.4 B-D	92.2 EF	72.6 B-E	2472.0 D
Ürünlü	16.4 C-F	57.7 CD	2.6 AB	100.0 CD	71.7 C-E	2561.3 B-D
Özkaynak	17.1 A-F	58.6 C	2.4 B-D	90.5 EF	75.6 A	2518.5 B-D
Kirazlı	17.0 A-F	59.1 BC	2.3 DE	110.6 A	71.0 E	2107.6 E
Year	**	**	**	**	**	**
Genotype	**	**	**	**	**	**
Year x genotype	ns	*	**	**	**	**
CV (%)	7	3	13	7	3	10
LSD (0.05)	0.8	1.3	0.2	4.8	1.6	130
2011	15.2 C	60.3 A	2.16 B	103.6 A	68.6 B	1364.0 C
2012	16.8 B	55.2 B	2.25 B	98.4 B	68.9 B	3156.0 A
2013	18.4 A	59.9 A	2.77 A	76.3 C	78.1 A	2590.2 B

** 0.01, * 0.05, ns shows non-significant significance at the level. Means marked with different letters are statistically different from each other.

Seed yield: On average, seed yield was 223.0 kg da⁻¹. The highest seed yield was gained in 2012 (283.3 kg da⁻¹). Year, genotype and year x genotype interaction were found to be significant at 1% (Table 4). Similar results were obtained in similar studies. Under Samsun ecological conditions, Seyis (1994) has reported a seed yield in different pea varieties as in 78.6-154 kg da⁻¹, and Gulumser (2004) has stated seed yield in 158.4- 259.8 kg da⁻¹.

The minimum and maximum values of seed yield in the studies of Kaya (2000) was in 63.5-223.8 kg da⁻¹, of Togay et al. (2006) was in 82.5-86.3 kg da⁻¹, of Bozoglu et al. (2007) in 100.6-220.1 kg da⁻¹. Whereas a seed yield of in 113-163 kg da⁻¹ from forage pea varieties of Urunlu and Kirazli under Erzurum conditions has been taken (Kadioglu, 2019) Urunlu and Kirazli, a seed yield of in 300 kg da⁻¹

from the same varieties has been taken in Bursa conditions (Uzun et al., 2012). In another study carried out in Erzurum, 259-289 kg of seed per decare from Taskent and Ozkaynak in autumn sowing and 300 kg of seed yield has been recorded on H-10 and H-15 lines (Kadioglu and Tan, 2018). Therefore, sowing time, environmental conditions and genotype cause a significant difference in seed yield. Generative ripening and seed setting varies considerably depending on precipitation and temperature. In the summer period, the temperature was parallel to the long years, however the rainfall was below the average of long years (Table 1).

Although the temperature was suitable for the average of long years, precipitation was not slow. This negatively affected the plant during the full seed formation period. As it is known, climatic factors (temperature and rainfall) play a major role on seed

filling time. Low temperature, high proportional humidity and short day length delays the physiological maturity and leads to a decrease in efficiency (Bilgili, 2009). Seed yield generally depends on the number of plants per unit area, the number of pods per plant and the number of grains per pod (Table 4). Therefore, it has been reported that plants that produce more seeds per plant may have more seed yield (Elci and Orak, 1991; Oz and Karasu, 2010) and years also have significant impact

on seed yield (Onder and Ceyhan, 2001; Acikgoz et al., 2007). The irregularity and instability of the distribution of temperature and precipitation during the year affected all elements, while the highest seed yield was obtained in the second year, high temperatures and inadequate rainfall caused drought and hot stress in the third year, thus shortening of the grain filling time and as a result low yield was obtained.

Table 4. Values of seed yield and some yield components of forage pea genotypes

Genotypes	Pods per plant (number)	Grain per pods (number)	Physiological mature days (number)	Thousand grain weight (g)	Seed yield (kg da ⁻¹)
Hınıs	8.5 CD	6.4 DE	99.1 BC	196.4 H	145.6 L
Taşkent	10.4 A	6.6 B-D	93.8 EF	198.4 H	223.1 F
Ardahan	8.8 C	6.5 C-E	92.7 EF	159.5 J	183.6 K
Töre	8.3 C-E	7.2 A	102.0 A	185.0 I	187.0 K
Samsun	8.9 BC	7.5 A	100.2 AB	283.7 BC	220.3 FG
H6	8.3 C-E	6.3 DE	99.2 BC	276.8 CD	193.5 JK
H8	7.1 E-G	7.2 A	99.0 BC	303.4 A	211.1 GH
H9	9.4 A-C	7.0 A-C	91.6 F	241.3 F	322.0 A
H10	5.9 G	6.0 EF	102.0 A	273.9 D	204.3 HI
H12	8.4 CD	6.1 D-F	94.6 DE	241.8 F	212.0 GH
H13	7.3 D-F	7.1 AB	99.1 BC	287.2 B	184.2 K
H14	8.5 CD	6.2 DE	96.9 CD	271.0 D	234.3 E
H15	7.4 D-F	5.4 G	99.2 BC	258.7 E	199.1 IJ
Ürünlü	7.0 FG	5.6 FG	100.1 AB	209.8 G	250.4 D
Özkaynak	10.1 AB	7.1 AB	100.3 AB	199.3 H	292.6 C
Kirazlı	5.9 G	6.1 D-F	98.6 BC	210.9 G	305.1 B
Year	**	**	**	**	**
Genotype	**	**	**	**	**
Year x genotype	**	**	**	**	**
CV (%)	11	9	2	3	8
LSD (0.05)	0.9	0.3	0.8	5.0	7.5
2011	7.2 B	6.9 A	95.6 B	202.8 B	225.6 B
2012	8.5 A	6.9 A	93.6 C	254.6 A	283.3 A
2013	8.7 A	5.7 B	104.7 A	254.4 A	160.0 C

**0.01, * 0.05, shows significance at the level. Means marked with different letters are statistically different from each other.

When the correlation table of the investigated properties was created (Table 5); there is a positive correlation between green forage yield and number of emergence days, plant length and number of sub-branches at 1% significance level, and the number of pods per plant at 5% level of significance. The sub-branches, leaves and leaflets may also increase with the plant height, forage yield also increases (Anlarsal and Gulcan, 1989). There is a positive correlation between seed yield and thousand seed weight 1%

significance level, and a positive correlation between seed yield and grain number per pod at 5% significance level.

The relationship between seed yield and seed number per pod shows that the direct effect of grain number of per pod on grain yield is slightly felt, and this result is consistent with some studies (Acikgoz et al., 2007; Gurbuz et al., 2004). The presence of positive or negative relationships, which are

significant at the 1% and 5% significance levels, is important for the determination of selection criteria.

The relationship between these characteristics and yields is not different from the criteria obtained in breeding studies (Erman et al., 1997; Albayrak, 2004).

Table 5. Correlation values between yield and some yield components

	GFY	SY	TGW	NDE	NDF	NPMD	NPP	NGP	PH	NGHD	NSB
GFY	1.000										
SY	0.076	1.000									
TGW	-0.144	0.436**	1.000								
NDE	0.341**	-0.197	0.317**	1.000							
NDF	-0.354	-0.422	-0.197	-0.170	1.000						
NPMD	0.142	-0.381	0.203**	0.209**	0.319**	1.000					
NPP	0.179*	0.018	0.017	0.150	-0.200	-0.101	1.000				
NGP	-0.028	0.186*	-0.073	-0.244	-0.100	-0.356	0.190*	1.000			
PH	0.309**	-0.205	-0.447	-0.388	-0.027	-0.473	-0.177	0.146	1.000		
NGHD	0.110	-0.430	0.133	0.230**	0.445**	0.641**	0.153	-0.196	-0.505	1.000	
NSB	0.316**	-0.274	-0.023	0.252**	0.127	0.022	0.044	-0.370	-0.198	0.368**	1.000

GFY: Green forage yield, SY: Seed yield, TGW: Thousand grain weight, NDE: Number of days of emergence, NDF: Number of days of flowering, NPMD: Number of physiological mature days NPP: Number of pods per plants, NGP: Number of grains in pods, PH: Plant height, NWHD: Number of green grass harvest days, NSB: Number of sub-branches

CONCLUSIONS

One of the most important targets in forage crop culture is to increase the yield in the unit area. In order to develop suitable varieties that adapt to the region, it will be more accurate to determine the factors affecting the yield of hay and seed and to determine the relationships among these factors and to make the choices in breeding studies according to these elements. In this context, it can be said that forage yield is related to plant height and sub-branch number and the seed yield is related to plant height, number of ripening days and number of grains per pod and these elements will facilitate the selection.

As a result of this study, it can be stated that the H-9 and H-13 lines are suitable for both forage and seed production in the current conditions. However, due to the ease of seed supply in the short term, Taskent, Tore, Urunlu and Ozkaynak cultivars for forage production; Kirazlı variety for seed production can be recommended.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by funds of General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM) with the project number TBAD/12/A03/P01/005. We would also like to thank the TAGEM that supported the project.

Statement of Conflict of Interest

We declare that there are no conflicts of interest among the authors.

Authors' Contributions

SK, project design, establishment of field experiments, conducting other studies, statistical analysis, evaluation and writing of the article, MT, evaluation of the study and writing the article, BK, establishment of field experiments, following field studies, taking observations, conducting and evaluating soil analysis, GT, establishment experiments, following field studies and taking observations. All authors have read and approved the last article.

REFERENCES

- Acikgoz E., 2001. Forage Crops. Reprinted 3rd Edition. Uludag Univ. Foundation, Bursa. Publication No: 182, 584 p.
- Acikgoz, E., Ustun, A., Gul, I., Anlarsal., A.E., Tekeli, A.S., Nizam, I., Avcioglu, R., Geren, H., Cakmakci, S., Aydinoglu, B., Yucel, C., Avci, M., Acar, Z., Ayan, I., Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Yavuz, M., 2007. Pea (*Pisum sativum* L.) with genotype x environment interactions and stability analysis of seed yield and dry matter. Turkey 7. Agronomy Cong., Erzurum, pp. 79-82. (in Turkish)
- Anlarsal, A., Gulcan, H., 1989. Path analysis on forage yield and some important yield components in vetch (*V. sativa* L.) varieties under Cukurova conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 13: 487-494. (in Turkish with abstract in English)
- Anlarsal, A.E., Yücel, C., Özveren, D., 2001. A research on the determination of their yields and

- adaptations of some pea lines in Cukurova conditions. Journal of Cukurova Univ. Faculty of Agriculture, 16(3): 11-20. (in Turkish with abstract in English)
- Albayrak, S., 2004. A study on the determination of seed yield-related characters in vetch (*Vicia sativa* L.) by correlation and path analysis. Journal of Field Crops Central Research Institute, 10 (1-2): 83-87. (in Turkish)
- Bauder, J., 1999. Pulse Crops That Do Well In Montana. Montana State Univ. Communications Services, USA, pp. 1-16.
- Bilgili, U., 1997. Researches on Important Morphological and Agricultural Properties in Close Isogenic Forage Pea Lines with Different Leaf Properties. Uludag University. Institute of Science, Field Crops Master Thesis, Bursa, 65 p. (in Turkish)
- Bilgili, U., Acikgoz, E., 1999. Researches on important morphological and agricultural characteristics of close isogenic forage pea lines with different leaf characteristics. 3. Turkey Field Crops Congress, 15-18 November, 1999, Adana, pp. 96-101. (in Turkish)
- Bilgili, U., 2009. Forage pea (*Pisum arvense* L.), Forage Crops, Volume: II, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Agricultural Production Development, Izmir, p. 440-447. (in Turkish)
- Bozoglu, H., Peksen, E., Peksen, A., Gulumser, A., 2007. Determination of the yield performance and harvesting periods of fifteen pea (*Pisum sativum* L.) cultivars sown in autumn and spring. Pakistan Journal of Botany, 39 (6): 2017-2025.
- Ceyhan, A., Avci, M.A., McPhee, K.E., 2005. Yield and some agricultural characteristics of pea genotypes grown in winter under Konya ecological conditions. Journal of Selcuk Univ. Agricultural Fac., 19: 6-12. (in Turkish with abstract in English)
- Elci, S., Orak, A., 1991. A research on the determination of common vetch lines that can adapt in Tekirdag conditions. Turkey 2. Grassland and Forage Crops Congress, May 28-31, Izmir, p: 540-551. (in Turkish)
- Erman, M., Ciftci, V., Gecit, H.H., 1997. A study on chickpea (*Cicer arietinum* L.) inter-feature relationships and path coefficient analysis. Journal of Agricultural Sciences, 3: 43-46. (in Turkish with abstract in English)
- Gulumser, A., Bozoglu, H., Peksen, E., Kahraman, A., 1994. A research on the detection of some faba bean varieties that can be grown in Samsun ecological conditions. Field Crops Congress, 25-29 April 1994, Volume I: Agronomy Papers, p: 250-253, Izmir. (in Turkish)
- Gulumser, A., 2004. Comparison of fresh pod yield and pod related characteristics in pea (*Pisum sativum* L.) cultivars sown in autumn and spring under Samsun ecological conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28: 363-370.
- Gunduz, H., 2013. Some Morphological and Agricultural Properties of Forage Pea Lines Selected from the Northeastern Anatolia Region Population. Ataturk University Institute of Science, Master Thesis, Erzurum, 46 p. (in Turkish)
- Gurbuz, A., Divanli, T.A., Soydas, S., Aydin, N., 2004. Correlation and path analysis in chickpeas. Journal of Field Crops Central Research Institute, 10: 1302-4310. (in Turkish)
- Kadioğlu, S. Kara, A., Kucuk, N., 2006. Project on Determination of Economic Competitive Power within the Forage Crops Production System in Erzurum. Final Report, Project No: TAGEM /TA/03/04/01/008 EAARI / Erzurum. (in Turkish)
- Kadioğlu, S., 2015. Determination of winter tolerance and some agronomic characteristics of some forage pea genotypes in Erzurum ecology. 11. Field Crops Congress, 7-10 September 2015, Canakkale, p: 163-167. (in Turkish)
- Kadioğlu, S., Tan, M., 2018. Determination of seed yields and some properties of some forage pea lines and varieties under Erzurum conditions. Ataturk University Journal of Agricultural Faculty, 49 (2): 143-149. (in Turkish with abstract in English)
- Kadioğlu, S., Kadioğlu, B., Koc, A., 2019. Effect of phosphorous fertilizer and bacterial applications on seed yield of morphologically different forage pea (*Pisum sativum* L.) varieties. Eurasian Journal of Agricultural Research, 3: 14-23. (in Turkish with abstract in English)
- Kaya, M., 2000. Effects of different grafting methods, nitrogen fertilizer doses and sowing times on yield and yield components of Winner pea (*Pisum sativum* L.) cultivar. Ankara University Institute of Science, Ph.D. Thesis, Ankara, 193 p. (in Turkish)
- Keskin, B., Temel, S., 2018. Seed yields of some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) varieties in different sowing times in Iğdir ecological conditions I. International Iğdir Congress on Multidisciplinary Multidisciplinary Studies, 6-8 November 2018, Iğdir, p: 231-241.
- Kılınç, H.V., 2017. Determination of Morphological Characterization of Local Pea (*Pisum sativum* L.) Populations Growing in Giresun Province. Ordu Univ. Institute of Science, Master Thesis, Ordu, 68 p. (in Turkish)

- Koivisto, J. M., Lane, G.P.F., Davies, W.P., Durand, J.L., Emile, J.C., Huyghe, C., Lemarie, G., 2002. Growth and development of semi-leafless grain and forage peas, Multi function grasslands: Quality forages, animal products and landscapes. Proceedings of the 19 th General Meeting of the EGF, 27-30 May 2002, France, pp: 430-431.
- Onder, M., Ceyhan, E., 2001. Determination of grain, stalk and pod yield and harvest index of peas (*Pisum sativum* L.) cultivated at different times. Journal of Selcuk University Faculty of Agriculture, 15 (25): 173-183. (in Turkish with abstract in English)
- Oz, M., Karasu, A., 2010. Determination of seed yield and yield components of some pea (*Pisum sativum* L) cultivars. Journal of Suleyman Demirel University, Journal of Faculty of Agriculture, 5 (1): 44-49. (in Turkish)
- Ozbek, H., 1980. Bees pollinating the feed pea (*Pisum arvense* L.) in Kars region. Turkey Journal of Plant Protection, 4 (3): 193-195. (in Turkish)
- Ozkaynak, I., 1980. Selection Breeding Studies on Forage Pea (*Pisum arvense* L.) Local Varieties. Ankara University, Faculty of Agriculture, Ulucan Printing House, Ankara, 85 p. (in Turkish)
- Qasim, M., Zubair, M., Wandan, D., 2001. Evaluation of exotic cultivars of pea in Swat Valley. Sarhad Journal of Agriculture, 17(4): 545-548.
- Sayar, M.S., Anlarsal A.E., 2008. A research on determination of yield and yield components of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines and varieties in Diyarbakir ecological conditions. Journal of Cukurova University Institute of Science and Engineering, 17 (4): 78-88. (in Turkish)
- Sayar, M., Anlarsal, A., Acikgoz, E., Basbag, M., Gul, I., 2009. Determination of yield and yield components of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines in Diyarbakir conditions. Turkey VIII. Field Crops Congress, Volume: I, 19-22 October 2008, Hatay, p: 646-650.
- Sayar, M.S., Han, Y., 2016. Forage yield performance of forage pea (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) genotypes and assessments using GGE biplot analysis. Journal of Agricultural Science and Technology, 18 (6): 1621-1634.
- Seyis, F., 1994. A Study on Grain Yield and Some Important Properties of Pea Cultivars Planted in Samsun Ecological Conditions and Their Relationships. Ondokuz Mayıs University Institute of Science, Master Thesis, Samsun, 63 p. (in Turkish)
- Tamkoc, A., 2007. Yield and some vegetative properties of forage pea lines planted for the winter. Turkey VII. Field Crops Congress, Meadow Pasture, Forage Crops and Industrial Crops, 25-27 June 2007, Erzurum, p: 95-97. (in Turkish)
- Tan, M., Koc, A., Dumlu Gul, Z., 2012. Morphological characteristics and seed yield of East Anatolian local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Turkish Journal of Field Crops, 17 (1): 24-30.
- Tan, M., Koc, A., Dumlu Gul, Z., Elkoca, E., Gul, I., 2013. Determination of dry matter yield and yield component of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Journal of Agricultural Sciences, 19: 289-296.
- Tan, M., 2018. Legume and Grass Forage Crops. Atatürk University Faculty of Agriculture Course Publications. No: 190, Erzurum, 286 p. (in Turkish)
- Tekeli, A.S., Ates, E., 2003. Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.). J. Cent. Eur. Agric., 4: 313-318.
- Timuragaoglu, K.A., Genc, A., Altinok, S., 2004. Forage and seed yields in forage pea lines under Ankara conditions. Ankara University Faculty of Agriculture, Journal of Agricultural Sciences, 10 (4): 457-461. (in Turkish with abstract in English)
- Togay, N., Togay, Y., Erman, M., Yildirim, B., 2006. The effect of different plant frequencies on some agricultural characteristics in two winter pea lines (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.). YYU Journal of Agricultural Sciences, 16 (2): 97-103. (in Turkish with abstract in English)
- Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya, I., Acikgoz, E., 2005. Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. European Journal and Agronomy, 22: 85-94.
- Uzun, A., Gun, H., Acikgoz, E., 2012. Determination of grass, seed and crude protein yields of some forage pea (*Pisum sativum* L.) varieties that are harvested at different developmental stages. Journal of Uludag University Faculty of Agriculture, 26 (1): 27-38. (in Turkish with abstract in English)
- TUMAS, 2019. Turkey Meteorological Data Archive System. www.tumas.mgm.gov.tr (Accessed Date: 10 August 2019). (in Turkish)
- Yilmaz, S., 2010. Effect of Different Phosphorus Doses on Seed Yield and Some Seed Yield Criteria of Forage Pea (*Pisum arvense* L.). Namik Kemal University Institute of Science, Master Thesis, Tekirdag, 37 p. (in Turkish).



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 159-167, 2020
Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 159-167, 2020
ISSN: 1300-9036, E-ISSN: 2651-5016
<http://dergipark.gov.tr/ataunizfd>

Araştırma Makalesi / Research Article

Plati Balığı, *Xiphophorus maculatus* Günther, 1866’nda Glutatyon Redüktaz Geninin Biyoenformatiği*

Mehtap BAYIR

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum, Türkiye
e-mail: mehtap.bayir@atauni.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.631335

Geliş Tarihi (Received): 16.10.2019 **Kabul Tarihi (Accepted): 25.03.2020** **Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020**

ÖZ: Bu çalışmada, plati balığı, *Xiphophorus maculatus*’ta antioksidan enzim genlerinden, glutatyon redüktaz (*gsr*)’ın genomik organizasyonu belirlenmiştir. Bu amaçla genin tanımlanması yapılmış, ekzon- intron organizasyonu, TATA kutusu, poli A kuyruğu ve genin ürettiği amino asitler belirlenerek gen yapısı bir tablo şeklinde sunulmuş, *gsr* gen kromozom bölgeleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu bölgede bulunan genlerin, diğer bazı model organizmalarda ve insanda bulunduğu gen bölgeleri belirlenerek korunmuş gen sentezi oluşturulmuş, diğer omurgalılar tarafından kodlanan amino asit dizileri belirlenmiş ve bu organizmalarla olan filogenetik ilişki tespit edilerek, gen yapılarının benzerlik-özdeşlik oranlarının % olarak değeri belirlenmiştir. Çalışmada NCBI veritabanı, Ensembl genomik veritabanı, MEGA 6 programı ve BioEdit yazılımı kullanılarak elde edilen istatistikler değerlendirilmiştir. Balıkların stress faktörlerine göstermiş oldukları tepkiler, farklı gen ürünlerinin etkilerini içeren çok yönlü seviyelerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Dolayısıyla moleküler çalışmalarla ölçülebilecek bir balık stress tepkisine bu balığın genetik özelliklerinin araştırılması ve anlaşılması moleküler çalışmalar açısından büyük önem taşıdığı için, biyoenformatik araçlar kullanarak önemli bir model organizma olan plati balığı, *X. maculatus*’ta, *gsr*’nin karakterizasyonu ve tanımlanması yapılmış ve balıklarda moleküler stres tepkisi üzerine yapılacak olan çalışmalarda kullanılacak birtakım veriler bu çalışma ile bilim dünyasına sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Plati balığı, Genomik organizasyon, *gsr*, Model organizma

Bioinformatics of Glutathione Reductase Gene of Platy Fish, *Xiphophorus maculatus* Günther, 1866

ABSTRACT: In this study, the genomic organization of glutathione reductase (*gsr*) gene was determined in platyfish, *Xiphophorus maculatus* which is an important model organism. For this purpose, we studied bioinformatics of glutathione reductase gene (*gsr*) (gene structure and identification of gene, detecting of amino acid sequences encoded by other vertebrates, conserved gene synteny and phylogenetic relationships with other vertebrates) in platyfish, *X. maculatus*. However, bioinformatic studies of the *gsr* enzyme gene have not been performed in platyfish which is an important model organism. For all these purposes, in this study, the statistics obtained by using Ensembl genomic database, NCBI database, BioEdit software and MEGA6 program are presented. Stress responses in fish can reveal multifaceted levels involving the effects of different gene groups and products. Understanding the genetic characteristics of a model organism that reacts to stress is crucial for molecular studies. For this purpose, the characterization and identification of *gsr*, one of the antioxidant enzyme genes in platyfish, *X. maculatus* which is an important model organism, was made using bioinformatics tools and some data to be used in the future studies on the molecular stress response were presented to the scientific world.

Keywords: Platyfish, Genomic organisation, *gsr*, Model organism

GİRİŞ

Cyprinodontiformes takımı ve Poeciliidae familyasına ait olan plati balığı, *Xiphophorus maculatus* Günther, 1866, omnivor bir tatlı su balığı olup, kanallarda, otlı göl kıyılarında ve yavaş akan sulu hendeklerde yaşayabilen (Zaret, 1984; Arthington, 1989) önemli bir sucul model organizmadır (Ahmad et

al., 2011). Erkek plati balığının anal yüzgeci modifiye organ (gonopodium) olduğundan dolayı balığın cinsiyet tayini, balık öldürülmeden yapılabilmektedir. Bu özelliğinden dolayı cinsiyet belirleme araştırmaları için de iyi bir model olarak bilinmektedir (Schreibman and Kallman, 1978; McKenzie et al., 1983). Plati balığı

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Bayır, M., 2020. Plati Balığı *Xiphophorus maculatus*, Günter, 1866’nda Glutatyon Redüktaz Geninin Biyoenformatiği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (2): 159-167.
doi: 10.17097/ataunizfd.631335

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7794-1058>

*Bu çalışma 20. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (24-26 Eylül 2019, Mersin, Türkiye)’nda sunulmuş ve özet kitapçığında özeti basılmıştır.

model organizma olarak yaygın bir şekilde kullanılan zebra balığı (*Danio rerio*) ve medaka (*Oryzias latipes*) kadar genetik çalışmalarda önemli bir yere sahiptir. Önemli miktarda zebra balığı veya medaka balığı genlerinin kopyalarının soylara özgü mevcudiyeti, yani bir gen çiftinin ya zebra balığı soyunda olup, alt fonksiyonlara bağlanması ve medaka soyunda olmaması veya bu durumun tersinin olması, farklı teleost balık türlerinde model canlı olarak kullanılmasının yolunu açmıştır (Schartl, 2014). Plati balığı, özellikle kanser araştırmalarında, üzerinde en fazla çalışılan model organizmalardan birisi olmakla beraber (Boswell et al., 2009) evrim, genetik, ekoloji, sistemak ve genomik gibi çeşitli alanlarda model organizma olarak kullanılmaktadır (Kang et al., 2013; Schartl et al., 2014). Bilimsel çalışmalardaki önemi dolayısıyla *Xiphophorus* genomu hakkındaki bütün genomik verilerin mevcut olduğu bir veritabanı olan *Xiphophorus* Genetic Stock Center oluşturulmuştur (Kallman, 2004). Kemikli (Teleost) balıklar, diğer omurgalılardan önemli bir farklılığa sahiptir. Bu farklılık, pek çok genin iki kopyasına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Diğer omurgalılar bu genlerden sadece bir kopya taşımaktadır (Amores et al., 1998; Meyer and Schartl, 1999; Postlethwait et al., 2000; Braasch and Postlethwait, 2012). Bu özellik, çoğunlukla protein fonksiyonlarında kendini gösterir. Alt işlevsellik olarak adlandırılan, iki balık paralogunun gen bölgelerinin ifade bölgelerinin veya protein fonksiyonlarının, diğer omurgalılardaki tek bir ortologa eşdeğer olmaları nedeniyle bu tip genlerin fonksiyonel çalışmaları bilim dünyasında büyük etkiye sahiptir (Force et al., 1999). Plati balığı, *X. maculatus* evrimsel çalışmalar içinde önemli bir model olmakla beraber (Schartl et al., 2014), bu organizmanın tamamlanantüm sekanslarına ENSEMBL genom veri tabanından (http://uswest.ensembl.org/Xiphophorus_maculatus/Info/Index) erişmek mümkündür.

Organizmalarda, oksidatif stresin oluşturabileceği hasarlara karşı koruyucu rolü olan ve oluşan hasarları temizleyen veya hasarın oluşmasını engelleyen savunma sistemlerinden biride antioksidan savunma sistemi (Shinde et al., 2012). Antioksidanlara büyük etki yapabilen hücre içi ve hücre dışı faktörler, oksidanlar gibi davrandıkları için, hem oksidatif dengeyi hem de antioksidan enzim genlerinin ekspresyonunu (Jones, 1997; Rogers et al., 2000) değiştirmektedirler (Dougall, 1991; Sugino et al., 1998). Balıklarda meydana gelen oksidatif strese karşı savunma görevi yapan önemli bileşikler arasında glutasyon ve glutasyon türevleri ilk sıralarda yer alırlar

(Bonsignore et al., 1966, Bonsignore and Flora, 1972). Biyolojik verilerin bilimsel çalışmalarda çok fazla kullanılması nedeniyle, bu verilerden daha etkin bir şekilde yararlanabilmek için, verilerin işleme gereksinimi sonucunda, büyük bir çalışma sahasına sahip, bilgi teknolojisine dayanan ve multidisipliner bir bilim dalı olan biyoformatik ortaya çıkmıştır. Biyoformatik çalışmalar, farklı türdeki biyolojik verilere erişimin kolaylaştırılmasını, bu verilerin etkin kullanımını sağlamak ve aynı zamanda verilerin rasyonel bir şekilde yönetimi için gereksinim duyulan bilgisayar yazılımlarında yararlanmaktadır (Baxevanis and Ouellette, 2004; Atalay, 2002). Biyoformatik çalışmalarda BALSTX, BLASTN, MEDLINE, NCBI, ENSEMBL, UCSC, PDB, SWISSPROT, GenBank (USA), DDBJ (Japan), EMBL (Europe) gibi veri tabanları sıkça kullanılmaktadır (Attwood and Parry-Smith, 1999; Tandon and Bhattacharjee, 2009). Antioksidan enzimler üzerine yapılan araştırmalar, su ürünlerinde her zaman önemli çalışmalar olmakla beraber, model olarak kullanılan bir organizmada stres genlerinin biyoformatiğinin çalışılması, önemli genetik verilerin organizasyonunu sağlayacağı için, bu çalışmada, strese tepki gösteren bir sucul model organizma olan plati balığı, *X. maculatus*'nda antioksidan enzim genlerinden olan *gsr*'nin genomik organizasyonu çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Biyoformatik analizler

Glutasyon redüktaz geninin tanımlanması için, bu genin fonksiyonel gerçek bir gen olup olmadığının tespit etmek amacıyla NCBI veri tabanı (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)'nda, cDNA (ensembl veri tabanından alınan) sekansları kullanılarak BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) işlemi yapılmıştır. Çalışmada *gsr* genin 1 izoformu olduğu belirlenmiştir.

Korunmuş gen sentezini dizayn etmek amacıyla, plati balığı *gsr* geninin kromozom bölgesi belirlenmiş ve buradaki genlerin, zebra balığı (*Danio rerio*), medaka (*Oryzias latipes*) ve insan (*Homo sapiens*)'da bulunduğu gen bölgeleri belirlenmiştir. Daha sonra tespit edilen gen bölgelerindeki sayısal rakamlara göre korunmuş gen sentezi oluşturulmuştur.

Plati balığı *gsr* genin diğer bazı sucul model organizmalarla ve bazı omurgalılarla olan filogenetik ilişkisinin tespiti için CLUSTALW (Thompson et al., 1994) BioEdit programı (<http://www.mbio.ncsu.edu/bioedit/page2.html>) kullanılmıştır. Plati balığı *Gsr* protein dizilimi ile zebra balığı (*Danio rerio*), medaka (*Oryzias latipes*), stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) balon balığı

(*Fugu rubripes*), benekli gar (*Lepisosteus oculatus*), tilapya (*Tilapia niloticus*) fare (*Mus musculus*) ve insan (*Homo sapiens*) Gsr protein sekansları dizilenmiştir. Sonrasında dış grup olarak insan limfosit sitosolik protein (*LCP2*)'in kullanıldığı (Kell et al., 2018) filogenetik ağacı oluşturmak için MEGA6 (Tamura et al., 2013) programından yararlanılmış ve maksimum olasılık metoduna göre filogenetik ağaç analizi yapılmıştır. Tüm biyoformatik çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da öncelikle *gsr* geninin biyolojik verilerine ulaşılmış ve bilgisayarlı algoritmalar (BioEdit yazılımı, BLOSUM62 matris program (Gromiha, 2010) ve MEGA6 programı (Tamura et al., 2013)) kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Plati balığı, *X. maculatus gsr* gen sekanslarını belirlemek için, ensembl veri tabanı kullanılmıştır. Buveri tabanındaki en uzun cDNA transkripti olan ENSXMAG00000016221 kullanılmıştır. Plati balığı, *X. maculatus gsr* geninin ekson-intron organizasyonu ve protein kodlayan nükleotidleri ile 5'-3' uçları belirlenmiş ve sonra tespit edilen transkripsiyonun başlangıç noktası (+1), TATA kutusu ve poli A kuyruğu, gen yapısı üzerinde gösterilmiştir (Çizelge 2).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Biyofomatik analizler

Normal koşullarda, tüm canlılarda reaktif oksijen üretimi ve antioksidan seviyeleri dengede olmakla beraber, bu denge bozulduğunda, serbest radikallerin zararlı etkisi ortaya çıkmakta ve oksidatif stres kaynaklı hastalıklar olarak kendini göstermektedir (Scandalios 1993). Stresle ilişkili genlerin, stres toleransı olmayan ve stres toleransı yüksek olan balıklarda farklı olarak ekprese edilmeleri ve bu genlerinin tanımlanıp, karakterize edilmesi, hem akvakültür seçim programlarında kullanılabilir hem de diğer omurgalılar için bir model olacak önemli genetik veriler sağlayabilir (Iwama et al., 1999). Ayrıca oksidatif stresin, insanda pek çok hastalığa sebep olduğu ya da etki ettiği bilinmektedir (Halliwell et al., 1991; Gutteridge, 1993; Poljsak et al., 2013). Mevcut çalışmada da tüm bu amaçlar doğrultusunda plati balığı, *X. maculatus*'nda *gsr*'nin tanımlama karakterizasyonu yapılmıştır. Ensembl genomik veri tabanından plati balığının *gsr* genine aiten uzun cDNA dizisi elde edilmiş ve bu genin ekson-intron organizasyonu belirlenmiş ve bu genin 13 ekson ve 12 intronu olduğu görülmüştür. Tüm intronlarının gt ile başlayıp, ag ile sonlandığı belirlenmiştir.

Ensembl genom veri tabanından faydalanılarak plati balığı, *X. maculatusgsr* genin yapısı belirlenmiştir. Glutasyon redüktaz genin eksonları büyük harflerle, intronlar ise küçük harflerle gösterilmiştir (Çizelge 1). Transkripsiyonun başlama noktası +1 ile belirtilirken, 5' upstream dizilimi ve 3' downstream dizilimi küçük harflerle gösterilmiştir. TATA kutusu ve poli adenilasyon sinyal dizilimi sarı boyanmış ve büyük harflerle gösterilmiştir. Asterisk ile gösterilen stop kodununun plati balığı *gsr*geninde TGA dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Plati balığı, *Xiphophorus maculatus*) ile diğer teleost balıklardan olan zebra balığı (*Danio rerio*), balon balığı (*Fugu rubripes*), medaka (*Oryzias latipes*) ve insan (*Homo sapiens*) Gsr protein dizilimleri, benzerlik ve özdeşlik oranlarının yüzde olarak belirlenmesi için kullanılmış olup, bu amaç için BLOSUM62 matris algoritmasından yararlanılmıştır (Gromiha, 2010).

Plati balığı *gsr* geni ile zebra balığı *gsr* geni ortolojisini görmek için, bu iki gene ait protein dizilimleri, BioEdit programı kullanılarak dizilenmiş ve benzerlikleri hesaplanmıştır. Plati balığı protein diziliminin özdeşlik-benzerlik oranlarına bakıldığında, dizi analizinde kullandığımız medaka ile %73-78, stickleback ile %71-77, balon balığı ile %66-72, zebra balığı ile %59-68 ve insan ile %55-66 oranında da özdeş-benzer olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Plati balığı, *X. maculatus gsr* geninin bulunduğu kromozom bölgesindeki diğer genler ensembl genom veri tabanından tespit edilmiş ve fiziksel olarak aynı bölgede bulunan, korunmuş olan bu genlerin, zebra balığı, medaka ve insanda bulunduğu bölgeler belirlenmiştir. Zebra balığı, medaka ve insan ile plati balığı *gsr*geninin korunmuş gen sentezi, plati balığı *gsr* geninin ışın yüzgeçlilerin tüm genom duplikasyonu sonucu oluştuğunu ortaya koyan önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Plati balığı *gsr* geni ile diğer teleost balıkların ve insanın *GSR/gsr* genleri arasındaki korunmuş gen sentezine bakıldığında, plati balığında 23. kromozom üzerinde *gsr* sentenik geninin, 14. kromozom üzerinde bulunan zebra balığı *gsr* geni; 10. ve 22. kromozomlar üzerinde bulunan medaka *gsr* geni; 2, 4., 7., 8. ve 20. kromozom üzerinde bulunan insan *GSR* geni ile korunmuş gen sentenisi sergilediği belirlenmiş olup, bu sonuçlardan plati balığının *gsr* geninin yüksek oranda korunmuş gen yapısı gösterdiği açıkça görülmektedir (Şekil 1). Bu değerlendirmeler sonucunda, kemikli balıkların pek çoğunda teleost spesifik tam genom duplikasyonunun olduğu ve sonrasında duplike *gsr* genin bir kopyasının kaybolduğu sonucunu kanıtlamaktadır.

