



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
UNIVERSITY



13 Cilt **1** Sayı **2020** Temmuz
Volume Issue July

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

e-ISSN: 2587-2389

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

E-Mail : kaufbed@kafkas.edu.tr



T. C.

**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

**KAFKAS UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL**

Cilt: 13

Sayı: 1

Temmuz 2020

Volume: 13

Number: 1

July 2020

e-ISSN: 2587-2389

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ. Inst. of Nat. and Appl. Sci. J.)

Cilt: 13 Sayı: 1, Temmuz 2020 (Volume: 13 Number: 1, July 2020)

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

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

Dergi Sahibi / Owner

Prof. Dr. Hüsnü KAPU
Kafkas Üniversitesi Rektörü

Sorumlu Müdür / Director

Prof. Dr. Fikret AKDENİZ

Editör / Editor

Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK

Editör Yardımcıları / Associate Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Veysel NEZİR	Matematik Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Nilgün GÜNBAŞ	Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Sündüs YERDELEN	Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Yayın Kurulu

ANABİLİM DALI	KURUMU
<u>Matematik Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Gabil YAGUB	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Murat ÇAĞLAR	Kafkas Üniversitesi
<u>Kimya Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Haydar YÜKSEK	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Turan TEKEŞ	Kafkas Üniversitesi
<u>Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Muzaffer ALKAN	Kafkas Üniversitesi
<u>Biyoloji Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Doğan İLHAN	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Duygu TANRIKULU	Kafkas Üniversitesi
<u>Biyomühendislik Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Evren KOÇ	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZDEN	Kafkas Üniversitesi
<u>Fizik Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERTAP	Kafkas Üniversitesi
<u>Makine Mühendisliği Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Meryem TERHAN	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi M. Arslan OMAR	Kafkas Üniversitesi
<u>Kimya Mühendisliği</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Sevilay Demirci	Kafkas Üniversitesi

Yazışma Adresi

(Address for Correspondence)

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
36100-Kars/ Türkiye
Phone: +90 474 2128850
Fax: +90 474 2123867
E-mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

**Bu dergi Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından Ocak-Haziran ve Temmuz-Aralık dönemlerinde olmak üzere yılda iki kez yayımlanır.
This journal is published biannually, in January-June and July-December, by the Institute of Science Institute, University of Kafkas**

Önemli Not:

- Dergimizin adı, ilk sayısı (Cilt:1, Sayı:1) “Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi”; İkinci sayısı (Cilt:1, Sayı:2) “Fen Bilimleri Dergisi” ve üçüncü sayıdan itibaren (Cilt:2, Sayı:1) ise “Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi” olarak değiştirilmiştir.
- Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergimiz Cilt 10, Sayı 1’den itibaren e-ISSN numarası 2587-2389 alınmış olup Cilt 10, Sayı 1’den itibaren elektronik ortamda basılacaktır.

**Danışma Kurulu
(Advisor Board)**

Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ Gazi Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI Uludağ Üniversitesi, Bursa
Prof. Dr. Ahmet AKSOY Akdeniz Üniversitesi, Antalya
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAG Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Atilla YILDIZ Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. David. W. STANLEY Agricultural Research Service, USA
Prof. Dr. Erhan DENİZ Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Esabi Başaran KURBANOĞLU Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Fikret AKDENİZ Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Halit ORHAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Kamil KOÇ Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Mustafa SÖZEN Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ömür DEVECİ Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Ramazan SEVER ODTÜ, Ankara
Prof. Dr. Refiğe SOLTAN Selçuk Üniversitesi, Konya
Prof. Dr. Serap AKSOY Yale University, USA
Prof. Dr. Seyhan AHISKA Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Ten FEIZI Imperial College of science, UK
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi, Bakü
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL University of Iowa, USA

Prof. Dr. Yüksel KELEŞ Mersin Üniversitesi, Mersin
Doç. Dr. Aycan TOSUNOĞLU Uludağ Üniversitesi, Bursa
Doç. Dr. Ferruh AŞÇI Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon
Doç. Dr. İlhami GÖK Kafkas Üniversitesi, Kars
Doç. Dr. Mustafa YÜKSEK Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Buğra AKBABA Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Evren KOÇ Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERTAP Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KAPLAN Niğde Üniversitesi, Niğde
Dr. Öğr. Üyesi Murat BEYTUR Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa SERTÇELİK Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÖNEN Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Pınar AKSU KILIÇLE Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Veysel NEZİR Kafkas Üniversitesi, Kars
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta, Department of Biological
Science, Canada
Assoc. Prof. Dr. Antonin LOJEK Academy of Sciences, Czech Republic.
Assoc. Prof. Dr. Pavel HYRSL Masaryk University Czech Republic

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Sayfalar/Pages

- 1** Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L) Yüksek Sıcaklık Şartlarında Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi
1 - 18
Hasan KILIÇ, Hüsnü AKTAŞ, Enver KENDAL
- 2** Ferula Longipedunculata Peşmen Türünün Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi
19 - 24
Ali GÖÇERİ, Ekrem KİREÇCİ, Mehmet Hakkı ALMA
- 3** Hepatoprotective Activity of Melatonin against Aluminium-Induced Toxicity and Oxidative Damage
25 - 34
Sevim TUNALI, Ömür KARABULUT BULAN, Güner SARIKAYA ÜNAL, Refiye YANARDAĞ
- 4** Mikrobiyal Yakıt Hücrelerinde Alüminyum ve Bakır Elektrotların Performansının İncelenmesi
35 - 44
Nurettin ÇEK, Ahmet ERENŞOY
- 5** Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasında Baklagiller (Fabaceae Lindl.) Familyasından Nesli Tehlike Altında Olan Türler
45 - 57
Enver İBRAHİMOV, Hamida SEYİDOVA
- 6** Pozitron Emisyon Tomografi – Bilgisayar Tomografi (Pet - Bt) Uygulamalarında Hastanın Aldığı Radyasyon Dozunun Belirlenmesi
58 - 63
Turan ŞAHMARAN, Mehmet BAYBURT
- 7** New records for Turkish spider Fauna (Araneae: Gnaphosidae)
64 - 66
Adile AKPINAR
- 8** Bu Sayının Hakem Listesi
67 - 67



Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L) Yüksek Sıcaklık Şartlarında Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi

Hasan KILIÇ^{*1} Hüsnü AKTAŞ² Enver KENDAL²

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

² Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Mardin

(İlk Gönderim / Received: 27. 05. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Anahtar Kelimeler:

Biplot,
Kalite,
Stres Faktörleri

Özet: Bu araştırma 4 tescilli çeşit (Nurkent, Gönen-98, Pehlivan ve Sagittario) ve 21 ileri hat ekmeklik buğday genotipinin yüksek sıcaklığa mukavemetlerini belirlemek üzere 2006/2007 sezonunda Diyarbakır ve Mardin-Göllü ekolojik şartlarında yürütülmüştür. Çalışmada tane verimi (TV), performans oranı (PERO), başaklanma süresi (BS) bin dane ağırlığı (BTA), hektolitre ağırlığı (HL), tane protein oranı (PO), SDS sedimentasyon testi (SDS), tane sertlik indeksi (SRT), nişasta oranı (NŞT), yaş gluten (YGLT) ve enerji değeri (W) gibi kalite özellikleri incelenmiştir. Genotip ortalamaları üzerinden en yüksek (TV) tane verimleri Diyarbakır sulu (DYB-S) (693 kg da⁻¹) ve kuru (DYB-K) (608 kg da⁻¹) şartlarından alınırken, en düşük (TV) tane verimi de (315 kg da⁻¹) Mardin-Göllü lokasyonundan alınmıştır. Dane doldurma döneminde yüksek sıcaklığın etkili olduğu (>35 °C) Göllü lokasyonunda PO, SDS, SRT, YGLT ve W gibi kalite özellikleri öne çıkarken, normal şartların etkili olduğu DYB lokasyonunda ise TV, HL, BS, NST, BTA, BB gibi özelliklerden en yüksek değerler elde edilmiştir. Biplot metoduna göre gerek TV (458.8 kg da⁻¹) ve gerekse PO (%64.4) bakımından yüksek değerlere sahip erkenci G24, sıcaklık stresine en toleranslı genotip olarak belirlenmiştir

Evaluation of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Based on Yield and Some Quality Traits in High Temperature Conditions

Keywords:

Biblot,
Quality,
Stress Factors

Abstract: This research was carried out with 4 cultivars (Nurkent, Gönen-98, Pehlivan and Sagittario) and 21 advanced bread wheat lines order to determine the resistance of high temperature under Diyarbakır and Mardin-Göllü ecological conditions in 2006/2007 season. In study, grain yield, performance rate, days to heading, thousand grain weight, hectoliter weight, protein content, SDS sedimentation test, grain hardness, starch content, wet gluten content and energy value were investigated. While the highest value in terms of grain yield over genotype averages obtained from Diyarbakır region in irrigation (6.930 kg ha⁻¹) and dry (6.080 kg ha⁻¹) conditions, the lowest value (3.150 kg ha⁻¹) is from Mardin-Göllü region. While high values were obtained in terms of protein content, SDS sedimentation test, grain hardness, wet gluten and energy value in the Göllü location where high temperature was effective during the grain filling period, high values were obtained in terms of features such as grain yield, test weight, days to heading, starch content, thousand kernel weight and plant height in the DYB location where normal conditions were effective. According the biplot method, the earlyriser G24 which had high values in terms of grain yield (4.588 kg ha⁻¹) and performance rate (64.4%) was determined as the most tolerant genotype to temperature stress.

*İlgili yazar: hklic@bingol.edu.tr

1. Giriş

Buğdayın dane doldurma döneminde etkili olan yüksek sıcaklıklar, birçok yerde verimi sınırlayan başlıca stres faktörü olarak kabul edilmektedir (Wardlaw and Wrigley, 1994; Kılıç ve ark., 1999; Zahedi and Jenner, . 2003; Reynolds et al., 2014; James et al., 2018). Yüksek sıcaklıkta tane ebadında meydana gelen küçülme ve buruşma tane veriminin düşmesine sebep olan en önemli unsur olarak görülmektedir (Wardlaw et al., 1989b). Tane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklığın hâkim olduğu bölgelerde, atmosferdeki CO₂ oranının artması da terminal sıcaklık ve kuraklık şiddetinin daha da artmasına sebebiyet vermesi muhtemeldir. Yaklaşık 735 mil ton olan dünya buğday üretiminin %95'ini insanlar açısından mühim bir gıda kaynağı olan ekmeklik buğdaylar teşkil etmektedir (TMO, 2019). Başta yüksek sıcaklık stresi olmak üzere verimi sınırlayan birçok cansız faktörün etkisini azaltmada ıslah ve uygun yetiştirme teknikleri, sürdürülebilir bir üretim için esastır. Buğday gelişiminde esas kabul edilen optimum sıcaklık sınırı 12-22 °C olup (Farooq et al., 2011) bunun üzerindeki sıcaklıklar verimde önemli azalmalara sebebiyet vermektedir. Tane doldurma dönemindeki gerek uzun süreli (32 °C üzeri) (Sofield et al., 1977) ve gerekse kısa süreli şok sıcaklıklar (>35 °C), fotosentez üretimini düşürerek olgunlaşma devresinin gereğinden daha kısa sürede tamamlanmasına sebebiyet verebilmektedir. Çok yüksek sıcaklık, buğday bitkisinde olumun hızlanmasına, yaprak klorofil yoğunluğu ile CO₂ asimilasyonunda azalmaya ve fotosolunumda (fotorespirasyon) artışa sebebiyet vermektedir (Farooq et al., 2011). James et al. (2018) çiçeklenmeden 5 gün sonraki devrede bitkilerin 37-42 °C'de yüksek sıcaklığa maruz bırakılması sonucu münferit dane ağırlığında önemli bir azalma meydana gelmekle birlikte 35-38 °C deki kontrol sıcaklığı ile mukayese edildiğinde önemli bir fark oluşmadığını bildirmişlerdir. Başaklanma öncesi 36 °C civarı 2 günlük yüksek sıcaklık, çiçek sterilitesi sebebiyle başakta tane sayısında %55'lik bir azalmaya sebep olurken

(Tashiro and Wardlaw, 1990), söz konusu sıcaklığa maruz kalan bitkiler döllemeden sonraki 2 gün daha az hassas, 10 ve 30 gün sonra ise tane sayısı bakımından etkilenmemektedir (Stone and Nicolas, 1994). Dölleme sonrası kısa süreli yüksek sıcaklıkta (>35 °C) buğday taneleri küçülüp buruşmaktadır (Lobell et al., 2012; Stone and Nicolas, 1995). Yaklaşık 1.148 milyon ha ekmeklik buğday ekim alanına sahip Güneydoğu Anadolu'nun güney kesimi, ülkemizin en sıcak bölgesi olarak bilinmektedir (Şekil 1). Bölgede dane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklık verimi sınırlayan ciddi bir bariyer olup, sebep olduğu verim kaybı, kuraklık stres faktöründen geri değildir. Bilhassa 1. Alt bölgeyi oluşturan Mardin ve Harran ovaları yüksek sıcaklık stresinin en fazla yaşandığı önemli buğday sahalarına sahiptir. Cizre, Nusaybin, Kızıltepe, Ceylanpınar ve Şanlıurfa lokasyonları sırasıyla 19.2 °C, 18.9 °C, 18.2 °C, 18.0 °C ve 17.9 °C yıllık ortalama sıcaklıklara sahiptirler. İkinci alt bölgeyi oluşturan kuzey kesimi ise daha yüksek rakım ve yağış ortalaması yanında kışları da daha sert geçmektedir. Denemelerin yürütüldüğü Diyarbakır'da ortalama sıcaklık 15.8 °C, uzun yıllar ortalama toplam yağışı da 500 mm civarındadır. Bölgenin güney kesimleri buğdayın dane doldurma dönemlerinde yüksek sıcaklıkların kısa veya uzun süreli 35 °C'nin üzerine çıkması sebebiyle olum sürelerinin kısalmasına sonuçta verimin düşmesine neden olabilmektedir. Tarla şartlarında dane doldurma devresindeki optimumun üzerindeki her 1 °C'lık sıcaklık artışı dane ebadında yaklaşık %3-5 oranında bir azalışa sebep olabilmektedir (Wiegand and Cuellar, 1981). Yüksek sıcaklığın hüküm sürdüğü bölgelerde buğday veriminde meydana gelen azalmanın ilave sulama ile dengelenebileceğine dair çalışmalar olmakla birlikte (Jack et al., 2017), gerek ıslahçılar ve gerekse üreticiler kuraklık ve sıcaklığın olumsuz etkisinden kaçmak amacıyla bu tür bölgelerde fotoperiyodizme duyarsız, vernalizasyona ihtiyaç duymayan, erkenci ve dane doldurma süresi uzun çeşitleri tercih

etmektedirler. Yapılan çalışmalar buğday genotiplerinin yüksek sıcaklık stresine tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Kılıç ve ark. (1999) bölgede 5 ekmeklik çeşidiyle yürüttükleri bir çalışmada, dane doldurma devresi yüksek sıcaklıkların başladığı döneme denk getirilen genotiplerden Sham-IV'ün yüksek sıcaklığa en toleranslı çeşit olduğunu, Korkut ve ark., (2019), Trakya bölgesinde yüksek sıcaklık şartlarında 30 ekmeklik buğday genotipi ile yürüttükleri bir çalışmada toleranslık bakımından genotiplerin tepkilerinin farklı olduğunu özellikle CIMMYT hatlarının yüksek sıcaklığa toleranslık bakımından öne çıktığını, Punia et al. (2011) yüksek sıcaklık toleransı ile tane veriminde eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklığa tolerans bakımından buğday gen havuzlarında var olan genotiplerin belirlenerek üretime kazandırılması verimi muhafaza etmede önemli bir strateji olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada bölge verim denemesinde yer alan 4 çeşit ve 21 ileri hattın,

yüksek sıcaklığın hüküm sürdüğü Güneydoğu Anadolu Bölgesi 1. Alt bölgesi (Göllü) ile optimal şartlara yakın iklim özelliklerinin etkili olduğu Diyarbakır lokasyonlarında tane verimi ile birlikte bazı kalite parametrelerindeki değişimler incelenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1 Materyal

2.1.1. Denemede Kullanılan Buğday Çeşit ve Genotipleri

Denemede bitki materyal olarak, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim merkezince tescil ettirilen Nurkent, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Pehlivan, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Gönen-98 ve Tasaco firmasına ait Sagittario ekmeklik buğday çeşitleri ile ulusal program, ICARDA ve CIMMYT'den temin edilip çeşitli testlerden geçerek bölge verim denemeleri için seçilen 21 ileri hat kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Denemede kullanılan çeşit ve hatlara ait pedigriler ve bazı morfolojik özellikler

Genotip No:	Pedigri	Büyüme Tabiatı	Tane rengi	Başak	Menşei
G1	ZG-1004.82/KATE-A-1	Kışlık	Kırmızı	Kılçıksız	GAPUTAEM
G2	Coq/Nac*2//F.12-71/Coc	Kışlık	Kırmızı	Kılçıklı	CIMMYT
G3	Mango*2/5/Su.92/Ci.13465//pen/3/Pho/4/Ymh/Tob//Bez	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G4	Bow*s**Mor*s**//Opato/Bow*s**	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G5	NURKENT	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	GAPUTAEM
G6	Kt/Bape//Fn/Gu/3/Bza/4/Trm/5/Alden/6/Seri/7/Bow	Kışlık	Kırmızı	Kılçıksız	CIMMYT
G7	Aroona*3/Yr 15 (S)	Kışlık	Beyaz	Kılçıklı	ICARDA (cwayrtn)
G8	BEI JING 411	Alterntf	Kırmızı	Kılçıklı	ÇİN
G9	440259/AKHALTSIKHIS TSITELI DOLI	Yazlık	Kırmızı	Kılçıksız	TCI (fawwon)
G10	PEHLIVAN	Kışlık	Kırmızı	Kılçıksız	TRAKYA TAE
G11	MOMCHIL/KATYA-1	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	TCI (fawwon)
G12	TUI//CMH76-252/PVN**S**	Alterntf	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G13	TUI//CMH76-252/PVN**S**	Yazlık	Kırmızı	Kılçıklı	CIMMYT
G14	SHUHA-7/4/NIF/3/SOTY//NAD63/CHRIS	Alterntf	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G15	GÖNEN-98	Yazlık	Beyaz	Kılçıksız	EGE TAE
G16	SHUHA-6/3/RMN F12-71//SKA//CA8055	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G17	HP 1731	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT(htwyt)
G18	F6.74/BUN//SIS/3/LIRA	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G19	OPATA/RAYON//KAUZ .	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G20	Unknown	Kışlık	Kırmızı	Kılçıksız	
G21	CAZO//KAUZ//KAUZ-	Yazlık	Beyaz	Kılçıksız	CIMMYT
G22	SKAUZ*2//SRMA	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G23	SW89.3064*2//BORL65 -	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT
G24	BOW/PRL//BUC/3/LUAN	Yazlık	Beyaz	Kılçıklı	CIMMYT (ibwsn)
G25	SAGİTTARİO	Alterntf	Kırmızı	Kılçıklı	TASACO

TCI: Türkiye, CIMMYT ve ICARDA; CWAYRTN: The Central Western Asia Yellow Rust Trap Nursery, IBWSN: International bread wheat screening nurseries; HTWYT: Heat tolerance wheat yield trials; FAWWON: Facultative and winter wheat observation nurseries.

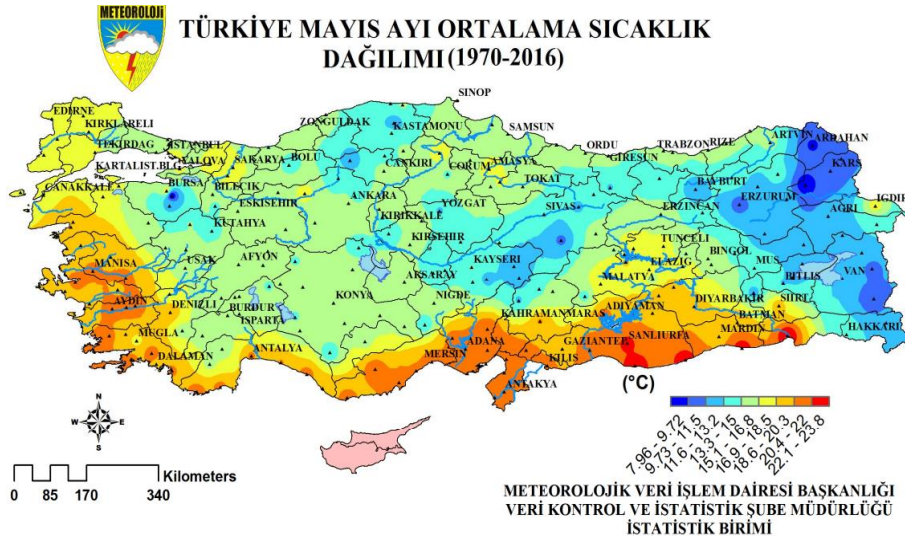
2.1.2. Deneme Lokasyonları ve Özellikleri

Araştırma 2006/2007 Ekim sezonunda Mardin Göllü köyü ile Diyarbakır sulu ve

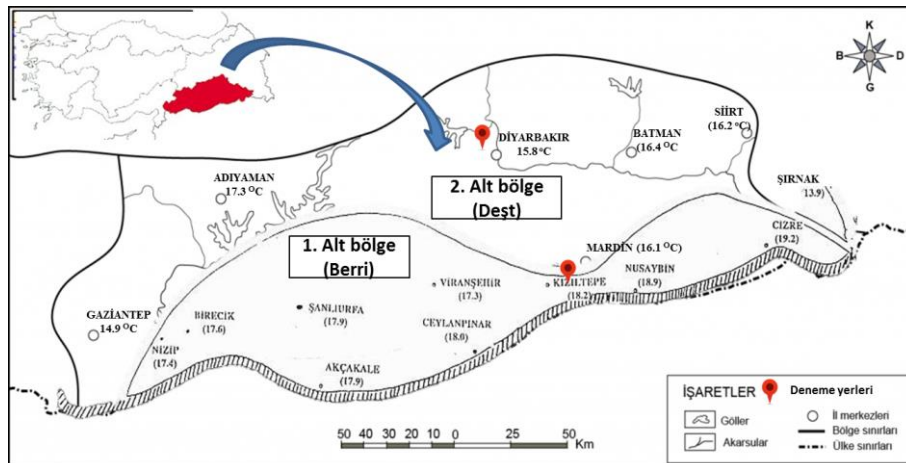
yağışa dayalı şartlarında yürütülmüştür (Tablo 2 ve Şekil 2.)

Tablo 2. Denemelerin yürütüldüğü lokasyon özellikleri

Lokasyon	Konum	İrtifa	Yetiştirme şartları
Diyarbakır sulu	37° 56,38 N, 40° 15,10 E	601 m	İlave sulanır
Diyarbakır kuru	37° 56,38 N, 40° 15,08 E	601 m	Yağışa dayalı
Mardin-Göllü Kuru	37° 15,19 N; 40° 43,03 E	570 m	Yağışa dayalı



Şekil 1. Türkiye uzun yıllar Mayıs ayı ortalama sıcaklık dağılışı



Şekil 2. Denemelerin yürütüldüğü lokasyonlar ile iki alt bölgeden oluşan Güneydoğu Anadolu bölgesine ait ortalama sıcaklıklar

2.1.3. Deneme Alanlarının Toprak Özellikleri:

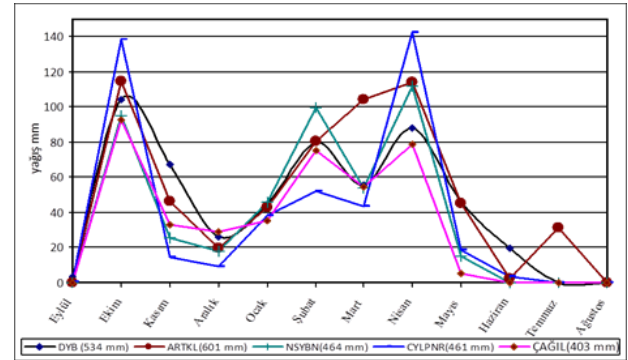
Aluviyal bir yapıya sahip Mardin il toprakları killi bünyeli, hafif alkalin reaksiyonlu, organik madde içerikleri çok az, fazla kireçli, hafif tuzlu, potasyum içerikleri çok yüksek olan topraklardır (Anonim, 2008). Diyarbakır lokasyonundaki deneme yeri toprakları ise, genellikle kırmızı-kahverengi büyük toprak grubuna giren, killi bünyede düz veya düze yakın meyilde, erozyonu çok az olan derin veya orta derin zonal topraklardır. Yapılan analizler sonucunda deneme yeri topraklarının ağır bünyeli (%74), hafif alkali (7.61), kireçli (%0.83) ve organik madde yönünden fakir (%1.3), fosforca orta, potasyumca zengin durumda olduğu tespit edilmiştir (Kılıç ve Türk, 2016).