Çizelge 1. Plati balığı, *Xiphophorus maculatus* glutasyon redüktaz geni nükleotit dizilimi
Table 1. The nucleotide sequence of platyfish, *Xiphophorus maculatus* glutathione reductase gene

5' tattttatgtgagtttagtgacaaaacgctttaatgtatttgaggaggtgtctttt
 acttttgacggttctcttttgtctgAATTgtgtcaccttgacaacaggctgacttgcgcta
 +1
 GTGCGATTCTAAAGATTGGCAATTCACAAATCAGCGTAGAATTTACGTAAGGACCTAAA
 TATACGACAAAACACGTGCTGTTAAGGAGGAACGCTGTACTGTCCGCGAGCTTCCACCGA
 AATTAACTCGAATAGACCGTTATCTATCTGGAGGTTGTAAGAATTTATAGAGCAACACAGT
 TACCCTACTGTGTGCGGTTTGTAGACTTCCCACGTTCCCATGTGTGACCTTCGCTGACATGG
 ATCAAAATGCCTTGTAACATATTGGAGCATGCAGCTTTTAAAAATTGCGAGGTTACTGT
 -M--Q--L--L--K--I--R--R--L--L--
 GTGTGTCTTTGCGGAGgtgag"N368"cgcagACACGAACTTGTCCGCGCAGCATGGCA
 C--V--S--L--R--R--R--H--E--L--V--R--R--S--M--A--
 TCGAACCGGGCATCGGCAGCGGAGACGCCCGCTTCGACTTCCTGGTGATCGGCGGCGGG
 -S--N--R--A--S--A--A--E--T--T--R--F--D--F--L--V--I--G--G--G--G--
 TCTGGAGGTTGCGCGGGCTCGGAGAGCGGGGAACTCGGAGCGCAACACCGCGTGTG
 -S--G--G--L--A--G--A--R--R--A--A--E--L--G--A--N--T--A--V--I--
 GAGAGCCCAAACCTCGGAGGTACCTGCgtgag"N1072"cccagGTCACGTTGGATGTG
 -E--S--H--K--L--G--G--T--C--V--N--V--G--C--
 TTCTTAAAAAGgtag"N81"cacagGTTATGTGGAATGCAGCAGTTTCATGCTGAGTATC
 V--P--K--K--V--M--W--N--A--A--V--H--A--E--Y--
 TGCACGATCACAGCGATTATGGCTTTGCAACTGAAAAAGTTCATTTCAGTTGGGAGACTC
 L--H--D--H--S--D--Y--G--F--A--T--E--K--V--H--F--S--W--E--T--
 gtaag"N1185"tgcaagTTAAGGCCAAAAGGACGCTTACGTTTCTCGCCTGAACCAT
 L--K--A--K--R--D--A--Y--V--S--R--L--N--H--I--
 TTATCGCAACAACCTGGACAAAgtgag"N159"tccagGCTAAAATTGAACTATTCAG
 -Y--R--N--N--L--D--K--A--K--I--E--T--I--Q--
 GCTTCGCCAGGTTTACAGATGACCTTGAGCCACCGTGGAGGTCAATGGTAGAAAAGTGA
 G--F--A--R--F--T--D--D--P--E--P--T--V--E--V--N--G--R--K--L--
 CGGCGCTCATATCCCTCATAGCCACCGGGGGCAGCCTTCTGTTCTGAGTGACGAAGAAG
 T--A--P--H--I--L--I--A--T--G--G--Q--P--S--V--L--S--D--E--E--
 TTCCAGttgga"N64"tttagGTGCAAGTCTTGGCATTACTAGTGATGGCTTTTTTGAAC
 V--P--G--A--S--L--G--I--T--S--D--G--F--F--E--
 TTGAAACCTTCCAAAgtaag"N65"attagCGCAGTGTGATTGTAGCGCTGGCTATA
 L--E--T--L--P--K--R--S--V--I--V--G--A--G--Y--
 TTGCTGTAGAAATGGCCGGCATCCTAGCCACCGTGGGGTCCAAAACATCCCTTGTATTTC
 I--A--V--E--M--A--G--I--L--A--T--L--G--S--K--T--S--L--V--I--
 GACAAACAGGGgtaag"N79"gttagGTTTTGAGAACTTTGATGCATTCATAAGCGCAA
 R--Q--T--G--V--L--R--N--F--D--A--F--I--S--A--
 ATTTGACCAAGAAGTCCAAAACACCGCATCGACCTGTGGAAGAAGTCTCAGGTGAAAT
 N--C--T--K--E--L--Q--N--N--G--I--D--L--W--K--N--S--Q--V--K--
 CTGTGAGTAAGACCGACAAGGCTTTGAGGTGACGATTTGTTACCAAGACCCAGAGAAGA
 S--V--S--K--T--D--K--G--L--E--V--T--I--V--T--K--D--P--E--K--
 ACGATGAGAAGATCAGCACCATTTGAGGAAGTGGAGTGCCTTTTGTGGGCCATAGGAAGGC
 N--D--E--K--I--S--T--I--E--E--V--E--C--L--L--W--A--I--G--R--
 AGCCCAACACATCTGGGCTGAAACATCGGCAGCATGgtaac"N2216"accagGGTCTGGA
 Q--P--N--T--S--G--L--N--I--G--S--M--G--L--D--
 CACTGATGAAAGAGGCCACATCATCGCGGATGAATTCAGAACACCTCTCGGCAGGAAT
 -T--D--E--R--G--H--I--I--A--D--E--F--Q--N--T--S--R--P--G--I--
 CTATGCTGTTGGGGATGTTTGTGGCAAAGCTCTTCTCACACCTGgtgag"N69"ggcagT
 -Y--A--V--G--D--V--C--G--K--A--L--L--T--P--V--
 TGCCATTGCTGCAGGCAGAAAGCTTGCCCATAGATTGTTTGGGGCAAGAAGGACTCCAA
 -A--I--A--A--G--R--K--L--A--H--R--L--F--E--G--K--K--D--S--K--
 GTTGGACTACTCCAGCATCCCCACAGTGGTGTTCAGCCACCCACCCATTGGTACCCTGGG
 -L--D--Y--S--S--I--P--T--V--V--F--S--H--P--P--I--G--T--V--G--
 CCTCACAGAAGgtgac"N128"ctcagAGGAGGCTGTTAAATCCCATGGAAGGAGAATG
 -L--T--E--E--E--A--V--K--S--H--G--K--E--N--V--
 TAAAGATCTATAAGACATCTTTCACGCCGATGTATCACGCCATCACGAGCAGGAGGAGCC
 -K--I--Y--K--T--S--F--T--P--M--Y--H--A--I--T--S--R--R--S--
 CATGCATCATGAAGCTGGTGTGTGGGCAAGGAGGAGAAGgtgac"N104"tgcaagGTG
 P--C--I--M--K--L--V--C--V--G--K--E--E--K--V--
 GTGGGCTGCATATGCAGGGCCTTGGTGTGATGAAATGCTTCAGGGATTTGCTGTGGC
 -V--G--L--H--M--Q--G--L--G--C--D--E--M--L--Q--G--F--A--V--A--
 ATCAAAATGGGTGCGACCAAGCAGACTTTGACAACTGTTCGCGATCCACCCACCTCG
 -I--K--M--G--A--T--K--A--D--F--D--N--T--V--A--I--H--P--T--S--
 TCCGAGGAGTTTGTCAAAATGCGTTGAacatgacaaaaactccggataatcagcccgaga
 -S--E--E--F--V--T--M--R--*--
 accagAATAttctctcatcagagtgatgacttg 3'

Çizelge 2. Plati balığı (Pb) ile diğer omurgalılarından Stickleback (St), Zebra balığı (Zb), Balon balığı (Bb), Medaka (Me) ve İnsan (In) *gsr* genleri arasındaki benzerlik-özdeşlik yüzde oranları

Table 2. Identity-Similarity Rate of platyfish (Pb) and the other vertebrates (stickleback (St), zebrafish (Zb), Fugu (Bb), medaka (Me) and human (In))

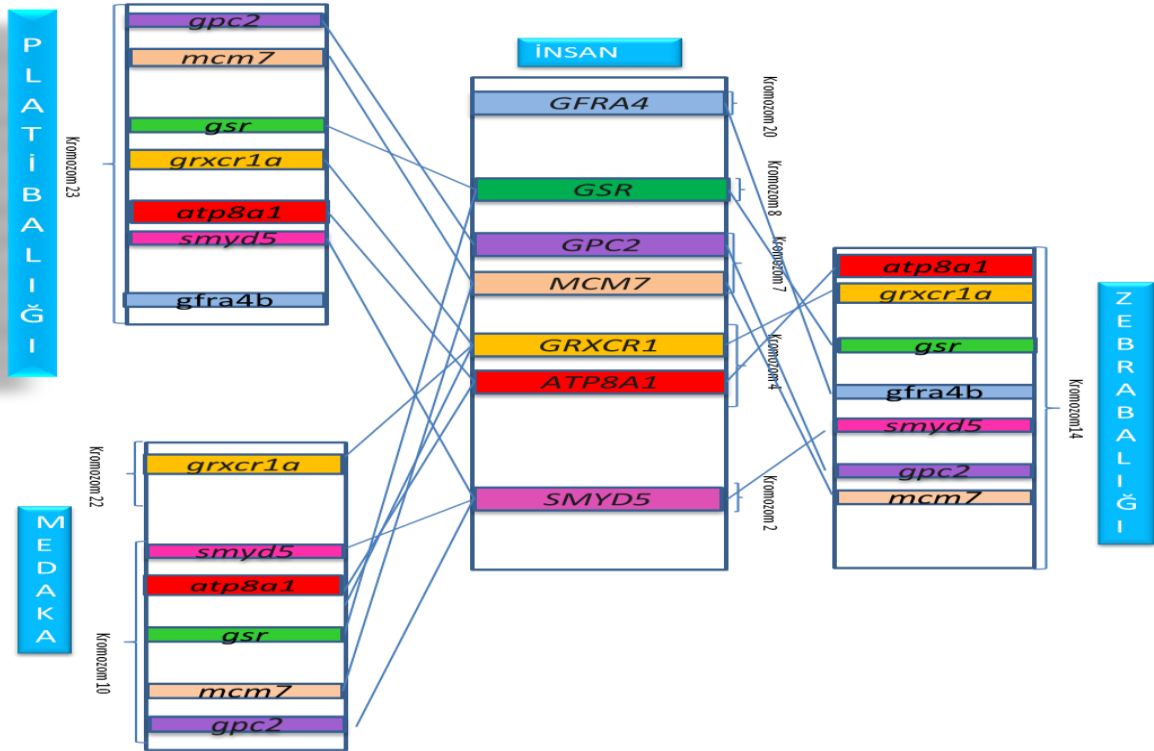
Pb Gsr	1	-----		
Me Gsr	1	-----MLLKKICRLLPSVS-----LSFPRLRVLRR		
St Gsr	1	-----SPRRHAALTRR		
Bb Gsr	1	MTQQWLKFGPPTRASELRARPASASFLVMAEVLRLTRVQLLFSSKQRLFSAFRCQDVVRR		
Zb Gsr	1	-----		
In Gsr	1	-----MALLPRALSAGAGPSWRRARAARFRGFLLLLPEPALTRALSRAMACRQ		
Pb Gsr	1	-----		
Me Gsr	25	---SSMA---SESDATRFDFLVIGGSRGGLAGARRAAELGANAAVIESHKLGGTCVNVGCV		
St Gsr	11	---AMAS---ADPQTTRLDFLVIGGSRGGLAGARRASELGASAAVIESHRLGGTCVNVGCV		
Bb Gsr	60	---SMASDPSSTDI TRDFLVIGGSRGGLAGARRASELGASAAVIESHKLGGTCVNVGCV		
Zb Gsr	1	-----MASGSRVSRFDFLVVGGSRGGLAGARRAAELGATTAVIESHRLGGTCVNVGCV		
In Gsr	49	EPQPQGPAAAAGAVASYDYLVIGGSRGGLASARRAAELGARA AVVESHKLGGTCVNVGCV		
Pb Gsr	1	-----		
Me Gsr	81	PKKV.....C...E.GSR.R...A.....IAH..R.....VT		
St Gsr	67	PKKV.....EV.S.R...A.....I.H..R.....VQ		
Bb Gsr	118	PKKV.....EVGN.R...A..T.....I.H..R.....Q		
Zb Gsr	53	PKKV..TST.....E...EGA.A...QII.H.....Q..S..E.G..		
In Gsr	109	PKKV..T..S.FM...A...PCEGK.N.RVI.E.....A..Q...T.SH..		
Pb Gsr	57	TIQGFARFTDDPEPTVEVNGRKLTA PHILIATGGQPSVLSDEEVP GASLGITSDGFFELE		
Me Gsr	141	F...Y.....A.....K.Y.....S.....N.....		
St Gsr	127	N...H...N.....D...Y.....T...ADI..GN.....		
Bb Gsr	178	...H...N.....K.Y.....T.....		
Zb Gsr	113	F.H.Y.....K.Y..T...S...H..TV.EDD...S...C.....		
In Gsr	169	I.R.H.A..S..K..I..S.K.Y.....M..TPHESQI.....Q..		
Pb Gsr	117	TLPKRSVIVGAGYIAVEMAGILATLGSRKTSLVIRQTGVLNRFDAFISANCTKELQNNGID		
Me Gsr	201	.....S.....I.....L.....I.....		
St Gsr	187	.....T.....S.....MI...S.....S.L.T.....S.V.		
Bb Gsr	238	S.....V.....S.....I.....SL..T.....S...		
Zb Gsr	173	SC.....S.....II..G.....L..S.....		
In Gsr	229	E..G.....SA.....M..HDK...S..SM..T...E..E.A.VE		
Pb Gsr	177	LWKNSQVKS VKTDKGLEVTIVTKDPEK--NDEKISTIEEVECLLWAIGRQPNTSGLNIG		
Me Gsr	261	.....C..E.....D.T-.....V...D.....A.....		
St Gsr	247	.....T..R..E.....V.....-Q..D.....VA		
Bb Gsr	298	.....R..C.....A.R...RKNEE..LR..Q..D.....IT.....		
Zb Gsr	233	.R..T...K.NG..SI.L...DDKDSQ..FD..ND.D.....E..A..LS		
In Gsr	289	VL.F...E.K..LS...SM..AV.GR---LPVMTM.PD.D.....V...KD.SLN		
Pb Gsr	235	SMGLDTERGHIIADEFQNTSRPGIYAVGDVCGKALLTP--VAIAAGRKLHRLFEGKKD		
Me Gsr	320	A..V...D...V.D...T.S.....--.....		
St Gsr	294	A...EM.....VV.....GP.....D.N.		
Bb Gsr	358	HLNV...K...VV.....A.....R.....--.....		
Zb Gsr	293	QI.VKL...VV.....V.....R.....		
In Gsr	346	KL.IQ..DK...V.....NVK.....--.....Y.E.		
			Özdeşlik (%)	Benzerlik (%)
Pb Gsr	353	KLVCVGKEEKVVGLHMQLGCEMLQGFVAIAIKM	100	100
Me Gsr	438	.....	73	78
St Gsr	414	...E.....	71	77
Bb Gsr	476	.....S.....	66	72
Zb Gsr	367	...A.EN.....F.....VN.	59	68
In Gsr	464	.M..AN.....I.....V..	55	66

Plati balığı *gsr* geni ile zebra balığı *gsr* geni ortolojisini görmek için, bu iki gene ait protein dizilimleri, BioEdit programı kullanılarak dizilenmiş ve benzerlikleri hesaplanmıştır. Plati balığı protein

diziliminin özdeşlik-benzerlik oranlarına bakıldığında, dizi analizinde kullandığımız medaka ile %73-78, stickleback ile %71-77, balon balığı ile %66-72, zebra balığı ile %59-68 ve insan ile %55-66 oranında da

özdeş-benzer olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Plati balığı, *X. maculatus gsr* geninin bulunduğu kromozom bölgesindeki diğer genler ensembl genom veri tabanından tespit edilmiş ve fiziksel olarak aynı bölgede bulunan, korunmuş olan bu genlerin, zebra balığı, medaka ve insanda bulunduğu bölgeler belirlenmiştir. Zebra balığı, medaka ve insan ile plati balığı *gsr* geninin korunmuş gen sentezi, plati balığı *gsr* geninin ışın yüzgeçlilerin tüm genom duplikasyonu sonucu oluştuğunu ortaya koyan önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Plati balığı *gsr* geni ile diğer teleost balıkların ve insanın *GSR/gsr* genleri arasındaki korunmuş gen sentezine bakıldığında, plati balığında

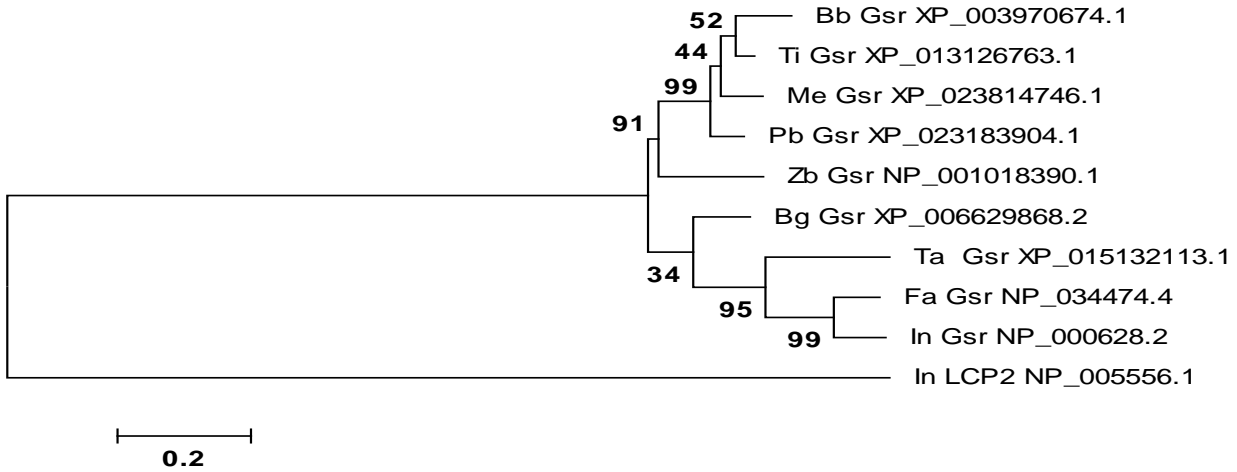
23. kromozom üzerinde *gsr* sentenik geninin, 14. kromozom üzerinde bulunan zebra balığı *gsr* geni; 10. ve 22. kromozomlar üzerinde bulunan medaka *gsr* geni; 2, 4., 7., 8. ve 20. kromozom üzerinde bulunan insan *GSR* geni ile korunmuş gen sentenisi sergilediği belirlenmiş olup, bu sonuçlardan plati balığının *gsr* geninin yüksek oranda korunmuş gen yapısı gösterdiği açıkça görülmektedir (Şekil 1). Bu değerlendirmeler sonucunda, kemikli balıkların pek çoğunda teleost spesifik tam genom duplikasyonunun olduğu ve sonrasında duplike *gsr* genin bir kopyasının kaybolduğu sonucunu kanıtlamaktadır.



Şekil 1. Plati balığı *gsr* geni korunmuş gen sentezi
Figure 1. Conserved gene synteny of platyfish *gsr* gene

Plati balığı, *X. maculatus gsr* geni ile diğer bazı sucul model organizmalar, fare ve insan *GSR* genleri arasındaki filogenetik ilişkinin belirlenmesi amacıyla maksimum olasılık metoduna (Felsenstein, 1989) göre filogenetik ağaç dizayn edilmiştir. Kullanılan dizilimlerin erişim numaraları (Accession number) ise, plati balığı *Gsr*: XP_005802132.1, medaka *Gsr*: XP_023814746.1, balon balığı *Gsr*: XP_003970674.1, zebra balığı *Gsr*: NP_571369.1, benekli gar *Gsr*:

XP_006629868.2, tavuk *Gsr*: XP_015132113.1, fare *Gsr*: NP_034474.4, insan *Gsr*: NP_000628.2 ve dış grup olarak kullanılan insan LCP2: NP_005556.1 olarak NCBI veri tabanından bulunmuştur. Plati balığı ile diğer teleost balıkların glutasyon redüktaz proteinlerinin, diğer omurgalılarından farklı bir bölgede kümelenme gösterdiği filogenetik ağaçta net bir şekilde görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Plati balığı *gsr* geni için maksimum olasılık (maximum likelihood) metoduyla hazırlanmış filogenetik ağaç
Figure 2. Phylogenetic tree of platyfish *gsr* gene. Maximum likelihood method was used for analysis

İnsan *LCP2* geninin dış grup olarak kullanıldığı filogenetik ağaçta, plati balığının medaka (99) ve zebra balığı (99) ile büyük yakınlık gösterdiği, tavuk, fare ve insan ile olan yakınlığının ise (34) daha az olduğu görülmektedir. İnsan ile fare *Gsr* proteinlerinin çok yakın olduğu (99), tavuk *Gsr* protein diziliminde bu iki organizmaya oldukça yakın (95) olduğu ve bu organizmaların, balıklardan farklı bir yerde kümelenme gösterdiği görülmektedir.

SONUÇ

Teleost balıkların stres faktörlerine maruz kalmaları durumunda hücresel seviyedeki stress cevaplarının ölçülmesi için stres genleri tarafından üretilen protein ve enzimlerin ifadelerinin belirlenmesi ve böylece stress tepkilerinin ölçülmesi, moleküler düzeyde gerçekleştirilen çalışmalar için büyük önem arz etmektedir. Balık türlerinin stres toleransları ve stress genlerinin ifadesi birbirinden farklı olabileceği için, bu genlerin tanımlanması ve karakterize edilmesi, su ürünleri seçim programlarında, stres toleransının geliştirilmesine yardımcı olmak için kullanılabilir önemli veriler olarak kullanılmaktadır. Buna ilaveten antioksidan enzim genlerinden biri olan glutatyon reduktazın, hem insan hem de diğer omurgalılar için model teşkil eden bir canlı olan plati balığında in siliko analizlerinin yapılması önemli genetik veriler sağlayacaktır. Bu nedenle, çalışmada biyoenformatik veri tabanları ve programları kullanarak plati balığı, *Xiphophorus maculatus*'ta *gsr* geninin tanımlanması ve karakterizasyonu yapılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR




- Amores, A., Force, A., Yan Y.L., Joly L., Amemiya, C., Fritz, A., Ho, R.K., Langeland, J., Prince, V., Wang, Y.L., 1998. Zebrafish hox clusters and vertebrate genome evolution. *Science*, 282: 1711-1714.
- Arthington, A.H., 1989. Diet of *G. affinis holbrooki*, *Xiphophorus helleri*, *X. maculatus* and *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) in streams of southeastern Queensland, Australia. *Asian Fish Sci.*, 2 (2): 193-212.
- Atalay, R.Ç., 2002. Neden Biyoinformatik?, *Avrasya Dosyası, Moleküler Biyoloji ve Gen Teknolojileri Özel, Sonbahar*, 8 (3): 129-141.
- Attwood, T.K., Parry-Smith, D.J., 1999. *Introduction to Bioinformatics*, Prentice Hall, Harlow, 240 p.
- Baxevanis, A.D., Ouellette, B.F.F., 2004. *Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins*, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York (NY), 356 p.
- Bonsignore, A., Fornaini, G., Leoncini, G., Fontani, A., Segni, P., 1966. Characterization of leucocyte glucose 6 phosphatase dehydrogenase in Sardinian Mutants. *J. Clin. Invest.*, 45: 12-16.
- Bonsignore, A., De Flora, A., 1972. Regulatory properties of glucose 6-phosphate dehydrogenase. *Curr. Top. Cell.*, 6: 21-62.
- Boswell, M.G., Wells, M.C., Kirk, L.M., Ju, Z., Zhang, Z., Booth, R.E., Walter, R.B., 2009. Comparison

- of gene expression responses to hypoxia in viviparous (*Xiphophorus*) and oviparous (*Oryzias*) fishes using a medaka microarray. *Comparative biochemistry and physiology c-Toxicology & Phar.*, 149 (2): 2558-2265.
- Braasch, I., Postlethwait, J.H.I., 2012. Polyploidy in fish and the teleost genome duplication. In *Polyploidy and Genome Evol.* (ed. P. S. Soltis and D. E. Soltis), 341-383.
- Buechter, D.D., 1988. Free radicals and oxygen toxicity. *Pharmaceutical Res.*, 5 (5): 253-260.
- Dougall, W.C., 1991. Nick HS. Manganese superoxide dismutase: a hepatic acute phase protein regulated by interleukin-6 and glucocorticoids. *Endocrin.*, 129: 2376-2384.
- Felsenstein, J., 1989. PHYLIP-Phylogeny inference package. *Cladistics*, 5: 164-166.
- Gromiha, M.M., 2010. Protein folding, stability and interactions. *Curr. Protein Pept. Sci.*, 11 (7): 497.
- Gutteridge, J.M.C., 1993. Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence, *Free Radical Res. Commun.*, 19 (3): 141-158.
- Halliwell, B., 1991. Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry, and role in human disease. *The American J. of Med.*, 91 (3): 14-22.
- Iwama, G.K., Vijayan, A.M., Forsyth, B., Ackerman, P.A., 1999. Heat Shock Proteins and Physiological Stress in Fish. *mer. Zool.*, 39: 901-909.
- Jones, P.L., Ping D., Boss, J.M., 1997. Tumor necrosis factor alpha and interleukin-1b regulate the murine manganese superoxide dismutase gene through a complex intronic enhancer involving C/EBP-b and NF-jB. *Mol Cell Biol.*, 17: 6970-6981.
- Kallman, K.D., Walter, R.B., Morizot, D.C., Kazianis, S., 2004. Two new species of *Xiphophorus* (Poeciliidae), from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico, with a Discussion of the Distribution of the *X. clemenciae* Clade. *American Mus. Novitates*, 3441: 1-34.
- Kell, A.J.E., Yamins, D.L.K., Shook, E.N., Norman-Haignere, S.V., 2018. A Task-Optimized Neural Network Replicates Human Auditory Behavior, Predicts Brain Responses, and Reveals a Cortical Processing Hierarchy. *Neron*, 98 (3): 630-644.
- Ken, C.F., Lin, C.T., Wu, J.L., Shaw, J.F., 2000. Cloning and expression of a cDNA coding for catalase from zebrafish (*Danio rerio*). *J Agric Food Chem. Jun.*, 48 (6): 2092-2096.
- Mahdi, A.A., Shukla K.K., Ahmad, M.K., Rajender, S., Shankhwar, S.N., Singh, V., Dalela, D., 2011. Withania somnifera Improves Semen Quality in Stress-Related Male Fertility. *Hindawi Pub. Corp. Evidence-Based Comp. and Alt.Med.*. Article ID 576962, 1-9.
- Mckenzie, F.T., Bischoff, W.D., Bishop, F.C., Loijen, M., Schoonmaker, J., Wollast, R., 1983. Magnesian calcites: low temperature occurrence, solubility and solid-solution behavior. In: *Carbonates: Mineralogy and Chemistry. Reviews in Mineralogy*, vol. 11 (ed. Reeder, R.J.). Mineralogical Society of America, Washington, DC, 97-143.
- Poljsak, B., Šuput D., Milisav I., 2013. Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants. *Hindawi Publishing Corporation Oxidative Med. and Cellular Longevity*, Article ID 956792, 1-12.
- Postlethwait, J.H., Woods, I.G., Ngo-Hazelett, P., Yan, Y.L., Kelly, P.D., Chu, F., Huang, H., Hill-Force, A. and Talbot, W.S., 2000. Zebrafish comparative genomics and the origins of vertebrate chromosomes. *Genome Res.*, 10: 1890-1902.
- Rogers, R.J., Chesrown, S.E., Kuo, S., Monnier, J.M., Nick, H.S., 2000. Cytokine-inducible enhancer with promoter activity in both the rat and human manganese-superoxide dismutase genes. *Biochem. J.*, 347: 233-242.
- Schartl, M., 2014. Beyond the zebrafish: diverse fish species for modeling human Disease. Published by The Company of Biologists Ltd. *Dis. Models & Mech.*, 7: 181-192.
- Schartl, M., Walter, R.B., Shen, Y., Garcia, T., Catchen, J., Amores, A., Braasch, I., Chalopin, D., Volff, J.N., Lesch, K.P., Bisazza, A., Minx, P., Hillier, L., Wilson, R.K., Fuerstenberg, S., Boore J., Searle S., Postlethwait J.H., Warren W.C., 2014. The genome of the platyfish, *Xiphophorus maculatus*, provides insights into evolutionary adaptation and several complex traits. *Nat Genet.*, 45 (5): 567-572.
- Schreibman, M.P., Kallman, K.D., 1978. The genetic control of sexual maturation in the teleost, *Xiphophorus maculatus* (Poeciliidae); a review. *Biology Department, Brooklyn College of the City University of New York, 11210, Osborn Laboratories of Marine Sciences, New York Aquarium, Brooklyn, New York 11203, USA. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 18 (4): 957-962.

- Sen, S., 2011. Chakraborty R. The Role of Antioxidants in Human Health. American Chemical Society, Oxidative Stress: Diagnostics, Prevention and Therapy. Chapter 1: 1-37.
- Shinde, A., Ganu, J., Naik, P., 2012. Effect of free radicals & Antioxidants on oxidative stress: A Review. *J Dent Allied Sci.*, 1 (2): 63-66.
- Sugino, N., Hirosawa-Takamori M., Zhong L., 1998. Hormonal regulation of copper-zinc superoxide dismutase and manganese superoxide dismutase messenger ribonucleic acid in the rat corpus luteum: induction by prolactin and placental lactogens. *Biol Rept.*, 59: 599-605.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski A., Kumar, S., 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biol. and Evol.*, 30 (12): 2725-2729.
- Tandon, P., Bhattacharjee, P., 2009. *Bioinformatics: An overview, Plant Tissue Culture and Molecular Markers*, I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., Green Park Extension Uphaar Cinema Market, New Delhi, India, 29-49.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J., 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.*, 22: 4673-4680.
- Volff, J.N., Bouneau, L., Ozouf-Costaz, C., 2003. Fischer C. Diversity of retrotransposable elements in compact pufferfish genomes. *Trends in genetics: TIG.*, 19: 674-678.
- Zaret, T.M., 1984. Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes. *Proceedings of the 1st international symposium on systematics and evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes, held at DeKalb, Illinois, U.S.A.*, Publisher: 65 (4): 1336-1338.



Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Anatolia, Part III

Janko KOLAROV^{1,a}  Saliha ÇORUH^{2*,b}  İrfan ÇORUH^{2,c} 

¹Plovdiv University, Faculty of Pedagogy, Plovdiv, Bulgaria

²Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: spekel@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.635494

Geliş Tarihi (Received): 21.10.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 07.02.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate ichneumonid samples, collected from northeastern Anatolia (Erzurum: Pazaryolu-Kumaşkaya). Samples were collected during the summer period of 2015. Collected 14 species belong to Ichneumoninae, Ophioninae, Orthocentrinae and Pimplinae subfamilies. *Cylloceria sylvestris* (Gravenhorst, 1829) is new record for the Turkish fauna. Individual diversity, collecting locations, distribution data and short zoogeographical notes are given for each species.

Keywords: Hymenoptera, Ichneumonidae, New record, Erzurum, Turkey

Anadolu'dan Ichneumonidae (Hymenoptera) türleri, Kısım III

ÖZ: Bu çalışmanın amacı Kuzey Doğu Anadolu (Erzurum: Pazaryolu-Kumaşkaya)'dan toplanan Ichneumonidae örneklerini değerlendirmektir. Örnekler 2015 yılı yaz mevsiminde toplanmıştır. Toplanan 14 tür Ichneumoninae, Ophioninae, Orthocentrinae ve Pimplinae altfamilyalarına aittir. Bu türlerden *Cylloceria sylvestris* (Gravenhorst, 1829) Türkiye için yeni kayıttır. Her bir tür için bireysel çeşitlilik toplanma lokaliteleri, dağılışları ve zoocoğrafik alanlar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hymenoptera, Ichneumonidae, Yeni kayıt, Erzurum, Türkiye

INTRODUCTION

Insects play significant roles in the ecology of the world due to their vast diversity of form, function and life-style; their considerable biomass; and their interaction with plant life, other organisms and the environment (Rico-Gray and Oliveira, 2007).

In Turkey, there was no detailed information available on Ichneumonidae until 1995. 383 ichneumonid species are listed in a catalog of the Ichneumonidae of Turkey by Kolarov (1995).

Today, the number of speceis Ichneumonidae is 1276 and 287 genera in the past 24 years (Özdan and Gürbüz, 2019; Çoruh et al., 2019). However, with more recent contributions (Çaylak, 2019) and this paper, the number of Ichneumonidae fauna of Turkey has reached to 1287 species and 288 genera.

As in this study, previous studies have been conducted on plants visited by Ichneumonidae species (Çoruh and Çoruh 2008, 2012; Çoruh, 2016, 2017, 2019). Besides some of the studies were conducted on the dedection of host identification

(Çoruh et al., 2004; Çoruh and Tozlu 2008; Özbek et al., 2009; Tozlu et al., 2010; Tozlu and Çoruh 2011; Okyar et al., 2012; Özbek and Çoruh 2012; Çoruh and Çalmaşur, 2016; Narmanlıoğlu and Çoruh, 2018)

The study was performed to identify ichneumonids in Kumaşkaya and to evaluate their host associations. Our aim is to present the richness of the ichneumonid species in this transition zone, located between two provinces (Rize-Erzurum).

MATERIAL AND METHOD

Study area

The present research was conducted in Pazaryolu (Kumaşkaya) locality (Figure 1) located in Erzurum Province (Figure 2) (Northeastern Anatolia). The collecting site, Kumaşkaya, is a bowl shaped area between two mountains and has floral richness. The sampling was carried out in all areas for *Carum carvi* L., *Chenopodium album* L., *Malva*

neglecta Wallr., *Daucus carota* L. and primarily *Heracleum pastinacifolium* K. Koch.

Sampling method and collection

Specimens used in this study were collected using a standart sweeping net. They were captured using an aspirator and dropped directly into ethyl-alcohol (75%) by second author. The Ichneumonid specimens have been identified by Janko Kolarov (Plovdiv University, Bulgaria). Plant specimens were identified according to Davis (1965-1988) and the

herbarium of Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, by the third author. The identified material are deposited in the insect collection of the Department of Entomology, Erzurum, Turkey (EMET). In table 1, are included valid taxa names, individual numbers, zoogeographical distribution and reference data were shown. The newly recorded species for the fauna of Turkey are indicated by an asterisk (*) in the text. General distributions of the species were taken from Yu et al. (2012).



Figure 1. Study area

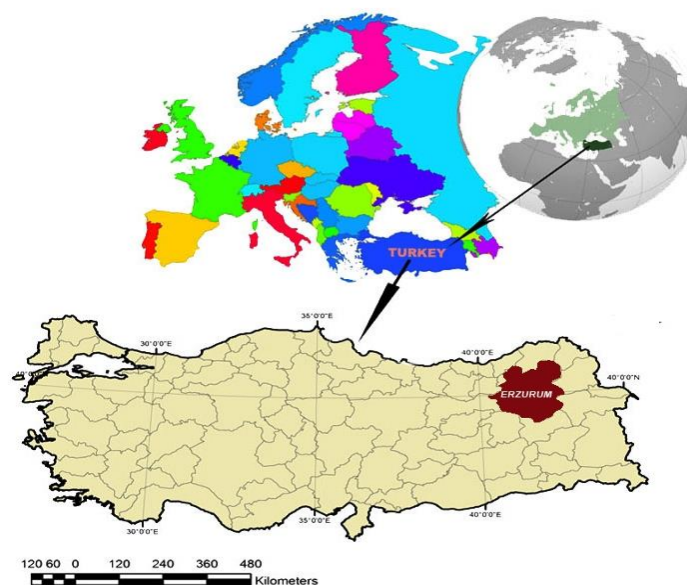


Figure 2. Map of the study area

RESULTS AND DISCUSSION

In the current study, a total of 14 species in 11 genera of Ichneumoninae, Ophioninae, Orthocentrinae and Pimplinae subfamilies are listed. All materials were collected near Erzurum, Pazaryolu, Kumaşkaya village (40° 31' 50.523" N, 40° 45' 16.686" E) from 1450 m a.s.l. altitude by S. Çoruh. Hosts and associate plants of the new records are given below.

Subfamily: Ichneumoninae Latreille, 1802

***Barichneumon bilunulatus* (Gravenhorst, 1829)**

Material examined: 26.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Algeria, Tunisia, Morocco, Europe, Azerbaijan, Georgia, Turkey, Iran, Kazakhstan and Western Siberia.

Hosts: Coleoptera, Curculionidae: *Lixus elegantulus*. Hymenoptera, Ichneumonidae: *Ophion luteus*. Lepidoptera, Erebidae: *Calliteara pudibunda*; Geometridae: *Bupalus piniarius*, *Ectropis crepuscularia*, *Lycia hirtaria*, *Macaria liturata*, *Operophtera brumata*; Noctuidae: *Mniotype adustus*, *Panolis flammea*; Tortricidae: *Sparganothis pilleriana* on *Angelica sylvestris*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Daucus carota*, *Foeniculum vulgare*, *Heracleum sphondylium*, *Medicago sativa*, *Peucedanum oreoselinum*, *Pinus halepensis*.

Remark: This species was collected on *Daucus carota*.

***Coelichneumon (Coelichneumon) nigritor* Riedel, Çoruh & Özbek, 2010**

Material examined: 27.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Azerbaijan, Turkey.

Hosts: Unknown

***Coelichneumon (Coelichneumon) nudicoxator* Aubert, 1966**

Material examined: 26.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Turkey, Israel and Kazakhstan.

Hosts: Unknown

***Heterischnus anomalus* (Wesmael, 1857)**

Material examined: 29.VII.2015, 1 ♂.

Distribution: Europe and Turkey.

Host: Lepidoptera, Plutellidae: *Plutella xylostella* on *Heracleum sphondylium*.

***Heterischnus pulex* (Müller, 1776)**

Material examined: 28.VII.2015, 1 ♂.

Distribution: Europe.

Hosts: Lepidoptera, Pterophoridae: *Emmelina monodactyla* on *Fagus sylvatica*, *Peucedanum oreoselinum*, *Pinus sylvestris*, *Quercus sessiliflora*.

***Hoplismenus bidentatus* (Gmelin, 1790)**

Material examined: 29.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Algeria, Europe, Turkey and Iran.

Hosts: Lepidoptera, Nymphalidae: *Lasiommata maera* on *Angelica sylvestris*.

***Spilichneumon limnophilus* (Thomson, 1888)**

Material examined: 28.VII.2015, 6 ♀♀.

Distribution: Europe and Mongolia.

Hosts: Lepidoptera, Noctuidae: *Archanara algae*, *Archanara sparganii*, *Gortyna flavago*, *Nonagria typhae*.

Subfamily: Ophioninae Shuckard, 1840

***Enicospilus ramidulus* (Linnaeus, 1758)**

Material examined: 27.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Afrotropical, Oriental, Palaearctic region.

Hosts: Hymenoptera, Tenthredinidae: *Nematus salicis*. Lepidoptera, Erebidae: *Catocala electa*, *Hyphantria cunea*; Lasiocampidae: *Dendrolimus pini*, *Eriogaster lanestris*, *Poecilocampa populi*; Noctuidae: *Agrotis segetum*, *Axyليا putris*, *Cucullia absinthii*, *Dypterygia scabriuscula*, *Hadena bicruris*, *H. rivularis*, *Lacanobia oleracea*, *L. pisi*, *Melanchnra persicariae*, *Ochroleura praecox*, *Panolis flammea*, *Phlogophora meticulosa*; Notodontidae: *Phalera bucephala*; Sphingidae: *Hyles euphorbiae* on *Alnus glutinosa*, *Carum carvi*, *Oryza sativa*, *Salvia glutinosa*, *Seseli libanotis*.

Subfamily: Orthocentrinae Förster, 1869

****Cylloceria sylvestris* (Gravenhorst, 1829)**

Material examined: 28.VII.2015, 1 ♂.

Distribution: Palaearctic region.

Remark: This species is new record from Turkey.

Subfamily: Pimplinae Wesmael, 1845

***Endromopoda detrita* (Holmgren, 1860)**

Material examined: 27.VII.2015, 1 ♀.

Distribution: Holarctic and Oriental Region.

Hosts: Coleoptera, Curculionidae: *Anthonomus pomorum*, *Byctiscus betulae*, *Lixus elegantulus*. Diptera, Chamaemyiidae:

Chamaemyia juncorum; **Chloropidae**: *Lipara lucens*, *L. similis*. **Hymenoptera, Chalcidoidea**: *Tetramesa airae*; **Cephalidae**: *Calameuta filiformis*, *Cephus andrae*, *C. cinctus*, *C. nigrinus*, *C. pygmeus*, *Janus femoratus*; **Cynipidae**: *Andricus lignicola*, *Aphelonyx cerricola*. **Hymenoptera, Tenthredinidae**: *Euura amerinae*. **Lepidoptera, Coleophoridae**: *Coleophora laricella*; **Crambidae**: *Chilo phragmitellus*; **Gelechiidae**: *Anacamptis populella*, *Anarsia spartiella*; **Geometridae**: *Alcides trifidus*; **Lasiocampidae**: *Malacosoma neustria*; **Noctuidae**: *Coenobia rufa*; **Pterophoridae**: *Adaina microdactyla*, *Mesoligia literosa*; **Pyralidae**: *Dioryctria simplicella*; **Sesiidae**: *Paranthrene tabaniformis*, *Synanthedon formicaeformis*; **Tortricidae**: *Celypha lacunana*, *Cydia cosmophorana*, *C. discretana*, *C. funebrana*, *C. pomonella*, *C. splendana*, *Eucosma krygeri*, *Eupoecilia ambiguella*, *Hedya nubiferana*, *Lobesia botrana*, *Phalonidia udana*, *Rhyacionia buoliana*, *R. resinella*, *Tortrix viridana*; **Yponomeutidae**: *Argyresthia laevigatella* on *Adonis vernalis*, *Angelica sylvestris*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Cnicus paluster*, *Daucus carota*, *Daucus carota sativus*, *Foeniculum vulgare*, *Juniperus communis*, *Peucedanum oreoselinum*.

Remark: This species was collected on *Heracleum pastinacifolium*.

***Gregopimpla inquisitor* (Scopoli, 1763)**

Material examined: 26.VII.2015, 1 ♂, 1 ♀.

Distribution: Holarctic Region.

Hosts: It has 70 host species that belong to various families (Anobiidae, Arctiidae, Argyresthiidae, Attelebidae, Blastodacnidae, Cephidae, Choreutidae, Curculionidae, Cynipidae, Depressariidae, Diprionidae, Gelechiidae, Geometridae, Lasiocampidae, Lymantriidae, Noctuidae, Pieridae, Psychidae, Pterophoridae, Pyralidae, Tenthredinidae, Tortricidae, Yponomeutidae, Zygaenidae) on *Alnus glutinosa*, *Daucus carota sativus*, *Epilobium angustifolium*, *Heracleum sphondylium*, *Impatiens parviflora*.

***Itopectis maculator* (Fabricius, 1775)**

Material examined: 29.VII.2015, 1 ♂.

Distribution: Tunisia, Morocco, Europe, Iran, Mongolia.

Hosts: It has 158 host species that belong to various families (Braconidae, Choreutidae, Chrysomelidae, Coleophoridae, Curculionidae, Cynipidae, Depressariidae, Diprionidae, Gelechiidae, Geometridae, Gracillariidae, Heterognidae, Ichneumonidae, Anobiidae, Arctiidae, Lasiocampidae, Lycaenidae, Lymantriidae, Momphidae, Noctuidae, Nolidae, Nymphalidae, Oecophoridae, Pieridae, Plutellidae, Psychidae,

Pterophoridae, Pyralidae, Tenthredinidae, Tortricidae, Yponomeutidae, Zygaenidae) on *Adonis vernalis*, *Alnus glutinosa*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Cnicus paluster*, *Daucus carota*, *Epilobium angustifolium*, *Euphorbia nicaeensis*, *Fraxinus excelsior*, *Heracleum sphondylium*, *Peucedanum oreoselinum*, *Picea abies*, *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex*, *Quercus sessiliflora*, *Taxus baccata*.

***Scambus brevicornis* (Gravenhorst, 1829)**

Material examined: 29.VII.2015, 2 ♂♂.

Distribution: Holarctic Region.

Hosts: It has 135 host species that belong to various families (Anthomyiidae, Blastodacnidae, Braconidae, Buprestidae, Cerambycidae, Choreutidae, Coleophoridae, Curculionidae, Cynipidae, Depressariidae, Diprionidae, Gelechiidae, Geometridae, Gracillariidae, Lasiocampidae, Lymantriidae, Momphidae, Noctuidae, Oecophoridae, Pieridae, Plutellidae, Pterophoridae, Pyralidae, Tenthredinidae, Tephritidae, Tischeriidae, Tortricidae) on *Alnus glutinosa*, *Anethum graveolens*, *Angelica sylvestris*, *Aster tripolium*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Cnicus paluster*, *Daucus carota*, *Fraxinus excelsior*, *Larix europaea*, *Larix polonica*, *Peucedanum oreoselinum*, *Populus tremula*, *Salvia sylvestris*, *Suaeda maritima*, *Vincetoxicum officinale*.

***Scambus nigricans* (Thomson, 1877)**

Material examined: 29.VII.2015, 1 ♂.

Distribution: Palearctic region.

Hosts: **Diptera, Chloropidae**: *Lipara lucens*; **Tephritidae**: *Noeeta pupillata*, *Oxya parietina*. **Hymenoptera, Cephidae**: *Hartigia linearis*; **Tenthredinidae**: *Heptamelus ochroleucus*. **Lepidoptera, Depressariidae**: *Agonopterix heracliana*, *Depressaria daucella*, *D.pastinacella*; **Gelechiidae**: *Scrobipalpa clintoni*; **Geometridae**: *Alsophila aescularia*, *Apocheima hispidaria*, *Phigalia pilosaria*; **Lycaenidae**: *Lycaena dispar batava*, *L. pomonaria*; **Momphidae**: *Mompha conturbatella*; **Noctuidae**: *Gortyna flavago*; **Prodoxidae**: *Lampronia morosa*, *Pseudaletia unipuncta*; **Pterophoridae**: *Adaina microdactyla*, *Platyptilia nemoralis*; **Pyralidae**: *Dioryctria simplicella*, *Epiblema cirsiana*, *Epiblema scutulana*; **Pyralidae**: *Myelois circumvoluta*; **Tortricidae**: *Aethes francillana*, *A. williana*, *Cnephasia stephensiana*, *Cochylis atricapitana*, *Cydia delineana*, *C. discretana*, *C. pactolana*, *Rhyacionia buoliana*, *Triedris paleana* on *Anethum graveolens*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Daucus carota*, *Euphorbia nicaeensis*, *Heracleum sphondylium*, *Peucedanum oreoselinum*.

Remark: This species was collected on *Heracleum pastinacifolium*.

Table 1. Faunistic evaluations of Ichneumonidae species

Collected species (Erzurum, Pazaryolu, Kumaşkaya Village (40° 31' 50.523" N, 40° 45' 16.686" E.), 26-29.VII.2015, 1450 m a.s.l.)					
Name of species	IN		Distribution in Turkey	References	NR
	♂	♀			
Subfamily: Ichneumoninae Latreille, 1802					
<i>Barichneumon bilunulatus</i> (Gravenhorst, 1829)		1	Erzurum, Kars, Konya	Özdemir, 1996; Çoruh, 2017; Riedel et al., 2010, 2018.	
<i>Coelichneumon</i> (<i>Coelichneumon</i>) <i>nigritor</i> Riedel, Coruh & Ozbek, 2010)		1	Erzurum	Riedel et al., 2010; Çoruh et al., 2011.	
<i>Coelichneumon</i> (<i>Coelichneumon</i>) <i>nudicoxator</i> Aubert, 1966		1	Eastern Anatolia, Erzurum	Riedel, 2008; Riedel et al., 2010; Çoruh et al., 2011; Çoruh, 2017.	
<i>Heterischnus anomalus</i> (Wesmael, 1857)	1		Artvin, Erzurum, Trabzon	Özbek et al., 2003; Çoruh et al., 2014b; Çoruh, 2017; Çoruh et al., 2019.	
<i>Heterischnus pulex</i> (Müller, 1776)	1		Erzurum	Riedel et al., 2018.	
<i>Hoplismenus bidentatus</i> (Gmelin, 1790)		1	Erzurum, İstanbul, Tunceli	Kolarov, 1989; Kolarov, 1995; Riedel et al., 2010; Çoruh et al., 2011, Kolarov et al., 2014a, Çoruh, 2017.	
<i>Spilichneumon limnophilus</i> (Thomson, 1888)		6	Erzurum	Çoruh et al., 2011; Çoruh et al., 2014b, Çoruh, 2017.	
Subfamily: Ophioninae					
<i>Enicospilus ramidulus</i> (Linnaeus, 1758)		1	Ankara, Bolu, Erzincan, Erzurum, Isparta, Karabük, Kastamonu, Malatya, Nevşehir, Konya, Rize, Sinop, Tekirdağ, Trabzon, Zonguldak	Kolarov 1989, 1994, 1995; Kolarov et al., 2000; Kolarov and Gürbüz, 2006; Beyarslan et al., 2006; Okyar and Yurtcan, 2007; Kolarov et al., 2014b; Çoruh and Çalmaşur, 2016.	
Subfamily: Orthocentrinae Förster, 1869					
<i>Cylloceria sylvestris</i> (Gravenhorst, 1829)	1		New record from Turkey	Present study	X
Subfamily: Pimplinae Wesmael, 1845					
<i>Endromopoda detrita</i> (Holmgren, 1860)		1	Afyon, Bayburt, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Iğdır, Isparta, İstanbul, İzmir, Kars, Kırklareli, Rize, Tekirdağ, Tunceli	Kolarov, 1987; Özdemir and Kılınçer, 1990; Öncüer, 1991; Kolarov and Beyarslan, 1994; Kolarov, 1995; Kolarov et al., 1997a, b, 1999; Gürbüz, 2005; Yurtcan, 2007; Çoruh and Kolarov, 2010; Kolarov et al., 2014b; Çoruh, 2016.	
<i>Gregopimpla inquisitor</i> (Scopoli, 1763)	1	1	Edirne, Erzurum, Kırklareli, Rize, Tekirdağ	Çoruh, 2005; Yurtcan, 2007; Çoruh et al., 2014a; Çoruh, 2016.	
<i>Itopectis maculator</i> (Fabricius, 1775)	1		Adana, Ankara, Afyon, Artvin, Balıkesir, Bitlis, Bolu, Çanakkale, Çorum, Denizli, Edirne, Eskişehir, Erzurum, Gümüşhane, Isparta, İstanbul, İçel, İzmir, Kars, Kastamonu, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Muğla, Rize, Sinop, Tekirdağ, Trabzon, Van, Yozgat, Zonguldak	Özdemir and Kılınçer, 1990; Kolarov and Beyarslan, 1994; Kolarov, 1995; Özdemir and Özdemir, 2002; Gürbüz, 2005; Kolarov and Gürbüz, 2004; Çoruh, 2005; Gürbüz, 2005; Yurtcan and Beyarslan, 2005; Gürbüz et al., 2009; Çoruh and Kolarov, 2010; Birol, 2010; Eroğlu et al., 2011, Çoruh et al., 2014b; Okyar and Yurtcan, 2007; Kolarov et al., 2016, Çoruh, 2016.	
<i>Scambus brevicornis</i> (Gravenhorst, 1829)		2	Ankara, Artvin, Bingöl, Bitlis, Edirne, Erzurum, Isparta, İstanbul, Kırklareli, Kars, Rize, Tekirdağ	Kolarov, 1995; Özdemir and Kılınçer, 1990; Kolarov and Beyarslan, 1994; Kolarov et al., 1999; Özdemir and Özdemir, 2002; Kolarov and Gürbüz, 2004; Çoruh, 2005; Yurtcan and Beyarslan, 2005; Yurtcan, 2007; Birol, 2010; Çoruh and Kolarov, 2010; Eroğlu, 2010; Çoruh, 2016.	
<i>Scambus nigricans</i> (Thomson, 1877)	1		Afyon, Artvin, Balıkesir, Bayburt, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, Erzincan, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırklareli, Tekirdağ	Kolarov and Beyarslan, 1994; Kolarov et al., 1997a, Kolarov et al., 1999; Kolarov and Gürbüz, 2004; Çoruh, 2005; Yurtcan, 2007; Çoruh et al., 2007; Çoruh and Kolarov, 2010; Çoruh and Çalmaşur, 2011; Çoruh, 2016.	

(IN): Individual numbers; (NR): New record

The zoogeographical characterization mainly follows the chorotype classification of the Near East fauna proposed by Taglianti et al. (1999).

- 1) Most wide range has the species *Enicospilus ramidulus*, distributed in 3 zoogeographical regions-Afrotropical, Oriental and Palaearctic region.
- 2) Ranges in two zoogeographical regions has the species *Endromopoda detrita*.
- 3) Holarctic ranges have the species *Gregopimpla inquisitor* and *Scambus brevicornis*.
- 4) Most numerous species are the ones which distributed in Palaearctic ranges. Here belong the species *Cylloceris sylvestris*, *Itoplectis maculator* and *Scambus nigricans*.
- 5) Sibero - european range has the species *Barichneumon bilunulatus*.
- 6) *Spilichneumon linnophilus* has Centralasian-european range.
- 7) Turano – europeo - mediterranean range has the species *Heterischnus bidentatus*.
- 8) Turanian range has the species *Coelichneumon nudicoxator* (*Coelichneumon*).
- 9) Two species - *Heterischnus anomalus* and *H. pulex*, have European ranges.
- 10) One species - *Coelichneumon nigrator* (*Coelichneumon*) *nigrator* is now an Anatolian subendemic.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by funds of Department of Scientific Research Project Management of Atatürk University (BAP) with the project number BAP-2012/234. We would also like to thank the Atatürk University that supported the Project.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Authors' Contributions

The contributions of authors are equal.

REFERENCES

- Beyarslan, A., Yurtcan, M., Erdoğan, Ö.Ç., Aydoğdu, M., 2006. A study on Braconidae and Ichneumonidae from Ganos Mountains (Thrace Region, Turkey) (Hymenoptera, Braconidae, Ichneumonidae). *Linz. Biol. Beitr.*, 38 (1): 409-422.
- Biol, O., 2010. Isparta İli Davraz Dağı Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 70 s.
- Çaylak, F.Z., 2019. Bursa Uludağ Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri Üzerinde Faunistik Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 104 s.
- Çoruh, S., 2005. Erzurum ve Çevre İllerdeki Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türleri Üzerinde Faunistik, Sistemik ve Ekolojik Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 205 s.
- Çoruh, S., 2016. Biogeography and host evaluation of the subfamily Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *J. Entomol. Res. Soc.*, 18 (2): 33-66.
- Çoruh, S., 2017. Taxonomical and biogeographical evaluation of the subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *Entomofauna*, 38: 425-476
- Çoruh, S., 2019. Taxonomic and biogeographic evaluations of the subfamily Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Turk. J. Entomol.*, 43 (3): 313-337.
- Çoruh, İ., Çoruh, S., 2008. Ichneumonidae (Hymenoptera) species associated with some Umbelliferae plants occurring in Palandöken Mountains of Erzurum, Turkey. *Turk. J. Zool.*, 32 (2): 121-124.
- Çoruh, S., Tozlu, G., 2008. The first host record for *Scambus sagax* (Hartig, 1838) (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 11 (13): 1757-1758.
- Çoruh, S., Kolarov, J., 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Turkey. *I. Bull. Nat. His. Mus.*, 3: 177-186.
- Çoruh, S., Çoruh, İ., 2012. Weeds visited by Ichneumonidae (Hymenoptera) species. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43 (1): 13-16.
- Çoruh, S., Çalmaşur, Ö., 2016. A new and additional records of the Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. *Turk. J. Zool.*, 40 (4): 625-629.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov, J., 2007. Aras Vadisi (Kars)'ne yerleştirilen malezya tuzağından elde edilen Ichneumonidae (Hymenoptera) türleri. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, s. 209.
- Çoruh, S., Özbek, H., Riedel, M., 2011. An additional contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) fauna of Turkey. *Turk. J. Entomol.*, 35 (4): 603-613.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Çoruh, İ., 2014a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. *II. Turk. J Entomol.*, 38 (3): 279-290.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Çoruh, İ., 2014a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. *II. Turk. J. Entomol.*, 38 (3): 279-290.

- Çoruh, S., Kolarov, J., Özbek, H., 2014b. The fauna of Ichneumonidae (Hymenoptera) of eastern Turkey with zoogeographical remarks and host data. *J. Ins. Bio.*, 2 (16): 1-21.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Çoruh, İ., 2018. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia II. *Linz. Biol. Beitr.*, 50 (1): 217-224.
- Çoruh, S., Kolarov, J., Ercelep, Ö.S., 2019. A Contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Trabzon, Turkey. *Munis Entomol. Zool.*, 14 (2): 584-590.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov, J., Tozlu, G., 2004. Bayburt ve Gümüşhane illerinde *Diplolepis mayri* Schld.'nin ichneumonid parazitoitleri. I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 8-10 Eylül 2004, Samsun, s. 65.
- Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press, 10 pp.
- Eroğlu, F., 2010. Eskişehir ili Türkmen Dağı Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 71 s.
- Eroğlu, F., Kırac, A., Birol, Ö., 2011. A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Türkmen Mountain, Turkey. *Linz. Biol. Beitr.*, 43 (2): 1219-1228.
- Gürbüz, M.F., 2005. A survey of the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Isparta in Turkey. *Linz. Biol. Beitr.*, 37 (2): 1809-1817.
- Gürbüz, M.F., Aksoylar, M.Y., Boncukçu, A., 2009. A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Isparta, Turkey. *Linz. Biol. Beitr.*, 41 (2): 1969-1984.
- Kolarov, J., 1987. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Balkan Peninsula and some adjacent regions. I. Pimplinae, Tryphoninae, Cryptinae. *Turk. J. Entomol.*, 11 (1): 11-28.
- Kolarov, J., 1989. Ichneumonidae (Hym.) from Balkan peninsula and some adjacent regions. III. Ophioninae, Anomaloninae, Metopiinae, Mesochorinae, Acaenitinae, Oxytorinae, Orthopelmatinae, Collyriinae, Orthocentrinae, Diplazontinae and Ichneumoninae. *Turk. J. Entomol.*, 13 (3): 131-140.
- Kolarov, J., 1994. Nocturnal Ichneumonidae from Bulgaria and Turkey with description of a new species. *Entomofauna*, 15: 93-97.
- Kolarov, J., 1995. A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 7: 137-188.
- Kolarov, J., Beyarslan, A., 1994. Investigations on the Ichneumonidae (Hym.) fauna of Turkey. 1. Pimplinae and Tryphoninae. *Turk. J. Entomol.*, 18 (3): 133-140.
- Kolarov, J., Gürbüz, M.F., 2004. A study of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). Pimplinae. *Linz. Biol. Beitr.*, 36 (2): 841-845.
- Kolarov, J., Gürbüz, M.F., 2006. A study of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). III. Anomaloninae, Banchinae, Ophioninae and Xoridinae. *Acta Entomol. Serb.*, 11 (1/2): 91-94.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., Beyarslan, A., 1997a. New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. I. Pimplinae, Tryphoninae, Phygadeuontinae, Banchinae and Ctenopelmatinae. *Acta Entomol. Bulg.*, 3-4: 10-12.
- Kolarov, J., Beyarslan, A., Yurtcan, M., 1997b. Ichneumonidae (Hymenoptera) from The Gökçeada and Bozcaada Islands-Turkey. *Acta Entomol. Bulg.*, 3-4: 13-15.
- Kolarov, J., Özbek, H. and Yıldırım, E., 1999. New distributional data of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). I. Pimplinae and Tryphoninae. *J. Entomol. Res. Soc.*, 1 (2): 9-15.
- Kolarov, J., Çoruh, İ., Çoruh, S., 2014a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. I. *Linz. Biol. Beitr.*, 46 (2): 1517-1524.
- Kolarov, J., Yıldırım, E., Çoruh, S., Yüksel, M., 2014b. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey. *Zool. Mid. East*, 60 (2), 154-161.
- Kolarov, J., Çoruh, S., Çoruh, I., 2016. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey from northeastern Anatolia, Part I. *Turk. J. Zool.*, 40 (1): 40-56.
- Kolarov, J., Pekel (Çoruh), S., Özbek, H., Yıldırım, E., Çalmaşur, Ö., 2000. New distributional data of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). III. The subfamily Ophioninae. *Türkiye IV. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, 12-15 Eylül 2000, Aydın, s: 349-356.
- Narmanlıoğlu, K., Çoruh S., 2017. Parasitoids of the apple ermine moth, *Yponomeuta malinellus* Zeller, 1838 (Lepidoptera: Yponomeutidae), in the Çoruh Valley, Erzurum Province, Turkey. *Turk. J. Entomol.*, 41 (4): 357-365.
- Okyar, Z., Yurtcan, M., 2007. Phytophagous Noctuidae (Lepidoptera) of the Western Black Sea Region and their ichneumonid parasitoids, *Entomofauna*, 28: 377-388.
- Okyar, Z., Yurtcan, M., Beyarslan, A., Aktaş, N., 2012. The parasitoid complex of white-spotted Pinion *Cosmia diffinis* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae) on *Ulmus minor* Miller (Ulmaceae) in Edirne Province (European Turkey). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 85 (2): 91-96.

- Özbek, H., Çoruh, S., 2012. Larval parasitoids and larval diseases of *Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) detected in Erzurum Province, Turkey. *Turk. J. Zool.*, 36 (4): 447-459.
- Özbek, H., Çoruh, S., Kolarov, J., 2003. A contribution to the Ichneumonidae fauna of Turkey. Subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 24 (10): 157-164.
- Özbek, H., Tozlu G., Çoruh, S., 2009. Parasitoids of the small poplar longhorn beetle, *Saperda populnea* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae), in the Aras Valley (Kars and Erzurum provinces), Turkey. *Turk. J. Zool.*, 33 (1): 111-113.
- Özdan, A., Gürbüz, M.F., 2019. Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Kovada Lake National Park, Isparta, Turkey. *Turk. J. Entomol.*, 43 (3): 301-312.
- Öncüer, C., 1991. Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 505: 354 s.
- Özdemir, Y., 1996. Species of ichneumonid wasps of the subfamilies Banchinae and Ichneumoninae (Hym.: Ichneumonidae) from Central Anatolia. *Bull. Plant Protec.*, 36 (3-4): 91-103.
- Özdemir, Y., Kılınçer, N., 1990. İç Anadolu Bölgesinde Saptanan Pimplinae ve Ophioninae (Hym: Ich) Türleri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül Ankara, s: 309-318.
- Özdemir, Y., Özdemir, M., 2002. Orta Anadolu Bölgesinde *Archips* türlerinde (Lep.: Tortricidae) saptanan Ichneumonidae (Hym.) türleri. *Bit. Kor. Bült.*, 42 (1-4): 1-7.
- Rico-Gray, V., Oliveira, P.S., 2007. The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions. University of Chicago Press, Chicago, IL, 320 pp.
- Riedel, M., 2008. Die Coelichneumon-Arten (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ichneumoninae) des Biologiezentrums Linz, Austria. *Linz. Biol. Beitr.*, 40 (2): 1839-1859.
- Riedel, M., Çoruh, S., Özbek, H., 2010. Contribution to the Ichneumoninae Hymenoptera, Ichneumonidae) fauna of Turkey, with description of three new species. *Turk. J. Entomol.*, 34 (2): 133-156.
- Riedel, M., Diller E., Çoruh S., 2018. New contributions to the Ichneumoninae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. *J. Entomol. Res. Soc.*, 20 (1): 57-70.
- Taglianti V.A., Audisio P.A., Biondi M., Bologna M.A., Carpaneto G.M., Biase A. De, Fattorini S., Piattella E., Sindaco R., Venchi A., Zapparoli M., 1999. A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia*, 20: 31-59.
- Tozlu, G., Çoruh, S., 2011. Parasitoids of *Cynaeda gigantea* (Wocke, 1871) (Lepidoptera: Crambidae), a pest of *Anchusa leptophylla* Roemer and Schultes (Boraginaceae) from the East Anatolia Region of Turkey. *J. Entomol. Res. Soc.*, 13 (3): 117-124.
- Tozlu, G., Çoruh, S., Özbek, H., 2010. Aras Vadisi'nde (Kars ve Erzurum yöresi) *Saperda populnea* (L.) (Kavak Küçük Tekeböceği) (Coleoptera: Cerambycidae)'nin biyolojisi ve zararı. *Anadolu Tarım Bil. Derg.*, 25 (3): 151-158.
- Yu D., van Achterberg C., Horstmann K., 2012. Taxapad 2012, Ichneumonoidea 2011. Database on flash-drive. www.taxapad.com, Ottawa, Ontario, Canada.
- Yurtcan, M., 2007. Ephialtini tribe (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) of Turkish Thrace Region, *Entomofauna*, 28: 389-404.
- Yurtcan, M., Beyarslan, A., 2005. Polysphinctini and Pimplini (Hymenoptera: Ichneumonidae: Pimplinae) from the Thrace region of Turkey. *Frag. Faunis.*, 48 (1): 63-72.



Comparison of Leja and Makler Chambers Performance in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm Quality in CASA System

Güneş YAMANER^{*a}  Gökhan TUNÇELLİ^b  Momin MOMİN^c  Devrim MEMİŞ^d 

Istanbul Univ., Faculty of Aquatic Sciences, Department of Aquaculture and Fish Diseases, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: gyamaner@istanbul.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.636170

Geliş Tarihi (Received): 22.10.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 31.03.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ABSTRACT: In this study, the effect of the chamber used for the automated analysis of sperm motility and sperm kinematics parameters by CASA was evaluated of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperms. The assessment of motility parameters was carried out using CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) connected to CX41 microscope (Olympus, Japan) at room temperature. Sperm samples were collected from five adult males by abdominal massage during the reproduction season and analyzed with two different chambers as follows specialty: Leja 2 cell chambered with 20 µl deep (Leja Products, Netherlands) and Makler chamber, round shape with 10 µl deep (Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel). Total sperm motility (Mot, %), and Velocity of Curvilinear (µm/s) were measured. For fertilization test, eggs from one female (550 g approximately 7500 eggs) were separated in equal five parts. Each part of eggs (approximately 1.500 eggs) was fertilized with each analyzed sperm (5ml). Fertilization, incubation procedure and calculation of fertilization rates have been kept as used routinely for rainbow trout culture procedure. The fertilization rates were found >80% for all used males. The motility percentage of samples analyzed by Leja has been found higher 90% while by makler changed between 26-45%. There is significantly effect on different chambers used in this study to determining the motility percentage. The high stability results and matched the fertilization success were detected in Leja 2-chamber. Statistical study with motility percentage showed a significant difference between Leja and Makler chambers (p<0,05).

Keywords: CASA, Leja 2, Makler, Motility parameters, Fertilization rate, Rainbow trout

Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm Kalitesinde Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sisteminde (CASA) Leja ve Makler Lamlarının Performansının Karşılaştırılması

ÖZ: Bu çalışmada gökkuşluğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) spermine ait motilite ve motiliteye ait kinematik parametrelerin Bilgisayarlı Otomatik Sperm Analiz Sistemi (CASA) ile incelenmesinde farklı lamların kullanılmasının sonuçlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Motilite ve parametreleri, oda sıcaklığında CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) yazılım sistemine bağlı ışık mikroskobu (CX41, Olympus, Japan) ile incelenmiştir. Sperm örnekleri beş erkek balıktan abdominal masaj yöntemi ile balıkların türeme döneminde toplanmış ve Leja 2 (20 µl deep, Leja Products, Netherlands) ve Makler (10 µl deep, Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel) olmak üzere iki farklı lam kullanılarak analiz edilmişlerdir. Sperm örneklerinde toplam motilite (%), ve hız parametrelerinden eğrisel hız olarak ifade edilen VCL (µm/s) analiz edilmiştir. Dölleme çalışması için, bir dişi balıktan alınan yumurtalar (toplam 550 g, 7500 yumurta) beş eşit parçaya bölünmüştür. Bölünen yumurtaların her bir bölümü (1500 yumurta) analize tabi tutulan sperm örnekleri (5 ml) ile döllenmiştir. Dölleme, inkübasyon ve dölleme oranı prosedürleri, alabalık yetiştiriciliği için kullanılan rutin uygulama prosedürü altında gerçekleştirilmiştir. Dölleme yüzdesi her yumurta grubu için >%80 olarak bulunmuştur. İncelenen sperm örneklerinde Makler lamların kullanılması ile sperm motilite değerleri %26-45 arasında değişiklik göstermişken; Leja 2 lamların kullanılarak incelenen sperm örneklerinde her bir balıkta motilite değeri %90 ve üzeri bulunmuştur. Analiz esnasında iki farklı lam kullanılmasının motilite sonuçlarının belirlenmesini etkilediği bulunmuştur. Motilite sonuçları ve dölleme sonuçları karşılaştırıldığında ise Leja 2 lamların ile incelenen örneklerin motilite sonuçları dölleme oranı ile örtüştüğü ve daha kararlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Motilite sonuçları ile yapılan istatistiksel değerlendirmede Leja 2 ve Makler lamlarından elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (p<0,05).

Anahtar Kelimeler: CASA, Leja 2, Makler, Motilite parametreleri, Dölleme oranı, Gökkuşluğu alabalığı

INTRODUCTION

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is a commercially important culture species in Turkey. Selection of broodstock and knowledge about

gametes quality are the most important factors in the aquaculture industries. The classification of gametes as “poor” or “good”, in the other words, the

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Yamaner, G., Tunçelli, G., Momin, M., Memiş, D., 2020. Comparison of Leja and Makler Chambers Performance in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm Quality in CASA System. Atatürk Üniv. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 176-182. doi: 10.17097/ataunizfd.636170

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-4985>

^bORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1708-7272>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5287-9537>

^dORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2616-3601>

determination of its ability to fertilize an egg is necessary before any experimental study to avoid the loss of effort, time and money. Fish eggs quality can be classified by morphological or macroscopic parameters. However, sperm quality, which can be defined as its ability to fertilize an egg successfully, has to be investigated under microscopic techniques. The traditional analysis of sperm sample includes the assessment of concentration, morphology of sperm cells and motility. The motility is one of the most important and basic tool to evaluate the quality of sperm which determines the fertility of the male individuals (Chong et al., 1983; Bromage and Roberts, 1995; Cabrita et al., 2008; Mananos et al., 2008). Prior to the development of computer-assisted sperm analysis (CASA) system, the most common way to evaluate sperm quality was based on subjective observations; sperm samples were classified using the number of motile sperm cells subjectively by 5 scale method under a light microscope. With the introduction of CASA system at the beginning of the 1980s, together with motility, several important parameters such as curvilinear, straight line and average path velocities, which are correlated to reproductive success in male, have been determined as the parameters of good quality sperm (Rurangwa et al., 2004).

The CASA system makes it possible to automatically view fields of sperm, get more detail, record kinematic parameters of sperm motility and storing information. Additionally, the data recorded by CASA is available for comparison of result and it makes possible to find delicate differences between individuals or treatments (Verstegen et al., 2002; Rurangwa et al., 2004; Caldeira and Soler, 2018).

Although CASA system assisted to take more accurate results than traditional methods, sperm quality assessment is also sensitive due to the numerous factors. As unrelated to the sperm samples; optical microscope, video camera, technician, software settings, frame rate, the number of fields analyzed, dilution rate and/or solution and type of chamber used for analysis could affect the motility results. CASA system technology needs to use the particular counting chambers and there are various types of chambers are available in the market which differs in terms of volume, depth, shape and loading method (Rijsselaere et al., 2003; Contri et al., 2010; Castellini et al., 2011; Gallego and Asturiano, 2018, 2019).