2.1.4. Deneme Lokasyonlarının İklim Özellikleri

İklim ve rakım yönünden iki alt agroekolojik bölgeden oluşan (Şekil 1) Güneydoğu Anadolu bölgesinin güney kesimi, sahip olduğu yüksek sıcaklık ortalaması bakımından ülkemizin en sıcak yerleri olarak kabul edilmektedir. Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır lokasyonu, 2. alt bölgede yer almakta olup, daha düşük sıcaklık ve yüksek yağış ortalamasına sahip iken, 1. alt bölgede yer alan Göllü lokasyonu ise uzun yıllara göre daha yüksek sıcaklık ve daha düşük yağış ortalamasına sahiptir (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 4). Denemelerin yürütüldüğü 2006-2007 yetiştirme sezonuna ait yıllık yağış miktarı Diyarbakır lokasyonunda uzun yıllar ortalamasına yakın iken 1. alt bölgede ise uzun yıllar ortalamasının üzerinde kaydedilmiştir (Şekil 4). Buğday fotosentez verimi açısından önemli olan gün içindeki minimum ve maksimum sıcaklık değişimleridir. Buğday tane doldurma döneminde maksimum sıcaklık değeri 30-32 °C kabul edildiğinden bu değerlerin üzerindeki sıcaklıklar fotosentez hızını tedrici olarak düşürmektedir. Şekil 5 ve Şekil 6'da Mayıs – Haziran aylarına ait günlük en yüksek sıcaklık değerleri verilmiştir. Göllü

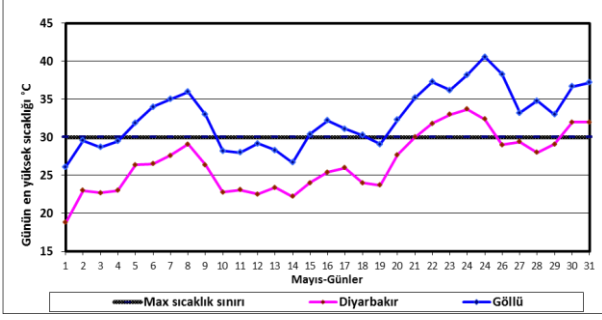
lokasyonunda 25 Nisan'da başlayan dane doldurma devresi yaklaşık 25 Mayıs'a kadar devam etmiştir. Bu devrede Mayıs ayının ilk haftasında gün içi 37 °C'yi bulan yüksek sıcaklık değerleri kısa bir süreliğine de olsa fotosentez verimi ve oranında önemli azalmalara sebebiyet verdiği yapılan çok sayıda çalışma ile de belirlenmiştir. Buna göre Göllü lokasyonunun yer aldığı 1. Alt bölgede buğday yetiştiriciliğinin yüksek sıcaklığa daha fazla maruz kaldığı ve stres şartlarının daha şiddetli olduğu anlamına gelmektedir. Diyarbakır lokasyonunda ise dane doldurma dönemi boyunca sıcaklıklar kısa süreli de olsa 35 °C'yi geçmediği gözlemlenmiştir. Diyarbakır sulu şartlardaki deneme alanına buğdayın gebecik devresinde yaklaşık 30 mm'lik su verilmiştir.

Başaklanma tarihi Mardin Göllü lokasyonuna göre yaklaşık 15 gün sonra başlayan ve tane doldurma başlangıcı 10 Mayıs 16 Haziran tarihleri arasında denk gelen Diyarbakır lokasyonunda (Tablo 3) gün içi maksimum sıcaklıkların nispeten daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

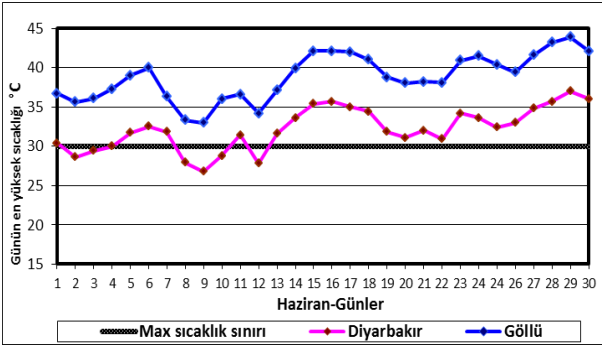


Şekil 3. Deneme lokasyonları ve lokasyonlara yakın merkezlere ait 2006-2007 yılı yağış verileri

Diyarbakır lokasyonunda Mayıs ayının 22, 23 ve 24. günlerinde kısa süreli aniden yükselen (>30 °C) sıcaklıklar, bilahare Haziran ikinci haftasına kadar normal değerlerde (30 °C civarı) seyretmiştir (Şekil 4 ve Şekil 5).



Şekil 4. Deneme lokasyonlarına ait 2007 Mayıs ayı günlük en yüksek sıcaklık değerleri



Şekil 5. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 1. ve 2. Alt bölgeler 2007 Haziran ayı günlük en yüksek sıcaklık değerleri

2.2. Metot

Denemeler, Tesadüf Blokları Deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel boyutları Ekimde $1.2 \times 6 = 7,2 \text{ m}^2$ olmak üzere Diyarbakır lokasyonunda m^2 'ye 400, Göllü lokasyonunda 450 canlı tohum düşecek şekilde mibzerle ekim yapılmıştır



Şekil 6. Başaklanma başlangıcı Mardin-Göllü lokasyonundan bir görüntü (25 Nisan 2007)



Şekil 7. Mayıs (26.5.2007) ayında yaşanan şok sıcaklıkların (>35°C) Mardin-Göllü lokasyonunda bitkilerde sebep olduğu değişim

Diyarbakır kuru için dekara toplam 6 kg saf P_2O_5 ve 12 kg saf azot, Diyarbakır sulu için 7.5 kg saf fosfor ve 15 kg saf azot, Göllü lokasyonu için ise 5 kg saf fosfor ve 10 kg saf azot gelecek şekilde gübreleme yapılmış olup, fosforun'un tamamı ile azotun $\frac{1}{2}$ 'si ekimle taban gübre olarak kalan azot'un yarısı da 3. boğumun görüldüğü sapa kalkma döneminde (Zadoks 33) verilmiştir. Tane verimi, başaklanma süresi, bitki boyu, bin dane ve hektolitreye ağırlıkları, SDS sedimentasyon testi, protein oranı, sertlik ve tane rengi gibi özelliklere ait değerlerin varyans analizleri JMP-501" paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan faktör ortalamaları arasındaki fark Tukey (%5) testine göre, ikili ortalamalar ise *t* testi ile gruplandırılmıştır. Tane verimi dışındaki diğer özellikler tekerrürler üzerinden alınmadığından varyans analizine tabi tutulmamıştır. Genotiplerin yorumlanması biplot analizi üzerinden yapılmıştır. Çalışmada özellikler arası ilişkileri görsel olarak inceleme ve değerlendirmeye esas GGE (Genotip, Genotip x Environment) Biplot analizleri, Yan (2001) ile Yan and Kang (2003)'ün rapor ettiği yöntemler esas alınarak yapılmış, grafiklerdeki önemlilik dereceleri ise vektörler arası açılar dikkate alınarak belirlenmiştir (Yan and Kang., 2003; Yan, 2002; Kendal ve Sayar, 2016; Aktaş ve ark., 2017, Kılıç ve ark., 2017). Çalışmada GGE

Biplot grafikleri analizleri Genstat 14th istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tane verimi için Asana and Williams (1965) tarafından tanımlanan performans oranı (PERO) aşağıda (1) belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Performans Oranı (PERO)} = \frac{SP}{OP} \times 100 \quad (1)$$

Burada, SP yüksek sıcaklığın etkili olduğu lokasyondaki genotipin tane verimi, OP ise optimum şartların etkili olduğu lokasyondaki tane verimini temsil etmektedir.

Tablo 3 Denemelerin yürütüldüğü Diyarbakır ve Göllü lokasyonlarına ait bazı gözlem tarihleri.

Gözlemler	Mardin-Göllü	DYB-K	DYB-S
Ekim Tarihi	21 Kasım 2006	25 Kasım 2006	25. Kasım 2006
Çıkış Tarihi	15 Ocak 2007	12 Şubat 2007	12 Şubat 2007
Ort. Baş. tarihi	27 Nisan-6 Mayıs 2007	6-12 Mayıs 2007	5-11 Mayıs 2007
Ort. Erme süresi	23-25 Mayıs 2007	14-16 Haziran 2007	13-14. Haziran 2007
Hasat tarihi	30 Mayıs 2007	26 Haziran 2007	26 Haziran 2007

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Başaklanma Süresi (BS)

BS bakımından lokasyonlar değerlendirildiğinde, yaklaşık 534 mm'lik yağışın alındığı DYB-S (129.7 gün) ile DYB-K (129.8 gün) lokasyonları arasında fark görülmezken, yaklaşık 400-460 mm yağışın alındığı Göllü lokasyonunda ise BS'nin daha kısa sürede gerçekleştiği (123.7 gün) görülmüştür. Başaklanma yüksek derecede kalıtsal bir özellik olmakla birlikte (Fırat, 1978; Kanbertay, 1987) çevre etkisinin de göz ardı edilemeyeceğini (Sakin ve ark., 2004; Bilgin ve Korkut, 2005), optimum fotosentez sıcaklığı olarak kabul edilen 15-20 °C'nin üzerindeki 1°C'lik artışın tane dolun devresinde 2.8 günlük kısaltmaya yol açtığı tahmin edilmektedir (Yiğit ve Ereku 2018). Değişken çevre şartlarında (Dyck et al., 2004) özellikle de tane dolun devresinde oluşabilecek yüksek sıcaklıklar (Bennett et al., 2012) buğday tanesine asimilantların taşınmasına engel olması gibi etkilerinin azaltılmasında erkencilik önemli rol oynayan bir faktördür (Kato and Yokoyama, 1992).

2.2.1. İncelenen Özellikler

TV (tane verimi), BS (başaklanma süresi) ve BB (bitki boyu) Anonim (2001)'e göre; BTA (bin tane ağırlığı) ve HL (hektolitre ağırlığı) Williams et al. (2008)'e göre; PO (protein oranı), SRT (tane sertliği), NŞT (nişasta oranı), SDS (sedimentasyon), GLT (yağ gluten), W (hamur enerji değeri) özellikleri near-infrared reflectance spectroscopy (NIR1241) cihazı ile belirlenmiştir.

3.2. Bitki Boyu (BB)

Genotipe bağlı bir özellik olan bitki boyu, yüksek sıcaklığın hüküm sürdüğü Göllü lokasyonunda önemli oranda kısalmıştır. DYB-S lokasyonunda 106.4 cm ile en uzun, Göllü lokasyonu 78.3 cm ile en düşük bitki boyu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, yüksek sıcaklık şartlarında arpada bitki boyunun azaldığını bildiren Rao and Wattal (1986) ile buğdayda bitki boyunun azaldığının rapor eden Begum and Nessa (2014)'nin bulguları ile de uyumludur.

3.4. Bin Tane Ağırlığı (BTA)

Değirmencilikte un verimi açısından önemli görülen bir özellik olan BTA, buruşuk ve küçük danelere sahip mahsulde azalan endosperme bağlı olarak kepek oranı azalmakta ve öğütme randımanı düşmektedir (Marshall et al., 1984). Yüksek sıcaklığın olumsuz etkisinin en belirgin görüldüğü bir özellik olan BTA bakımından, DYB-S (36.1 g⁻¹) ve DYB-K (36.6 g⁻¹) önemli bir fark görülmezken, Göllü lokasyonunda önemli oranda düşüş (25.3 g⁻¹)

tespit edilmiştir (Tablo 4). Dane doldurma devresinde seyreden 30-35 °C ve üzeri yüksek sıcaklıklar (Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6) fotosentetik faaliyetlerin yavaşlamasına ve taneye taşınan asimilantların azalmasına sebebiyet verdiğinden BTA'da önemli oranda düşme kaydedilmiştir. Tane dolum devresinde bayrak yapraktan taneye asimilant taşınımı 30

°C'nin üzerinde önemli oranda azalmaktadır (Farooq et al., 2011; Begum and Nessa., 2014). Dane doldurma dönemindeki kuraklık ve yüksek sıcaklığın en belirgin olumsuz etkileri dane ebadında meydana gelen azalmaya (buruşuk dane) bağlı tane veriminin (Peterson et al., 1992) düşmesidir.