In a previous research, the effect of the type of chamber used has been studied human sperm (Le Lannou et al., 1992; Peng et al., 2015) and some animal species such as bulls (Contri et al., 2010; Lenz et al., 2011; Gloria et al., 2013; Ibănescu et al., 2016), boar (Gączarzewicz, 2015), rams (Palacín et al., 2013), horses (Hoogewijs et al., 2012), goat (Del

Gallego et al., 2017); rabbits (Massányi et al., 2008) and dogs (Iguer-Ouada and Verstegen, 2001). The possibility of using different chambers may hinder the identification and quantification of factors potentially affecting CASA out-comes, and it is also necessary to harmonize and standardize laboratory procedure to use during CASA assessment for each species.

Therefore, the aim of the study to determine the effect of two chambers currently available on the market on rainbow trout sperm characteristics and to determine whether the CASA results may significantly affect the fertilization rate.

MATERIAL AND METHOD

Broodstock handling and gametes collection

Gametes were obtained from the rainbow trout broodstock at Sapanca Inland Fish Water Production, Research and Applied Station of Istanbul University, during spawning season (December, 2017). Five males and one female (3⁺ years old) (body weight from 3 to 4 kg, (3608±306 g, total length from 30-40 cm (35.5±2.7 cm) were cultured in the concrete pond. Fish, both male and female, were fed daily with the commercial pellet diet for Salmonid. However, feeding was stopped two days before the experiment.

Sperm was collected from five males by gently hand-stripping in glass beaker taken to avoid contamination of blood, feces and urine. Eggs from one female that showed good morphology and color were used in fertilization. Eggs were obtained using abdominal massage directly into clean and dry egg container. Sperm samples were stored at 4 °C till the start of the analysis.

CASA system

The assessment of motility parameters was carried out using CEROS II (Hamilton-Thorne, Beverly, MA, USA) connected to CX41 microscope (Olympus, Japan) at 12 °C. Recordings were made with a digital camera (U-TV1X-2 Tokyo, Japan) at 60 images per second using the Rainbow trout variables predetermined in the Hamilton configuration. The following parameters were measured and analyzed as statistical: total sperm motility (Mot, %), average path velocity (VAP, µm/s), curvilinear velocity (VCL, µm/s), straight line velocity (VSL, µm/s), straightness (STR, as VSL/VAP), linearity (LIN, as VSL/VCL) in each sperm samples. Sperm with velocity <20 µm s⁻¹ were considered immotile, with velocity >20 µm s⁻¹ were defined as motile. Due to unequal depth of viewing chamber, the focus knob was used to focus on the fluorescent sperm found in each viewing chamber.

Chambers and sperm motility evaluation

In experiment, two commercial types chambers were used as follows specialty: Leja 2 cell

chambered with 20 µl deep (Leja Products, Netherlands) and Makler chamber, round shape with 10 µl deep (Sefi-Medical Instrument, Haifa, Israel). The dilution rate was 1:250 (sperm:activator) for both chambers, and hatchery water (11±0.03 °C min 11- mak 11.05 °C) from tanks in which the fish were kept was used as an activator. In order to understand the relationship between fertilization rate and total motility parameters depending on the different chamber applications of CASA system, progressive motility result was discarded.

All motility analyses were performed in triplicate for each sperm sample using both chambers. Sperm analysis was conducted by the same operator in order to minimize error.

Fertilization experiment

Eggs from one female (550 g approximately 7500 eggs) were separated in equal five parts. Each part of eggs (approximately 1.500 eggs) was fertilized with each individual sperm (5ml). The sperm and eggs were gently stirred for 15-20 seconds. Then, 250 ml of hatchery water was added. In order to completion of hydration and swelling, the eggs were left for 30 minutes. Then the eggs were rinsed and transferred to separate baskets and incubated at 11 °C. Dead eggs were removed daily using a siphon. The fertilization success was determined as percentage of eyed-eggs (16 days after insemination) and calculated as (number of eyed eggs x initial egg number⁻¹*100%). In fertilization experimental design, the purpose of the use of eggs from a single female gives the opportunity to identify the motility parameters of each male individual by eliminating the variations in fertilization rates related to egg quality.

Data presentation and statistical analysis

All analyses were carried out with STATISTICA Software (StatSoft v.8). All results of spermatological parameters were analyzed using the Student's t-test. Results were considered statistically significant at a level of 0.05. The results are shown as mean ± SD.

RESULTS AND DISCUSSION

The mean values and the standard deviation of different types of chambers used for determination of sperm samples in rainbow trout are shown in Table 1. The average motility percentage of sperm samples were determined as 42.3±15.3%; 26.8±8; 39.1±1; 43.4±12.5 and 29.9±2.6 respectively for male 1;2;3;4 and 5 from Makler chamber. In Leja chamber, average motility percentage were 98.5±1.45%; 98.8±1.6%; 97.6±1.17%; 98.9±1,7% and 99.1±0.7% for male 1; 2; 3; 4 and 5 respectively (Table 1). The sperm samples analyzed using the Leja chamber showed considerable higher values in motility percentage. In addition, examined sperm samples used only with Makler, there is a significant difference between motility percentage result of individuals while Leja results were not showed any significant difference. Table 1 shows data obtained the result of VCL of sperm samples. As it can be observed, the similar VCL values for both chambers were obtained. The differences between Leja and Makler were not statistically significant (p>0.05). No significant differences among sperm samples of males tested with Leja in VCL (p>0.05). On the contrary, statistical analysis detected significant differences in VCL values between sperm samples of five male's that analyzed with Makler chamber (Table 1).

Table 1. The mean percentages of motility (%) and VCL (µm/s) from sperm samples as determined by Hamilton-Thorne Computer-Assisted Sperm Analyzer (Hamilton-Thorne) with evaluations using two different chambers: Leja and Makler, and fertilization rate (Mean±SD)

Individuals	Chambers	Motility (%)	VCL (µm/s)	Fertilization (%)
1	Leja	98.5±1.4 ^{a*}	132.6±3 ^a	85.6
	Makler	42.3±15.3 ^b	122.6±9.3 ^b	
2	Leja	98.8±1.6 ^a	132.3.±2.7 ^a	83.3
	Makler	26.8±8 ^{b,c}	114.4±4.5 ^{b,c}	
3	Leja	97.6±1.17 ^a	133.13±3.1 ^a	85.2
	Makler	39.1±1 ^b	122.6±10.2 ^b	
4	Leja	98.9±1.7 ^a	134.3±3.8 ^a	88.2
	Makler	43.4±12.5 ^b	120.3±3.7 ^b	
5	Leja	99.1±0.7 ^a	136.6±1.5 ^a	84.1
	Makler	29.9±2.6 ^c	102.±5.2 ^c	

*Means with the different superscript letter in same column are significantly different (p<0.05).

Fertilization rate were 85.6; 83.3; 85.2; 88.2 and 84.1% for male 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. Based on the fertilization result, the type of chamber can affect the range of sperm motility and VCL values when controlled by the fertility male. The use of the Leja chamber resulted in significantly higher values

for total motility, and according to the fertilization result, the repeated analysis of the sample resulted in high stability of the measures for two parameters (total motility and VCL) compared with Makler (Figure 1, Figure 2).

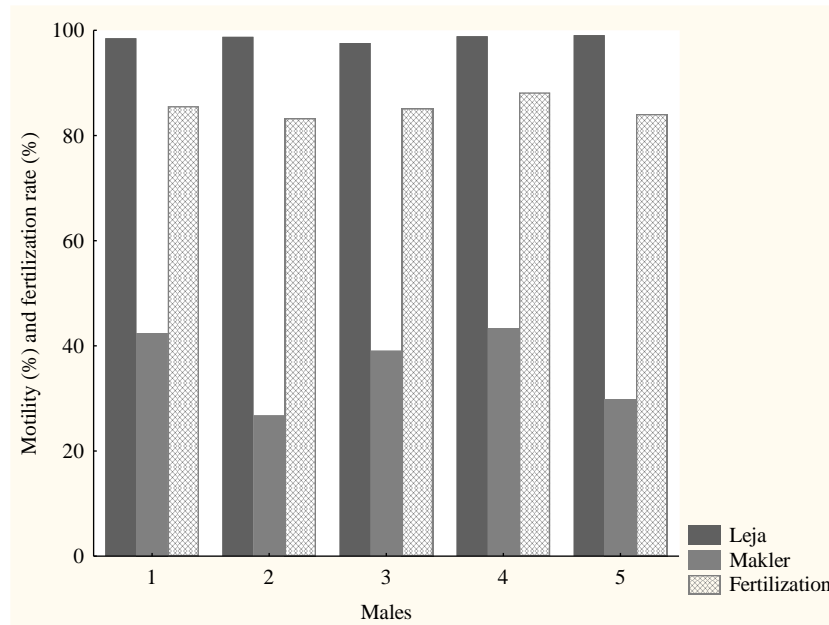


Figure 1. The motility percentage of sperm samples (%) and the fertilization rate

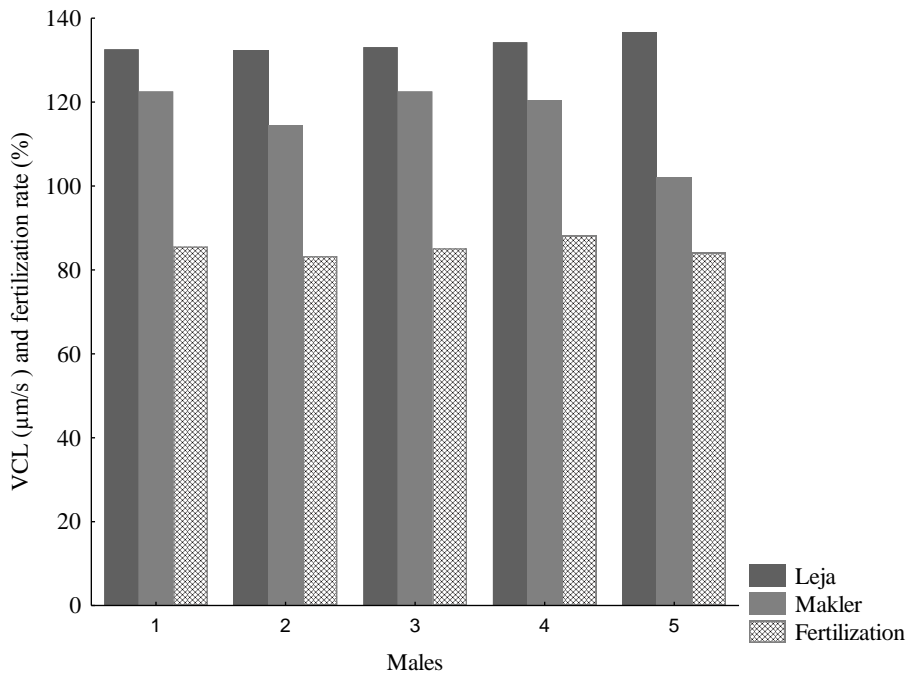


Figure 2. The VCL (µm/s) values of sperm samples and the fertilization rate

It is widely accepted that the motility is considered as a major important parameter for the

evaluation of fresh sperm in fish species that give the fertilizing capacity of males. However, information

from scientific literature are unstable on this point; some studies confirm that fertilization capacity and sperm motility are interrelated (Rurangwa et al., 2004) while others suggest that this relationship is small or non-existent (Bobe and Labbe, 2010). Despite the fact CASA system considered in favor system for objective and repeatable assessment of motility and kinematic parameters than subjective method; these discrepancies may be due to lack of thorough standardization procedures for CASA assessment of sperm motility (Rijsselaere et al., 2003; Contri et al., 2010; Broekhuijse et al., 2012; Hoogewijs et al., 2012; Gloria et al., 2013; Palacín et al., 2013). The measurement of sperm motility could be affected by CASA system settings such as frame rate, the number of frames analyzed (Rijsselaere et al., 2003; Contri et al., 2010). An important effect that received detail attention recently, can be explained by the counting chamber type, which was reported in humans and in some animals species (Iguer-Ouada and Versteegen 2001; Massányi et al., 2008; Contri et al., 2010; Lenz et al., 2011; Hoogewijs et al., 2012; Gloria et al., 2013; Palacín et al., 2013). In this study, sperm motility determined by CASA in two different chambers Leja (capillary-loaded, 20 µm depth) and Makler (droplet-loaded, 10-µm depth) were related to the fertilization rate results as a reference.

In the present study, two different chambers types were used in order to understand the relationship fertilization rate and motility result of Rainbow trout sperm using CASA system.

This study clearly showed that the type of chamber significantly affects sperm motility characteristics. The number of motile cells detected was variable in two chambers. The motility percentage was highly repeatable and stable in Leja chamber, whereas it was less stable in Makler chamber according to fertilization rate. On the other hand, spermatozoa velocity was highly repeatable in all chambers, suggesting that this parameter was very stable in Leja chamber. That using different chamber affect motility has been established for the boar (Christensen et al., 2005), cattle (Contri et al., 2010; Lenz et al., 2011; Gloria et al., 2013), goats (Del Gallego et al., 2017), humans (Tomlinson et al., 2010; rabbits (Massányi et al., 2008), sheep (Palacín et al., 2013) and stallion (Jasko et al., 1990; Spizziri et al., 2010; Hoogewijs et al., 2012). Unlike our study, differences between Makler and Leja chamber have been concluded with the results showing that Makler chamber resulted in higher parameter values than obtained with Leja chamber in Ram sperm (Palacín et al., 2013) and goat (Del Gallego et al., 2017). However, other studies have not shown differences between different chambers, in both

mammals (Gaczerzewicz, 2015) and fish (Gallego et al., 2013).

Two used chambers in this study have different depth and each fish species has different swimming specialty. This knowledge makes important to characterization of current fish spermatozoa. During the motility analysis, it is necessary to consider the chamber depth, by probably determining the way spermatozoa move in it, may contribute to differences between the motility results recorded by CASA for the sample evaluated in layers of different depth (20 µm vs 10 µm). For this reason, both in terms of CASA setting and in the use of different counting chambers in combination with CASA system literatures reported wide variety sperm analysis result (Cabrita et al., 2014).

The fertilization rates were found >80% for all used males. The motility percentages of samples analysed by Leja has been found higher 90% while by Makler changed between 26-45%. There is significantly effect on different chambers used in this study to determining the motility percentage. The high stability results and matched the fertilization success were detected in Leja 2-chamber. Statistical study with motility percentage showed a significant difference between Leja and Makler chambers ($p < 0,05$). Although the Makler chamber is preferred due to the economic and ergonomic specialty, the using of Leja resulted in more accurately according to fertilization result and Makler chamber should be improved technically and practically.

In conclusion, previous reports showed that the chambers used in the CASA system gave varying results on the sperm motility of different fish species and it depends on the fish species, the technique used and the technician. Generally, it is difficult to choose the best one. But according to the results of this study, Leja chamber gave more realistic motility results which are very closely supported by fertilization results, however, Makler chamber gave irrelevant motility results in rainbow trout sperm. Sperm motility characteristics of each species may show differences and considering these differences, the most appropriate motility determination method should be developed and standardized for each species under specific experimental or practical conditions.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University with Project number BEK 2017-25684.

Statement of Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Authors' Contributions

GY and GT designed the research. GY, GT and MM did stripping and fertilization studies. GY and GT runned the CASA studies. GY made the statistical analysis. GY, GT, MM and DM wrote the article. All authors have read and confirmed the latest version of the article.

REFERENCES

- Bobe, J., Labbé, C., 2010. Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165 (3): 535-548.
- Broekhuijse, M.L.W.J., Šoštarić, E., Feitsma, H., Gadella, B.M., 2012. The value of microscopic semen motility assessment at collection for a commercial artificial insemination center, a retrospective study on factors explaining variation in fertility. *Theriogenology*, 77 (7): 1466-1479.
- Bromage, N.R., Roberts, R.J., 1995. *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science, Oxford, 436 p.
- Cabrita, E., Robles, V., Herraez, P., 2008. Sperm Quality Assesment In: *Methods in Reproductive Aquaculture, Marine and Fresh- water species*, (Eds.): Cabrita, E., Robles, V., Herraez, P. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA. pp: 93-148.
- Cabrita, E., Martínez-Páramo, S., Gavaia, P. J., Riesco, M. F., Valcarce, D. G., Sarasquete, C., Robles, V., 2014. Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture*, 432: 389-401.
- Caldeira, C., Soler, C., 2018. Fish sperm assessment using software and cooling devices. *Journal of Visualized Experiments*, 137.
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Ruggeri, S., Collodel, G., 2011. What is the best frame rate for evaluation of sperm motility in different species by computer-assisted sperm analysis?. *Fertility and Sterility*, 96 (1): 24-27.
- Chong, A.P., Walters, C.A., Weinrieb, S.A., 1983. The neglected laboratory test the semen analysis. *Journal of Andrology*, (4): 280-283.
- Christensen, P., Stryhn, H., Hansen, C., 2005. Discrepancies in the determination of sperm concentration using Bürker-Türk, Thoma and Makler counting Chambers. *Theriogenology*, 63 (4): 992-1003.
- Contri, A., Valorz, C., Faustini, M., Wegher, L., Carluccio, A., 2010. Effect of semen preparation on CASA motility results in cryopreserved bull spermatozoa. *Theriogenology*, 74: 424-435.
- Del Gallego, R., Sadeghi, S., Blasco, E., Soler, C., Yániz, J. L., Silvestre, M.A., 2017. Effect of chamber characteristics, loading and analysis time on motility and kinetic variables analysed with the CASA-mot system in goat sperm. *Animal Reproduction Science*, 177: 97-104.
- Gączarzewicz, D., 2015. Influence of chamber type integrated with computer-assisted semen analysis (CASA) system on the results of boar semen evaluation. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 18 (4): 817-824.
- Gallego, V., Asturiano, J.F., 2018. Sperm motility in fish: technical applications and perspectives through CASA-Mot systems. *Reproduction, Fertility and Development*, 30 (6): 820-832.
- Gallego, V., Carneiro, P.C.F., Mazzeo, I., Vilchez, M. C., Peñaranda, D. S., Soler, C., Pérez, L., and Asturiano, J.F., 2013. Standardization of European eel (*Anguilla anguilla*) sperm motility evaluation by CASA software. *Theriogenology*, 79: 1034-1040.
- Gloria, A., Carluccio, A., Contri, A., Wegher, L., Valorz, C., Robbe, D., 2013. The effect of the chamber on kinetic results in cryopreserved bull spermatozoa. *Andrology*, 1 (6): 879-885.
- Hoogewijs, M.K., DeVlieghe, S.P., Govaere, J.L., De Schauwer, C., de Kruif, A., Van Soom, A., 2012. Influence of counting chamber type on CASA outcomes of equine semen analysis. *Equine Veterinary Journal*, 44 (5): 542-549.
- Ibănescu, I., Leiding, C., Ciornei, Ș. G., Roșca, P., Sfartz, I., Drugociu, D., 2016. Differences in CASA output according to the chamber type when analyzing frozen-thawed bull sperm. *Animal Reproduction Science*, 166: 72-79.
- Iguer-Ouada, M., Verstegen, J.P., 2001. Evaluation of the "Hamilton Thorn computer-based automated system" for dog semen analysis. *Theriogenology*, 55: 733-749.
- Jasko, D.J., Lein, D.H., Foote, R.H., 1990. A comparison of two computer- automated semen analysis instruments for the evaluation of sperm motion characteristics in the stallion. *Journal of Andrology*, 11 (5): 453-459.
- Lenz, R.W., Kjelland, M.E., Vonderhaar, K., Swannack, T.M., Moreno, J.F., 2011. A comparison of bovine seminal quality assessments using different viewing chambers with a computer-assisted semen analyzer. *Journal of Animal Science*, 89 (2): 383-388.
- Mananos, E., Duncan, N., Mylonas, C., 2008. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. In: *Methods in Reproductive Aquaculture, Marine and Fresh- Water Species*, (Eds.): Cabrita, E., Robles, V., Herraez, P. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp: 3-80.

- Massányi, P.C., Živčák, J., Bulla, J., 2008. Comparison of different evaluation chambers for analysis of rabbit spermatozoa motility parameters using CASA system. *Slovak Journal of Animal Science*, 41 (2): 60-66.
- Palacín, I., Vicente-Fiel, S., Santolaria, P., Yániz, J.L., 2013. Standardization of CASA sperm motility assessment in the ram. *Small Ruminant Research*, 112 (1-3): 128-135.
- Rijsselaere, T., Van Soom, A., Maes, D., de Kruif, A., 2003. Effect of technical settings on canine semen motility parameters measured by the Hamilton-Thorne analyzer. *Theriogenology*, 60: 1553-1568.
- Rurangwa, E., Kime, D.E., Ollevier, F., Nash, J. P., 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234 (1-4): 1-28.
- Soler, C., del Carmen Fuentes, M., Sancho, M., Garcia, A., Nunez de Murga, M., Nunez de Murga, J., 2012. Effect of counting chamber on seminal parameters, analyzing with the ISASv1 (R). *Revista Internacional de Andrología*, 10 (4): 132-138.
- Spizziri, B.E., Fox, M.H., Bruemmer, J. E., Squires, E. L., Graham, J. K., 2010. Cholesterol-loaded-cyclodextrins and the fertility potential of stallion spermatozoa. *Animal Reproduction Science*, 118: 255-264.
- Tomlinson, M. J., Pooley, K., Simpson, T., Newton, T., Hopkisson, J., Jayaprakasan, K., Pridmore, T., 2010. Validation of a novel computer-assisted sperm analysis (CASA) system using multitarget-tracking algorithms. *Fertility and Sterility*, 93 (6): 1911-1920.
- Verstegen, J., Iguer-Ouada, M., Onclin, K., 2002. Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. *Theriogenology*, 57: 149-179.



Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kaliteleri Üzerine Çörek Otu Yağının Etkisi

Gökhan ARSLAN

Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Erzurum, Türkiye
e-mail: gokhan.arslan@atauni.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.646497

Geliş Tarihi (Received): 13.11.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 22.01.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ÖZ: Bu çalışmada; çörek otu yağı ilave edilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında 9 günlük depolama periyodu boyunca meydana gelen kimyasal ve duyuşal değişimler araştırılmıştır. Örneklerin üç günde bir kimyasal (pH, TVB-N ve TBARS) ve duyuşal (renk, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik) analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizler sonuçlarına göre farklı konsantrasyonlarda çörek otu yağı ilave edilmiş örneklerde depolama periyodu boyunca pH, TVB-N ve TBARS değerleri kontrol grubuna kıyasla daha düşük saptanmıştır. Tüm örneklerin pH aralığı 6,07 (0. gün D grubu) ile 6,39 (3. gün B grubu) olarak belirlenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmeler sonucunda ise panelistlerce genel kabuledilebilirlik açısından en az kontrol grubu (4.25±0.03) örnekler beğenilirken, en çok D grubu (5.00±0.00) örnekler beğenilmiştir. Duyusal analiz sonuçları kimyasal analiz sonuçları ile uyum göstermektedir. Özet içeriğinde kalite verileri belirtilerek raf ömrü süreleri belirtilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Alabalık, Kalite, Çörek otu, Depolama

Influence of Black Cumin Oil Determination on the Chemical and Sensory Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets

ABSTRACT: In this research; chemical and sensory changes of rainbow trout (*O. mykiss*) fillets added black cumin oil were examined during 9 days storage period. Chemical (pH, TVB-N and TBARS) and sensory (colour, odour, appearance and general acceptance) analyzes of samples were made in every three days period. According to the results of chemical analysis, TVB-N and TBARS values were lower in the samples with different concentrations of black cumin oil compared to the control group during the storage period. The pH range of all samples was 6.07 (day 0 group D) and 6.39 (day 3 group B). As a result of the sensory evaluations, at least control group (4.25 ± 0.03) samples were accepted by the panelists in terms of general acceptability, while D group (5.00 ± 0.00) samples were liked the most. Sensory analysis results are in line with chemical analysis results.

Keywords: Trout, Quality, Black cumin, Storage

GİRİŞ

Günümüzde yeterli ve dengeli beslenme, insanların sağlıklı ve huzurlu bir yaşam için üzerinde durulan konuların başında yer almaktadır. Dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de tüketici biyolojik değeri yüksek gıdaları tüketerek sağlıklı bir şekilde beslenmeye yönelmiştir (Kolsarıcı vd. 1993; Kodal 2008; Varlık vd. 2004; Alparslan 2014). Bu bağlamda su ürünleri bünyelerinde bulundukları besin maddeleri nedeniyle beslenme açısından önemli gıda grupları içerisinde yer almaktadır (Mutlu ve Bilgin 2016).

Su ürünlerinden de özellikle balık etleri dünyanın pek çok yerinde sevilerek tüketilen ve besin değeri yüksek gıdalardır (Kılınççeker, 2014). Gökkuşığı alabalığı dünyada ve Türkiye’de yıllardır başarılı bir şekilde kültürü yapılan, ekonomik değeri yüksek tatlı su balığıdır (Oğuzhan, 2004; Mutlu ve

Bilgin, 2016; Sarıyüpoğlu vd., 2017; Öz ve İnanan, 2018; Oğuzhan Yıldız, 2018; Oğuzhan Yıldız, 2019). Gökkuşığı alabalığı taze tüketiminin yanı sıra farklı şekillerde işlenerek de tüketime sunulmaktadır (Mutlu ve Bilgin, 2016; Gürel İnanlı vd., 2018).

Su ürünleri işleme sektöründe gerek koku ve tat gibi özellikleri artırmak gerekse raf ömrünü uzatmak amacıyla antimikrobiyal ve antioksidan etkisi olan doğal bitki ekstraktlarının/yağlarının kullanımı giderek önem kazanmıştır (Emir Çoban ve Patır, 2010; Zivanovic et al., 2015; Akarsu, 2016; Emir Çoban, 2018).

Çörek otu eskiden beri bilinen bir kültür bitkisidir. Çörek otunun besin içeriği, %20,8 ham protein, %3,7 ham kül, %7,0 nem, lipit %34,8 ve %33,7 karbonhidrattır (Öz vd., 2016; Öz vd., 2017). *Ranunculaceae* (Düğünçeğigiller) familyasında yer

alan çörek otu (*Nigella sativa*) bitkisi Güney Batı Asya, Avrupa, Kuzey Afrika'da yetişen bir bitkidir. Türkiyede de çoğunlukla Afyon, Isparta, Burdur ve Konya yörelerinde yetiştirilen 20-30 cm uzunluğunda çiçekli yıllık bir bitkidir. *Nigella sativa* bitkisi halk arasında çörek otu, kara tohum, siyah kimyon veya bereket tanesi olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda çörek otu yağı sağlık alanında ve gıda teknolojisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Salem, 2005; Bourgou et al., 2012; Rooney and Ryan, 2005; Bulca, 2014; Tektaş, 2015; Güzelsoy vd., 2018).

Çalışmamızda, farklı konsantrasyonlardaki çörek otu yağının gökkuşığı alabalığı filetolarına uygulanarak, depolama süresi boyunca ürünlerin kimyasal ve duyusal kaliteleri üzerine çörek otu yağının etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın materyali olarak Artvin İli Şavşat İlçesinde bulunan alabalık yetiştiriciliği yapan bir işletmeden ortalama 250-300 g ağırlığında toplam 32 adet gökkuşığı alabalığı kullanılmıştır. Çörek otu yağı ise Ardahan ilindeki özel bir firmadan sıvı ekstrakt olarak satın alınmıştır.

Örneklerin Hazırlanması ve Esansiyel Yağın Uygulanması

Alabalıklar buz içeren strafor kutularda laboratuvar ortamına getirilmiş, başları kesilerek, iç organları çıkarılmış ve fileto elde edilmiştir. Çörek otu yağı, filetoların her iki yüzeyine fırça yardımıyla sürme şeklinde uygulanmıştır. Yapılan deneme çalışmalarında yaklaşık 100'er g ağırlığındaki gökkuşığı alabalığı filetolarına %1'lik, %1,5'lük, %2'lik çörek otu sürülmüştür. Örnekler **A**: Kontrol grubu, **B**: %1 çörek otu yağı içeren grup, **C**: %1,5 çörek otu yağı içeren grup, **D**: %2 çörek otu yağı içeren grup olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Daha sonra filetolar köpük tabaklar içinde streç film ile kaplanarak buzdolabında (4°C±1) depolanmıştır. Filetoların kimyasal ve duyusal kalite değişimleri araştırılmıştır.

Kimyasal Analizler

TVB-N (Toplam uçucu baz azotu) Tayini

TVB-N analizi Malle ve Tao (1987) yöntemine göre yapılmıştır. Analiz için balık örneğinden 40 g alınarak üzerine 80 ml %7,5'lük TCA çözeltisi eklenmiş ve 1 dk. süre ile homojen hale getirilmiştir. 5 dk. santrifüj edilerek, filtre kağıdı ile süzülmüş ve süzüntüden 25 ml alınarak üzerine 5 ml %10'lük NaOH eklenmiştir. Ardından erlen içerisine 10 ml %4'lük borik asit (H₃BO₃) çözeltisi ve 0,04 ml indikatör (0,1 g metil kırmızısı+0,1 g brom kresol yeşili+100 ml etanol ilave edilmiş ve 50 ml distilat toplanıncaya kadar distilasyon işlemine tabi

tutulmuştur. Elde edilen distilat 0,1 N sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisi ile pembemsi renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. TVB-N miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = n \times 16,8 \text{ mg azot}$$

TBARS (Thiobarbitürik asit reaktif maddeler) Tayini

TBARS tayini Lemon (1975) ve Kiliç and Richards (2003)'ün bildirmiş oldukları yöntemle yapılmıştır. Analiz için balık örneğinden 2 g balık alınarak üzerine 12 ml Trichloroacetic Acid (TCA) çözeltisi eklenmiş ve 15-20 sn süre ile homojenize edildikten sonra filtre kağıdı kullanılarak süzülümüştür. Süzüntüden 3 ml alınarak üzerine 3 ml 0,02 M Thiobarbituric acid (TBA) çözeltisi ilave edilerek su banyosuna (100°C'de 40 dk) yerleştirilmiş ve daha sonra soğumaya bırakılmıştır. 2000 g'de 5 dk. santrifüj edildikten sonra 530 nm dalga boyunda okunmuştur. TBARS değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır

$$\text{TBARS } (\mu\text{mol malonaldehit/kg} = (\text{absorbans/ k} (0,006) \times 2/ 1000 \times 6,8) \times 1000/\text{örnek ağırlığı})$$

pH Tayini

Örneklerin pH değerleri, Gökalp vd. (2001) tarafından belirlenen yöntemle göre yapılmıştır. 10g balık eti alınarak üzerine 100ml saf su eklenmiş ve 1 dk. süre ile homojenize edildikten sonra pH metre ile ölçülmüştür.

Duyusal Analizler

Duyusal analiz Altuğ Onoğur ve Elmacı (2011) tarafından bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Duyusal analiz için 5 kişilik panelist grubu oluşturulmuş ve örnekler renk, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik yönünden değerlendirilmiştir. Puanlamada; 5 çok iyi, 4 iyi, 3 normal, 2 kötü ve 1 çok kötü olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS 20.00 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalamalara varyans analizi yapılmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kimyasal Analiz Bulguları

Gökkuşığı alabalığı örneklerinin kimyasal (TVB-N, TBARS ve pH) değişimleri Şekil 1'de verilmiştir.

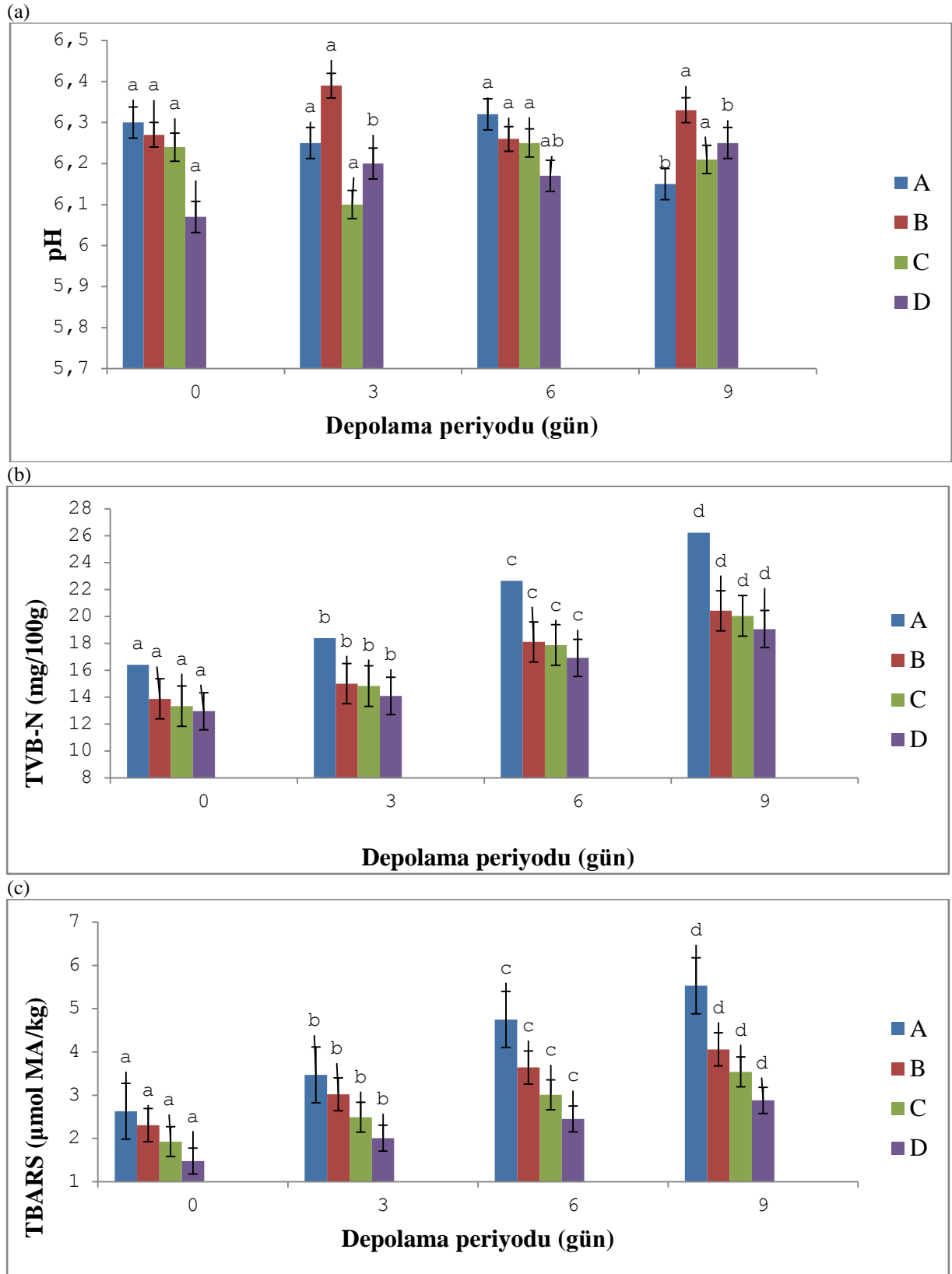
pH tazelik ve bozulma parametrelerinden biridir, taze balıkta nötre yakın değerlerde olabileceği, bozulmayla birlikte azotlu bileşiklerdeki

artış nedeniyle de yükselebileceği belirtilmektedir (Mutlu ve Bilgin 2016). Çalışmamızda tüm örneklerin pH aralığı 6,07 (0. gün D grubu) ile 6,39 (3. gün B grubu) olarak belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm gruplarda pH değerinde dalgalanmalar görülmüştür. Muhafaza boyunca gruplar arasında pH değerleri bakımından önemli farklılıklar ($p<0,05$) saptanmıştır. Benzer sonuçlar Mutlu ve Bilgin (2016) ve Kılıç (2016) tarafından da bildirilmiştir. Akarsu (2016), farklı kekik ekstraktları uygulan alabalık filetoları ile yaptığı çalışmada, araştırma boyunca pH değerleri bakımından görülen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığını rapor etmiştir. Duman vd. (2012) biberiye ve kekik esansiyel yağları uygulanarak marine edilen kerevitler üzerinde yürüttükleri çalışmalarında kontrol grubu ile biberiye ekstraktı uygulanmış örnekler uygulanmış gruplar arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmadığını bildirmişlerdir ($p<0,05$).