Tablo 4. Başaklanma süresi, bitki boyu, bin tane ve hektolitre ağırlığı bakımından lokasyonlara ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotip	Başaklanma Süresi gün ⁻¹			Bitki Boyu cm ⁻¹			Bin Tane Ağırlığı g ⁻¹			Hektolitre ağırlığı kg hl ⁻¹		
	DYB-S	DYB-K	GÖLÜ	DYB-S	DYB-K	GÖLÜ	DYB-S	DYB-K	GÖLÜ	DYB-S	DYB-K	GÖLÜ
G1	131	132	127	125	120	79.6	37.2	34.6	27.5	79.6	77.4	70.9
G2	130	130	125	115	105	79.8	34.7	32.8	19.8	79.8	76.5	66.3
G3	130	130	124	110	100	78.8	36.0	34.2	26.0	78.8	76.6	70.1
G4	129	130	123	115	110	79.7	34.5	34.0	22.0	79.7	78.1	71.0
Nurkent	132	132	125	120	110	77.6	32.0	30.6	20.7	77.6	74.6	64.3
G6	131	133	125	105	117	79.6	40.0	42.0	32.0	79.6	78.4	71.1
G7	127	126	118	100	105	77.6	36.7	36.2	28.7	77.6	75.3	69.2
G8	132	131	126	115	95	78.7	44.7	42.4	21.7	78.7	76.0	61.0
G9	130	130	124	115	105	78.9	38.7	37.2	28.7	78.9	78.5	72.4
Pehlivan	132	132	129	110	110	79.2	41.2	40.0	31.5	79.2	77.5	72.1
G11	129	131	121	95	100	72.6	31.7	30.0	22.7	72.6	71.3	64.3
G12	130	130	124	100	95	73.6	31.0	31.0	21.7	73.6	71.6	63.2
G13	132	131	126	115	110	77.3	38.7	36.2	27.2	77.3	77.0	70.3
G14	128	128	125	98	90	76.3	31.0	30.2	23.0	76.3	75.7	68.3
Gönen-98	131	131	127	95	85	80.6	35.2	32.8	23.0	80.6	78.8	70.0
G16	129	129	125	105	100	77.8	31.2	29.0	28.5	77.8	74.0	66.7
G17	128	129	124	110	105	78.8	34.0	33.8	25.0	78.8	77.6	71.5
G18	129	129	124	108	100	79.7	38.0	34.6	22.5	79.7	78.0	68.1
G19	127	129	119	100	97	79.3	34.7	33.2	24.7	79.3	78.2	71.8
G20	128	132	129	108	105	78.7	40.5	40.4	30.7	78.7	77.6	71.5
G21	133	126	115	105	90	78.7	33.5	33.2	23.3	78.7	77.0	72.3
G22	129	130	125	95	87	77.9	32.7	30.6	23.0	77.9	75.0	70.1
G23	129	129	123	105	113	77.3	39.0	34.8	24.2	77.3	74.7	65.6
G24	127	127	118	105	100	79.3	37.2	37.0	30.5	79.3	79.2	75.4
Sagittario	130	130	125	85	75	79.5	38.0	34.8	24.7	79.5	75.6	67.8
Ortalama	129.7 A	129.8 A	123.7 B	106.4A	101.2 B	78.3C	36.1A	36.6A	25.3B	78.3A	76.4 B	69.0 C
DK%		1.38			6.8			6.6				

*: Aynı harf grubuna giren değerler Tukey %5 önem seviyesine göre farklı değildir, DK%:değişim katsayısı

3.6. Hektolitre Ağırlığı (HL)

HL bakımından yapılan varyans analizinde normal şartların etkili olduğu DYB-S lokasyonunda 78.3 kg-hl, DYB-K lokasyonunda 76.4 kg hl⁻¹ elde edilirken stres şartlarının yaşandığı Göllü lokasyonda ise 69.0

kg hl⁻¹ ile önemli bir düşüş tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklık stresi altında hektolitre ağırlığının azalması birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Kılıç ve ark., 1999; Kılıç, 2003; Barutçular ve ark., 2016).

3.5. Tane Protein Oranı (TPO)

Danede TPO bakımından normal şartlara sahip DYB-K lokasyonu %11.14, Göllü lokasyonu ise %15.2 ile daha yüksek bir orana sahip olmuştur. Dane doldurma devresinde Göllü lokasyonunda 30 °C ve üzeri seyreden sıcaklıklar bitkilerin fotosentetik aktivitesini düşürmesi suretiyle vejetasyon devresinin kısılmasına ve asimilantların bilhassa karbonhidratların dane içinde birikiminin azalmasına sebep olmuştur. Hacim olarak ebadı küçülen danede protein yoğunluğu artmıştır.

3.7. SDS Sedimentasyon Testi (SDS)

Protein kalitesinin bir göstergesi olan SDS testi bakımından DYB-K ile kıyaslandığında (26.5 mm⁻¹) Göllü lokasyonunda tespit edilen ortalamanın (36.6 mm⁻¹) önemli oranda yükseldiği görülmektedir (Tablo 5). Yüksek sıcaklık şartları protein oranında olduğu gibi SDS değerinin de yükselmesine vesile olmuştur. Her ne kadar Castro et al. (2007), sıcaklık stresinin protein kalitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, bildirdi, Blumenthal et al. (1991); Graybosh et al. (1995); Dias et al. (2008); Zhang et al. (2017) gibi araştırmacılar da yüksek sıcaklık şartlarında SDS sedimentasyon değerinin düştüğünü bildirmektedirler. Benzer çalışmalarda Borghi et al. (1997) sıcak ve kurak şartlar tane veriminde dalgalanmaya sebep olmakla birlikte camsılık ve SDS sedimentasyon testi gibi kalite özellikleri

açısından fırsat olduğunu rapor etmişlerdir. Öte yandan aynı lokasyonlarda çalışma yürüten araştırmacılar Kılıç ve Yağbasanlar (2003) 14 durum buğday çeşidi ile Diyarbakır, Ceylanpınar ve Akçakale de yürüttükleri bir çalışmada mSDS değeri bakımından her iki yılda da en yüksek değerlerin yüksek sıcaklık stres şartlarının hâkim olduğu Ceylanpınar (1. Yıl: 29.6 mm⁻¹; 2.yıl: 15.1 mm⁻¹) lokasyonundan, en düşük değerlerin de optimum şartların hakim olduğu Diyarbakır sulu (1. Yıl: 21.4 mm⁻¹; 2. Yıl: 12.0 mm⁻¹) lokasyonundan elde edildiğini; Karaduman ve Ercan (2011) Geçit bölgesi kuru şartlarında suluya göre daha yüksek SDS değerlerini bulduklarını bildirmişlerdir. Tekdal (2015) durum buğday çeşitlerinin yüksek sıcaklığa karşı performanslarını belirlemek üzere yürüttüğü bir çalışmada dane doldurma dönemi yüksek sıcaklığa denk getirilen geç ekim zamanında normal ekim zamanına (3.60 mm⁻¹) göre daha yüksek mSDS değeri (5.06 mm⁻¹) elde ettiğini, benzer diğer bir çalışmada Barutçular ve ark. (2016) da sıcaklık stresi altında zeleny testinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

3.8. Tane Sertlik İndeksi (SRT)

Tane sertliği değirmencilikte randımanın belirlenmesinde (Hruskova and Svec, 2009) ve hamurun kuvveti ile olan ilişkisinden dolayı (Brandland et al. ,2015) önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Tablo 5. Protein oranı, SDS değeri, tane sertlik indeksi, nişasta oranı, yaş glüten oranı, ve enerji değeri bakımından lokasyonlara ait ortalama değerler ve oluşun gruplar.

Genotip	Protein Oranı %		SDS ml ⁻¹		Tane sertlik indeksi SKSC		Nişasta oranı %		Yaş glüten %		Enerji W 10 ⁻⁴ joule	
	DYB-K	GÖLÜ	DYB-K	GÖLÜ	DYB-K	GÖLÜ	DYB-K	GÖLÜ	DYB-K	GÖLÜ	DYB-K	GÖLÜ
G1	11.6	17.1	26	37	73.3	80.3	65.0	59.8	27.8	41.5	416	596
G2	11.1	17.1	32	43	70.6	82.9	64.5	58.8	25.7	40.1	431	613
G3	12.9	16.2	33	44	61.8	67.3	64.2	60.6	29.3	40.0	499	595
G4	11.3	15.9	32	43	64.2	73.8	64.9	60.2	25.6	37.9	442	613
Nurkent	10.7	15.2	28	42	59.5	69.6	65.6	61.2	25.2	36.4	402	545
G6	11.0	15.4	27	45	72.0	80.1	65.3	62.2	26.7	39.2	390	538
G7	9.9	16.1	15	24	36.5	58.1	65.8	61.0	24.1	39.8	350	623
G8	11.5	17.6	19	40	73.6	82.8	65.3	56.7	27.2	43.2	428	571
G9	10.5	16.1	32	51	64.6	77.7	65.3	61.4	25.7	39.7	365	557
Pehlivan	11.1	15.5	26	45	70.9	82.5	65.0	61.8	27.1	39.0	390	543
G11	12.1	15.0	32	36	59.6	67.9	65.2	61.4	27.3	35.6	447	518
G12	11.3	15.2	25	36	53.1	70.7	65.7	61.0	26.3	36.6	417	524
G13	10.8	15.4	21	30	70.5	77.0	65.0	61.3	26.5	41.0	374	508
G14	11.1	15.8	18	34	54.8	67.1	65.1	60.3	25.6	38.6	406	559
Gömen-98	10.4	15.9	31	38	67.0	72.3	66.2	61.1	24.9	39.5	365	564
G16	10.9	16.3	28	38	62.1	73.2	65.2	60.1	25.2	38.7	419	602
G17	10.7	14.9	29	35	62.9	72.3	64.5	60.6	24.3	33.6	460	604
G18	11.1	16.4	27	36	61.8	72.1	65.6	60.4	26.0	42.0	429	604
G19	10.5	14.2	22	35	69.2	75.6	64.9	61.6	24.4	32.5	444	551
G20	11.1	15.9	24	47	75.1	80.0	65.6	61.3	26.7	39.7	417	559
G21	12.0	16.2	26	40	55.1	67.2	65.7	61.0	26.8	38.6	477	612
G22	11.7	16.3	24	34	70.9	82.4	64.5	59.8	26.7	38.8	476	601
G23	10.9	16.5	25	36	75.4	80.6	65.1	59.7	26.2	40.8	415	577
G24	10.9	14.1	26	33	70.5	74.9	65.3	62.0	25.4	34.3	446	520
Sagittario	11.5	17.2	35	44	68.8	78.7	65.7	58.7	27.4	43.0	417	596
Ortalama	11.14	15.89	26.5	36.6	64.9	74.7	65.2	60.6	26.1	38.8	420.9	571.7
t değeri	36.8 **		17.7**		17.1**		28.9**		37.4**		24.8**	

** : P ≤ 0.01 seviyesinde önemli, .

NIR1241 cihazında SKCS'ye göre ölçülen ve yüksek değerlerin sertliği ifade ettiği bu parametrede lokasyonlar arasında önemli bir fark tespit edilmiştir. Optimal şartların etkili olduğu DYB-K lokasyonu (64.9) Göllü lokasyonuna (74.7) göre daha düşük değerlere sahip olmuştur. Diğer kalite parametrelerinde olduğu gibi tane sertliği de yüksek sıcaklık şartlarında daha da artmıştır. Bulgularımız yüksek sıcaklık şartlarında tane sertliğinin arttığını bildiren Guedira et al. (2002), Dias et al. (2008) ile de uyumludur.

3.9. Nişasta Oranı (NŞT)

Değirmencilikte tane yapısı bozulmamış yüksek nişasta oranına sahip genotiplerin tercihi ön plandadır. Yüksek sıcaklık şartlarında nişastanın hem miktar ve hem de kalitesinde eksilmeler olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Nitekim, Shi et al. (1994) ve Dias et al. (2008) yüksek sıcaklık şartlarında endospermdeki nişasta

taneciklerinin deforme olduğunu bildirmişlerdir. Tablo 6'da yüksek sıcaklık şartlarının hüküm sürdüğü Göllü lokasyonunda genotip ortalamaları üzerinden tanedeki nişastanın (% 60.6) önemli oranda düştüğü görülmektedir.

3.10. Yaş Gluten Oranı (YGL)

Buğday kalite değerlendirilmesinde gluten oranının yüksek olması arzu edilir. Ancak Gupta and MacRitchie (1994) glüten miktarının tek başına kaliteyi yükseltmeyeceği bu artışa ilave olarak glüten kalitesinin de birlikte düşünülmesi gerektiğini, Kasearu et al. (1997) tritikaleden yapılan hamurların düşük kaliteli olmasındaki asıl sebebin düşük glüten proteine sahip olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Tablo 6'da DYB-K lokasyonunda %26.1 olan glüten oranı Göllü lokasyonunda (%38.8) önemli derecede artış göstermiştir. Balla et al. (2010) tanede toplam glüten ve gliadin miktarının, protein artışına

bağlı olduğunu, kurak şartlardaki gluten artışının yüksek sıcaklık şartlarından daha fazla olduğunu bildirmiştir. Yüksek sıcaklık şartlarında artan protein oranına bağlı olarak yaş gluten oranında da artış görülmesi beklenen bir durumdur.

3.11. Enerji Değeri (W)

Unun ekmeçilik değerinin belirlenmesinde fiziki ve kimyevi özelliklerin yeterli olmadığını durumlarda hamurun reolojik özelliklerinden enerji değerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Aydoğan ve ark., 2010). Normal şartların hüküm sürdüğü DYB-K lokasyonunda genotiplerin ortalaması $420.9 \cdot 10^{-4}$ joule olarak belirlenen enerji değeri, Göllü lokasyonunda $571.7 \cdot 10^{-4}$ joule olmuştur. Enerji değerinin ekmek kalitesinin iki önemli unsuru olan gluten indeksi ve zeleny SDS ile önemli pozitif ilişkiler içerisinde olması (Aydoğan ve ark., 2010) esas alındığında, SDS sedimentasyonunda olduğu gibi yüksek sıcaklık şartlarında enerji değerinin artmış olması beklenen bir durum olmuştur. Dupont and Albenbach (2003) de tane dolun devrelerindeki sıcaklık artışının taneyi hacimsel olarak azaltarak protein konsantrasyonunun artmasına sebep olacağını bildirmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölge'sinde protein oranına, seyreden yıllık yağış miktarı yanında, tane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklıklar ve topraktaki azot miktarının önemli etkilerde bulunduğu söylenebilir (Kılıç 2003).

3.12. Tane Verimi (TV)

TV bakımından lokasyonlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 7). Diyarbakır lokasyonunda ilave sulama ile yağışa dayalı şartlara göre tane veriminde yaklaşık olarak 83 kg/da 'lık önemli bir artış kaydedilmiştir. Yüksek sıcaklığın etkili olduğu Göllü lokasyonunda DYB lokasyonu ile mukayese edildiğinde genotip ortalamasında 315 kg/da ile yaklaşık olarak %50 civarında bir azalış kaydedilmiştir. TV'ni düşüren temel stres faktörünün dane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklık olduğu Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'dan anlaşılabilir. Elde edilen sonuçlar

yüksek sıcaklığa maruz buğday genotiplerinde önemli azalma kaydettiklerini bildiren Wang et al. (1992); Kılıç ve Yağbasanlar (2003); Ansari et al. (2013); Begum and Nessa. (2014); Tekdal ve Yıldırım (2015) ile de uyumludur. Genotiplerin performansı bakımından lokasyonlar ayrı değerlendirilerek incelendiğinde DYB-S lokasyonunda en yüksek TV, G22 (794.0 kg da^{-1}) ve G17 (793.5 kg da^{-1}) genotiplerinden, en düşük TV de 554.8 kg da^{-1} ile G1 genotipinden sağlanmıştır. DYB-K lokasyonunda ise en yüksek tane verimleri 713.1 kg/da ile G24 ve 707.7 kg/da ile G17'den elde edildiği görülmektedir. Yüksek sıcaklığa toleranslığın göstergesi olan Göllü lokasyonunda G17 ve G19 genotipleri ile aynı grubu paylaşan G24'ten (458.8 kg/da) en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Genotiplerin normal şartlara nispetle stres şartlarındaki verimini koruyabilmesinin bir göstergesi olarak kabul edilen PERO (performans oranı) bakımından da G24 genotipi yüksek tane verimi ile birlikte %64 gibi yüksek bir PERO'ya sahip olmuştur.

Yüksek sıcaklığa toleranslığın göstergesi olan Göllü lokasyonunda G17 ve G19 genotipleri ile aynı grubu paylaşan G24'ten (458.8 kg/da) en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Genotiplerin normal şartlara nispetle stres şartlarındaki verimini koruyabilmesinin bir göstergesi olarak kabul edilen PERO (performans oranı) bakımından da G24 genotipi yüksek tane verimi ile birlikte %64 gibi yüksek bir PERO'ya sahip olmuştur. Çok erkenci bir özelliğe sahip (118 gün) G24'ün Göllü lokasyonunda verimini muhafaza etmesi, dane doldurma devresinin yüksek sıcaklığın hüküm sürdüğü günlere daha az maruz kalması ile açıklanabilir. Tane verimi ile ilişkili özelliklerin dereceleri biplot analizinde tahlil edilmiştir.

Tablo 7. Denemelerin yürütüldüğü lokasyonların tane verimi ve performans oranına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Genotip	Tane Verimi kg da ⁻¹			Perf. Oranı %
	DYB-S	DYB-K	Göllü	
G1	554.8 e	554.2 b	340.6 b	62.0 ab
G2	719.8 a-d	607.7 ab	180.4 s	29.4 e
G3	639.0 b-e	538.1 b	298.2 bc	55.6 a-d
G4	718.9 a-d	623.3 ab	335.8 b	53.7 a-d
Nurkent	709.4 a-d	627.3 ba	314.8 bc	50.0 a-d
G6	624.6 cde	592.5 ab	304.0 bc	51.5 a-d
G7	648.3 b-e	522.7 b	337.5 b	64.9 a
G8	667.7 a-e	530.4 b	208.5 cd	39.9 de
G9	667.1 a-e	601.5 ab	314.8 bc	53.3 a-d
Pehlivan	656.7 a-e	601.5 ab	328.3 b	54.4 a-d
G11	664.4 a-e	569.8 ab	327.7 b	58.6 abc
G12	747.1 abc	647.9 ab	278.1 bcd	42.9 cde
G13	729.8 a-d	659.2 ab	284.2 bcd	43.6 b-e
G14	599.8 de	532.7 b	324.4 b	61.6 ab
Gönen-98	677.7 a-e	600.8 ab	294.0 bc	48.9 a-d
G16	751.0 abc	651.7 ab	290.4 bcd	44.5 b-e
G17	793.5 a	707.7 a	365.2 ab	51.6 a-d
G18	745.6 abc	623.8 ab	290.6 bcd	47.2 a-e
G19	774.4 ab	669.0 ab	368.8 ab	55.9a-d
G20	649.4 b-e	622.1 ab	342.1 b	55.8 a-d
G21	679.8 a-e	602.7 ab	323.3 b	54.8 a-d
G22	794.0 a	672.3 ab	341.9 b	50.9 a-d
G23	692.5 a-e	575.8 ab	312.1 bc	54.5 a-d
G24	745.4 abc	713.1 a	458.8 a	64.4 a
Sagittario	680.4 a-e	610.8 ab	311.3 bc	51.0 a-d
Ortalama	693.2 A	610.3 B	315.0 C	52.0
V.K (%)	7.48	9.18	13.4	13.3

*: Aynı harf grubuna giren değerler Tukey %5 önem seviyesine göre farklı değildir.

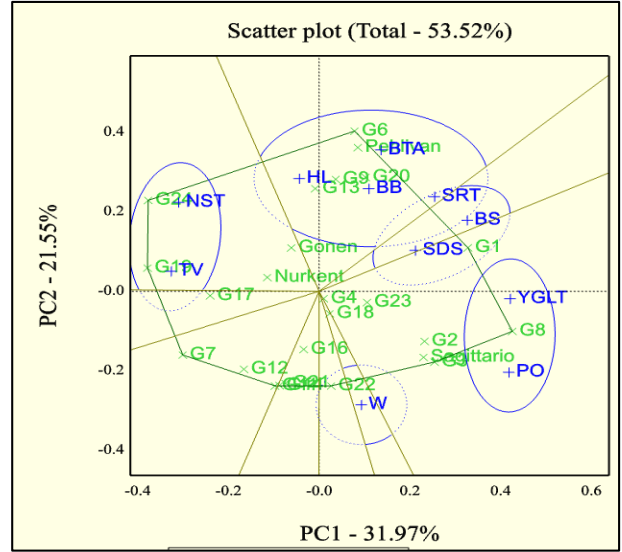
3.13. Yüksek Sıcaklığın Tane Doldurma Dönemindeki Etkileri

Tüm dünyada olduğu gibi küresel ısınmanın bir sonucu olarak ülkemizde bilhassa Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de sıcaklıkların belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Nitekim Türkiye 1970-1978 yılları sıcaklık ortalaması 12.7 °C iken, 1997-2006 periyodundaki ortalama sıcaklık 13,4°C, 2007-2016 periyodundaki ortalama sıcaklık ise 13.9 °C ye çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2). Serin iklim tahılları açısından önemli olan dane doldurma periyodunun dahil olduğu Mayıs ayındaki maksimum sıcaklıklar olup,

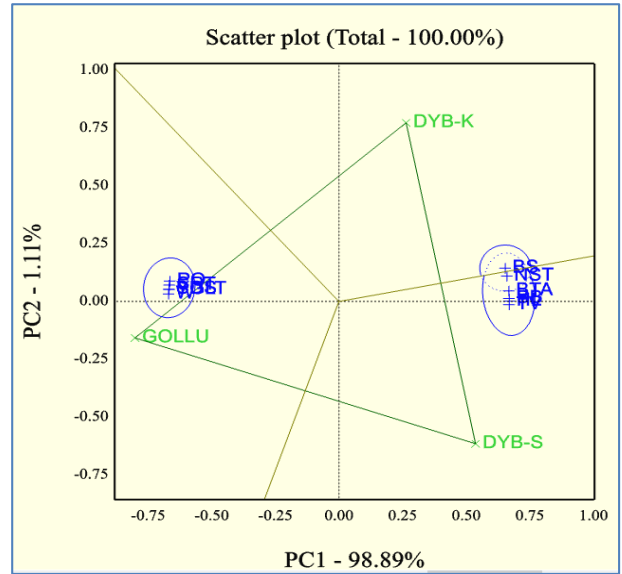
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güney kesimleri (1. Alt bölge) söz konusu devrede ülkemizin en yüksek sıcaklıkların hüküm sürdüğü yerlerden biri olarak göze çarpmaktadır. Uzun yıllar üzerinden yapılan modellemelerde ($y=0,0411x+18,023$) pozitif linear bir artışın olduğu tespit edilmiştir (Şen ve ark., 2017). Küresel ısınmanın bu hızda devam etmesi durumunda buğday üretim alanları için yüksek sıcaklığın önemli bir bariyer olacağı tahmin edilmektedir. Göllü lokasyonunda dane doldurma devresinin 2 ve 3. haftalarında yüksek sıcaklık sınır değerlerde (28-30 °C) seyrederken 3. haftada tekrar artış göstererek 40 °C'lere çıktığından bitkilerde şok ısısı etkisi oluşturmak suretiyle fotosentezin büyük oranda durmasına sebebiyet vermiştir (Şekil 7.). Buğday bitkisinde maksimum büyüme sıcaklık değeri 42 °C olarak kabul edilmekle birlikte (Al-Khatiba and Paulsen, 1999) 40 °C sıcaklığın fotosentez oranını büyük oranda düşürmesinden, bitkiler olgunlaşma devresine hızla girmek zorunda kalmaktadırlar. Zira artan sıcaklık değerleri bitki gelişiminin farklı safhalarını bloke etmektedir (Ishak and Mohammed, 1996). Fotosentez için tespit edilen sınır değerlerin üzerindeki sıcaklıklar başta fotosentez olmak üzere, enzim stabilitesi ve membran bütünlüğünü içeren birçok fizyolojik olaylarda değişimlere sebep olabilmektedir (Nguyen and Joshi, 1992.). Bunun sonucu kök, sap, yaprak ve diğer organlarda biriken besin elementlerinin tümü daneye taşınmadan dane bitki fizyolojik oluma geçmektedir. Neticede dane karbonhidrat yönünden zayıf, ancak protein oranı yönünden yüksek değerlere sahip buruşuk ve zayıf bir yapı kazanmaktadır. Dayanma derecelerini tespit etmek üzere buğday bitkisinde yapılan bir araştırmada sıcaklığın 32 °C'den 42 °C'ye yükseltilmesiyle fotosentetik aktivitedeki protoplast, kloroplast ve thylakos (pigment içeren keseler) düzeylerinde ani bir düşüş gözlemlendiği, fotosentetik oranın ise 22 °C'de zirve yaptığı rapor edilmiştir (Al-Khatiba and Paulsen, 1999).

3.14. Biplot Analizleri

Çoklu lokasyonlarda yürütülen denemelerin genotip-lokasyon ve lokasyon-özellik ilişkilerini belirlemede görsel olarak yorum yapmaya imkân tanıyan GGE biplot analiz yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Akçura ve Topal, 2008; Sayar, 2014; Oral ve ark., 2018; Kızılgöçü ve ark., 2019; Kılıç ve ark., 2019). Ayrıca biplot analiz yöntemi ile çevreler üzerinden genetik veya morfolojik varyasyonu tanımlanması, ıslahçılara seleksiyon için karar vermede önemli bir yol göstermektedir. Bu metodolojiye göre GGE biplot grafiğinin köşelerinde yer alan genotip veya çevre, incelenen özellik açısından en yüksek veya istenilen değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca aynı mega grup içerisinde yer alan özellikler arasında sıkı bir korelasyon söz konusu olup, aynı sektörde yer alan genotiplerin de bu özellikler bakımından benzer performansa sahip olduğu kabul edilmektedir. Şekil 8'deki GGE biplot grafiğine göre toplam varyasyon % 53.52 olarak tespit edilmiş olup, bunun % 31.97'si PC1 ve %25.55'i PC2 tarafından temsil edilmiştir. Şekil 8'deki biplot grafiğine göre BTA, SRT ve BB için en yüksek değerler G6, Pehlivan, G20, G9'dan elde edilmiştir. Aynı mega grupta yer alan SDS ve BS özellikleri için G1 en yüksek değerlere sahip olmuştur. YGLT ve PO özellikleri için G8, Sagittario ve G3; W değeri için G21, G22, G3 ve Sagittario genotipleri; TV, NST ve HL için G24, G19 ve G17 genotipleri en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Yüksek sıcaklık stresinin etkisini ifade eden Şekil 9'daki grafiğe göre üç ayrı sektörde yer alan lokasyonların incelenen özellikler bakımından aralarında oldukça farklılığın olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, aralarında yüksek korelasyon olduğu kabul edilen ve aynı mega grupta yer alan BS, NST, BTA, BB, TV parametreleri için en yüksek değerler DYB çevresinden; PO, SRT, YGLT, SDS parametreleri için ise en yüksek değerler, yüksek sıcaklığın hüküm sürdüğü Mardin-Göllü lokasyonundan elde edilmiştir.