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde en fazla kullanılan kimyasal parametrelerden birisi de TVB-N değeridir. Kalite sınıflandırılmasına göre TVB-N değeri 25 mg/100g'a kadar çok iyi, 30mg/100g'a kadar 'iyi', 35 mg/100g'a kadar olanlar da 'pazarlanabilir' olarak değerlendirilmektedir (Mutlu ve Bilgin, 2016). Kontrol grubunun TVB-N içeriği başlangıçta 16,42 mg/100g olarak tespit edilmiş olup, bu değer muhafaza süresince artmış 9. günde 26,24 mg/100g'ye ulaşmıştır. B, C ve D grubu örneklerde 9 günlük depolama periyodu sonunda TVB-N değerleri sırasıyla 20,43, 20,05 ve 19,07 mg/100g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değerlerinde tüm gruplarda depolama periyodu boyunca zamana bağlı artış görülmüş ve farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Muhafaza süresince TVB-N değeri en yüksek kontrol grubunda bulunurken, en düşük %2 çörek otu yağı içeren grupta tespit edilmiştir (Şekil 1b). Pezeshk et al., (2011), zerdeçal ekstraktı ve arpacık soğanı ekstraktı uygulanan vakum paketlenmiş gökkuşacağı alabalığı ile yaptıkları çalışmalarında TVB-N değerlerinin ekstrakt uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Andevari ve Rezaei (2011), yapmış oldukları çalışmada gökkuşacağı alabalığı üzerine farklı oranlarda (%1, %1,5 ve %2)

tarçın yağı ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda tarçın yağı katkılı örneklerin kontrol grubuna oranla daha düşük TVB-N değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada gökkuşacağı alabalığı üzerine kekik eterik yağlarının etkisi incelenmiş ve TVB-N değerlerinin katkılı örneklerde kontrol grubuna nazaran daha düşük olduğu belirtilmiştir (Özyılmaz, 2007). Bu araştırmaların verileri çalışmamızla benzerlik göstermiştir. Emir Çoban (2018) yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktları ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın, depolama süresince gökkuşacağı alabalıklarının TVB-N değerlerini önemli oranda düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

TBARS miktarı, su ürünleri ve diğer et ürünlerinde lipit oksidasyonunun derecesinin belirlenmesinde hızlı ve basitliğinden dolayı yaygın olarak tercih edilen bir testtir (Cadun vd., 2005; Günlü, 2007; Oğuzhan, 2011; Emir Çoban ve Çoban 2019; Oğuzhan Yıldız, 2019). TBA sayısı 3'ten az, iyi bir üründe 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasındadır (Mutlu ve Bilgin, 2016). Tüm grupların TBARS değeri 1. günde 2,88-5,53 $\mu\text{mol MA/kg}$ arasında tespit edilmiştir. TBARS değerinde depolamaya bağlı olarak tüm gruplarda önemli ($p<0,05$) artışlar tespit edilmiştir. En yüksek TBARS değeri kontrol grubu (A) örneklerde saptanırken, en düşük %2 çörek otu yağı ilave edilmiş D grubu örneklerde bulunmuştur. Emir Çoban (2018) yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktları ile zenginleştirilmiş kitosan kaplı örneklerin, kontrol grubuna kıyasla TBARS değerlerinin daha düşük olduğunu vurgulamışlardır. Uçak (2019) yeşil kaplan ve Japon karidesleriyle yaptığı çalışmada, TBARS değerlerinin kontrol grubunda, soğan kabuğu ile ekstrakte edilen örneklerde nazaran daha yüksek olduğunu belirtmiş ve soğan kabuğu ekstraktının lipit oksidasyonu üzerine etkili olduğunu rapor etmiştir. Mevcut bu çalışmamızdaki sonuçlar yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Emir Çoban ve Çoban (2019) meyan kökü ekstraktı içeren kitosan ile kaplanmış grupların diğer gruplarla kıyaslandığında TBARS değerlerinin muhafaza boyunca daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 1. Gökkuşığı alabalığı örneklerinin kimyasal değişimleri
Figure 1. Chemical alterations of rainbow trout samples

Duyusal Analiz Bulguları

Farklı konsantrasyonlarda (%1, %1,5 ve %2) çörek otu yağı ilave edilmiş gökkuşuğu alabalığı örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Duyusal değerlendirme, su ürünlerinin tazeliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde önemli kriterlerden birisidir (Çaklı, 2007; Mutlu ve Bilgin, 2016; Uçak, 2019). Duyusal değerlendirme sonucunda tüm depolama günlerinde renk, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Benzer sonuçlar Öz vd. (2017) tarafından da bildirilmiştir.

Tüm kriterler bakımından çörek otu yağı ilave edilmiş balık örneklerinin puanları kontrol grubuna göre depolama süresince daha yüksek bulunmuştur. Benzer bulgular Emir Çoban vd. (2018) ve Oğuzhan Yıldız (2017) tarafından da bildirilmiştir. Uçak (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada soğan kabuğu ekstraktı ile muamele edilmiş karides gruplarının duyusal parametreler (koku, tekstür, renk, görünüş ve genel beğeni) açısından kontrol grubuna kıyasla daha yüksek puanlar aldığını bildirmiştir. Gökkuşuğu alabalığı ile yürütülen bir çalışmada karanfil yağı uygulanmış örneklerin duyusal kriterler (koku, renk ve tekstür) bakımından kontrol grubuna kıyasla daha fazla beğenildiğini rapor etmiştir (Emir Çoban vd., 2018).

Çizelge 1. Farklı konsantrasyonlarda çörek otu yağı uygulanmış gökkuşuğu alabalığı örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Table 1. Sensory analyses results of black seed applied rainbow trout samples at different concentrations

Duyusal Analizler	Gruplar	0. gün	3. gün	6. gün	9. gün
Renk	A	4.75±0.30 ^a	4,25±0.14 ^a	3,34±0.08 ^b	2,93±0.07 ^b
	B	4.80±0.14 ^a	4.70±0.07 ^a	3.67±0.13 ^b	3.15±0.14 ^c
	C	5.00±0.00 ^a	4.97±0.02 ^a	3.93±0.07 ^b	3.47±0.04 ^b
	D	5.00±0.00 ^a	4.94±0.08 ^a	3.85±0.08 ^b	3.45±0.17 ^b
Koku	A	4.75±0.14 ^a	3,90±0.07 ^b	3.02±0.04 ^c	2,35±0.14 ^d
	B	4.80±0.09 ^a	4.03±0.05 ^b	3.07±0.09 ^c	2.72±0.08 ^d
	C	4.93±0.08 ^a	4.38±0.19 ^b	3.13±0.11 ^c	2.60±0.23 ^d
	D	4.94±0.07 ^a	3.62±0.05 ^b	3.22±0.09 ^c	2.65±0.21 ^d
Görünüş	A	4.60±0.56 ^a	3.85±0.07 ^{ab}	3.19±0.09 ^b	2.21±0.09 ^c
	B	4.80±0.14 ^a	4.01±0.05 ^b	3.55 ±0.14 ^c	2.70±0.05 ^d
	C	4.80±0.14 ^a	4.02±0.04 ^b	3.61±0.04 ^c	2.60±0.23 ^d
	D	5.00±0.00 ^a	3.98±0.02 ^a	3.62±0.05 ^b	2.95±0.07 ^c
Genel Kabul edilebilirlik	A	4.25±0.03 ^a	3.80±0.07 ^{ab}	3.39±0.07 ^b	2.43±0.16 ^c
	B	4.73±0.20 ^a	4.00±0.00 ^b	3.73±0.05 ^b	2.77±0.15 ^c
	C	4.85±0.07 ^a	4.00±0.00 ^b	3.92±0.06 ^b	2.79±0.14 ^c
	D	5.00±0.00 ^a	4.38±0.32 ^b	3.90±0.01 ^c	2.94±0.08 ^d

A= kontrol; **B=** %1 çörek otu yağı uygulanmış örnek; **C=** %1,5 çörek otu yağı uygulanmış örnek; **D=** %2 çörek otu yağı uygulanmış örnek.

SONUÇ

Farklı konsantrasyonlarda çörek otu yağı ilave edilen gökkuşuğu alabalığında hem kimyasal parametreler hem de duyusal kalite açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle gerek kimyasal analizler gerekse duyusal analizler neticesinde %2 çörek otu ilave edilmiş (D grubu) örneklerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan çörek otu yağının ürün üretiminde alternatif olarak kullanımının önerilebileceği ve ayrıca ürünün raf ömrünü arttırmada gerek üreticiler gerekse tüketiciler açısından da son derece önemli olabileceği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR





Akarsu, H., 2016. Buzdolabında (+2±1 °C) Vakum Paketlenerek Depolanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Filetolarının Kalitesine Farklı Kekik (*Origanum onites* L.) Ekstraktlarının Etkisi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Rize, 96 s.

- Alparslan, Y., 2014. Portakal Kabuğundan Elde Edilen Esansiyel Yağ ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Karideslerin Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Muğla, 140 s.
- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y., 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Sidas Medya: İzmir, 135 s.
- Andevari, G.T, Rezaei, M., 2011. Effect of gelatin coating with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. Int J Food Sci Tech., 46: 2305-2311.
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J., 2012. Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anticancer and Antibacterial, activities of extracts from *Nigella sativa* (black cumin) plant parts. J Food Biochem., 36: 539-54.
- Bulca, S., 2014. Çörek Otunun Bileşenleri ve Bu Yağın ve Diğer Bazı Uçucu Yağların Antioksidan Olarak Gıda Teknolojisinde Kullanımı. Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Derg., 11 (2): 29 - 36.
- Cadun, A, Çaklı, Ş., Kışla, D., 2005. A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) and its shelf life. Food Chem., 90: 53-59.
- Çaklı, Ş., 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Cilt 1. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 696 s.
- Emir Çoban, Ö., Patır, B., 2010. Antioksidan etkili bazı bitkiler ve baharatların gıdalarda kullanımı. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (2): 7-19.
- Emir Çoban, Ö., Gürel İnanlı, A., Çelik, B., Yücel, S., 2018. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) filetolarının muhafazası sırasında kimyasal ve duyuşsal kalitesi üzerinde doğal koruyucu maddelerle zenginleştirilmiş kitosan yenilebilir kaplamaların etkileri. NWSAELS, 13 (4): 182-191.
- Emir Çoban, Ö., Çoban, M.Z. 2019. Meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kalitesi üzerine etkisi. NWSAELS, 14 (4): 83-92.
- Duman, M, Emir Çoban, Ö., Özpolat, E., 2012. Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 18 (5):745-751.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., Tülek, Y., 2001. Et Ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Erzurum 268 s.
- Günlü, A., 2007. Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 123 s.
- Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Yüce, S., Çelik, B., 2018. Yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanmış gökkuşığı alabalık (*Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1792) filetolarının piyasa koşullarında mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi. NWSAELS, 13 (4): 171-181.
- Güzelsoy, P., Aydın, S., Başaran, N., 2018. Çörek otunun (*Nigella sativa* L.) aktif bileşeni timokinonun insan sağlığı üzerine olası etkileri. J. Lit. Pharm. Sci., 7 (2): 118-135.
- Kılıç, Ö. 2016. Vakum Paketlenerek Buzdolabında Depolanmış Gökkuşığı Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Filetolarının Kalitesine Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) ve Yeşil Çay (*Camellia sinensis* L.) Ekstraktları ile Yağlarının Etkileri. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Rize, 104 s.
- Kılınççeker, O., 2014. Aada çayı ve ısırğan otu ekstraktlarının balık köfte kaplamalarında kullanımı. Adıyaman Üniv Fen Bilim Derg., 4 (2): 47-56.
- Kilic, B., Richards, M.P., 2003. Lipid oxidation in poultry döner kebabi: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. J Food Sci., 68 (2): 690-696.
- Kodal, B., 2008. Antioksidan özellikteki yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 71 s.
- Kolsarıcı N., Turhan, K., Şahin, E., 1993. Teknolojik işlemlerin kanatlı etlerinin beslenme değerine etkisi, YUTAV Uluslararası Tavukçuluk Kongresi, Türkiye, s: 502-518.
- Lemon, D.W., 1975. An improved TBA test for rancidity, new series circular, May 8, No: 51. Halifax, Canada: Fisheries and Marine Service.
- Malle, P., Tao, S.H., 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. J. Food Prot., 50(9): 756-760.
- Mutlu, A., Bilgin, Ş., 2016. Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağı ve yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktlarının buzdolabı koşullarında (4±1°C) depolanan sıcak dumanlanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrüne etkisi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 2 (1): 19-29.
- Oğuzhan, P., 2004. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütüleme sonrası mineral madde miktarı, pH değeri, kimyasal analiz ve duyuşsal kriterlerinin

- değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 39 s.
- Oğuzhan, P., 2011. Sıcak tütsülenen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları üzerine modifiye atmosferde ambalajlamanın etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 79 s.
- Oğuzhan Yıldız, P., 2017. The effects of chitosan coatings enriched with thyme oil on the quality of rainbow trout. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11 (3): 1398-1405.
- Oğuzhan Yıldız, P., 2018. Nane Uçucu yağı ile zenginleştirilmiş kitosan filmlerin gökkuşuğu alabalığı filetolarının mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 13 (2): 94-102
- Oğuzhan Yıldız, P., 2019. Turunçgil kabuk yağlarının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5 (1): 17-26.
- Öz, M., 2017. Çörek Otu (*Nigella sativa*) Yağının Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Karaciğer Yağ Asidi Profiline Etkisi. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28 (1): 55-59.
- Öz, M., İnanan, B.E., 2018. Türkiye’de Sel Baskınları ve Alabalık Çiftlikleri. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg-Special Topics*, (1): 35-38.
- Öz, M., Dikel, S., Durmuş, M., Özşahinoğlu, I., Mumoğullarında, P., 2016. Çörek otu (*Nigella sativa*, L) yağının Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın depolanması esnasında yağ asidi değişimine etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (1): 57-68.
- Öz, M., Dikel, S., Durmuş, M., Özoğul, Y., 2017. Effects of Black Cumin Oil (*Nigella sativa*) on Sensory, Chemical and Microbiological Properties of Rainbow Trout During 23 Days of Storage at $2 \pm 1^\circ\text{C}$. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26 (6):665-674.
- Özyılmaz, A., 2007. Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W, 1972) Filetolarında Kekik Eterik Yağı Kullanımının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 56 s.
- Pezeshk, S., Rezaei, M., Hosseini, H., 2011. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$. *Journal of Food Science*, 76, 387-391.
- Rooney, S., Ryan, M.F., 2005. Effects of alpha-hederin and thymoquinone, constituents of *Nigella sativa*, on human cancer cell lines. *Anticancer Research*, 25: 2199-2204.
- Salem, M.L., 2005. Immunomodulatory and immunotherapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *Int. Immunopharmacol*, 5: 1749-1770.
- Sarıyüpeoğlu, M., Özcan, M., Barata, S., 2017. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda deri ensizyonu ile operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. *Fırat Univ. Journal of Science*, 29 (1): 9-13.
- Tektaş, E., 2015. Harran ovası koşullarında birim alandaki tohum sayısının çörek otu (*Nigella sativa* L)’nun verim ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa*,
- Uçak, İ., 2019. Taze karideslerin raf ömrünün uzatılmasında soğan kabuğu ekstraktının etkisi. *Gıda*, 44 (2): 226-237.
- Varlık, C., Erkan, N., Baygar, T., 2004. Su Ürünleri Besin Bileşimi. In: Varlık C (ed) *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi* (pp 1-43). İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 4465, İstanbul, 515 s.
- Zivanovic, S., Chi, S., Draughton, A.E., 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*, 70: 45-51.



Effect of Glycine Betaine and Thiamine Treatments on Germination and Seedling Growth in Eggplant under Salt Stress

Figen GÜL^a  Melek EKİNCİ^b  Raziye KUL^c  Ertan YILDIRIM^{d,*} 
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Erzurum, Turkey
*Corresponding author e-mail: ertanyil@atauni.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.661493

Geliş Tarihi (Received): 19.12.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 06.03.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ABSTRACT: This study was carried out to determine the effect of some applications on seed germination and seedling growth of eggplant under salt stress. Egg plant seeds treated with different concentrations of glycine betaine (GB) (5, 10 and 25 μ M) and thiamine (Th) (0.50, 0.75 and 1.00 μ M) were tested at 0, 75 and 150 mM of NaCl doses. In the study, it was found that Th and GB applications increased germination percentage and decreased mean germination time compared to control and decreased the negative effect of salt stress. The best treatment for germination percentage and germination time was 25 μ M GB. Similarly, salt stress had a negative effect on emergence percentage and plant growth parameters such as seedling leaf area, root and leaf fresh and dry weight of eggplant seedlings. GB and Th seed treatments improved these parameters in eggplant seedlings grown under salt stress compared to untreated control and it was determined that salt stress reduced negative effects. According to the results obtained from the study, it is thought that Th and GB treatments can be used as an alternative method in reducing the negative effects of salt stress in eggplant.

Keywords: Salt stress, Eggplant, Hormone, Germination, Seedling

Glisin Betain ve Tiamin Uygulamalarının Tuz Stresi Altında Patlıcanda Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi

ÖZ: Bu araştırma tuz stresi altında patlıcanda bazı uygulamalarının tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Farklı konsantrasyonlardaki glisin betain (GB) (5, 10 ve 25 μ M) ve tiamin (Th) (0.50, 0.75 ve 1.00 μ M) ile muamele edilen patlıcan tohumları, 0, 75 ve 150 mM NaCl seviyelerinde denenmiştir. Çalışmada, tuz stresinin patlıcanda çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanını önemli seviyede olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Th ve GB uygulamalarının kontrole göre çimlenme oranını artırdığı, çimlenme zamanını ise azalttığı ve tuz stresinin olumsuz etkisini azalttığı saptanmıştır. Çimlenme oranı ve çimlenme zamanı için en iyi uygulamanın 25 μ M GB olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, tuz stresi patlıcanda, çıkış oranı fide yaprak alanı, kök ve yaprak yaş ve kuru ağırlık gibi bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etki yapmıştır. GB ve Th tohum uygulamaları tuz stresi altında yetiştirilen patlıcan fidelerinde incelenen bu parametreleri uygulama yapılmayan kontrole göre iyileştirmiş ve tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre tohumdan uygulanan Th ve GB'nin patlıcanda tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmada alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Patlıcan, Hormon, Çimlenme, Fide

INTRODUCTION

One of the most important factors limiting agricultural production in the world is reported to be salinity. Salinity is a factor affecting all metabolism including plant morphology and anatomy (Levitt, 1980). The severity of these effects of salinity varies depending on both the growth period of the plant and the genotype (Shannon and Grieve, 1999). For example, it has been reported that the stages where plants are most susceptible to salt are germination and seedling growth, and salt tolerance increases as

growth and development progresses (Ashraf, 1994). On the other hand, Demir et al. (2003) found that the seedling period was more sensitive to salt stress compared to the germination stage in a Pala variety of eggplant. In addition, there may be differences in salinity tolerance and susceptibility within the same species (Yaşar, 2003) and between species (Maas, 1986). Eggplant is classified as moderately sensitive to salinity and its salinity threshold is 1.5 dSm⁻¹ (Ünlükara et al., 2010). Salinity has been reported to

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Gül, F., Ekinci, M., Kul, R., Yıldırım, E., 2020. Effect of Glycine Betaine and Thiamine Treatments on Germination and Seedling Growth in Eggplant under Salt Stress. Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty, 51 (2): 190-198. doi: 10.17097/ataunizfd.661493

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5007-4556>

^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7604-3803>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5836-6473>

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

delay and reduce germination of vegetables such as melon (Botia et al., 1998), tomato (Cuartero and Fernández-Muñoz, 1998) and eggplant (Akinci et al., 2004). It has been reported that reduced seed germination due to salt stress may result from induction of dormancy, osmotic stress or specific ion toxicity (Shannon and Grieve, 1999).

Attempts to increase salinity tolerance by conventional plant breeding methods are time consuming, laborious, and depend on existing genetic variability. In addition, many attempts have been made to overcome this stress, including the external use of plant growth regulators, in increasing plant tolerance to saline conditions (Javid et al., 2011). Studies have shown that indole acetic acid (IAA), cytokinins (CK), gibberellic acid (GA), brassinosteroids (BR), jasmonates (JA), salicylic acid (SA) and triazoles (TR) may have effects on salt stress in plants (Javid et al., 2011). Thiamin, also known as vitamin B1, is the first type of vitamin B identified (Funk, 1975). In plants, Th plays a role as a response molecule to abiotic and biotic stresses, and data from the literature suggest that increasing Th content can increase stress resistance (Tunc-Ozdemir et al., 2009). Glycine betaine (GB) is an organic osmolyte that accumulates in various plant species in response to environmental stresses such as drought, salinity, extreme temperatures, UV radiation and heavy metals (Ashraf and Foolad, 2007). Studies investigating the effect of GB and Th on seed germination and seedling development in eggplant in salt stress are limited.

The aim of this study was to determine the effects of plant growth regulators such as GB and Th applied on seed germination and seedling growth in eggplant (*Solanum melongena* L.) applied at different concentrations during seed germination and seedling growth periods under salt stress.

MATERIAL AND METHOD

This research was carried out in the laboratory and climate room in Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Eggplant (*S. melongena* L.) Topan 374 cultivar was used as plant material.

Germination Studies

After the seeds were kept in 1% sodium hypochlorite for 10 minutes, the seeds were washed extensively with tap water and then washing with pure water was repeated 2-3 times. The dried seeds were weighed to 5 g and placed into plastic containers with 20x10x10 cm dimensions and two layers of blotting paper underneath. 25 ml of GB (5, 10 and 25 μ M) and Th (0.50, 0.75 and 1.00 μ M) were then added. In addition, dry seeds without any application were used as control 1 and 25 ml of pure

water was used as control 2. The seeds of eggplant which were kept in solutions in the laboratory for 24 hours and at the end of this period the seeds were washed and spread on blotting paper to dry. The 50 dried seeds for each repetition were placed in a 15 cm petri dish with double layered blotter. Petri dishes were soaked with 10 ml of 0 mM, 75 mM and 150 mM NaCl solutions. Dishes were sealed using parafilm to prevent evaporation. Petri dishes were randomly placed in a germination cabinet at 25 ± 2 °C. Germinated seeds were counted and recorded daily. Germination trials continued for 14 days (ISTA, 1996).

Germination percentage and mean germination time were determined at the end of the germination test. Germination percentage and mean germination time were calculated using the formulas given below (Maguire, 1962).

Mean germination time (day) = $N1 / T1 + N2 / T2 + \dots + Nn / Tn$ (N: Number of germinated seeds, T: Number of days on which germination occurs)

Germination percentage (%) = $\text{number of germinated seeds} / 50 \times 100$

Seedling Studies

The seedling experiment was carried out in the climate room of Horticulture Department. After the above mentioned applications (except dry seed application), the seeds were sown in peat: perlite (2: 1, v:v) filled multi celled trays and watered with NaCl solutions prepared at the above mentioned concentrations. For each replicate 40 seeds were sown. The trays were randomly placed on the shelves in the climate room. Irrigations were repeated every two days. Seedlings were maintained at 26-18 °C (day/night), 70% relative humidity and 16/8 h photoperiod (day/night). 3 replicates were used for each application.

The seedling studies were completed 30 days after the seedling emergence, and the parameters of leaf area, seedling fresh weight, seedling dry weight, root fresh weight and root dry weight parameters of 10 seedlings randomly selected from each replicate were examined. The roots were carefully harvested from the trays, and gently washed to remove the media. Maximum attention was paid to avoid root loss. The plant material for dry weight was dried at 70°C for 48h. The leaf area was determined by leaf area meter (CI-202 Portable Laser Leaf Area Meter by CID Bio-Science, USA).

Emergence percentage was determined according to the formula;

Emergence percentage (%) = $\text{number of emerged seeds} / 40 \times 100$

Statistical Analysis

The experiment conducted with 8 treatments (include control 1 and control 2) and 4 replications for germination study and 7 treatments (include control 2) and 3 replications for seedling study. In the experiment, randomized plot design was used and the obtained data were analyzed using SPSS 20 statistical package program. Percentage data were subjected to arc-sin transformation before analysis of variance. Data were subjected to variance analysis (ANOVA) and differences of means were determined by Duncan multiple comparison test.

RESULTS AND DISCUSSION

In the study, it was determined that salt stress had a negative effect on seed germination percentage in eggplant and the lowest average germination percentage was found to be 50.56% in 150 mM NaCl application. Generally, it was observed that seed applications increased germination percentage compared to control application. The highest

germination percentage at 75 mM NaCl was obtained from 10 µM GB (69.00%) and 0.50 µM Th (74.50%), while in 150 mM was detected in 25 µM GB application with 63.50%. Pure water application (control 2) had a positive effect on germination percentage compared to the control 1 (Table 1).

In the experiment, it was generally observed that seed applications decreased germination time compared to control 1 application. At 75 mM NaCl, the highest germination time was observed in 0.50 µM (6.44 day) Th application, while the highest germination time at 150 mM was detected in the control 1 application with 8.44 day (Table 2).

Eggplant seedlings had lower emergence percentage under salt stress than those under normal conditions. 150 mM NaCl decreased the emergence percentage by 91%. However, all seed treatments increased the emergence percentage. The highest emergence percentage was observed in 10 µM GB (68.89%) and 0.75 µM Th (68.33%) (Table 3).

Table 1. Effect of GB and Th applications on seed germination percentage in eggplant under salt stress (%)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 1	-	73.50 e***	61.00 e***	41.50 g***	58.67 E***
Control 2	-	86.00 b	65.00 d	45.00 f	65.33 C
GB	5 µM	81.50 c	67.50 c	54.50 b	67.83 B
	10 µM	83.00 c	69.00 bc	52.50 bc	68.17 B
	25 µM	95.50 a	68.50 bc	63.50 a	75.83 A
Th	0.50 µM	79.00 d	74.50 a	50.50 cd	68.00 B
	0.75 µM	72.00 e	73.50 a	49.00 de	64.83 D
	1.00 µM	86.50 b	70.00 b	48.00 e	68.17 B
Mean		82.13 A***	68.63 B	50.56 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

The salt stress in the eggplant statistically negatively affected the leaf area and the lowest mean leaf area was determined in 150 mM NaCl application. When each salt level was evaluated separately, it was observed that seed applications generally increased leaf area compared to control 2 application. The highest leaf area under 75 and 150 mM NaCl conditions was determined by application of 0.75 µM Th with 7.51 and 2.45 cm², respectively (Table 4).

Salt stress significantly affected seedling fresh weight in eggplant and the lowest seedling fresh weight was determined with 0.110 g at 150 mM NaCl application. The highest seedling fresh weight was found in 25 µM GB and 0.50 µM Th applications. The maximum seedling fresh weight at 150 mM NaCl was 0.143 g with 10 µM GB application (Table 5).

Table 2. Effect of Gb and Th applications on mean germination time in eggplant under salt stress (days)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 1	-	5.82 a ^{***}	6.36 ab ^{***}	8.44 a ^{***}	6.87 A ^{***}
Control 2	-	5.42 b	5.94 c	7.14 b	6.17 C
GB	5 μ M	4.91 c	5.53 e	6.56 de	5.67 EF
	10 μ M	5.00 c	6.29 b	6.48 e	5.92 D
	25 μ M	4.98 c	5.61 de	6.61 cde	5.74 E
Th	0.50 μ M	5.90 a	6.44 a	6.72 cd	6.35 B
	0.75 μ M	5.45 b	5.70 d	6.50 e	5.88 D
	1.00 μ M	4.67 d	5.31 f	6.80 c	5.59 F
Mean		5.27 C ^{***}	5.90 B	6.91 A	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and line

Table 3. Effect of GB and Th applications on seedling emergence in eggplant seedlings under salt stress (%)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	83.33 ^{ns}	64.17 e ^{***}	7.50 e ^{***}	51.67 E ^{***}
GB	5 μ M	84.17	81.67 a	14.17 d	60.00 C
	10 μ M	82.50	76.67 bc	47.50 a	68.89 A
	25 μ M	83.33	70.83 d	31.67 c	61.94 B
Th	0.50 μ M	83.33	79.17 ab	12.50 d	58.33 D
	0.75 μ M	83.33	82.50 a	39.17 b	68.33 A
	1.00 μ M	83.33	75.00 c	32.50 c	63.61 B
Mean		83.33 A ^{***}	75.71 B	29.99 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Table 4. Effect of GB and Th applications on leaf area in eggplant seedlings under salt stress (cm²)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	16.37 e ^{***}	5.47 d ^{***}	0.00 d ^{***}	7.28 F ^{***}
GB	5 μ M	19.03 d	6.69 b	0.00 d	8.57 E
	10 μ M	25.55 c	5.23 d	1.27 c	10.68 D
	25 μ M	33.26 a	6.23 c	1.41 b	13.64 A
Th	0.50 μ M	26.21 c	7.41 a	0.00 d	11.21 C
	0.75 μ M	25.91 c	7.51 a	2.45 a	11.96 B
	1.00 μ M	28.07 b	6.44 bc	0.00 d	11.50 C
Mean		24.91 A ^{***}	6.43 B	0.73 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Considering the average values in the study, it was determined that salt stress negatively affected seedling dry weight in eggplant, and lowest seedling dry weight were observed at 150 mM NaCl with 0.08

g. When evaluated in terms of applications, it was found that 25 μ M GB application positively affect the dry weight of seedling compared to control 2 (Table 6).

According to the data obtained from the experiment, it was determined that the root fresh weight decreased with the increase in NaCl concentration, and the lowest root fresh weight occurred in 150 mM NaCl with the application of 0.10 g. When the average values were taken into

consideration, the highest root fresh weight was determined in 5 µM GB and 0.50 µM Th application with 0.29 g. It was found that the seed applications used in the experiment reduced the negative effect of salt stress on root fresh weight (Table 7).

Table 5. Effect of GB and Th applications on fresh seedling weight in eggplant seedlings under salt stress (g)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	1.35 d***	0.18 c***	0.000 b***	0.51 E***
GB	5 µM	1.59 a	0.31 a	0.120 a	0.65 AB
	10 µM	1.47 bc	0.26 b	0.143 a	0.61 C
	25 µM	1.57 a	0.30 a	0.120 a	0.67 A
Th	0.50 µM	1.60 a	0.29 ab	0.127 a	0.66 A
	0.75 µM	1.50 b	0.29 ab	0.133 a	0.64 B
	1.00 µM	1.45 c	0.27 ab	0.127 a	0.59 D
Mean		1.50 A***	0.27 B	0.110 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Table 6. Effect of GB and Th applications on dry seedling weight in eggplant seedlings under salt stress (g)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	0.247 b***	0.014 b***	0.00 f***	0.087 C***
GB	5 µM	0.277 a	0.150 a	0.06 d	0.182 AB
	10 µM	0.240 b	0.147 a	0.12 b	0.177 AB
	25 µM	0.280 a	0.153 a	0.15 a	0.184 A
Th	0.50 µM	0.270 a	0.153 a	0.08 c	0.183 AB
	0.75 µM	0.243 b	0.150 a	0.12 b	0.176 AB
	1.00 µM	0.233 b	0.150 a	0.04 e	0.170 B
Mean		0.256 A***	0.131 B	0.08 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Salt stress negatively affected root dry weight in eggplant and lowest root dry weight was determined with 0.037 g in 150 mM NaCl application. At 75 mM NaCl conditions, the highest root dry weight was

observed in 25 µM GB application (0.130 g), whereas at 150 mM the highest root dry weight was determined in 0.75 µM Th application with 0.067 g (Table 8).

Table 7. Effect of GB and Th applications on fresh root weight in eggplant seedlings under salt stress (g)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	0.37 c***	0.15 e***	0.00 c***	0.17 D***
GB	5 μ M	0.47 b	0.28 a	0.12 ab	0.29 A
	10 μ M	0.54 a	0.16 de	0.12 ab	0.27 B
	25 μ M	0.53 a	0.18 cd	0.13 a	0.28 AB
Th	0.50 μ M	0.55 a	0.21 b	0.11 b	0.29 A
	0.75 μ M	0.54 a	0.19 bc	0.12 ab	0.28 AB
	1.00 μ M	0.48 b	0.17 cde	0.12 ab	0.25 C
Mean		0.49 A***	0.19 B	0.10 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Table 8. Effect of GB and Th applications on dry root weight in eggplant seedlings under salt stress (g)

Treatments		NaCl (mM)			Mean
		0	75	150	
Control 2	-	0.090 d***	0.023e***	0.000 d***	0.038 C***
GB	5 μ M	0.147 c	0.067 d	0.050 b	0.088 B
	10 μ M	0.160 b	0.120 ab	0.047 b	0.109 A
	25 μ M	0.157 b	0.130 a	0.023 c	0.103 A
Th	0.50 μ M	0.173 a	0.110 abc	0.043 b	0.109 A
	0.75 μ M	0.160 b	0.107 bc	0.067 a	0.111 A
	1.00 μ M	0.150 bc	0.093 c	0.027 c	0.090 B
Mean		0.148 A***	0.093 B	0.037 C	

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same lower case letter in same column

*** p<0.001; there is no statistical difference between the means indicated by the same upper case letter in same column and row

Abiotic stress conditions are recognized as a major threat to plant growth and crop productivity worldwide. Stress conditions that negatively affect crop production have been reported to cause more than 50% reduction in yield (Maggio et al., 2005). Salinity adversely affects almost every aspect of plant physiology and biochemistry and significantly reduces yield. This is one of the most serious threats to the major environmental factors that limit agricultural production and productivity (Ashraf et al., 2008; Munns and Tester, 2008). The aim of this study was to determine the effect of GB and Th on seed germination and seedling growth under salinity conditions in eggplant.

In the study, it was determined that different seed and salt level applications significantly affected seed germination and seedling growth in eggplant. With the increase in salinity, germination percentage and seedling emergence decreased but germination time increased. Furthermore, salinity stress caused to decrease the leaf area, seedling fresh and dry weight,

root fresh and dry weight of eggplant seedlings. However, it was determined that seed applications reduced this negative effect caused by salt stress compared to the control 1 application (Table 1-8). Eggplant is reported to be moderately sensitive to salt stress (Heuer et al., 1986; Savvas and Lenz, 1996). However, tolerance to salt stress varies between eggplant varieties (Ünlükara et al., 2010). A 50% yield loss of 8.5 dSm⁻¹ soil salinity was observed in the eggplant (Shalhevet et al., 1983). Chartzoulakis and Loupassiki (1997) concluded that the first growth stages, ie germination and seedling stages, are the most sensitive to salinity stress. For example, salt (NaCl) stress has been reported to cause a significant reduction in germination percentage and ratio, root and hypocotyl fresh and dry weights (Akinci et al., 2004). Tıprıdamaz and Ellialtıoğlu (1997) reported that salt stress caused a decrease in plant height, dry matter amount and chlorophyll content in eggplant. Yaşar et al. (2006) reported a decrease in growth

parameters such as shoot length, leaf area and leaf dry matter in eggplant at 50 mM NaCl.

In our study, it was found that GB and Th applications reduced the negative effects of salt stress on eggplant during seed and seedling period. In parallel with our findings, plant growth regulators such as tryptophan (Gerekli, 2015), IAA and IBA (Iqbal and Ashraf, 2006), melatonin (Li et al., 2012), GB (Şirikçi, 2010; Abbas et al., 2010), GA, kinetin and ethylene (Çavuşoğlu et al., 2007), 24-epibrassinolide (EBR) (Ding et al., 2012), jasmonic acid (JA) (Manar et al., 2013) and salicylic acid (SA) (Khodary, 2004) have been reported to reduce the negative effect of salt stress on many plant species including eggplant. Abbas et al. (2010) suggested that the use of GB and sugar beet extracts reduced the negative effects of salt stress on two eggplant varieties. Similarly, it has been found that GB applications reduce the negative effects of various stress factors in rice (Cha-um and Kirdmanee, 2010), tomato (Li et al., 2011) and pepper (Korkmaz and Şirikçi, 2011). GB has important functions in the involvement of enzymes and complex proteins, in stabilizing the lipids of photosynthetic structures and maintaining the stability of the membranes under stress conditions (Papageogiou and Murata, 1995; Xing and Rajashekar, 1999).