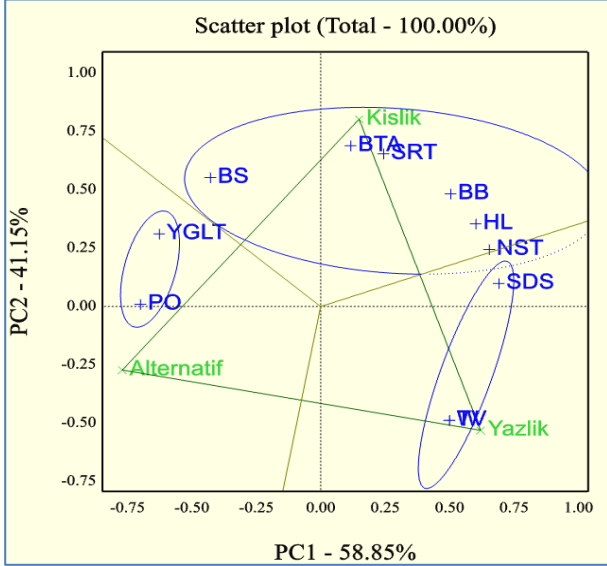
Şekil 8. Genotip özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği



Şekil 9. Lokasyon özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği

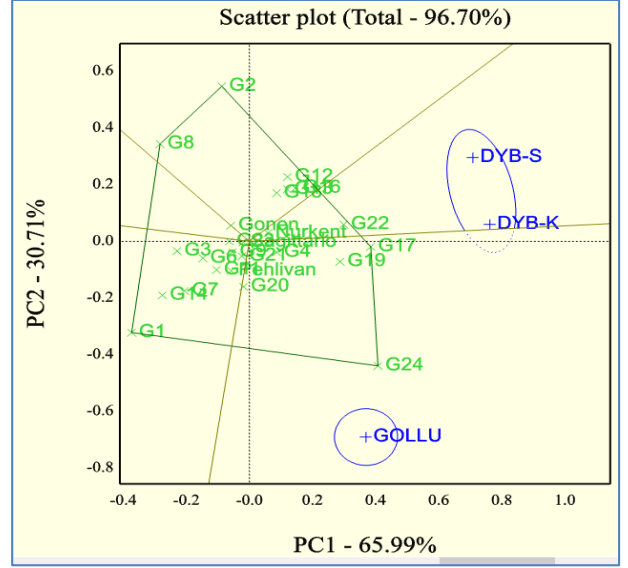
Şekil 10'dan anlaşılacağı üzere, gelişme tabiatı ile incelenen özellikler arasında anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, kışlık gelişme tabiatlı genotiplerde aynı mega grupta yer alan BS, BTA, SRT, BB, HL, NŞT parametreleri en yüksek değerlere sahip olurken, alternatif gelişme tabiatlı genotiplerde aynı grubu paylaşan PO, YGLT parametreleri, yazlık gelişme tabiatlı genotiplerde ise aynı

mega grupta yer alan SDS, TV ve W parametreleri bakımından yüksek değerlere sahip olmuşlardır.



Şekil 10. Büyüme tabiatı özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği

Bu sonuçlar, vejetasyon süresi daha uzun olan kışıklarda BTA ve NŞT oranı gibi parametrelerin yüksek olmasının beklendiği söylenebilir. Aynı mega grupta yer alan özellikler arasında ve aynı sektörde yer alan parametreler ve gelişme tabiatları arasında sıkı bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yazlık tabiatlı genotiplerin olduğu sektörde yer alan tane verimi ile zıt kutuplarda yer alan BTA, SRT, YGLT ve PO arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Fotoperiyoda duyarlı olmalarından, daha yüksek verime sahip yazıklarda kalite parametreleri daha düşük kaydedilmiştir.



Şekil 11. Tane verimine dayalı lokasyon-genotip ilişkisini gösteren biplot grafiği

Terman et al. (1979; Blackman and Payne, (1987) Genotip x çevre interaksiyonunun etkisi altındaki tane veriminin protein oranı ile zıt ilişkide olduğunu bildirmektedirler. Şekil 10'daki biplot analizinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tane verimi açısından yazıkların daha yüksek performansa sahip oldukları anlaşılmaktadır. Krupnova (2013), tane verimi ve kalite özellikleri açısından kışık ve yazık tabiatlıların performansının iklim ve çevre şartlarına göre değiştiğini bildirirken, Maghirang et al. (2006) SDS hacmi bakımından yazık kırmızı sert buğdayların kışık kırmızı sert buğdaylardan daha yüksek değerler gösterdiklerini bildirmektedirler. Abugaliev and Pena (2010) yazık gelişme tabiatlı genotiplerle mukayese edildiğinde kışık buğdaylarda tane sertliği, protein oranı ve gluten muhtevasında daha yüksek varyasyon tespit ettiklerini, gluten mukavemeti ve özellikleri bakımından ise kışık Kazak çeşitlerinin yazık Avusturalya çeşitlerinden daha düşük değerlere sahip olduklarını bildirmekte olup, Şekil 1'de yer alan grafik sonuçlarını teyit etmektedirler. Tane verimi bakımından genotiplerin yüksek sıcaklığa tolerant durumlarını gösteren Şekil 11'deki biplot grafiğine göre; G17, G19 ve G24

genotipleri Mardin-Göllü lokasyonunda en yüksek verim düzeyine ulaşırlarken G22 ise DYB-S ve DYB-K lokasyonlarında en yüksek verim düzeyine ulaşmıştır.

4. SONUÇ

Yüksek sıcaklık şartlarında fotoperyoda duyarlı ve geç başaklanan kışlık genotipler daha düşük verime rağmen yüksek kalite özellikleri ile ön plana çıkarken, erkenci ve hızlı büyüme avantajlarına sahip yazlık genotipler ise tane verimi bakımından yüksek performansla sahip oldukları tespit edilmiştir. Genotipler bir bütün olarak değerlendirildiklerinde, yüksek sıcaklık stresi şartlarında kalite özelliklerinden protein oranı (PO), tane sertlik indeksi (SRT), yaş glüten (YGLT) ve SDS sedimentasyondan yüksek değerlere ulaşılırken, normal şartlara sahip DYB lokasyonunda ise tane verimi (TV), (nişasta oranı) NŞT ve bin tane ağırlığı (BTA)'nın öne çıktığı tespit edilmiştir. Yüksek tane verimi ve protein oranı PO bakımından öne çıkan G24, yüksek sıcaklığa en toleranslı genotip olarak belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık stresine toleranslığın tespitinde çok sayıda fizyolojik ve morfolojik parametrelerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada üzerinde çalışılan özelliklerden fotoperyoda duyarsız, yazlık büyüme tabiatlı, erkenci, protein oranı (PO) yüksek, bin tane ağırlığı (BTA)ğın fazla düşürmeyen ve hızlı dane doldurma özelliğine sahip genotiplerin yüksek sıcaklık stresinin etkili olduğu bölgelerde tercih edilmesi, sıcaklık stresinden kaynaklanan verim kayıplarını azaltmada alınabilecek tedbirler arasında sayılabilir. Öte yandan moleküler biyoloji sahasında kaydedilen gelişmeler ışığında nanobiyoteknoloji/nanopartiküllerin kullanımı, ekim zamanı, farklı sulama rejimleri gibi yöntemlerin, sıcaklık stresinden kaynaklanan verim kayıplarını telafi etmeye esas tamamlayıcı çalışmaların yapılmasında faydalar mülhaza edilmektedir.

5. KAYNAKLAR

Abugalieva A., Pena R. (2010). Grain quality of spring and winter wheat of Kazakhstan. The

- Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology, 4: 87-90.
- Akçura M., Topal A. (2008). İç Anadolu Bölgesi yerel ekmeklik buğday popülasyonlarından seçilen saf hatların tane verimi ve kalite özellikleri yönünden bazı tescilli çeşitlerle karşılaştırılması. Ülkesel Tahıl Sempozyumu (2-5 Haziran 2008, Konya): 59-69.
- Aktaş H., Karaman M., Erdemci İ., Kendal E., Tekdal S., Kılıç H., Oral E. (2017). Sentetik ve Modern Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) verim ve kalite özelliklerinin karşılaştırılması. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 3(1), 25 – 32.
- Anonim (2008). Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, Kayıtları Mardin.
- Anonim (2001). Tarımsal değerleri Ölçme denemeleri teknik talimatı. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, 35 sayfa.
- Ansari W., Rama Rao Y., Shyam Verma A., Shukla A. Tuteja. (2013). Comparative physiological response of wheat genotypes under terminal heat stress. Kamla Dhyani, Mohammad. Plant Signaling & Behavior 8:6, e24564; June 2013; Landes Bioscience. <https://www.researchgate.net/publication/236348249> (10.04.2020).
- Asana RD., Williams RF. (1965). The effect of temperature stress on grain development in wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 16, 1-3.
- Aydoğan S., Göçmen A., Şahin Ş., Kaya Y., Taner S., Demir B., Önmez H. (2010). Ekmeklik buğday çeşitlerinin dane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma Bitkisel Araştırma Dergisi (2010) 1, 1–7
- Balla K., Rakszegi M., Bencze S., Karsai I., Veisz O. (2010). Effect of high temperature and drought on the composition of gluten proteins in martonvásár wheat varieties Acta Agronomica Hungarica, 58(4), pp. 343–353
- Barutcular C., Yildirim M., Koc M., Dizlek H., Akinci C., EL Sabagh A., Saneoka H., Ueda A., Islam M., Toptas İ., Albayrak Ö., Tanrikulu A. (2016). Quality traits performance of bread wheat genotypes under drought and heat stress conditions. Fresenius Environmental Bulletin 25(12a), 6159-6165.
- Begum F., Nessa A. (2014). Effects of temperature on some physiological traits of wheat. Journal of

- Bangladesh Academy of Sciences, 38(2), 103-110.
- Bennett D., Izanloo A., Edwards J., Kuchel H., Chalmers K., Tester M., Reynolds M., Schnurbusch T., Langridge P. (2012). Identification of novel quantitative trait loci for day to ear emergence and flag leaf glaucousness in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) population adapted to southern Australia conditions. *Theoretical and Applied Genetics*, 124, 697-711.
- Blackman J.A., Payne P.I. (1987). Grain quality. Wheat Breeding. Its scientific basis. Lupton, F.G.H. (ed) Great Britain, 455-485.
- Branlard G., Lesage V., Bancel E., Martre P., Méleard B., Rhazi L. (2015). Coping with Wheat Quality in a Changing Environment: Proteomics Evidence for Stress Caused by Environmental Changes Online ISBN978-4-431-55675-6. *Advances in Wheat Genetics: From Genome to Field* pp 255-264
- Dias A.S., Bagulho A. S., Lidon F. C. (2008). Ultrastructure and biochemical traits of bread and durum wheat grains under heat stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20, 4:323-333.
- Dyck J.A., Matus-Cadiz M.A., Hucl P., Talbert L., Hunt T., Dubuc JP., Nass H., Clayton G., Dobb J., Quick J. (2004). Agronomic performance of hard red spring wheat isoline sensitive and insensitive to photoperiod. *Crop Science*, 44, 1976-1981
- Farooq M., Bramley H., Palta J.A., Siddique K.H.M. (2011). Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30,1-1
- Guedira M., McCluskey P.J., MacRitchie F., Paulsen G.M. (2002). Composition and quality of wheat grown under different shoot and root temperatures during maturation. *Cereal Chemistry*, 79, 397-403.
- Gupta R B., Mac Ritchie F. (1994). Allelic variation at glutenin subunits and gliadin loci, *Glu-1*, *Glu-3* and *Gli-1* of common wheats. II. Biochemical basis of allelic effects on dough properties. *Journal of Cereal Science*, 19, 19-29.
- Hruskova M., Svec I. (2009). Wheat hardness in relation to other quality factors. *Czech Journal of Food Sciences* 27, 240-248
- Jack J., Barkley A., Hendricks N. (2017). Irrigation offsets wheat yield reductions from warming temperatures *Environmental Research. Letter*, 12, 1-9
- James GN., Kirsten MB., Audrey JD., Brendan PC., Garry JO. (2018). Acute High temperature response in wheat. *Agronomy Journal* 110(4), 1-13
- Karaduman Y., Ercan R. (2011). Bisküvilik için seçilmiş ileri kademe yumuşak ekmeklik buğday hatlarının kuru ve sululu koşullarda verim ve bazı tane özellikleri *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2):1-9.
- Kasearu P., Laur U., Vooremäe A., Jaama E., Kann A. (1997). Triticale and its fields of use. In *Food and Nutrition*, Tallinn Technical University: Estonia, IV:69-79
- Kato, K and Yokoyama H., 1992. Geographical variation in heading characters among wheat landraces, *Triticum aestivum* L. and its implication for their adaptability. *Theoretical and Applied Genetics*, 84, 259-265.
- Kendal E., Sayar MS. (2016). The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(3), 754- 765.
- Kılıç H., Özberk İ., Özberk F. (1999). Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin sıcak ve kurağa toleranslarının belirlenmesi GAP I. Tarım Kongresi, 727-734, 26-28 MAYIS 1999, Şanlıurfa
- Kılıç H., Özberk İ., Özberk F. (1999). Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin sıcak ve kurağa toleranslarının belirlenmesi. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*. Ed. H. Ekiz (8-11 Haziran 1999, Konya) s. 358-364
- Kılıç H., Sanal T., Erdemci İ., Karaca K. (2017). Screening bread wheat genotypes for high molecular weight glutenin subunits and some quality parameters *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 19, 1393-1404.
- Kılıç H., Aktaş H., Tekdal S. (2019). Durum Buğday genotiplerinde bazı morfolojik özelliklerin ekin sap arısı ((*Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)) Zararı bakımından değerlendirilmesi *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(2), 95-106.
- Kızılgöçü F., Yıldırım M., Akıncı C., Albayrak Ö. (2019). Arpada Tane verimi ve kalite özellikleri üzerine genotip ve çevrenin etkileşimi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 346-353.
- Korkut MZ., Balkan A., Başer İ., Bilgin O. (2019). Grain Yield and Some Physiological Traits Associated with Heat Tolerance in Bread Wheat