In the study of Pushpalatha et al. (2011) 5, 10, 15, 20 and 25 mM concentrations of Th were applied to seeds of *Pennisetum glaucum* (L). In the experiment, 20 mM thiamine seed application was found to have a positive effect on plant growth. It has been reported that Th treatment to seed induces rapid LOX gene expression and provides resistance to hairy mold diseases. In two mustard varieties (Rohini and Varuna), the effect of different concentrations of thiamin hydrochloride (0.01, 0.02 and 0.03%) was investigated on plant growth. At the end of the study, it was found that immersion of Varuna mustard seeds in 0.03% thiamine hydrochloride solution provided better growth and nutrient uptake under local conditions (Sajjad et al., 2017).

Many strategies have been proposed, including mechanical, chemical and biological, to cope with the harmful effect of salt stress and improve plant growth and productivity. Recently, exogenous application of GB-containing organic and inorganic chemicals to stressed plants has attracted attention (Habib et al., 2012). The effect of GB on plant growth may be due to the neutralization of salt stress-induced toxicity. Our findings are in accordance with those of Abbas et al. (2010) who suggested that GB application improves the negative effect of salt stress on eggplant growth. Th formation in plants has spread to organs such as leaves, flowers, fruits, seeds, roots, tubers and onions. In plants, Th is known to play a co-factor role for important metabolic activities (Colinas and

Fitzpatrick, 2015). Th has been reported to be a major regulator that plays an important role in the plant's primary regulatory system (Bocobza and Aharoni, 2014). In plants, Th plays a role as a response molecule against abiotic and biotic stresses, and data from the literature suggest that increasing Th content can increase stress resistance (Dong et al., 2016). In addition, Th has been reported to have antioxidant capacity (Asensi-Fabado and Munné-Bosch, 2010).

In our study, it was determined that salt stress negatively affected seed germination and seedling growth in eggplant. However, GB and Th applications improved the parameters examined in eggplant grown under salt stress compared to untreated control. According to the results obtained from the study, GB and Th can be used as an alternative method in reducing the negative effects of salt stress on eggplant during germination and seedling.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Authors' Contributions

EY, ME, and RK conceived and designed research. FG, EY, ME and RK set up and conducted the experiment. ME analyzed the data. EY ME, and RK wrote the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- Abbas, W., Ashraf, M., Akram, N.A., 2010. Alleviation of salt-induced adverse effects in eggplant (*Solanum melongena* L.) by glycine betaine and sugar beet extracts. *Sci. Hortic.*, 125: 188-195.
- Akinci, I. E., Akinci, S., Yilmaz, K., Dikici, H., 2004. Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. *New Zeal. J. Crop Hort.*, 32: 193-200.
- Asensi-Fabado, M.A., Munné-Bosch, S., 2010. Vitamins in plants: Occurrence, biosynthesis and antioxidant function. *Trends Plant Sci.*, 15: 582-592.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13: 17-42.
- Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.*, 59 (2): 206-216.
- Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J. C., Kwon, T.R., 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Adv. Agron.*, 97: 45-110.

- Bocobza, S.E., Aharoni, A., 2014. Small molecules that interact with RNA: Riboswitch-based gene control and its involvement in metabolic regulation in plants and algae. *Plant J.*, 79: 693-703.
- Botia, P., Carvajal, M., Cerda, A., Martinez, V., 1998. Response of eight *Cucumis melo* cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. *Agronomie*, 18: 503-513.
- Cha-um, S., Kirdmanee, C., 2010. Effect of glycine betaine on proline, water use, and photosynthetic efficiencies, and growth of rice seedlings under salt stress. *Turk. J. Agric. For.*, 34: 517-527.
- Chartzoulakis, K.S., Loupassaki, M.H., 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agric. Water Manag.*, 32: 215-225.
- Colinas, M., Fitzpatrick, T.B., 2015. Natures balancing act: examining biosynthesis de novo, recycling and processing damaged vitamin B metabolites. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 25: 98-106.
- Cuartero, J., Fernández-Muñoz, R., 1998. Tomato and salinity. *Sci. Hortic.*, 78: 83-125.
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, K., Kabar, K., 2007. Arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında gibberellik asit, kinetin ve etilen ile tuz stresinin hafifletilmesinde bazı morfolojik ve anatomik gözlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Dergisi*, 2: 27-40.
- Demir, I., Mavi, K., Ozcuban, M., Okcu, G., 2003. Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development. *Isr. J. Plant Sci.*, 51: 125-131.
- Ding, H.D., Zhu, X.H., Zhu, Z.W., Yang, S.J., Zha, D.S., Wu, X.X., 2012. Amelioration of salt-induced oxidative stress in eggplant by application of 24-epibrassinolide. *Biol. Plantarum*, 56: 767-770.
- Dong, W., Thomas, N., Ronald, P.C., Goyer, A., 2016. Overexpression of thiamin biosynthesis genes in rice increases leaf and unpolished grain thiamin content but not resistance to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Front. Plant Sci.*, 7: 616.
- Funk, C., 1975. The etiology of the deficiency. *Anal. Chim. Acta.*, 76: 176-177.
- Gerekli, A., 2015. Triptofan Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Biber Tohumlarının Çimlenme Performansları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 55 s. (in Turkish)
- Habib, N., Ashraf, M., Ali, Q., Perveen, R., 2012. Response of salt stressed okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) plants to foliar-applied glycine betaine and glycine betaine containing sugar beet extract. *S. Afr. J. Bot.*, 83: 151-158.
- Heuer, B., Meiri, A., Shalhevet, J., 1986. Salt tolerance of eggplant. *Plant Soil*, 95: 9-13.
- Iqbal, N., Ashraf, M.Y., 2006. Does seed treatment with glycine betaine improve germination rate and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under osmotic stress. *Pak. J. Bot.*, 38: 1641-1648.
- ISTA, 1996. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 24, ISSN: 0251-0952.
- Javid, M.G., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Sanavy, S.A.M., Allahdadi, I., 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. *AJCS*, 5: 726-734.
- Khodary, S.E.A., 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 5-8.
- Korkmaz, A., Şirikçi, R., 2011. Improving salinity tolerance of germinating seeds by exogenous application of glycine betaine in pepper. *Seed Sci. Technol.*, 39: 377-388.
- Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. 2. *Physiological Ecology*, Academic Pres. Inc., 365-384.
- Li, S., Li, F., Wang, J., Zhang, W., Meng, Q., Chen, T.H.H., Murata, N., Yang, X., 2011. Glycine betaine enhances the tolerance of tomato plants to high temperature during germination of seeds and growth of seedlings. *Plant Cell Environ.*, 34: 1931-1943.
- Li, C., Wang, P., Wei, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L., Jia, D., Fu, M., Ma, F., 2012. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. *J. Pineal Res.*, 53: 298-306.
- Maas, E. V., 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.*, 1: 12-26.
- Maggio, A., De Pascale, S., Ruggiero, C., Barbieri, G., 2005. Physiological response of field-grown cabbage to salinity and drought stress. *Eur. J. Agron.*, 23: 57-67.
- Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, 2: 176-177.
- Manar, T., Günalp, B., Yaşar, F., Kuşvuran, Ş., Uzal, Ö., Ellialtıoğlu, Ş., 2013. The effects of JA treatment on the growth and some enzyme activities of eggplant embryos grown in vitro under salt stress conditions. *Res. J. Biotechnol.*, 8: 101-106.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59: 651-681.
- Papageogiou, G.C., Murata, N., 1995. The unusually strong stabilizing effects of glycinebetaine on the structure and function of the oxygen-

- evolving photosystem II complex. *Photosynth. Res.*, 44: 243-252.
- Pushpalatha, H.G., Sudisha, J., Geetha, N.P., Amruthesh, K.N., Shetty, H.S., 2011. Thiamine seed treatment enhances LOX expression, promotes growth and induces downy mildew disease resistance in pearl millet. *Biol. Plantarum*, 55: 522-527.
- Sajjad, A., Saad, S., Khan, A.A., 2017. Effects of thiamine hydrochloride on plant growth and nutrient uptake of mustard. *Indian J. App. Pure Biol.*, 32: 265-277.
- Savvas, D., Lenz, F., 1996. Influence of NaCl concentration in the nutrient solution on mineral composition of eggplants grown in sand culture. *Angew. Bot.*, 70: 124-127.
- Shalhevet, J., Heuer, B., Meiri, A., 1983. Irrigation interval as a factor in the salt tolerance of eggplant. *Irrigation Sci.*, 4: 83-93.
- Shannon, M. C., Grieve, C. M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hortic.*, 78: 5-38.
- Şirikçi, R., 2010. Biber Çimlenme ve Fide Gelişimi Sırasında Tuz Stresine Karşı Toleransın Glisinbetain Kullanılarak Yapılan Tohum Uygulamaları Yöntemiyle Arttırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 83 s. (in Turkish)
- Tıpırdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş., 1997. Some physiological and biochemical changes in *Solanum melongena* L. genotypes grown under salt conditions. First Balkan Botanical Congress, 19-22 September, 1997, Thessaloniki, Greece, pp: 377-380.
- Tunc-Ozdemir, M., Miller, G., Song, L., Kim, J., Sodek, A., Koussevitzky, S., Misra, A. N., Mittler, R., Shintani, D., 2009. Thiamin confers enhanced tolerance to oxidative stress in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 151: 421-432.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G.D., Yurtseven, E., Suarez, D.L., 2010. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. Drain.*, 59: 203-214.
- Xing, W., Rajashekar, C.B., 1999. Alleviation of water stress in beans by exogenous glycinebetaine. *Plant Sci.*, 148: 185-192.
- Yaşar, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin In Vitro Ve In Vivo Olarak İncelenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van, 139 s. (in Turkish)
- Yasar, F., Ellialtıoğlu, S., Kusvuran, S., 2006. Ion and lipid peroxide content in sensitive and tolerant eggplant callus cultured under salt stress. *Eur. J. Hortic. Sci.*, 71: 169-172.



Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Alternatif Bir Tür: Doktor Balığı (*Garra rufa*)

Baki AYDIN^{*a} Süleyman AKHAN^b

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Antalya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bakiaydin@akdeniz.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.602530

Geliş Tarihi (Received): 06.08.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 18.03.2020 Yayın Tarihi (Published): 19.05.2020

ÖZ: Bu derleme çalışmasında, son yıllarda ihtiyoterapi ve balık SPA merkezlerindeki yoğun kullanımı nedeni ile önemi artan doktor balığının (*Garra rufa*) dağılımı, biyolojisi, beslenmesi, yetiştiricilik çalışmaları ve ticari önemi üzerine durulmuştur. İhtiyoterapi amaçlı ilk defa 1989 yılında kullanılmaya başlanan doktor balığı günümüzde tüm dünyada büyük ilgi gören balık masajı ve pedikür amaçlı olarak SPA merkezlerinde kullanılmaktadır. Doktor balığına olan ilginin artması nedeni ile bu türe olan talebin yetiştiricilik yoluyla sağlanması, doğal balık stoklarının korunması açısından oldukça önemlidir. Doktor balığının dağılımı, biyolojisi ve genetiği hakkında çeşitli çalışmalar bulunmasına karşın, yetiştiriciliği ile ilgili yapılan araştırmalar çok az sayıda olup bu çalışmalar; termal tolerans aralığı, besleme sıklığının büyüme üzerine etkisi, hormon uygulaması ve larval besleme üzerinedir. Ülkemizde ve dünyada doktor balığına olan talep hızla artmaktadır ve artan bu talep ithalat yoluyla veya doğal stoklardan karşılanmaktadır. Bu nedenle doktor balığının yetiştiriciliğinin ülkemizde ivedilikle başlaması elzemdir. Bu kapsamda araştırmacıların ve üreticilerin bu türün yetiştiriciliği üzerine yoğunlaşması önemli fırsatlar sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kangal balığı, İhtiyoterapi, Alternatif tıp, Balık masajı, Sedef

An Alternative Species for Aquaculture: Doctor Fish (*Garra rufa*)

ABSTRACT: In this review, the distribution, biology, feeding, breeding potential and commercial importance of doctor fish (*Garra rufa*), which have increased in importance in recent years due to the intensive use of ichthyotherapy and fish SPA centers, have been emphasized. The doctor fish, which was first used in 1989 for ichthyotherapy purposes, is used in fish SPA centers for fish massage and pedicure purposes, which are of great interest all over the world today. Due to the increased interest and demand for doctor fish for the purpose of ichthyotherapy and fish massage in the health and tourism sector, cultivation of this species is very important in terms of ensuring the demand through aquaculture and preserving natural fish stocks. Although there are various studies on the distribution, biology and genetics of the doctor fish, it has been observed that there are not enough studies and resources about its breeding. The researches about the culture of doctor fish are very few and these studies are on its thermal tolerance range, the effect of feeding frequency on growth, hormone application and larval feeding. The demand for doctor fish is rapidly increasing in our country and in the world, and this increasing demand is met by import or from natural stocks. For this reason, it is essential that the breeding of doctor fish begins immediately in our country.

Keywords: Kangal fish, Ichthyotherapy, Alternative medicine, Fish massage, Psoriasis

GİRİŞ

Doktor balığı yada Kangal balığı (*Garra rufa* Heckel, 1843), doğal olarak Türkiye, Suriye, İran,

Irak ve Ürdün'de dağılım gösteren Cyprinidae familyasına mensup küçük boyutta bir tatlı su balığı

türüdür (Yedier vd., 2016; Catarino et al., 2019) (Şekil 1). Ülkemizde ilk defa 1989 yılında terapi amaçlı kullanılmaya başlanan doktor balıkları (Ruane et al., 2013), günümüzde Kangal Balıklı Kaplıcaları'nda (Sivas) terapi amaçlı kullanılmaya devam edilmektedir. Türkiye haricinde 2008 yılında İrlanda'da, 2010 yılında Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve İspanya gibi ülkelerde Sağlıklı Yaşam ve Sudan Gelen Sağlık (Sanus Per Aquam) (SPA) ve terapi merkezlerinde doktor balığı ihtiyoterapi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır (Wildgoose, 2012; Bhattacharya, 2016). Son yıllarda Türkiye'de ve diğer ülkelerde otel, hamam ve SPA gibi merkezlerde de kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Wildgoose (2012) bildirdiğine göre 2011 yılında İngiltere'de 279 adet balıklı SPA merkezinin varlığı tespit edilmiştir. Bu türün kullanımının yaygınlaşmanın altında hem hoş vakit geçirme hem de bazı cilt hastalıklarının iyileşmesine yardımcı olması gibi etkenlerin yattığı bilinmektedir. Bu balığa, ihtiyoterapide sedef hastalığı ve egzama gibi bazı cilt hastalıklarının iyileşmesinde alternatif bir tedavi olarak kullanılmasından dolayı "doktor balığı" denilmektedir (Özçelik vd., 2000; Grassberger and Hoch, 2006; Wildgoose, 2012; Yedier vd., 2016; Lipner, 2018). Grassberger and Hoch (2006) çalışmalarında doktor balığı ve ultraviyole (UV) birlikte kullanıldığında sedef hastalığı tedavisinde olumlu sonuçların alındığını bildirmişlerdir. Ayrıca, beslenme stratejisi nedeniyle akvaryumda yenmeyen yemlerin ve ortamda oluşan alglerin doktor balığı tarafından yenmesi nedeniyle akvaryum balıkları sektöründe de talep görebilmektedir. Tüm bu

nedenlerden dolayı bu balığa olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Doktor balığına olan talebin artması, bu türün yetiştiriciliğine ilginin artmasına yol açmaktadır. Doktor balığının kontrollü koşullarda yetiştiriciliğinin gerçekleştirilmesi ve pazarda ihtiyaç duyulan balıkların piyasaya arz edilmesi, hem doğal balık stoklarının korunması hem de ekonomi açısından önem arz etmektedir.

Bu derleme çalışması, doktor balığının doğal yaşam alanları ve yapısı, biyolojisi, beslenme şekli, yetiştiricilik potansiyeli, bu alanda yapılmış çalışmalar ve ticari kullanımı hakkındadır. Doktor balığının doğal yaşam alanları ve yapısı, beslenme şekli, biyolojisi ve fizyolojisi hakkında detaylı literatür bilgisinin ortaya konması bu balığın doğadaki stok miktarının korunmasında ve yetiştiricilik çalışmalarına ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

Sistematığı ve Dağılımı

Cyprinidae familyasına ait küçük boyutta bir tatlı su balığı türü olan doktor balığının sistematikteki yeri aşağıdaki şekildedir (Froese and Pauly, 2019).

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Cins: *Garra* (Hamilton, 1822)

Tür: *Garra rufa* (Heckel, 1843)

Türkçe ismi: Doktor balığı, Kangal balığı (Şekil

1)



Şekil 1. Doktor balığının (*Garra rufa*) genel görünüşü

Figure 1. General view of doctor fish (*Garra rufa*)

Doktor balığı ülkemizde Ceyhan, Fırat, Dicle, Asi ve Murat gibi büyük nehirler ve bağlantılı akarsularda (Yalçın-Özdilek ve Ekmekçi, 2006; Karahan ve Ergene, 2009; Ruane et al., 2013; Demirci vd., 2016), Türkiye dışında ise Ürdün, Suriye'nin kıyı kesimindeki su sistemleri ile Dicle-Fırat havzasının Suriye, Irak ve İran kesimlerinde de doğal olarak dağılım göstermektedir (Jarvis, 2011;

Anonim, 2019a). Nur (Amanos) dağlarındaki Asi Nehri'ne (%20.9) ve İskenderun Körfezi'ne (%7.1) dökülen akarsularda doktor balığının (%33.3, toplam balıklar içinde) dört mevsimde görüldüğü Okur ve Yalçın-Özdilek (2008) tarafından bildirilmiştir. Kara vd. (2010) doktor balığının Ceyhan nehir havzasında 13 farklı istasyonda yakalanarak çok geniş bir alanda dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bu türün rapor

edildiği diğer su sistemleri, Mezitli Deresi ve Müftü Deresi (Mersin), Asi Nehri (Hatay), Keşiş Irmağı ve Andırın Deresi (Kahramanmaraş), Kangal Balıklı Kaplıca (Sivas), Murat Nehri Keban Baraj Gölü (Elazığ) şeklinde sıralanabilir (Karahan ve Ergene, 2009; Ruane et al., 2013; Yıldırım vd., 2015; Aslan, 2017; Çelik ve Güzel, 2017).

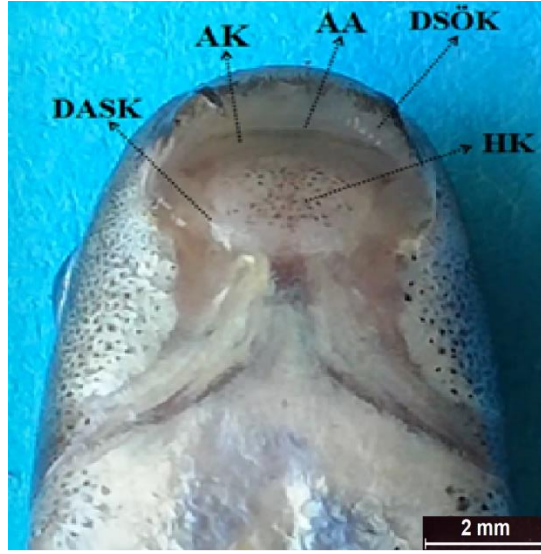
Biyolojisi

Doktor balığı, Cyprinidae familyası içerisinde küçük ve silindirik vücut yapısına sahip bir balık türüdür. Ülkemizden Topardıç Irmağı'nda (Sivas) yakalanan dişi doktor balığında balık boyu 7.4 - 9.7 cm, ağırlığı ise 2.7 - 11.2 g olarak bildirilirken (Bardakci vd., 2000), İran'dan balık boyu 2.9 - 13.0 cm olarak bildirilmiştir (Esmaili and Ebrahimi, 2006). Yine İran'da yapılan diğer bir çalışmada doktor balığının minimum 3.1 cm total boya ve 0.44 g ağırlığa sahip iken maksimum boyunun 11.7 cm, ağırlığının ise 22.2 g olduğu bildirilmiştir (Keivany et al., 2015). İran Kangir Irmağı'nda yakalanan 433 adet doktor balığına ait ortalama boy değerinin 4.8 - 10.2 cm arasında (ortalama 7.0 cm); ağırlık değerinin ise 1.53 - 14.45 g arasında (ortalama 4.7 g) olduğu bildirilmiştir. Abedi et al. (2011) çalışmasında İran'daki Karun Nehri'nden örneklediği (191 erkek, 173 dişi, toplam 364 balık) doktor balığının yaş aralığının 0 - 4 arasında, genel olarak ise 2 - 3 yaşlarında olduğu, boylarının ise 2.9 - 15.2 cm arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Okur (2004) tarafından doktor balığının diagnostik özellikleri, D II 8 - 9; A I 5 - 6; P I 12 - 14; V I 7 - 8; linea lateral 35 - 38; linea transversal 5 - 5 / 3 - 3; farinks dişleri 2.4.5 - 5.4.2 ve solungaç diken sayısını 19 - 21 olarak bildirilmiştir. Ceyhan nehir havzasından yakalanan doktor balığında ise D: III 5 - 9, A: II 4 - 5, P: I 11 - 12, linea lateral: 36 (33 - 37); linea transversal: 5 (4 - 6) / 3 (3 - 4); farinks dişleri: 2.4.5 - 5.4.2 olarak rapor edilmiştir. İran'da Keivany et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise yüzgeç ışın sayılarının bölgelere göre değişmekle birlikte dorsal yüzgeç yumuşak ışın sayısının 7 - 9 arasında olduğu, anal yüzgeç yumuşak ışın sayısının 4 - 5 arasında olduğu, kaudal yüzgeç ışın sayısının ise 17 - 19 arasında olduğu bildirilmiştir. Keivany et al. (2015), bölgeler arasında balıkların morfolojilerinde görülen farklılıkların genetik ve çevresel etkenlerden meydana gelebileceği, ayrıca moleküler tekniklerin araştırmalarda kullanmanın önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Yedier vd. (2016) çalışmasında Kangal Balıklı Çermik Termal kaynağından örnekledikleri doktor balığında üç farklı otolit ve yedi çeşit pul şeklinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Doktor balığı karyolojik açıdan incelendiğinde $2n = 44$ kromozom,

22 metasentrik, 20 submetasentrik (Gözükara ve Çavaş, 2004): $2n = 44$; 16 metasentrik, 26 submetasentrik, 1 subtelosentrik, 1 akrosentrik, $NF = 87$ (Kılıç-Demirok, 2000) kromozoma sahip olduğu bildirilmiştir. Karahan ve Ergene (2009): Mersin, Sivas, Kahramanmaraş ve Hatay illerindeki doktor balığının kromozom sayısının $2n = 46 - 50$ olduğunu, literatürde bildirilen sonuçlarda ise $2n = 44 - 52$ olduğunu, balıkların morfometrik ve sitogenetik karakterlerde önemli farklılıkların görülebileceğini bildirmişlerdir. Üreme biyolojisi açısından bakıldığında Patimar et al. (2010), İran'daki doğal yaşam alanında yakalanan 2 yaş ve üzerindeki dişi balıklarda minimum yumurta sayısı 1680 adet, maksimum ise 13927 adet olarak rapor etmişlerdir. Ayrıca, yumurta büyüklüğünün çok değişkenlik gösterdiği, yumurta çapının 0.1 - 1.7 mm arasında ve ortalama 0.8 mm olduğu bildirilmiştir. Abedi et al. (2011)'nin çalışmasında ise yumurta çapının 0.03 - 1.98 mm arasında (ortalama 0.67 mm) olduğu yumurta sayısı ise balık başına 283 - 3794 arasında (ortalama 1179 adet) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca balıkların yumurta çapının ve gonadosomatik indeks (GSI) değerinin Mayıs ayında en yüksek olduğu, aralık ayında ise en düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Beslenme Şekli

Doktor balığı sindirim sistemi incelendiğinde ağırlıklı olarak fitoplankton, az miktarda da zooplankton türleri ile beslendiği bildirilmektedir (Demirci vd., 2016). Şekil 2'de görüldüğü gibi hilal şeklinde ve alt konumlu ağız yapısına sahip olan bu balıklar, doğal yaşam alanlarında detritustan beslenmektedir (Jarvis, 2011). Teimori et al. (2011) tarafından da bildirildiği gibi balıkların hilal şeklindeki ağzın hemen altında yapışkan organ/disk bulunmakta ve bu organ 4 farklı parça ve kıvrımlardan oluşmaktadır (Şekil 2). Bu yapışkan organ sayesinde organizma kaya, taş gibi çeşitli ortamlara tutunarak akıntılı bölgelerde rahatlıkla bulunabilmekte ve beslenebilmektedir. Yalçın-Özdilek ve Ekmekçi (2006) Asi Nehri'ndeki doktor balığının beslenme özelliklerini araştırdıkları çalışmada, bu türün bazı rotifer ve protozoa dışındaki fitoplankton ve chrysophytes ile beslendiğini bildirmişlerdir. Yine Asi Nehri'nden yakalanan balıkların sindirim sistemi incelemesi sonrasında bu türün besinlerini ağırlıklı olarak diatom (Bacillariophyta) (%65.2) ve yeşil alg (Chlorophyta) (%16.2) türlerinin oluşturduğu, hayvansal orijinli türlerin ise çok az tespit edildiği, bu beslenme şeklinde ağız yapısı ve konumunun önemli etken olduğu bildirilmiştir (Demirci vd., 2016).



Şekil 2. Doktor balığının ağız açıklığı ve yapışma organı (disk) ile baş ve toraksın ventral görünümü. Yapışma organı: Ağız açıklığı (AA): disk saçaklı ön kıvrım (DSÖK): arka kıvrım (AK): disk hissiz kısım (HK): diskin arka serbest kısmı (DASK)

Figure 2. Ventral view of the doctor fish mouth. Adhesive organ in doctor fish: Mouth opening (AA), anterior labial region (DSÖK), posterior labial region (AK), disc region (HK), free margin of disc (DASK)

Yetiştiricilik Çalışmaları

Literatür taraması, doktor balığı ile ilgili yetiştiricilik araştırmalarının sınırlı sayıda olduğunu göstermektedir. Bu araştırmalardan Jarvis (2011), doktor balıklarının pH 7.0 - 9.0 ve sıcaklık 15.0 - 31.2 °C arasında su kalite parametrelerine sahip ortamlarda yaşadığını bildirmiştir. Bu balık türünün geniş sıcaklık aralıklarında yaşayabildikleri, 30 °C ve üstündeki su sıcaklıklarında yaşamlarını sürdürebildikleri bildirilmektedir (Değirmenci, 1995; Tutar ve Okan, 2012; Çelik ve Güzel, 2017; Demir, 2019). Doktor balığının bu özelliği, türün yetiştiriciliğinde önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Su ürünleri yetiştiriciliği çalışmalarında su sıcaklığı ve balığın termal biyolojisi dikkate alınması gereken en önemli noktalardan birisidir (Demir, 2019). Bu açıdan bu balık türünün yetiştiricilik çalışmaları kapsamında su sıcaklığının minimum ve maksimum değerleri Demir (2019) tarafından ayrıntılı biçimde araştırılmıştır. Ancak büyüme ve yem değerlendirme için optimum su sıcaklık değerlerinin detaylı olarak belirlenmesi bu balık türünün yetiştiriciliği için yol gösterici olacaktır. Yetiştiricilik çalışmalarında en önemli konu, türün kontrollü koşullarda anaçlardan yumurta ve spermanın alınıp başarılı bir dölleme ve sonrasında elde edilen larvaların büyütülmesidir. Bu amaçla doktor balığında Vazirzadeh et al. (2014) ovaprim hormonunu yumurtlama uyarıcı olarak etkisi, larvaların besleme ve bakımı üzerine araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmada İran sınırlarında şubat, nisan, mayıs, haziran aylarında (su sıcaklığı 11.1, 18.0, 21.3, 25.5 °C, sırasıyla ve 7.4, 8.2, 8.5, 8.4

pH, sırasıyla) Helleh Irmağı'ndan yakalanan (ortalama balık ağırlığı 9.2 - 12.0 g) balıklara 0.1, 0.2, 0.02 ve 0.04 ml/balık ovaprim uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda hormon uygulamasının yumurta ve sperma alımında kullanılabileceği, ancak yüksek doz (0.1 ve 0.2 ml/balık) hormon uygulaması sonrasında balıkların öldüğü, düşük dozların kullanılması gerektiği rapor edilmiştir. Ovaprim uygulamasından başka diğer hormon çeşitlerinin (Harlıoğlu, 2014) doktor balığında yumurta ve sperma alımı üzerindeki etkisinin araştırılması ve uygun dozların tespit edilmesi başarılı bir üretim için önemli olduğu düşünülmektedir. Vazirzadeh et al. (2014) araştırmasında deneyin sonlandırılmasından bir hafta sonra hormon uygulaması yapılmayan grup balıklarının bazıları su sıcaklığının 28 °C'ye çıkması sonrasında yumurta bıraktığı rapor edilmiş. Yine aynı çalışmada 24 °C altında ve 34 °C üstündeki sıcaklık değerlerinin larva büyütmede önerilmediği, 28 - 30 °C arasındaki su sıcaklık değerinin uygun olduğu bildirilmiş. Doğadaki balıkların üreme zamanları ve su sıcaklık değerleri dikkate alındığı zaman üreme için anaç balıkların su sıcaklık değerinin 20 °C üzerinde olduğu, larvalar için ise 24 °C üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Bardakci vd. (2000) yaptığı çalışmada kaplıca sularında (yıl boyunca 35 °C sıcaklık) bulunan balıklara ait oosit hücrelerinin maksimum çapının 700 µ olduğu, kaplıcaya yakın Topardıç deresinde (su sıcaklığı yıl içerisinde mevsime bağlı olarak değişmekte) bulunan balıklarda ise 1125 µ olduğu bildirilmiş. Ayrıca kaplıca sularında bulunan balıklara ait oosit hücrelerine ait vitellogenesis safhasının yüksek sıcaklık ve açıklık

nedeni ile olumsuz etkilendiği ifade edilmiş. Bu balık türünün üretimi sırasında su sıcaklık değerinin iyi ayarlanması, balıklarda başarılı bir üretim işleminin gerçekleşmesinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Doktor balığına verilecek yem besin madde kompozisyonu ve yem içeriği üzerine gerçekleştirilmiş bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Catarino et al. (2019): 4 - 5 cm boyundaki doktor balığı üzerinde yaptıkları besleme çalışmasında balıkların günde iki defa yemlenmesinde balıklara ait yaşama oranının %90.0 olduğunu, günde üç defa beslenmesinde ise yaşama oranının %86.7 olduğunu rapor etmiştir. Yine aynı çalışmada günde üç defa yemleme yapılan gruptaki balıkların boyu iki defa yemleme yapılan gruba göre önemli oranda daha fazla arttığı tespit edilmiş. Ancak mutlak büyüme oranı ve spesifik büyüme oranında günde iki defa ve üç defa yemleme yapılan grupların arasında önemli bir farklılığın görülmediği bildirilmiş. Ayrıca, günlük yemleme oranı vücut ağırlığının %3.2'si oranında olduğu bildirilmiş. Yapılan diğer bir çalışmada anaç balıklardan elde edilen larvaların beslenmesinde yeni açılmış artemia ile beslemenin fitoplankton ve infusaria ile beslemeye göre larvalarda daha fazla hayatta kalma oranı elde edildiği bildirilmiş (Vazirzadeh et al., 2014). Balıkların yetersiz beslenmesi, yem verimini ve büyümeyi düşürürken rekabeti arttırdığı ve balıkların birbirine zarar vermesine yol açtığı bildirilmektedir (Çantaş ve Yıldırım, 2019). Bu nedenle bu balık türüne ait uygun besin madde oranlarının, yem içeriklerinin ve besleme rejiminin tespit edilmesi, sürdürülebilir balık yetiştiriciliği açısından önem arz etmektedir. Balık yemlerinde kullanılan balık ununun artan fiyatı, doğal balık stoklarının azalması ve elde edilmesindeki belirsizlik nedeniyle balık unu yerine geçebilecek daha ucuz ve kolay elde edilebilen hammadde kaynaklarının yemlerde kullanılması gerekmektedir (Aydın ve Gümüş, 2016; Bahadır Koca vd., 2019). Ayrıca, İşgören Emiroğlu vd. (2019)'ne göre ülkemizde balık yemi yapımında yem hammaddeleri açısından dışa bağımlı bir üretim gerçekleştirildiği düşünüldüğünde bitkisel ağırlıklı bir beslenme yapısına sahip bu balıkların yetiştiriciliğinde balıklara verilecek yem, yem maliyeti açısından önemli bir avantaja sahip olduğu düşünülmektedir.

Doktor balığı hızlı hareket eden, çeşitli yüzeylere tırmanabilen bir balık türü olduğu için balıkların stoklanacağı akvaryum ve tank sistemlerinin üzerinin balıkların geçemeyeceği göz açıklığına sahip ağla örtülmesi, balıkların dışarıya sıçraması nedeni ile kaçarak ölmesine engel olacaktır. Özellikle ilk defa yeni bir ortama stoklanması sonrasında kaçma ve akıntıya karşı yüzme davranışı sergilemektedir. Alt konumlu ağız

yapısına sahip olduğu ve daha çok su tabanında bulunduğu için bu balıkların yetiştiriciliğinde kullanılacak akvaryum, tank veya havuz sistemleri tasarlanırken taban kısmının geniş ölçülerde olması önemlidir. Su yüksekliğinin ise en az 30 cm olması yeterli olacağı düşünülmektedir.

Üretim için öncelikle sağlıklı anaç balıkların doğadan temin edilmesi, adaptasyon ve karantina işlemlerin tamamlanması gerekmektedir. Anaç balıkların seçiminde hastalıktan arı, renkleri canlı ve anaç boyundaki sağlıklı balıklar seçilmelidir. Doktor balığının üretiminde yumurtlamayı teşvik etmek için benzer doğal koşulların oluşturulması ve besin madde içeriği açısından iyi formüle edilmiş yemlerle balıkların beslenmesi gerekir. Diğer taraftan su sıcaklığı üretim için önemli bir parametre olup doğal yaşamındaki sıcaklık döngüsü takip edilmesi yumurta alımı açısından önemlidir. Anaçlar amino asit ve yağ asitlerince zengin formüle ve canlı (rotifer, artemia, su piresi, tubifeks vb.) yemlerle beslenmesi balıkların kondisyon kazanması açısından gereklidir. Doktor balığı, yumurtalarını uygun bir yere saçarak veya bırakarak üreme faaliyetlerini gerçekleştirir. Anaç balıkların kendi yumurtalarına zarar verebileceğinden, dölenen yumurtaların anaçlardan korunması veya anaçların ulaşamayacağı bir yere alınması önemlidir. Doktor balığından yumurta ve sperma alma ve larva büyütme tekniklerinin geliştirilmesi üzerine bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesi bu türün yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için önem arz etmektedir.

Su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinde ve bilimsel araştırmalarda çalışma kolaylığı, balıkların fiziksel olarak yaralanmasının engellenmesi ve refahı açısından sedasyon / anestezi işlemi uygulanmaktadır (Metin vd., 2015; Aydın and Barbas, 2020). Doktor balığının anestezisi üzerine yapılmış bir araştırmada iki farklı su sıcaklığında karanfil yağının doktor balığı üzerindeki minimum etkili konsantrasyon değerinin 15 °C su sıcaklığında 75 µL L⁻¹, 25 °C de 50 µL L⁻¹ olduğu, 2-fenoksietanolün ise her iki sıcaklıkta 300 µL L⁻¹ olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (Aydın vd., 2019).

Doktor balığı hastalık açısından değerlendirildiğinde *Aeromonas sobria* (Majtán et al., 2012), *Citrobacter freundii* (Baeck et al., 2009) ve *Streptococcus agalactiae* ve aquatic birnavirus (Ruane et al., 2013), *Paradiplozoon bingolensis* (Civáňová et al., 2013), *Mycobacterium marinum* (Vanhootehem and Theate, 2017), *Clinostomum complanatum* (Digenea, Clinostomidae) (Maleki et al., 2018) gibi patojenlerin tespit edildiği rapor edilmiştir.

Balıkların Kullanım Şekli ve Ticareti

Küresel alanda ve ülkemizde doktor balıklarına olan talep daha çok turizm sektöründen gelmektedir.

Sektörde yer alan otel, hamam, SPA gibi tesislerde yaz sezonunda turist sayısının da artışıyla bu balıklara olan talep ve balıkların kullanımı artmaktadır. Söz konusu tesislerde Şekil 3’de görülen ve benzeri sistemlere yerleştirilen balıklar, ağız hareketleri ile yaptığı masaj hissi deneyimini yaşamak ve hoş vakit geçirme adına insanlar tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca doktor balıkları, Sivas Balıklı Kaplıcaları veya özel ihtiyoterapi merkezlerinde sedef hastalığı ve egzama gibi bazı cilt hastalıklarının iyileşmesinde destekleyici veya alternatif tedavi yöntemi şeklinde de kullanılmaktadır. Tüm bu işletmelerde kullanılan ve ticareti yapılan doktor balıkların miktarı ile ilgili olarak resmi bir veriye rastlanamamıştır. Özellikle turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu alanlarda önemli bir miktarda bu balıkların ticaretinin yapıldığı bilinmektedir. Doktor balıklarının 2019 yılında balık büyüklüğüne bağlı olarak yaklaşık olarak 3.0 - 6.0 Türk Lirası/adet arasında bir fiyata satıldığı bilinmektedir. Bu fiyat, Avrupa’da 2011 yılında yaklaşık 1.4 - 2.4 İngiliz sterlini/adet arasında olan

(Wildgoose, 2012) fiyatlandırma ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu, ülkemizde pazarlanan balıkların kalite ve marka değerlerinin artırılması, sektör temsilcileri ve ülke ekonomisi açısından önemlidir.

Bu balıkların sektörde kullanımı esnasında insan sağlığı ve balık refahı açısından gerekli prosedürlerin tespit edilmesi ve ilgili işletmelerde uygulanması önemlidir. Küreselleşmenin ve eğitim seviyesinin her geçen gün arttığı günümüz dünyasında iyi bir pazarlama stratejisi için müşterilerin isteklerinin önemsenmesi ve karşılanması gerekmektedir (Aydın, 2018). Bu kapsamda su ürünleri yetiştiriciliğinde iyi tarım uygulamaları kapsamında sertifikalı balıkların üretimi, artan rekabet ortamında balıkların marka değerinin artmasında önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Yılmaz vd., 2017). Ayrıca, doktor balıklarının turizm sektöründeki tesislerinde kullanımı, gerekli sistemin kurulumu ve balıkların takibi açısından su ürünleri mühendislerine önemli bir iş fırsatı doğmaktadır.



Şekil 3. Turizm sektöründe doktor balığının kullanımı (Anonim, 2019b)

Figure 3. The use of doctor fish in the tourism sector (Anonymous, 2019b)

SONUÇ

Su ürünleri yetiştiriciliği alanında alternatif tür çeşitliliğinin sağlanması amacıyla bu balık türünün yetiştiriciliğinin yapılması ve desteklenmesi, ülke ekonomisi ve doğal balık stoklarının korunması açısından önem arz etmektedir. Ülkemizde ruhsatlı bir yetiştiricilik işletmesinin olmadığı ancak Antalya’da bir girişimcinin bu balığın yetiştiriciliğini yapabilmek için başvurusunun bulunduğu bilinmektedir. Doktor balıklarının doğal yaşam

alanları göz önüne alındığında ülkemizin güney bölgelerinde bu türün yetiştiriciliğinin yapılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu balıkların pazarlanması ve kullanımı esnasında insan sağlığı ve balık refahı açısından dikkatle takip edilmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

BA ve SA araştırmayı tasarladı. BA ve SA literatür taraması gerçekleştirdi ve makaleyi yazdı. Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

KAYNAKLAR

- Abedi, M., Shiva, A.H., Mohammadi, H., Malekpour, R., 2011. Reproductive biology and age determination of *Garra rufa* Heckel, 1843 (Actinopterygii: Cyprinidae) in Central Iran. Turkish Journal of Zoology, 35 (3): 317-323.
- Anonim, 2019a. *Garra rufa*. Discover Life Web database application. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?r=0.05&la=33&lo=42&kind=Garra+rufa> (Erişim Tarihi: 11 Temmuz 2019)
- Anonim, 2019b. <http://doktorbalik.com/tr/galeri> (Erişim tarihi: 14 Temmuz 2019)
- Aslan, Ş., 2017. Murat Nehrindeki *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nın Bazı popülasyon Parametrelerinin İncelenmesi. Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tunceli, 49 s.
- Aydın, B., Gümüş E., 2016. Balık yemlerinde alternatif hammadde kaynağı kurutulmuş damıtma kalıntıları ve çözümleri maddeleri DDGS. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Derg., 1 (3): 87-91.
- Aydın, B., 2018. Üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satın alma görüş ve tutumları. Su Ürünleri Derg., 35: 453-460.
- Aydın, B., Akhan, S., Gümüş, E., Özbaş, M., 2019. Anesthetic efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol on doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843). Boletim do Instituto de Pesca, 45 (4): e506.
- Aydın, B., Barbas, L.A.L., 2020. Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. Aquaculture, 520: 734999.
- Bahadır Koca, S., Pazar, M., Atar, B., Yiğit, N.Ö., 2019. Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) tohumunun balık yemi hammaddesi olarak kullanılabilirliği ve ülkemizde yetiştirilebilirliğinin araştırılması. Acta Aquatica Turcica, 15 (1): 108-116.
- Bardakci, F., Ozansoy Ü., Koptagal E., 2000. A comparison of oogenesis under constant and fluctuating temperature in Doctor Fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Teleostei: Cyprinidae). World Wide Web Journal of Biology, Volume 5. <http://epress.com/w3jbio/vol5/bardakci/index.html> (Accessed Date: 2 June 2019)
- Baack, G.W., Kim, J.H., Choresca, C., Gomez, D.K., Shin, S.P., Han, J.E., Park, S.C., 2009. Mass mortality of doctor fish (*Garra rufa obtusa*) caused by *Citrobacter freundii* infection. Journal of Veterinary Clinics, 26 (2): 150-154.
- Bhattacharya, S., 2016. Doctor fish *Garra rufa*: Health and risk. Journal of Fisheries Sciences. Com., 10 (1): 1-3.
- Catarino, M.M.R.S., Gomes, M.R.S., Ferreira, S.M.F., Gonçalves, S.C., 2019. Optimization of feeding quantity and frequency to rear the cyprinid fish *Garra rufa* (Heckel, 1843). Aquaculture Research, 50: 876-881.
- Civáňová, K., Koyun, M., Koubková, B., 2013. The molecular and morphometrical description of a new diplozoid species from the gills of the *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Cyprinidae) from Turkey - Including a commentary on taxonomic division of Diplozoidae. Parasitology Research, 112 (8): 3053-3062.
- Çantaş, İ.B., Yıldırım, Ö., 2019. Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerin çevreye etkisinin azaltılması. Su Ürünleri Derg., 36 (1): 87-97.
- Çelik, P., Güzel, E., 2017. Farklı su sıcaklıklarının beni balığı (*Cyprinion macrostomus*) yavrularının büyümesi üzerine etkisi. Menba Su Ürünleri Fak. Derg., 3 (1-2): 1-7.
- Değirmenci, M., 1995. Hydrogeological characteristics of Balıklı Kaplıca (Sivas-Kangal) (in Turkish). Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yerbilimleri, 17: 69-87.
- Demir, M.A., 2019. Doktor balığının (*Garra rufa* Heckel, 1843) kritik termal minimum ve maksimum su sıcaklığı değerlerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 48 s.
- Demirci, S., Yalçın-Özdilek, Ş., Şimşek, E., 2016. Study on nutrition characteristics of study on nutrition characteristics of *Garra rufa* on the River Asi. Fresenius Environmental Bulletin, 25 (12a): 5999-6004.
- İşgören Emiroğlu, D., Tolon, M., Balkı Günay, D., Yapıcı, S., 2019. Türkiye balık yem sanayisinin gelişimi. Su Ürünleri Derg., 36 (1): 75-80.
- Froese, R., Pauly, D., 2019. FishBase (version Feb 2018). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist (Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieuwerkerken E. van, Zarucchi J., Penev L., (eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884X.
- Esmaili, H.R., Ebrahimi, M., 2006. Length-weight relationships of some freshwater fishes of Iran. Journal of Applied Ichthyology, 22: 328-329.
- Gozukara, S.E., Cavas, T., 2004. A karyological analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River basin in Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 497-500.

- Grassberger, M., Hoch, W., 2006. Ichthyotherapy as alternative treatment for patients with psoriasis: A pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 3 (4): 483-488.
- Harlıoğlu, A.G., 2014. Kültür balıklarında döl alımında hormon kullanımı. *Menba Su Ürünleri Fak. Derg.*, 3: 35-38.
- Jarvis P.L., 2011. Biological synopsis of *Garra rufa*. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 2946: 1-14.
- Kara, C., Alp, A., Şimşekli, M. 2010. Distribution of fish fauna on the upper and middle basin of Ceyhan River, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 111-122.
- Karahan, A., Ergene, S., 2009. Cytogenetic variation of geographically isolated four populations of *Garra rufa* [(Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae)] in Turkey. *Caryologia*, 62 (4): 276-287.
- Keivany, Y., Nezamoleslami, A., Dorafshan, S., 2015. Morphological diversity of *Garra rufa* (Heckel, 1843) populations in Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2: 148-154.
- Kılıç-Demirok, N., 2000. Dicle su sisteminde yaşayan bazı cyprinid tür ve alttürlerinin kromozomları üzerine çalışmalar. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Diyarbakır, 71 s.
- Lipner, S.R., 2018. Onychomadesis following a fish pedicure. *JAMA Dermatology*, 154 (9): 1091-1092.
- Majtán, J., Černý, J., Ofúkana, A., Takáč, P., Kozánek, M., 2012. Mortality of therapeutic fish *Garra rufa* caused by *Aeromonas sobria*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (2): 85-87.
- Maleki, L., Ghaderi, E., 2018. Occurrence and description of *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1819) metacercariae in freshwater fishes from Gheshlagh basin, West of Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 14 (2): 91-103.
- Metin, S., Didinen, B.I., Kubilay, A., Pala, M., Aker, İ., 2015. Determination of anesthetic effects of some medicinal plants on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *LIMNOFISH- Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1): 37-42.
- Okur, E., 2004. Amanos dağ dereleri (350 151- 360 201 D 360 051- 360 401 K) balık faunası ve bazı habitat özelliklerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 79 s.
- Okur, E., Yalçın, Ş., 2008. Preliminary study of fish community structure in Amanos Mountain streams (Hatay-Turkey). *Biologia*, 63 (3): 427-438.
- Özçelik, S., Polat, H.H. Akyol, M. Yalçın, A.N. Özçelik, D., Marufihah, M., 2000. Kangal hot spring with fish and psoriasis treatment. *The Journal of Dermatology*, 27: 386-390.
- Patimar, R., Chalanchi, M.G., Chamanara, V., Naderi, L., 2010. Some life history aspects of *Garra rufa* (heckel, 1843) in the Kangir River, Western Iran: (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 51 (1): 57-66.
- Ruane, N.M., Collins, E.M., Geary, M., Swords, D., Hickey, C., Geoghegan, F., 2013. Isolation of *Streptococcus agalactiae* and an aquatic birnavirus from doctor fish *Garra rufa* L. *Irish Veterinary Journal*, 66 (1): 2-5.
- Teimori, A., Esmaeili, H.R., Ansari, T.H., 2011. Micro-structure consideration of the adhesive organ in doctor fish, *Garra rufa* (Teleostei; Cyprinidae) from the persian gulf basin. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 407-411.
- Tutar, Y., Okan, Ş., 2012. Heat shock protein 70 purification and characterization from *Cyprinion macrastomus macrastomus* and *Garra rufa obtusa*. *Journal of Thermal Biology*, 37: 95-99.
- Vanhootehem, O., Theate, I., 2017. Fish pedicure-induced foot mycobacteriosis infection due to *Mycobacterium marinum*: a first case report. *European Journal of Dermatology*, 27 (3): 299-300.
- Vazirzadeh, A., Zahedinejad, S., Bahri, A., 2014. Spawning induction in doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843) by ovaprim and captive rearing of larvae. *Iranian Society of Ichthyology*, 1 (4): 258-265.
- Wildgoose, W.H., 2012. A review of fish welfare and public health concerns about the use of *Garra rufa* in foot spas. *Fish Veterinary Journal*, 13: 3-16.
- Yalçın-Özdilek, Ş., Ekmekçi, F.G., 2006. Preliminary data on the diet of *Garra rufa* (Cyprinidae) in the Asi basin (Orontes): Turkey. *Cybium*, 30 (2): 177-186.
- Yedier, S., Kontaş, S., Bostancı, D., Polat, N., 2016. Otolith and scale morphologies of doctor fish (*Garra rufa*) inhabiting Kangal Balıklı Çermik Thermal Spring (Sivas, Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15 (4): 1593-1608.
- Yıldırım, T., Şen, D., Eroğlu, M., Çoban, M.Z., Demirok, F., Gündüz, F., Arca, S., Demir, T., Gürçay, S., Uslu, A.A., Canpolat, İ., 2015. Keban baraj gölü balık faunası, Elazığ, Türkiye. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Derg.*, 27 (1): 57-69.
- Yılmaz, S., Gümüş, E., Ersoy, N., Aydın, B. 2017. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinde iyi tarım uygulamaları. Süleyman Demirel Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Derg., 13 (2): 231-238.



Triticeae'da abiyotik stresle ilişkili miRNA'lar

Özlem BAKIR

Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Bartın, Türkiye
e-mail: obakir@bartin.edu.tr
doi: 10.17097/ataunizfd.655207

Geliş Tarihi (Received):04.12.2019 **Kabul Tarihi (Accepted):** 05.05.2020 **Yayın Tarihi (Published):** 19.05.2020

ÖZ: Bitkiler çeşitli çevresel streslerin üstesinden gelebilmek için birçok farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir. Besin stresi, kuraklık, soğuk, tuzluluk, ağır metal, oksidatif stres gibi abiyotik streslerin, bitkilerde transkripsiyonel ve posttranskripsiyonel düzeylerde yüzlerce genin ekspresyonunu düzenlediği ortaya çıkmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla miRNA'ların da bu mekanizmalarda rol aldıkları ortaya çıkmaktadır. Bitki mikroRNA'ları (miRNA'lar), abiyotik ve biyotik streslere cevap olarak, genom bütünlüğünün korunması gibi temel süreçlerde önemli rol oynamaktadır. Abiyotik ve biyotik stresler sırasında miRNA'lar tarafından düzenlenen karmaşık moleküler mekanizmanın anlaşılması, bitki verimliliğini artırmak için yeni yaklaşımlar sunabilir. Bu derlemede farklı abiyotik stres etkisi altındaki miRNA'ların, stres toleransında nasıl rol oynadıkları ve hedef genler üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Ayrıca strese verilen yanıt mekanizmaları üzerinde çeşitli azaltıcı veya artırıcı yönde düzenlenmiş bitki miRNA'larına odaklanılmıştır. Bu bilgiler ışığında, farklı çevresel streslere maruz kalan bitkilerin miRNA profili, ileriki çalışmalarda araştırmacıların yeni miRNA hedeflerinin tanımlanmasında ve karakterize edilmesinde yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, Gen ifadesi, miRNA, *Triticeae*

Abiotic stress-related miRNAs in *Triticeae*

ABSTRACT: Plants have developed very complex mechanisms to overcome various environmental stresses. It has been found that abiotic stresses such as nutritional stress, drought, cold, salinity, heavy metal, oxidative stress regulate the expression of hundreds of genes in transcriptional and post-transcriptional levels in plants. Recent studies show that miRNAs also play a role in these mechanisms. Plant microRNAs (miRNAs) play an important role in basic processes such as the development and maintenance of genome integrity in response to abiotic and biotic stresses. Understanding the complex molecular mechanism regulated by miRNAs during abiotic and biotic stresses may offer new approaches to improve plant productivity. This review describes how miRNAs under different abiotic stresses play a role in stress tolerance and their effects on target genes. In addition, various down and up regulated plant miRNAs have been focused on the response mechanisms to stress. In light of this information, the miRNA profile of plants exposed to different environmental stresses will help researchers identify and characterize new miRNA targets in future studies.

Keywords: Abiotic stress, Gene expression, miRNA, *Triticeae*

GİRİŞ

Bitkiler büyüme, gelişme ve verimlerini büyük ölçüde etkileyen çeşitli biyotik ve abiyotik streslere maruz kalmaktadır. Kuraklık, soğuk, sıcak, tuz ve beslenme eksiklikleri gibi abiyotik stres faktörleri, tarımsal üretimde başlıca sınırlayıcı faktörlerdendir. Bitkiler doğada sabit canlılar oldukları için, çeşitli biyotik veya abiyotik faktörlerin neden olduğu çevresel streslerle başa çıkmak için etkili stratejiler ve mekanizmalar geliştirmişlerdir. Strese yanıt mekanizmaları farklı morfolojik, biyokimyasal ve moleküler seviyelerde stres direncine veya stres toleransına katkıda bulunmaktadır (Covarrubias and Reyes, 2010). Moleküler biyoloji araştırmaları, bitkilerin sadece mRNA veya protein seviyesinde değil, aynı zamanda transkripsiyon sonrası seviyede de strese yanıt verdiğini göstermiştir (Phillips et al.,

2007). Bitkilerin bu stres faktörlerine cevabında miRNA'ların da etkin rol oynadıkları bilinmektedir (Akdogan et al., 2016). Bitki miRNA'ları; 21-24 nükleotid uzunluğunda, korunmuş, kodlamayan RNA'lar (ncRNA'lar) sınıfında yer alıp, herhangi bir proteini kodlamayan ancak gen ekspresyonunu düzenlemede rol oynayan RNA molekülleri grubudur (Cech and Steitz, 2014; Morris and Mattick, 2014). Diğer bir deyişle miRNA'lar, DNA'dan transkripsiyonu (RNA üretimi) yapılan ama translasyonu yapılmayan (proteine çevirilmeyen) genler tarafından kodlanırlar. microRNA'lar, hedef transkriptlerinin, translasyonel baskılama veya ilişkili mRNA'nın doğrudan ayrılmasına yol açan veya yol açmaya neden olan tamamlayıcı bağlanma yoluyla, fonksiyonel proteinlere translasyonunu durdurmaktadırlar (Budak and Akpinar, 2015).

miRNA'lar, hedef mRNA ya komplementerlik esasına göre bağlanır. Bir miRNA birden fazla mRNA'yı hedef alabilmektedir. miRNA hedef mRNA ile komplementer ise hedef mRNA'yı keserek parçalar. Kısmi komplementer olması durumunda ise hedef genin translasyonunu baskılayarak etki göstermektedir. miRNA'lar intergenik veya intronik olarak sınıflandırılabilir. İntergenik miRNA'lar bağımsız transkripsiyon birimine sahiptir ve kendi promotorları vardır. İntonik miRNA'lar ise kendilerinin konukçu genleri ile aynı promotoru paylaşmaktadır. miRNA biyogenezinden kısaca bahsedecek olursak; miRNA geni RNA polimeraz II tarafından pri-miRNA (5' başlık ve poly-A kuyruklu) olarak transkribe edilmektedir. Drosha (RNase) tarafından 60-70 nt uzunlukta, sap-ilmik yapıda ve 3' ucundan sarkacak şekilde, uzun pre-miRNA haline getirilmektedir. Pre-miRNA, Exportin-5 proteini tarafından sitoplazmaya taşınmaktadır. Dicer (RNase) tarafından ~22 nt uzunluğunda olgun miRNA-miRNA dubleksine dönüştürülmektedir. Dicer, bu işlem sırasında TRBP, PACT ve Argonaute proteinleri ile etkileşim halindedir ve bu şekilde RISC (RNA-induced silencing complex) kompleksi oluşmaktadır. RISC kompleksi içinde miRNA dubleksinin bir zinciri (passenger miRNA) çıkartılarak, hedef mRNA'nın komplementeri olan tek zincirli miRNA (guide miRNA) kompleks içinde kalmaktadır. Sonuçta mRNA'nın degrade olması veya translasyonun baskılanması yoluyla post-transkripsiyonel olarak gen susturulmaktadır (Lu et al., 2008a, Zhang et al., 2006, Yang et al., 2012)

Transkriptom analizi ve proteomik çalışmalar, kuraklık, tuzluluk, soğuk gibi oksidatif stresler esnasında gen ekspresyonunda önemli değişiklikler olduğunu göstermektedir (Seki et al., 2002). Gen ekspresyonu esas olarak transkripsiyonel aktivasyon, üretilen mRNA'ların yarı ömrü ve bunların translasyon verimliliği ile belirlenir. Translasyon için spesifik mRNA'ları bloke eden veya hatta dönüşmelerine neden olan, strese duyarlı miRNA'ların keşfedilmesiyle, stres koşulları sırasında transkripsiyon sonrası düzenleme gen ekspresyon düzenlemesinin önemli bir yönü haline gelmiştir (Sunkar et al., 2006). miRNA'lar hedef genlerin DNA metilasyonunu yönlendirebilir ve dolayısıyla epigenetik modifikasyonlar yoluyla transkripsiyonel gen düzenlemesini de etkilemektedir (Wu et al., 2010). Bugüne kadar, biyotik ve abiyotik strese karşı birçok bitki geninin miRNA bazlı regülasyonu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Kantar et al., 2011a; Kumar et al., 2014; Wang et al., 2014). miR398'in tanımlanmasıyla birlikte miRNA'lar ve oksidatif stres arasındaki ilişki açıklanmaya başlamıştır (Şekil 1). Bitki hücrelerini süperoksit radikallerinden koruyan süperoksit dismutaz (SOD) enzimi, süperoksit anyonunu daha az toksik olan hidrojen perokside

çevirmektedir. miR398, stres esnasında miktarı artan reaktif oksijen türlerine (ROT) karşı üretilen antioksidan enzimlerden biri olan SOD'ların, bakır-çinko metal kofaktörü içeren sitoplazmada CSD1 (copper süperoksit dismutaz/bakır süperoksit dismutaz) ve kloroplasttaki CSD2 izozimlerini hedeflemektedir. Dikotiledon ve monokotiledon bitkilerde CSD1 ve CSD2 hedef bölgeleri korunmuştur (Jones Rhoades and Bartel, 2004; Sunkar and Zhu, 2004; Sunkar et al., 2005). Korunan ve korunmayan miRNA'ların hedef tercihi de farklılık gösterebilir. Bazı korunmuş miRNA'lar strese ilişkili transkripsiyon faktörlerini hedef alırken, bazı miRNA'lar biyosentetik ve katabolik süreçlerde görev alan enzimleri, transport ve protein modifikasyonu gibi metabolizmada işlev gören proteinleri hedeflemektedirler.

miR398'in ekspresyon seviyesi, oksidatif stres durumunda azalmakta ve buna bağlı olarak da CSD1 ve CSD2 mRNA'larının akümüasyonu artmaktadır (Şekil 1). Böylece bitkide süperoksit radikallerinin akümüasyonu azaltılarak oksidatif strese karşı tolerans gösterilmiş olur (Sunkar et al., 2006, Kumar, 2014). Temel olarak, bitki miRNA'ları neredeyse tam bir tamamlayıcılık yoluyla hedef moleküllerine bağlanarak, birçok moleküler ve biyokimyasal sürecin spesifik olarak düzenlenmesini sağlayan mRNA molekülünün degradasyonuna yol açmaktadırlar (Zhang et al., 2006). miRNA'ların ilişkili hedefleriyle birlikte ifadesi değişik stres koşullarında farklı olabilmektedir (Kumar et al., 2015; Liu et al., 2015a; Liu et al., 2016). miRNA bazlı stres regülasyonu sürecinde gen transkriptlerinin doğrudan hedeflenmesi sayesinde gen ekspresyonunda değişiklikler sağlanabilmektedir.

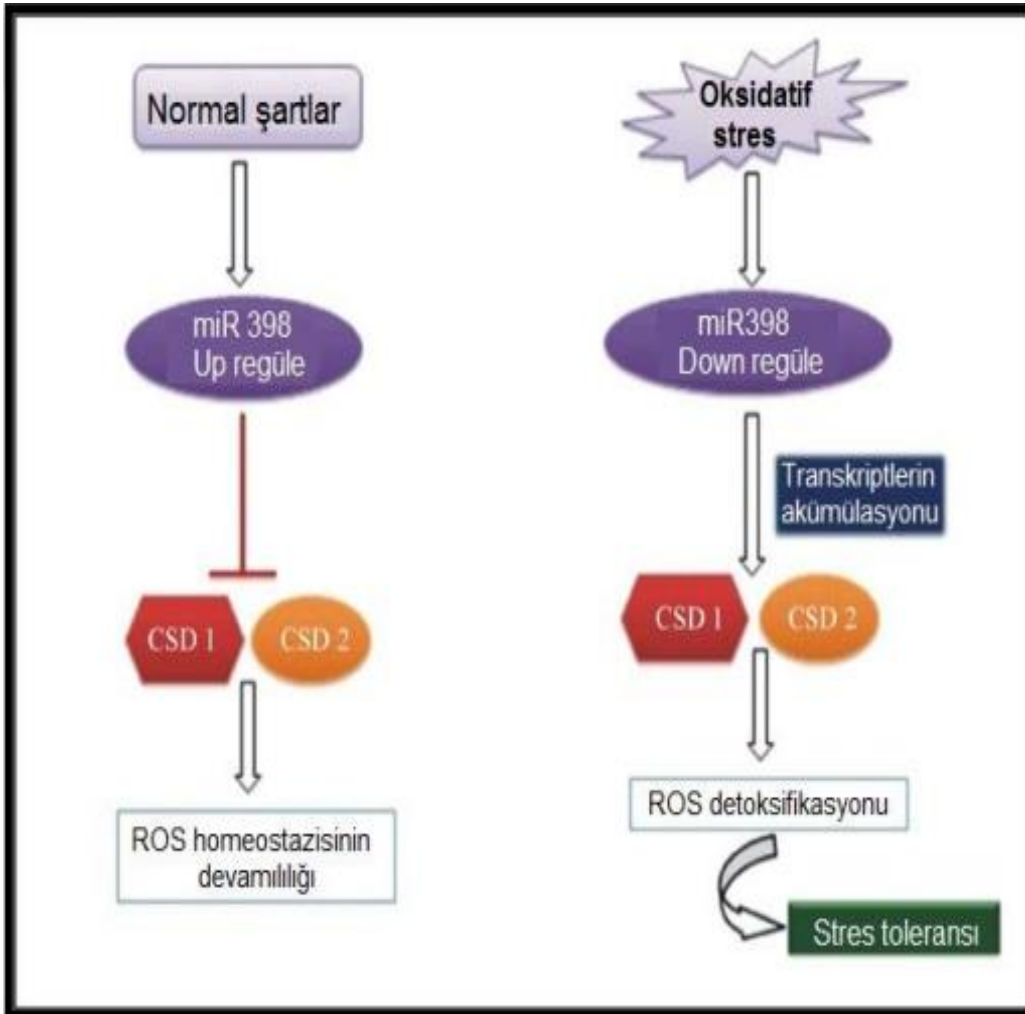
Endojen bitki yollarının modifikasyonu, örneğin mikroRNA'lar (miRNA'lar) ve transkripsiyon faktörlerinin (TF'ler) manipülasyonu abiyotik strese tolerans sağlamada yardımcı olabilmektedir (Sunkar, 2010; Lata et al., 2015). *Arabidopsis*'teki düzenleyici proteinlerin ekspresyon seviyelerinin değiştirilmesiyle ve diğer bazı kültür bitkilerinde (Oh et al., 2005) abiyotik stres toleransı elde edilmiştir (Nelson et al., 2007). Ayrıca, diğer mekanizmalarla birlikte bitkilerde, genom bütünlüğünün ve gelişiminin, miRNA'ların aracılık ettiği sekansa özgü gen düzenleyici mekanizma olan RNA sessizleştirme yoluyla kolaylaştırıldığı da bilinmektedir (Younis et al., 2014). miRNA'lar, bitkilerde ve hayvanlarda transkripsiyonel veya transkripsiyon sonrası seviyelerde protein kodlayan genlerin ekspresyonunu düzenleyen 19-30nt, kodlayıcı olmayan düzenleyici RNA'lardır (Trindade et al., 2010; Sunkar et al., 2012). miRNA'lar önce *Caenorhabditis elegans*'dan keşfedilmiştir (Lee et al., 1993). Genom bütünlüğünün sürdürülmesi, metabolizma, patojenlere karşı bağışıklık ve abiyotik stres yanıtları gibi çok sayıda

biyolojik süreç, miRNA'lar tarafından düzenlenmektedir.

Triticeae'deki abiyotik stres ile ilişkili moleküler mekanizmaları anlamada miRNA'ların ve bunların hedeflerinin tespiti oldukça önemlidir. Yüksek verimli sekanslama teknolojilerinin geliştirilmesiyle, Degradome Sequencing veya PARE (RNA uçlarının paralel analizi) yöntemleri ile abiyotik strese rol alan miRNA hedefleri, doğru bir şekilde belirlenebilmektedir (German et al., 2008). Bu yöntemi kullanarak, *Arabidopsis* (Addo Quaye et al., 2008), çeltik (Li et al., 2010), soya fasulyesi (Shamimuzzaman and Vodkin, 2012) ve buğdayda (Alptekin et al., 2017) çok sayıda miRNA hedef geni başarıyla tanımlanmıştır.

Bu derlemede miRNA'ların kültür bitkilerinin iyileştirilmesindeki önemi vurgulanmaktadır. miRNA'ların fonksiyonel analizi, miRNA'ların

bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Bunların çoğu bitkilerde çeşitli biyolojik, fizyolojik ve metabolik süreçleri, başarılı bir şekilde düzenleyen transkripsiyon faktörlerini hedef alır. miRNA'lar sadece gelişimsel süreçlerin düzenlenmesinde değil aynı zamanda, biyotik ve abiyotik streslere verilen bitki tepkilerinin düzenlenmesinde de rol oynarlar. miRNA'ların çeşitli abiyotik streslere, ağır metal stresine ve besin yoksunluğuna yanıt olarak önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. *Triticeae* üyelerindeki birkaç miRNA (özellikle buğday ve arpada) stres ile ilişkili birkaç hüresel proteini ve yolağı hedefleyerek, abiyotik stres düzenleyicileri olarak tarif edilmiştir. *Triticeae*'deki abiyotik stresle ilişkili olarak tanımlanan spesifik hedef genleriyle birlikte miRNA'lar gösterilmiştir (Çizelge 1,2,3).



Şekil 1. miR398 sinyal yolağı (Bej and Basak, 2014)

Figure 1. Signal path of miR398 (Bej and Basak, 2014)

miRNA'lar ve kuraklık stresindeki rolleri

Kuraklık, mahsulleri hem nitelik hem de nicelik olarak etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Lucas et al., 2011b; Budak et al., 2015b). Kuraklık verimdeki düşüşle doğrudan ilişkili olarak, yüksek ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kantar et al., 2011b; Akpınar et al., 2013). Kuraklık stresine karşı koruma stratejileri doku tipine, strese maruz kalma süresine ve bitkilerin gelişim aşamalarına göre farklılık gösterir (Kuzuoğlu, Öztürk et al., 2012). Bitkiler stresin erken aşamalarında, vejetatif dönemden üreme dönemine geçiş gibi, gelişim aşamalarını değiştirerek de stresten kaçabilirler. Bir başka strateji ise, bitki metabolizmasında su kaybının tehlikeli etkilerini azaltmak amacıyla, su potansiyelini yüksek seviyede tutarak bitkiyi desteklemektir. Kuraklığa bağlı tüm metabolik ve fizyolojik değişiklikler, transkripsiyonel veya translasyonel seviyelerde gen ekspresyonunun düzenlenmesi esasına dayanmaktadır (Ferdous et al., 2015; Obidiegwu, 2015). Sonuç olarak, kuraklık stresinde miRNA bazlı düzenleme önemli bir rol oynar. *Triticeae* üyeleri de dahil olmak üzere farklı mahsullerde, çeşitli miRNA ailelerinin farklı ekspresyonu gösterilmiştir (Kantar et al., 2010; Budak and Akpınar, 2011; Kantar et al., 2011a; Akpınar and Akbudak, 2016).

Doku tipi, kuraklık stresine yanıt mekanizmasında miRNA ifade modelinin bir belirleyicisidir. Kökler ve yapraklar kuraklığa en duyarlı bitki dokularıdır. Çünkü bunlar yüksek su potansiyelinin korunmasında ve ozmotik basıncın düzenlenmesinde doğrudan katkıda bulunmaktadır. Aynı miRNA aileleri, farklı dokularda farklı ekspresyon modelleri gösterebilmektedir. Arpada

miR169, köklerde down regüle olurken, yapraklarda up regüle olarak ifade edildiği tespit edilmiştir (Qui et al., 2016). Başka bir miRNA olan miR159, buğday yapraklarında artan bir ekspresyon seviyesi gösterirken, köklerde ise down regüle olduğu gözlenmiştir (Gupta et al., 2014; Ma et al., 2015) (Çizelge 1). Bazı miRNA ailelerinin değiştirilmiş ekspresyon kalıpları, miRNA'ların hedef spesifikasyonu ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Çünkü miRNA'lar doku tipine göre çoklu hedef tercihleri gösterebilir (Hackenberg et al., 2014). miRNA ekspresyon ifadeleri, kuraklığa duyarlı *Triticeae*'nin farklı üyeleri arasında da değişebilir. miR172 ailesinin üyeleri buğday yapraklarında up regüle olurken, arpa yapraklarında down regüle olduğu yani, iki yakın cinsin farklı ekspresyon seviyeleri gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ayrıca, bazı miRNA aileleri, farklı *Triticeae* üyelerinin aynı dokusunda korunmuş ekspresyon modelleri göstermiştir. miR398, makarnalık buğday ve arpa yapraklarında up regüle olurken (Kantar et al., 2011a; Hackenberg et al., 2014; Liu et al., 2015a), ilginç bir şekilde miR398'in *Arabidopsis*'te down regüle olması, aynı hedef genin indüklenmiş ekspresyonuna yol açmıştır (Sunkar et al., 2006) (Çizelge 1).

Kuraklık stresi altındaki *Triticeae*'nin farklı üyelerinde, korunmuş miRNA ailelerinin spesifik ekspresyon modelleri gösterilmiştir. Bu çalışmalar ışığında, *Triticeae*'nin üyelerindeki kuraklığa toleranslı genotiplerden tanımlanan miRNA ailelerinin, aşırı ekspresyonu veya transformasyonu gibi miRNA bazlı stratejiler, günümüzdeki buğday ve arpada kuraklık stresine karşı tolerans sağlanmasına katkı sunacaktır.