- (*Triticum aestivum* L.) Genotypes, Journal of Agricultural Sciences, 25(3), 391–400
- Krupnova OV. (2013). A comparison of grain quality in spring and winter wheats associated with market classes. *Agricultural Biology*, 1, 15-20
- Lobell DB., Sibley A., Ortiz-Monasterio JI. (2012). Extreme heat effects on wheat senescence in India. *Nature Climate Change*, 2, 186–189.
- Maghirang EB., Lookhart GL., Bean SR., Pierce RO., Xie F., Caley MS., Wilson JD., Seabourn BW., Ram MS., Park SH., Chung OK., Dowell FE. (2006). Comparison of quality characteristics and breadmaking functionality of hard red winter and hard red spring wheat. *Cereal Chemistry*, 83, 520-528.
- Marshall DR., Ellison F.W., Mares D.J. (1984). Effects of grain shape and size on milling yield in wheat. I Theoretical analysis based on simple geometric models. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35, 619–630.
- Oral E., Kendal E. ve Doğan Y. (2018). Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Verim Stabilitesinin Biplot ve AMMI Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 55-64.
- Punia SS., Mansoor Shah A., Ram BR. (2011). Genetic analysis for high temperature tolerance in bread wheat *African Crop Science Journal*, Vol. 19, No. 3, pp. 149-163.
- Rao S., P.N. Wattal. (1986). Effect of different dates of sowing on yield and yield attributes of barley genotypes. *Indian Journal of Plant Physiology*, 29, 297-301.
- Reynolds MP., Balota M., Delgado MIB., Amani I., Fischer RA. (1994). Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot irrigated conditions. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21: 717-730
- Sayar MS. (2014). Path coefficient and correlation analysis between seed yield and its affecting components in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*, 1, 596-602
- Shi YC., Seib PA., Bernardin JE. (1994). Effects of temperature during grain-filling on starches from six wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 71, 369-383.
- Sofield I., Evans LT., Cook MG., Wardlaw IF. (1977). Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology* 4: 785–797.
- Stone P., Nicolas M., (1995). A survey of the effects of high temperature during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46:475–492
- Stone PJ., Nicolas ME. (1994). Wheat cultivars vary widely in their responses of grain yield and quality to short periods of postanthesis heat stress. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21:887–900
- Şen ÖL., Bozkurt D., Göktürk OM, Dündar B., Altürk B. (2017). Türkiye’de iklim değişikliği ve olası etkileri. Conference: 3. Taşkın Sempozyumu. Erişim Tarihi: <https://www.researchgate.net/publication/322099836>. 30.03.2020
- Tekdal S., Yıldırım M. (2015) .Sıcaklık stresine maruz bırakılan bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 68-76.
- Terman G.L. (1979). Yields and Protein Content of Wheat Grain as Affected by Cultivar, N and Environmental Growth Factors. *Agron Journal*, 71, 437-440
- Wang YP., Handoko JR., Rimmington G.M. (1992). Sensitivity of Wheat growth to increased air temperature for different sceneries of ambient CO₂ concentration and rainfall in Victoria-a simulation study. *Climate Research*, 2, 131 149
- Wardlaw I. F., Wrigley C W. (1994). Heat tolerance in temperate cereals: an overview. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21, 695–703
- Wardlaw I F., Dawson I.A., Munibi P. (1989). The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 40, 15–24.
- Wiegand CL., Cuellar JA. (1981). Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Science* 21, 95–101.
- Yan W. (2001). GGE biplot: A windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two way data. *Agronomy Journal*, 93, 1111-1118.
- Yan W., Kang MS. (2003). GGE Biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and

agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, pp.288.
Zahedi M., Jenner C F. (2003). Analysis of effects in wheat of high temperature on grain filling

attributes estimated from mathematical models of grain filling *Journal of Agricultural Science*, 141, 203–212.

***Ferula Longipedunculata* Peşmen Türünün Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi**

Ali Göçeri¹  Ekrem KİRECÇİ²  Mehmet Hakkı ALMA³ 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyomühendislik ve Bilimleri, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye
² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye
³ Iğdır Üniversitesi, 76410, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 17. 02. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Anahtar Kelimeler
Antimikrobiyal
aktivite,
Disk difüzyon,
Ferula
longipedunculata
Peşmen

Özet: Bu çalışmada Kahramanmaraş ilindeki Berit Dağı'nda yetişen ve o bölgede endemik olan *Ferula longipedunculata* Peşmen bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Bu bitkinin kök, yeşil ve sap kısımlarından ekstraktların (25 µl) antimikrobiyal etkilerini belirlemek için disk difüzyon metodu kullanıldı. Antimikrobiyal aktivite analizinde, bitkinin kök kısmı ekstraktının yeşil ve sap kısmı ekstraktlarına göre daha iyi antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Bitkinin sap kısmının antimikrobiyal etkisi yeşil kısma göre daha iyi sonuç vermiştir. Ayrıca kök kısmının funguslara oranla bakterilerden daha az antimikrobiyal etki gösterdiği ve bitkinin yeşil kısmının funguslara karşı etkili olmadığı belirlenmiştir. Kök kısmı en iyi aktiviteyi metanol ve aseton ekstraktında *Staphylococcus aureus* Cowan1 bakterilerine (27-24 mm) karşı göstermiştir. Çalışma sonucunda coğrafyamızın zenginlik kaynakları olan tıbbi ve aromatik bitkilerin değerlendirilip yeni bilimsel çalışmalara yön verebileceği fikrini vermiştir.

The Determination of Antimicrobial Activity of *Ferula Longipedunculata* Peşmen

Keywords:
Antimicrobial
activity,
Disk diffusion,
Ferula
longipedunculata
Peşmen

Abstract: In this study, the antimicrobial activity of the *Ferula longipedunculata* Peşmen plant, which grows on the Berit Mountain in Kahramanmaraş and is endemic in that region was investigated. The disc diffusion method was used to determine the antimicrobial effects of extracts (25 µl) from the root, green, and stem parts of this plant. In the activity study, it was determined that the root part of the plant extract activity had better antimicrobial effect than the green and stem part extracts. The antimicrobial effect of the stem of the plant was better than the green part. Moreover, the root extracts were more effective against bacteria than fungi and the green part of the plant is not effective against the fungi. The root part showed the best activity against *Staphylococcus aureus* Cowan1 (27-24 mm) in methanol and acetone extract. As a result of the study, it has been suggested that the medicinal and aromatic plants which are the richness of our geography can be evaluated and give direction to new scientific studies

*İlgili yazar: goceriali@gmail.com

1. GİRİŞ

Ferula türlerinin Dünya genelinde yaklaşık 180-185 türü olduğu bilinmektedir (Pimenov et al., 2004). *Ferula* türleri Dünyada ve Türkiye’de genellikle kimyasal karakterizasyon ve belirlenen bileşiklerin tıp alanında kullanılması üzerine birçok çalışmaya konu olmuştur. Anadolu’da *Ferula* bitkisi halk arasında kök ve yaprakları afrodisyak etki ve sperm sayısını artırmak için çay olarak içildiği, keçi ve koyunlarda süt verimi ile doğurganlığı artırmak için kullanıldığı ve bünyesindeki uçucu yağların hangi hastalıklar üzerinde etkisinin olduğu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Baytop, 1999; Göçeri, 2018). *Ferula* cinsine ait olan bitkilerin büyük çoğunluğu Dünya’da ve Türkiye’nin birçok yerinde şifalı bitki olarak kullanılmaktadır (Kılıç ve ark., 2013). *Ferula* drogları ayrıca antimikrobiyal, antikanser, antioksidan, antifungal etkilerinin olduğu yapılan bazı çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Özkan ve ark., 2008; Çakar, 2010; Süzgeç-Selçuk ve ark., 2014; Heidari etal., 2014; Golfakhrabadi etal., 2015). Öksürük sökücü, mide problemleri, vücut güçlendirici, idrar yolu hastalıkları, hemoroid, kabızlık gibi birçok hastalıkta kullanılmıştır (Demetzos etal., 2000; Taran ve ark., 2010). Antimikrobiyal çalışmaların amacı genel olarak enfeksiyon hastalıklarına neden olan organizmaların negatif etkilerini azaltan veya yok edecek bileşikler tespit etmektir. Bu amaçla, *Ferula longipedunculata* bitkisinin kök, yeşil ve sap kısımlarının metanol ve aseton örneklerine ait ekstraktları, 8 bakteri ve 4 fungus türü üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki Örnekleri

Çalışmada kullanılan *F. longipedunculata* Peşmen (Çakşır otu) Kahramanmaraş ilinde bulunan Berit Dağında ve 2100-2409 metre rakımda toplanmıştır. Bitkinin herbaryum örneği standartlara uygun olarak kurutulmuş ve KSÜ Orman Fakültesi herbaryumuna 1416 kod no ile kaydedilmiştir. Bitkinin kök, sap ve yeşil

kısımları ayrıştırılarak kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2.2. Test Mikroorganizmaları

Antimikrobiyal aktivite çalışması için kullanılan mikroorganizma suşları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji laboratuvarı koleksiyonundan temin edilmiştir. Mikroorganizma isimleri, *Bacillus megaterium* DSM32, *Enterococcus faecium* saha izolatu, *Klebsiella pneumonia* FMC5, *Escherichia coli* ATTC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* DSM50071, *Staphylococcus aureus* Cowan1, *Micrococcus luteus* LA2971, *Bacillus subtilis* IMG22 bakteri suşları ile *Candida albicans* ATCC1023, *Candida utilis* NRRL-Y-900, *Saccharomyces cerevisiae* WET136, *Yarrowia lipolytica* NCIM3589 mayaları kullanılmıştır.

2.3. Bitki Kısımlarının ve Antibiyotik Disklerin Hazırlanışı

Ferula longipedunculata bitkisinin tür teşhisi yapıldıktan sonra bitkinin parçaları temizlenerek yabancı maddelerden arındırılmış ve oda sıcaklığında kurutmaya bırakılmıştır. Sterilizasyon göz önünde bulundurularak çelik paslanmaz öğütücü ile toz haline getirilmiştir (Tamer ve ark., 1990). Bitkinin kök, yeşil ve sap kısımlarından 10’ar gram alınarak her bir kısım için 100 ml metanol ve aseton (Merck) içerisinde Soxhlet cihazı ile 2 saat boyunca ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Rotary evaporatör cihazı yardımı ile çözücüler ekstrelerden uzaklaştırılmıştır (Khan et al., 1988). Elde edilen ekstrelerden mikropipet yardımı ile 6 mm çapındaki steril boş disklere 25 µl emdirilmiştir (İlçim ve ark., 1998). Kontrol grubu olarak su, metanol ve aseton emdirilen diskler kullanılmıştır. Karşılaştırma yapmak için standart antibiyotikler test edilen mikroorganizmaların insan hastalıklarında kullanılan tedavi seçeneklerine göre belirlendi ve bakteriler için bakteri hücre duvarına etkili Ampisilin antibiyotiği ile bakteri hücre içi

ribozomlara bağlanan Gentamisin antibiyotiği kullanıldı. Maya formundaki mantarlara ise antifungal özellikli bir antimikrobiyal olan Nistatin kullanıldı.