Çizelge 1. *Triticeae*'nin birçok çeşidinden tanımlanan kuraklık stresine karşı duyarlı miRNA'lar (Alptekin et al., 2017'den modifiye edilmiştir)

Table 1. Drought stress-responsive miRNAs identified from several members of the Triticeae (Modified from Alptekin et al., 2017)

miRNA adı	Organizma	Tahmini hedef	Referanslar
miR1432	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>T. aestivum</i>	Fenil-alanin tRNA sentetaz benzeri	Liu et al., 2015a; Kantar et al., 2011a; Ma et al., 2015
miR5048	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>H. vulgare</i>	-	Liu et al., 2015a; Hackenberg et al., 2014
miR5054	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR5071	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR5200	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR007	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR038	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR1029	<i>T. aestivum</i>	-	Gupta et al., 2014
miR109	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a

Çizelge 1'in devamı
Continuation of Table 1

miR1136	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR1137	<i>T. aestivum</i>	-	Ma et al., 2015
miR1318	<i>T. aestivum</i>	-	Ma et al., 2015
miR1435	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> and <i>dicocoides</i>	-	Akpinar et al., 2015
miR1450	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i>	Mn süperoksit dismutaz	Kantar et al., 2011a
miR156	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	Squamosa-promoter bağlanma protein (SBP)-benzeri transkripsiyon faktörü	Kantar et al., 2011a; Liu et al., 2015a; Hackenberg et al., 2014; Kantar et al., 2010; Ma et al., 2015; Lv et al., 2012
miR159	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>T. aestivum</i>	MYB transkripsiyon faktörü	Gupta et al., 2014; Liu et al., 2015a; Ma et al., 2015
miR166	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	Homeodomain lösün fermuar (HD-Zip) transkripsiyon faktörü	Kantar et al., 2011a, Hackenberg et al., 2014; Kantar et al., 2010,
miR167	<i>Ae. tauschii</i> , <i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>T. aestivum</i>	-	Liu et al., 2015a; Ma et al., 2015 Akpinar and Budak, 2016
miR168	<i>T. aestivum</i>	-	Gupta et al., 2014, Ma et al., 2015
miR169	<i>H. vulgare</i>	-	Hackenberg et al., 2014
miR171	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	Scarecrow-like transkripsiyon faktörü (SCL-6)	Kantar et al., 2011a, Ma et al., 2015
miR172	<i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	-	Gupta et al., 2014; Hackenberg et al., 2014
miR1867	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i>	DUF1242 süper ailesi	Kantar et al., 2011a
miR1881	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i>	-	Kantar et al., 2011a
miR319	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	-	Liu et al., 2015a
miR393	<i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	-	Gupta et al., 2014; Liu et al., 2015a; Hackenberg et al., 2014
miR396	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>H. vulgare</i>	Büyüme düzenleyici benzeri (GRL) transkripsiyon faktörü	Kantar et al., 2011a; Liu et al., 2015a; Lv et al., 2012
miR398	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i> , <i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	Bakır süperoksit dismutaz	Kantar et al., 2011a; Liu et al., 2015a; Hackenberg et al., 2014
miR399	<i>H. vulgare</i>	-	Lv et al., 2012
miR408	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i> , <i>H. vulgare</i>	Bakır bağlayıcı alan içeren kemosiyanin ve mavi bakır proteini	Liu et al., 2015a; Kantar et al., 2010
miR444	<i>H. vulgare</i>	-	Hackenberg et al., 2014; Ma et al., 2015
miR474	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicocoides</i>	Bir pentatricopeptid tekrar (PPR) ailesi proteini olan kinesin	Kantar et al., 2011a

miRNA'ların tuz stresindeki rolleri

Bitki metabolizması ve fizyolojisi üzerinde, tuz stresine bağlı etkileri azaltmaya yetkin olmayan Na⁺ ve Cl⁻ iyonları, dünyanın birçok bölgesinde mahsul büyümesini ve üretimini sınırlayan ciddi bir faktördür (Gupta and Huang, 2014). Toprakta biriken tuz hem bitki fonksiyonunu hem de toprak yapısını bozmaktadır. Topraktaki yüksek tuz miktarı direkt olarak bitkilere zarar vermekte ve su geçirgenliğini azaltarak toprağın yapısını da bozmaktadır. Tuzluluk; iyon toksisitesi, bitki büyümesindeki değişimler, mineral bozukluklar, membran kararsızlığı, membran geçirgenliği, azalan fotosentez etkinliği gibi fizyolojik süreçleri etkilemektedir (Parihar et al., 2015). Tuz stresinin gıda üretimi üzerindeki etkisinin iklim değişikliğinin etkisiyle artacağı tahmin edilmektedir (Wang et al., 2003). Bu nedenle, tuzluluk toleransı ile ilgili moleküler mekanizmaların aydınlatılması önem kazanmaktadır. Yüksek toprak tuzluluğu bitkiyi çeşitli şekillerde etkilemektedir. Tuzun ozmotik etkileri bitkilerin suya erişme kabiliyetlerini azaltır. Toprakta biriken tuz, bitkilerin hücrede plazma zarlarına veya organellerine zarar vermektedir (Parihar et al., 2015). Sonuç olarak, tuz stresi, çimlenme veya fotosentez gibi önemli süreçlere doğrudan zarar verebilir (Deinlein et al., 2014). Bu gibi etkilere rağmen bitkiler, birkaç tuz tolerans mekanizmasının etkisiyle, tuz stresi altında değişen derecelerde hayatta kalabilirler. Tuz stresi ile ilişkili genler, esas olarak tuz alımını ve taşınımını etkiler, ayrıca hücrelerde ozmotik dengeyi sürdürmeye de etki etmektedirler (Kong, 2010; Li et al., 2015, Parihar et al., 2015; Sun et al., 2015).

Tuz stresi ile ilişkili miRNA aileleri ve hedefleri arpa ve buğday üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda tanımlanmıştır. miR156 ve miR6213 gibi bazı korunmuş miRNA ailelerinin gen ekspresyonunu düzenlerken, miR168, miR444 ve miR5048, arpada tuz stresine cevap olarak baskılanmış ekspresyon paternleri göstermiştir (Lv et al., 2012; Deng et al., 2015) (Çizelge 2). Ayrıca, miR171 ve miR393 gibi birçok miRNA ailesi, tuz stresine cevap olarak buğdayda indüklenmiş ekspresyon göstermiştir (Gupta et al., 2014; Wang et al., 2014). İlginç bir şekilde, MYB transkripsiyon faktörleri ailesini hedef alan miR171'in, hem buğday hem de arpadaki tuz stresi ile upregüle olduğu belirlenmiştir (Wang et al., 2014; Deng et al., 2015) (Çizelge 2). Aynı miRNA aynı zamanda *Arabidopsis*'te (Liu et al., 2008), tuz stresi altında artmış ve bu da hem monokotlarda hem de dikotlarda, tuz toleransı için ortak düzenleyici mekanizmalardan olabilir. Hem kuraklık hem de tuz stresi bitki hücrelerinin ozmotik dengesini etkilediğinden, miR171 bu stres koşulları altında ozmotik dengenin düzenlenmesinde rol oynayabilir.

miR171'in kuraklık ve tuz stresleri altında manipülasyonu, *Triticeae* üyelerine gelişmiş ozmotik koruma sağlayabilir. Bu miRNA'nın ve ayrıca diğer tuza duyarlı miRNA ailelerinin deneysel karakterizasyonu, tuz toleransı olan buğday ve arpa çeşitlerinin gelişimini kolaylaştırabilir. miRNA'ların tuz stresi altındaki ekspresyonu stresin süresine bağlı olarak değişebilir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada arpa çeşidi *Morex*, üç farklı gelişim zaman noktasında tuz stresine maruz kalmış ve birkaç miRNA'nın ekspresyon paterninde değişiklikler gözlemlenmiştir. Örneğin, miR444, stresin 3. saatinde upregüle, 8. ve 27. saatlerinde downregüle olarak düzenlenmiştir (Deng et al., 2015). miR444'ün aşırı ekspresyonu primer kök büyümesinin indüklenmesine ve pirinçte lateral kök dağılımının inhibe edilmesine neden olmuştur (Yan et al., 2014) (Çizelge 2).

miRNA'lar ve sıcaklık stresi

Sıcaklık, bitki büyümesini ve verimliliğini etkileyen önemli bir çevresel parametredir. Bitkinin optimum olmayan sıcaklıklara maruz kalması, ürün kalitesinde ve miktarında azalışa ve çiftçiler için ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Schlenker and Roberts, 2009). Sıcaklık stresinin etkileri, strese maruz kalma süresi ve bitkinin gelişim aşaması gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir; örneğin, bitkiler üreme aşamalarında yüksek ve düşük sıcaklıklara karşı daha hassastır (Hatfield and Prueger, 2015). Aşırı sıcaklık polen ve yumurta hücrelerinin canlılığını ve döllenme sürecini etkilemektedir. Üreme hasarına ek olarak, optimal olmayan sıcaklık koşulları, toprak suyunun mevcudiyetinde ve bitki fizyolojisini dolaylı olarak etkileyen mineral içeriğinde, değişikliklere neden olabilmektedir (Bita and Gerats, 2013).

Küresel sıcaklığın gelecek on yılda 0,2° C'nin üzerinde artacağı tahmin edilmektedir ki bu, dünyadaki tüm canlı organizmalar için doğrudan veya dolaylı tehlikeli sonuçlar ortaya çıkaracaktır (IPCC, 2014). Sıcaklıktaki bir derecelik artışın, yirmi birinci yüzyılda, % 10'dan fazla verim kaybına neden olabileceği tahmin edilmektedir (Hasanuzzaman et al., 2013). Buğday ve arpa gibi ekonomik önemli olan bitkilerde son zamanlarda ortaya çıkan optimal olmayan sıcaklık artışlarından etkilenmektedir (Högy et al., 2013; Asseng et al., 2014). *Triticeae* üyeleri artan sıcak stresi ile başa çıkabilmek için, sıcaklığa duyarlı gen ekspresyonu gibi, ilişkili genetik mekanizmaları, düzenleyici mekanizmaları ile birlikte anlamak gerekmektedir. Bitkiler, stresten kaçınma, adaptasyon ve aklimasyon yoluyla, sıcak stresi altında canlılıklarını korumak için çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir (Walbot, 2011). Sıcaklıkla ilişkili gen ifadesi, protein ve metabolit sentezi, sıcaklık toleransı derecesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Isı şok

faktörlerinin ve proteinlerin, şaperonların, fitohormonların ve ayrıca ikincil metabolitlerin artan ekspresyonu, sıcaklık stresi koşulları altında tespit edilmektedir (Liu et al., 2015b). Sonuç olarak,

sıcaklıkla ilişkili transkript ve protein ifadesinin düzenlenmesi, sıcaklık stresine cevapta önemli bir rol oynamaktadır.

Çizelge 2. Arpa ve buğdayda tuz stresine cevapta rol alan miRNA lar (Alptekin et al., 2017'den modifiye edilmiştir)
Table 2. Salinity stress responsive miRNAs from barley and wheat (Modified from Alptekin et al., 2017)

miRNA adı	Organizma	Doku	Gen ifadesi	Referanslar
miR1029	<i>T. aestivum</i>	Tohum	Down-regüle	Gupta et al., 2014
miR156	<i>H. vulgare</i>	Yaprak	Up-regüle	Lv et al., 2012
miR159	<i>T. aestivum</i>	Yaprak	Up-regüle, Down-regüle	Wang et al., 2014 Gupta et al., 2014
miR164	<i>T. aestivum</i>	Tohum	Down-regüle	Gupta et al., 2014
miR165	<i>T. aestivum</i>	Yaprak	Down-regüle	Wang et al., 2014
miR168	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Down-regüle	Deng et al., 2015
miR171	<i>T. aestivum</i> , <i>H. vulgare</i>	Yaprak, Tüm bitki	Up-regüle	Wang et al., 2014, Deng et al., 2015
miR319	<i>T. aestivum</i>	Yaprak	Down-regüle	Wang et al., 2014
miR393	<i>T. aestivum</i>	Tohum	Up-regüle	Gupta et al., 2014
miR444	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Down-regüle	Deng et al., 2015
miR5048	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Down-regüle	Deng et al., 2015
miR6213	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle	Deng et al., 2015
miR855	<i>T. aestivum</i>	Tohum	Down-regüle	Gupta et al., 2014
miRn0	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle ve Down-regüle	Deng et al., 2015
miRn029	<i>H. vulgare</i>	Yaprak	Up-regüle	Lv et al., 2012
miRn029	<i>H. vulgare</i>	Yaprak	Up-regüle	Lv et al., 2012
miRn035	<i>H. vulgare</i>	Yaprak	Up-regüle	Lv et al., 2012
miRn2	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle, Down-regüle	Deng et al., 2015
miRn3	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle, Down-regüle	Deng et al., 2015
miRn5	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle, Down-regüle	Deng et al., 2015
miRn6	<i>H. vulgare</i>	Tüm bitki	Up-regüle, Down-regüle	Deng et al., 2015

miRNA'lar, çeşitli bitkilerde transkripsiyon sonrası regülatör olarak davranarak sıcak ve soğuk streslerine adaptasyonda doğrudan yer almaktadır (Yu et al., 2012; Jeong and Green, 2013; Kruszka et al., 2014; Kumar et al., 2014). Bugüne kadar, çeşitli sıcak ve soğuk stresine duyarlı miRNA'lar tanımlanmış ve çeşitli buğday ve arpa dokularında farklı stres koşulları altında deneysel olarak karakterize edilmiştir (Tang et al., 2012; Wang et al., 2014; Gupta et al., 2014). Bazı miRNA'lar farklı türler ve stres koşulları arasında korunmuş olarak tanımlanmıştır. Sıcaklık stresiyle ilişkili bu korunmuş miRNA'ların, stres koşulları altında biriken reaktif oksijen türlerinin (ROT) azaltılmasında rol alan, miR398'in hedefi,

süperoksit-dismutazlar gibi genel strese duyarlı genlerin düzenlenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada Kumar ve ark. miR3466, miR5652 ve miR5064'ün kök, gövde ve yaprak dokuları arasında farklı ekspresyon sergilediği, buğdayda sıcaklık stresi altındaki birçok miRNA'nın dokuya özgü ekspresyon paternini tarif etmiştir (Kumar et al., 2014, 2015). Sıcak ve soğuk stresi, hücrel süreçlerde farklı ve bağımsız değişikliklerle sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte, birkaç çalışma, hem sıcak hem de soğuk streslerine cevap olarak, miR159, miR164, miR167, miR172, miR319 ve miR398 gibi sayısız miRNA'nın ekspresyonunu değiştirdiğini ortaya koymuştur (Tang

et al., 2012; Gupta et al., 2014; Wang et al., 2014). İlginç bir şekilde, çeşitli miRNA'lar sıcak ve soğuk stresler altında ters ekspresyon desenleri göstermiştir. Örneğin, ısı şok proteini 17'yi (HSP17) hedef alan miR164, soğuk bir stres tepkisi sırasında up-regüle olarak düzenlenmektedir. Ancak buğdaydaki sıcak stresine yanıt olarak down regüle olarak düzenlenmiştir (Gupta et al., 2014; Kumar et al., 2014, 2015). Buğdayda bir başka miRNA, bir MYB transkripsiyon faktörünü hedef alan miR319, sıcaklık stresi altında ekspresyonu azalmasına rağmen, soğuk stresi altında indüklenmiş ekspresyon göstermiştir. Bu gözlemler, sıcaklık düzenleme mekanizmalarının, soğuk stresler altında tersine çevrilebileceği görüşünü desteklemesine rağmen, altta yatan mekanizmalar benzer olabilir. Sıcak stresi, solunum ve fotosentez gibi önemli hücresel olaylarda, membran bütünlüğünün bozulmasını da kapsayan yapısal hasara neden olmaktadır. Isı şoku proteinleri ROT'ları

yakalayarak, oksidatif stres aktivitesini azaltmakta ve hücresel bütünlüğün korunmasına yardımcı olmaktadır (Jiang et al., 2014). miR160 ve miR164'ün baskılanmış ifadesi, ısı şoku protein ifadesinin indüklenmesiyle sonuçlanır ve yüksek sıcaklıklarda canlılığın korunmasını destekler. Tersine, aynı miRNA'ların soğuk stres altında artmış ifadesi, sıcak şok proteinlerinin regülatör rolünün soğuk stresi altında değiştiğini göstermektedir. Hücresel bakımın sıcaklık stresleri altındaki rolüne ek olarak, HSP17 gibi bazı ısı şok proteinlerinin de normal anter gelişimi için önemli olduğu düşünülmüştür. HSP17'nin ekspresyonu *Arabidopsis*'te kısa ve uzun süreli sıcak stresleri altında upregüle olarak düzenlenmiştir ve bu genin manipülasyonu havuçta sıcaklık toleransının artmasına neden olmuştur (Malik and Hwang, 1999). Bu tür miRNA türlerinin düzenlenmesi, buğday ve arpa çeşitlerinin sıcak / soğuk toleranslarında iyileştirmelere yol açabilir.

Çizelge 3. Arpa ve buğdayda ağır metal stresine cevapta rol alan miRNA lar (Alptekin et al., 2017'den modifiye edilmiştir)

Table 3. miRNAs from wheat and barley responsive to different nutrient deficiency and heavy metal stresses (Modified from Alptekin et al., 2017)

miRNA adı	Ağır metal çeşidi	Organizma	Doku	Tahmini Hedef	Gen ifadesi	Referanslar
miR156	Cd Stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak ve kök	Squamosa promotör bağlayıcı protein	Down-regüle	Qui et al., 2016
miR159	Cd Stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak ve kök	MYB3	Down-regüle	Qui et al., 2016
miR164	Cd Stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak ve kök	NAC üyeleri	Down-regüle	Qui et al., 2016
miR398	Cd Stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak ve kök	Cu-Zn superoksit dismutaz	Down-regüle	Qui et al., 2016
miR408	Cd Stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak ve kök	Plastosiyanın	Down-regüle	Qui et al., 2016
miR408	Cu stress	<i>T. aestivum</i>	Yaprak	Plastosiyanın	Up-regüle	Feng et al., 2013

miRNA'lar ve ağır metal stresi

Abiyotik stresler arasında, ağır metal toksisitesi fizyolojik ve metabolik süreçleri modifiye ederek, bitkinin büyümesi, gelişmesi ve üretkenliği üzerinde zararlı etkilere yol açmaktadır (Gupta et al., 2014; Noman and Aqeel, 2017). Bitkiler, bu tür metallerin bulunduğu koşullar da hayatta kalmak için çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir. Bitkilerin ağır metal stresine verdiği ilk tepki alımdan kaçınmaktır. Eğer metal zaten alınmışsa, bitkiler alım işlemi durdurmaya ve yayılmayı durdurmaya çalışacaktır (Manara, 2012). Bitkiler apoplast için toksik metalleri kısıtlar veya metali hücre duvarına bağlar. Böylece metalin bütün organizma boyunca uzun mesafeli hareketini önlemiş olur. miRNA'ların ağır metal stresine cevap olarak rolü *Triticeae*'de birkaç çalışma

ile araştırılmıştır (Feng et al., 2013; Qiu et al., 2016). Kadmiyum (Cd) bitkiler için en toksik ağır metallere biridir. Hücrelerdeki birikimi büyümeyi, çoğalmasını ve fotosentezi azaltır. Cd, klorofil içeriğindeki bir düşüşle birlikte, hem köklerin hem de hücrelerin çoğalmasını önler. Cd stresine cevap olarak birçok miRNA tespit edilmiştir (Qiu et al., 2016). Cd stresi altında miR156, miR159, miR164, miR398 ve miR408'in down-regüle olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Feng et al. (2013) başka bir çalışmada, Cd stresine yanıt olarak miR408 down regülasyonunun, aynı zamanda hedef kemosisyanin geninin upregülasyonuna da yol açtığını gözlemlemiştir (Çizelge 3). Her ne kadar miRNA'lar son yıllarda yoğun olarak çalışılsa da, *Triticeae* üyelerinde miRNA'ların ağır metal stres tepkilerindeki rolü hakkında

çok az araştırma yapılmıştır. Bu nedenle, ağır metalle düzenlenen miRNA'ların tüm kümelerinin ve bunların hedeflerinin, dokuya özgü bir şekilde tanımlanması gerekir. Tanımlanan bu miRNA'lar, ağır metal stresine toleransta, gen ekspresyonlarında özel olarak değiştirilirse ve miRNA ekspresyonundaki bu değişiklikler, metal stresinden dolayı bozulan bir hücresel homeostazın ikincil sonuçları gelecek çalışmalara ışık tutacaktır.

SONUÇ

Abiyotik stresler artan dünya nüfusunun taleplerini karşılamak için bitkisel üretimdeki büyük kısıtlayıcılardandır. Bu nedenle farklı ortamlarda yüksek ve sabit verim gösteren çeşitlere ihtiyacımız vardır. Son iki yılda, strese cevap veren genlerin ve bunlarla ilişkili proteinlerin tanımlanmasında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Budak and Akpınar, 2015). Bu genlerin ekspresyonunun modifikasyonu, buğday ve arpanın stres toleransı geliştirmesinde umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır. miRNA'lar, bitkilerin abiyotik stres toleransını arttırmak için heyecan verici hedefler olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, kaydedilen büyük ilerlemeye rağmen, miRNA'ların bitkisel üretimin iyileştirilmesinde işlevi ve kullanımı ile ilgili birçok konunun açıklığa kavuşturulması gerekir. Abiyotik streslere karşı bitki toleransını arttırmak için miRNA'ları kullanmayı amaçlayan mevcut çalışmalar, farklı şekilde ifade edilen miRNA ailelerinin tanımlanmasına odaklanmıştır. Bu amaçla çeşitli miRNA veritabanları geliştirilmiştir. Ancak, birçok miRNA için hedefler belirlenmemiştir. Farklı çevresel streslere maruz kalan farklı bitki türlerinin miRNA profili, yeni miRNA biyobelirteçlerinin tanımlanmasına ve karakterize edilmesine yardımcı olabilir. Yeni miRNA'ların biyobelirteçlerinin ve stres düzenleyici ağlarının karakterizasyonundan elde edilen veriler, bitki stres direncini veya çeşitli gerilimlere karşı stres toleransını iyileştirmek için araçlar tasarlanmasında yardımcı olacaktır. Strese bağlı yollar ve strese duyarlı miRNA'lar arasındaki ilişkinin hücre metabolizması ve bitki gelişimi üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal etkileri ile birlikte aydınlatılması gerekir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu derleme makalesinde herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Addo Quaye, C., Eshoo, T.W., Bartel, D.P., Axtell, M.J., 2008. Endogenous siRNA and miRNA targets identified by sequencing of the *Arabidopsis degradome*. *Current Biology*, 18 (10): 758-762.

- Akdogan, G., Tufekci, E.D., Uranbey, S., Unver, T., 2016. miRNA-based drought regulation in wheat. *Functional and Integrative Genomics*, 16 (3): 221-233.
- Akpınar, B.A., Budak, H., 2016. Dissecting miRNAs in wheat D genome progenitor, *Aegilops tauschii*. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1-17.
- Akpınar, B.A., Lucas, S.J., Budak, H., 2013. Genomics approaches for crop improvement against abiotic stress. *The Scientific World Journal*, 2013: 1-9.
- Alptekin, B., Langridge, P., Budak, H., 2017. Abiotic stress miRNomes in the *Triticeae*. *Functional and integrative genomics*, 17 (2-3): 145-170.
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R.P., Lobell, D.B., Cammarano, D., Reynolds, M.P., 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5 (2): 143-147.
- Bej, S., Basak, J., 2014. MicroRNAs: The Potential Biomarkers in Plant Stress Response. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 748-759.
- Bitra, C.E., Gerats, T., 2013. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stresstolerant crops. *Frontiers in Plant Science*, 4: 273-291.
- Budak, H., Akpınar, A., 2011. Dehydration stress-responsive miRNA in *Brachypodium distachyon*: evident by genome-wide screening of microRNAs expression. *Omics: a journal of integrative biology*, 15 (11): 791-799.
- Budak, H., Akpınar, B.A., 2015a. Plant miRNAs: biogenesis, organization and origins. *Functional and Integrative Genomics*, 15 (5): 523-531.
- Budak, H., Kantar, M., Bulut, R., Akpınar, B.A., 2015b. Stress responsive miRNAs and isomiRs in cereals. *Plant Science*, 235: 1-13.
- Cech, T.R., Steitz, J.A., 2014. The noncoding RNA revolution-trashing old rules to forge new ones. *Cell*, 157 (1): 77-94.
- Covarrubias, A.A., Reyes, J.L., 2010. Post-transcriptional gene regulation of salinity and drought responses by plant microRNAs. *Plant Cell Environment*, 33: 481-489.
- Deinlein, U., Stephan, A.B., Horie, T., 2014. Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends Plant Science*, 19 (6): 371-379.
- Deng, P., Wang, L., Cui, L., 2015. Global identification of microRNAs and their targets in barley under salinity stress. *PLoS One*, 10 (9): e0137990.
- Feng, H., Zhang, Q., Wang, Q., 2013. Target of taemir408, a chemocyanin-like protein gene (TaCLP1), plays positive roles in wheat response to high-salinity, heavy cupric stress and stripe rust. *Plant Molecular Biology*, 83 (4-5): 433-443.

- Ferdous, J., Hussain, S.S., Shi, B.J., 2015. Role of microRNAs in plant drought tolerance. *Plant Biotechnology Journal*, 13 (3): 293-305.
- German, M.A., Pillay, M., Jeong, D.H., Hetawal, A., Luo, S., Janardhanan, P., Kannan, V., Rymarquis, L.A., Nobuta, K., German, R., De Paoli, E., Lu, C., Schroth, G., Meyers, B.C., Green, P.J., 2008. Global identification of microRNA-target RNA pairs by parallel analysis of RNA ends. *National Biotechnology*, 26 (8): 941-946.
- Gupta, B., Huang, B., 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, 2014:1-18.
- Gupta, O.P., Sharma, P., Gupta, R.K., Sharma, I., 2014. MicroRNA mediated regulation of metal toxicity in plants: present status and future perspectives. *Plant Molecular Biology*, 84 (1-2): 1-18.
- Hackenberg, M., Gustafson, P., Langridge, P., Shi, B.J., 2014. Differential expression of microRNAs and other small RNAs in barley between water and drought conditions. *Plant Biotechnology Journal*, 13 (1): 2-13.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M.M., 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14 (5): 9643-9684.
- Hatfield, J.L., Prueger, J.H., 2015. Temperature extremes: effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10: 4-10.
- Högy, P., Poll, C., Marhan, S., 2013. Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley. *Food Chemistry*, 136 (3-4): 1470-1477.
- IPCC, 2014. Climate change synthesis report. Contrib Work Groups I, II III to Fifth Assess Rep Intergov Panel Clim Chang, 1-151.
- Jeong, D.H., Green, P.J., 2013. The role of rice microRNAs in abiotic stress responses. *Journal Plant Biology*, 56 (4): 187-197.
- Jiang, S., Lu, Y., Li, K., 2014. Heat shock protein 70 is necessary for Rice stripe virus infection in plants. *Molecular Plant Pathology*, 15 (9):907-917.
- Jones Rhoades, M.J., Bartel, D.P., 2004. Computational identification of plant microRNAs and their targets, including a stress induced miRNA. *Molecular Cell*, 14 (6): 787-799.
- Kantar, M., Unver, T., Budak, H., 2010. Regulation of barley miRNAs upon dehydration stress correlated with target gene expression. *Functional and Integrative Genomics*, 10 (4): 493-507.
- Kantar, M., Lucas, S.J., Budak, H., 2011a. miRNA expression patterns of *Triticum dicoccoides* in response to shock drought stress. *Planta*, 233 (3): 471-484.
- Kantar, M., Lucas, S.J., Budak, H., 2011b. Drought stress: Molecular genetics and genomics approaches. In *Advances in Botanical Research*, 57: 445-493.
- Kong, W.W., Yang, Z.M., 2010. Identification of iron-deficiency responsive microRNA genes and cis-elements in *Arabidopsis*. *Plant Physiology Biochemistry*, 48 (2-3): 153-159.
- Kruszka, K., Pacak, A., Swida-Barteczka, A., 2014. Transcriptionally and post-transcriptionally regulated microRNAs in heat stress response in barley. *Journal Experimental Botany*, 65 (20): 6123-6135.
- Kumar, D., Singh, D., Kanodia, P., 2014. Discovery of novel leaf rust responsive microRNAs in wheat and prediction of their target genes. *Journal of Nucleic Acids*, 235: 1-13.
- Kumar, R.R., Pathak, H., Sharma, S.K., 2015. Novel and conserved heat-responsive microRNAs in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Functional and Integrative Genomics*, 15 (3): 323-348.
- Kuzuoglu-Ozturk, D., Yalcinkaya, O.C., Akpinar, B.A., 2012. Autophagy-related gene, TdAtg8, in wild emmer wheat plays a role in drought and osmotic stress response. *Planta*, 236 (4): 1081-1092.
- Lata, C., Muthamilarasan, M., Prasad, M., 2015. Drought stress responses and signal transduction in plants. In *Elucidation of abiotic stress signaling in plants*. Springer, New York, NY, pp: 195-225.
- Lee, R.C., Feinbaum, R.L., Ambros, V., 1993. The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14*. *Cell*, 75 (5): 843-854.
- Li, J., Yang, Z., Yu, B., Liu, J., Chen, X., 2005. Methylation protects miRNAs and siRNAs from a 3'-end uridylation activity in *Arabidopsis*. *Current Biology*, 15 (16): 1501-1507.
- Li, T., Li, H., Zhang, Y.X., Liu, J.Y., 2010. Identification and analysis of seven HOresponsive miRNAs and 32 new miRNAs in the seedlings of rice (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*). *Nucleic Acids Research*, 39: 2821-2833.
- Liu, H.H., Tian, X., Li, Y.J., 2008. Microarray-based analysis of stressregulated microRNAs in *Arabidopsis thaliana*. *Rna*, 14 (5): 836-843.
- Liu, H., Searle, I.R., Watson-Haigh, N. S., Baumann, U., Mather, D.E., Able, A.J., Able, J.A., 2015a. Genome-wide identification of microRNAs in leaves and the developing head of four durum

- genotypes during water deficit stress. *PLoS One*, 10 (11): e0142799.
- Liu, H., Able, A.J., Able, J.A., 2016. Water-deficit stress-responsive microRNAs and their targets in four durum wheat genotypes. *Functional and Integrative Genomics*, 17 (2-3): 237-251.
- Liu, J., Feng, L., Li, J., He, Z., 2015. Genetic and epigenetic control of plant heat responses. *Frontiers In Plant Science*, 6: 267.
- Lu, X.Y., Huang, X.L., 2008. Plant miRNAs and Abiotic Stress Responses. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 368: 458-462.
- Lucas, S., Durmaz, E., Akpınar, B.A., Budak, H., 2011. The drought response displayed by a DRE-binding protein from *Triticum dicoccoides*. *Plant Physiology Biochemistry*, 49: 346-351.
- Lv, S., Nie, X., Wang, L., 2012. Identification and characterization of microRNAs from barley (*Hordeum vulgare* L.) by high-throughput sequencing. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (3): 2973-2984.
- Ma, X., Xin, Z., Wang, Z., 2015. Identification and comparative analysis of differentially expressed miRNAs in leaves of two wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes during dehydration stress. *BMC Plant Biology*, 15 (1): 21-35.
- Malik, S., Hwang, Z., 1999. Modified expression of a carrot small heat shock protein gene, HSP17.7, results in increased or decreased thermotolerance double dagger. *The Plant Journal*, 20 (1): 89-99.
- Manara, A., 2012. Plant responses to heavy metal toxicity. In *Plants and heavy metals*. Springer, Dordrecht, pp: 27-53.
- Morris, K.V., Mattick, J.S., 2014. The rise of regulatory RNA. *Nature Reviews Genetics*, 15: 423-437.
- Nelson, D.E., Repetti, P.P., Adams, T.R., Creelman, R.A., Wu, J., Warner, D.C., Anstrom, D.C., Bensen, R.J., Castiglioni, P.P., Donnarummo, M.G., Hinchey, B.S., 2007. Plant nuclear factor Y (NF-Y) B subunits confer drought tolerance and lead to improved corn yields on water-limited acres. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (42): 16450-16455.
- Noman, A., Aqeel, M., 2017. miRNA-based heavy metal homeostasis and plant growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (11): 10068-10082.
- Obidiegwu, J.E., 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*, 6: 1-23.
- Oh, S.J., Song, S.I., Kim, Y.S., Jang, H.J., Kim, S.Y., Kim, M., Kim, Y.K., Nahm, B.H., Kim, J.K., 2005. *Arabidopsis* CBF3/ DREB1A and ABF3 in transgenic rice increased tolerance to abiotic stress without stunting growth. *Plant Physiology*, 138 (1): 341-351.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (6): 4056-4075.
- Phillips, J.R., Dalmay, T., Bartels, D., 2007. The Role of Small RNAs in Abiotic Stress. *FEBS Letters*, 581 (19): 3592-3597.
- Qiu, Z., Hai, B., Yuan, M., 2016. Characterization of wheat miRNAs and their target genes responsive to cadmium stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 101: 60-67.
- Schlenker, W., Roberts, M.J., 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 106 (37): 15594-15598.
- Seki, M., Narusaka, M., Ishida, J., Nanjo, T., Fujita, M., Oono, Y., Kamiya, A., Nakajima, M., Enju, A., Sakurai, T., 2002. Monitoring the expression profiles of 7000 *Arabidopsis* genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray. *The Plant Journal*, 31 (3): 279-292.
- Shamimuzzaman, M., Vodkin, L., 2012. Identification of soybean seed developmental stage-specific and tissue-specific miRNA targets by degradome sequencing. *BMC Genomics*, 13 (1): 310-324.
- Sun, X., Xu, L., Wang, Y., 2015. Identification of novel and salt responsive miRNAs to explore miRNA-mediated regulatory network of salt stress response in radish (*Raphanus sativus* L.). *BMC Genomics*, 16 :1-16.
- Sunkar, R., 2010. MicroRNAs with macro effects on plant stress responses. In *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 21 (8): 805-811.
- Sunkar, R., Zhu, J.K., 2004. Novel and stress-regulated micro-RNAs and other small RNAs from *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 16 (8): 2001-2019.
- Sunkar, R., Kapoor, A., Zhu, J.K., 2006. Posttranscriptional induction of two Cu/Zn superoxide dismutase genes in *Arabidopsis* is mediated by downregulation of miR398 and important for oxidative stress tolerance. *The Plant Cell*, 18 (8): 2051-2065.
- Sunkar, R., Li, Y.F., Jagadeeswaran, G., 2012. Functions of microRNAs in plant stress responses. *Trends in Plant Science*, 17 (4): 196-203.
- Sunkar, R., Girke, T., Jain, P.K., Zhu, J.K., 2005. Cloning and characterization of microRNAs from rice. *The Plant Cell*, 17 (5): 1397-1411.
- Tang, Z., Zhang, L., Xu, C., 2012. Uncovering small RNA-mediated responses to cold stress in a wheat thermosensitive genic malesterile line by

- deep sequencing. *Plant Physiology*, 159: 721-738.
- Trindade, I., Capitaio, C., Dalmay, T., Fevereiro, M.P., Santos, D.M., 2010. miR398 and miR408 are up-regulated in response to water deficit in *Medicago truncatula*. *Planta*, 231: 705-716.
- Walbot, V., 2011. How plants cope with temperature stress. *BMC Biology*, 9 (1): 79-82.
- Wang, B., Sun, Y.F., Song, N., 2014. MicroRNAs involving in cold, wounding and salt stresses in *Triticum aestivum* L. *Plant Physiology Biochemistry*, 80: 90-96.
- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218 (1): 1-14.
- Wu, L., Zhou, H., Zhang, Q., Zhang, J., Ni, F., Liu, C., Qi, Y., 2010. DNA methylation mediated by a microRNA pathway. *Molecular Cell*, 38 (3): 465-475.
- Yan, Y., Wang, H., Hamera, S., Chen, X., Fang, R., 2014. miR444 a has multiple functions in the rice nitrate-signaling pathway. *The Plant Journal*, 78 (1): 44-55.
- Yang, X., Li, L., 2012. Analyzing the microRNA Transcriptome in Plants Using Deep Sequencing Data. *Biology*, 1 (2): 297-310.
- Younis, A., Siddique, M.I., Kim, C.K., Lim, K.B., 2014. RNA interference (RNAi) induced gene silencing: a promising approach of hi-tech plant breeding. *International Journal of Biological Sciences*, 10 (10): 1150-1158.
- Yu, X., Wang, H., Lu, Y., 2012. Identification of conserved and novel microRNAs that are responsive to heat stress in *Brassica rapa*. *Journal of Experimental Botany*, 63 (2): 1025-1038.
- Zhang, B., Pan, X., Cobb, G.P., Anderson, T.A., 2006. Plant microRNA: a small regulatory molecule with big impact. *Developmental Biology*, 289 (1): 3-16.

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.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmelidirler.

Yazar Katkıları: Yazarların makaleye bireysel katkıları bu bölümde belirtilmelidir. Lütfen her bir yazarın bu bölümdeki katkısına atıfta bulunmak için baş harfleri kullanınız. **Örneğin:** TG, ET ve RK araştırmayı tasarladı. ET, FD ve RK fungus ve bakteri uygulamaları için deneyi kurdu. TG, ET ve NT sayımları yaptı. ET verileri analiz etti. TG, GT ve RK makaleyi yazdı. Tüm yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

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 fotoperiyoda 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).

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 sempozyum veya kongre’de sunulmuş bir bildiri ise;

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

Abstract: 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.

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

Statement of Conflict of Interest: The authors should declare that they are no conflict of interest.

Authors’ Contributions: The individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section. Please use initials to refer to each author's contribution in this section, **for example:** TG, ET, and RK conceived and designed research. ET, FD, and RK set up the experiment for fungal and bacterial applications. TG, ET, and NT studied controlled assay. ET analyzed the data. TG, GT, and RK wrote the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

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).

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.

A statement presented at the Symposium or Congress;

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).