2.4. Antibiyotik Duyarlılığı Testi

Bakteri suşları Nutrient Broth (Difco)'a inoküle edilerek 37°C'de 24 saat, maya suşları ise malt ekstrakt Broth (Difco)'a inoküle edilerek 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Erlen mayer kaplarında steril edilen Müller Hilton Agar (Oxoid) 45-50°C'ye kadar soğutulmuş ve daha sonra disk difüzyon metoduna göre bakteri (10^3 - 10^4 kob/ml) ve maya (10^2 kob/ml) suşlarından 25 µl alınarak 9 cm çapındaki steril petri kaplarına steril mikro pipetlerle eklenmiş ve homojen bir şekilde dağıtılması sağlanmıştır. Katılaştıran agar üzerine ekstreler emdirilmiş diskler hafifçe bastırılarak yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan petri kutuları +4°C'de 1 saat bekledikten sonra bakteri ekimi yapılan plaklar 35°C'de 24 saat, maya ekimi yapılan plaklar ise 37°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda oluşan zonlar mm olarak hesaplanmıştır (Eliopoulus et al., 1989).

2.5. Antibiyotik Duyarlılığı Testi

Antibiyotik duyarlılık testi çalışması uluslararası CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, eski adı NCCLS) standartlarına göre çalışılmıştır (CLSI 2020). Antibiyotik duyarlılık testi için CLSI tarafından uygun görülen ampicilin (10µg/disk), gentamisin (10µg/disk) ve nistatin'e (100U/disk) karşı oluşan inhibisyon zonları incelenmiştir. Her mikroorganizma için taze kültürler hazırlanmış ve solüsyonlar 0,5 McFarland bulanıklığına göre ayarlanıp otomatik pipetler ile besiyerine aktarılmıştır. Diskler uygun aralıklar ile aseptik biçimde yerleştirilmiş ve inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen inhibisyon zonları dijital kumpas ile mm cinsinden hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler için SPSS istatistik paket programı

kullanıldı ve karşılaştırmalarda U testi ve varyans analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Disk difüzyon metodu ile yapılan antimikrobiyal aktivite çalışmasında elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir. *F. longipedunculata* bitkisinin kök, yeşil ve sap kısımlarının metanol ve aseton ile elde edilen ekstraktlarının Gram(+) ve Gram(-) organizmalara karşı antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu belirlenmiştir. Bitkinin yeşil kısmının funguslara karşı herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Sap kısmı ekstraktlarının *C. utilis* (12 mm), *S. cerevisiae* (12 mm) ve *Y. lipolytica* (11 mm)'e karşı elde edilen aktivitesi standart antibiyotiği olan nistatin'e (13-18 mm) göre daha az aktivite göstermiştir. Gram(+) olan *B. megaterium* DSM32 tüm ekstraktların standart antibiyotikleri olan ampiciline (7 mm) göre daha fazla, gentamisine (35 mm) göre ise daha az aktivite göstermiştir. Gram(+) olan *E. faecium* saha izolatu standart antibiyotiği gentamisine (31 mm) göre daha az aktivite göstermiştir. Gram(-) olan *K. pneumonia* FMC5 ve *E. coli* ATCC 25922 bakterileri standart antibiyotiği olan gentamisine (46-36 mm) göre daha az aktivite göstermiştir. Gram(-) olan *P. aeruginosa* DSM50071 standart antibiyotiği ampiciline (6 mm) göre daha fazla, gentamisine (35 mm) göre daha az aktivite göstermiştir.

Gram(+) olan *S. aureus* Cowan1, *M. luteus* LA2971 ve *B. subtilis* IMG22 standart antibiyotiği ampiciline (7-10-6 mm) göre daha fazla, gentamisine (38-36-40) göre daha az aktivite göstermiştir. Kontrol amacıyla kullanılan sadece çözenlerin emdirildiği disklerin çevresinde herhangi bir inhibisyon zonu gözlenmemiştir.

Tablo 1. *Ferula longipedunculata* bitkisinin kök, yeşil ve sap kısmı ile kıyaslanan standart antibiyotiklerin duyarlılıkları

Organizmalar	Duyarlılık inhibisyon zonları (mm)						Standart Antibiyotikler		
	Kök kısmı		Yeşil kısmı		Sap kısmı		İnhibisyon zonları (mm)		
	Metanol	Aseton	Metanol	Aseton	Metanol	Aseton	Ampisilin (10µg/ml)	Gentamisin (10µg/ml)	Nistatin (100U)
<i>Bacillus megaterium</i> DSM32	20	17	12	11	18	11	7	35	-
<i>Enterococcus faecium</i> clinical isolate	21	15	12	-	13	12	-	31	-
<i>Klebsiella pneumonia</i> FMC5	17	16	11	11	12	11	-	46	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	23	17	11	11	17	12	-	36	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> DSM50071	22	15	13	-	17	12	6	35	-
<i>Staphylococcus aureus</i> Cowan1	27	24	11	13	12	11	7	38	-
<i>Micrococcus luteus</i> LA2971	20	16	13	-	19	12	10	36	-
<i>Bacillus subtilis</i> IMG22	19	16	11	-	15	13	6	40	-
<i>Candida albicans</i> ATCC1023	11	-	-	-	-	-	-	-	15
<i>Candida utilis</i> NRRL-Y-900	-	-	-	-	12	-	-	-	18
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> WET136	10	20	-	-	-	12	-	-	14
<i>Yarrowia lipolytica</i> NCIM3589	11	15	-	-	-	11	-	-	13

*Rakamlar mm cinsinden olup inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µl ekstrakt emdirilmiştir (-): İnhibisyon yok

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan literatür araştırmasına göre, Demirci ve ark., (2000), yılında *F. asparagifolia*, *F. galbanifera*, *F. humilis* ve *F. trachycarpa*'dan elde ettikleri uçucu yağların antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini 15 mikroorganizmaya karşı denemişler ve sonuç olarak uçucu yağların *E. coli*, *E. aerogenes*, *C. albicans*, *G. graminis var. tritici*, *S. rolfsii* ve *F. moniliforme* organizmalarına karşı aktivite gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Ferula badrakema türünden elde edilen ekstraktın yapılan antimikrobiyal testinde esansiyel yağların *S. aureus*, *B. cereus* gibi Gram(+) bakterilere karşı az da olsa aktivite göstermişlerdir. *C. albicans* fungusuna karşı sırasıyla 3.125 mg/ml, 12.5 mg/ml and 6.25 mg/ml (MICs) aktivite göstermişlerdir. Gram(-) bakteriler (*E. coli* ve *P. aeruginosa*) bu yağların önleyici etkisine duyarlı olmadığı görülmüştür (Javad et al., 2009).

Sonuç olarak *F. longipedunculata* bitkisinin genel olarak tüm kısımlarının antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Hastalıkları tedavi etmede tıbbi faydası olan bitkiler eski zamanlardan beri sıkça kullanılmıştır. Yapılan bu tip çalışmaların yaygınlaştırılarak türlerin antimikrobiyal aktiviteleri belirlenip tıp, eczacılık, kozmetik ve birçok sanayi alanında kullanılabilme imkânlarının geliştirilmesi ve ülkemizin zengin bitkisel kaynaklarının değerlendirilmesi hususunda onlardan gerektiği gibi yararlanmamız ve fikir sahibi olmamız mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Anonim, (2020). Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests; Approved standard—30th ed. CLSI document M100. 26:1. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, (January,2020).

Asili J., Sahebkar A., Bazzaz B., SF Sharifi S., Iranshahi, M. (2009). Identification of essential oil components of *Ferula badrakema* fruits by GC-MS and ¹³C-NMR methods and evaluation

of its antimicrobial activity. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 12(1), 7-15.

Baytop T. (1999). Türkiye’de Bitkilerler Tedavi. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, İstanbul-Türkiye, No:2, s.348-34.

Çakar B. (2010). *Ferulago idea* ve *Ferulago trojana* bitkilerindeki sekonder metabolitlerin izolasyonu, antioksidan ve antikolinesteraz aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demetzos C., Perdetzoglou D., Gazouli M., Tan K., Economakis C. (2000). Chemical analysis and antimicrobial studies on three species of *Ferulago* from Greece. Planta Medica, 66, 560-563.

Demirci F., İşcan G., Güven K., Kırmıner N., Demirci B., Başer KHC. (2000). Antimicrobial activities of *Ferulago essential* oils. Zeitschrift für Naturforschung. C, 55, 886-889.

Eliopoulos GM. (1989). Enhancement of Cefetoxamine and Other Cephalosporins Against *Enterococcus faecalis* by Blood Supplemented M.H.A. Diagnostic. Microbiology and Infectious Disease, 12 (2), 149-156.

Golfakhrabadi F., Khanavi M., Ostad S.N., Saeidnia S., Vatandoost H., Abai M.R., Hafizi M., Yousefbeyk F., Rad Y.R., Baghenegadian A., Ardekani MRS. (2015). Biological activities and composition of *Ferulago carduchorum* essential oil. Journal of Arthropod-Borne Diseases, 9(1), 104-115.

Göçeri A. (2018). Çakşır Otu (*Ferula longipedunculata* Peşmen)’nun Kastrasyon Yapılmış Ratlarda Erektile Disfonksiyon Üzerine Etkisi ve Bazı Farmakolojik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Heidari S., Akrami H., Gharaei R., Jalili A., Mahdiuni H., Golezar E. (2014). Anti-tumor activity of *Ferulago angulata* Boiss. extract in gastric cancer cell line via induction of apoptosis. Iranian Journal Pharm Research, 13(4): 1335-1345.

- İlçim A., Dığrak M., Bağcı E. (1998). Bazı bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. *Turkish Journal of Biology*, 22, 119-125.
- Javad A., Amirhossein S., Bibi SFB., Sirus S., Mehrdad I. (2009). Identification of Essential Oil Components of *Ferula badrakema* Fruits by GC-MS and 13C-NMR Methods and Evaluation of its Antimicrobial Activity. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 12(1), 7-15.
- Khan NH., Rahman M., Kamal Nur-E. (1998). Antibacterial activity of *Euphorbia thymifolia* Linn. *Indian Journal Medical Research*, 87, 395-397.
- Kilic O., Behce L., Bagci E. (2013). Essential oil compounds of three *Nepeta* L. Taxa From Turkey, and Their Chemotaxonomy. *Asian Journal of Chemistry*, 25(14), 8181-8183.
- Özkan AMG., Demirci B., Demirci F., Başer KHC. (2008). Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Ferulago longistylis* Boiss. fruits. *Journal Essent Oil Research*, 20, 570-573.
- Pimenov MG., Leonov MV. (2004). The Asian Umbelliferae Biodiversity Database (ASIUM) with particular reference to South-West Asian Taxa. *Turkish Journal of Botany*, 28: 139–145.
- Süzgeç-Selçuk S., Özsoy N., Akalın E. (2014). Antioxidant activity of *Ferulago humulis* Boiss. growing in Turkey. Fourth International Meeting on Pharmaceutical Sciences (IMPPS-4) Abstract Book, İstanbul, p: 169.
- Tamer AÜ., Gücin F., Solak MH. (1990). *Ganoderma lucidum* (Leys. ex Fr.) Karst. Makrofungusunun Antimikrobiyal Aktivitesi. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18–20 Temmuz, Erzurum.
- Taran M., Ghasempour HR., Shirinpour E., (2010). Antimicrobial Activity of Essential Oil of *F. angulata* subsp. *carduchorum*. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 3(1), 10-14.
- Znati M., Jannet HB., Cazaux S., Bouajila J., (2014). Chemical Composition, Biological and Cytotoxic Activities of Plant Extracts and Compounds Isolated from *Ferula lutea*. *Molecules*, 19(3), 2733-2747

Hepatoprotective Activity of Melatonin against Aluminium-Induced Toxicity and Oxidative Damage

Sevim TUNALI*¹  Nihal Omur KARABULUT BULAN²  Güner SARIKAYA UNAL² 
Refiye YANARDAG¹ 

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü, Avcılar, İstanbul/Türkiye

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Vezneciler, İstanbul/Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 10. 01. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Keywords:

Aluminium,
biochemistry,
histopathology,
liver, melatonin,
toxicity

Abstract: Aluminium (Al) is a nonessential metal that exists widely throughout the environment, and acute and chronic diseases are associated to it increased biological availability. Melatonin (Mel) has been shown to be an effective antioxidant with antitumor, anti-inflammatory, anti-excitatory, immunomodulatory, neuroprotective and vasomotor effects. The aim of the present study was to examine the effect of Al exposure on liver tissue, and the potential protective effects of Mel on the Al exposed liver tissue. Wistar albino rats utilised were grouped as follows; Group I: control group given normal saline intraperitoneally, group II: Mel control (injected 2% ethanol in normal saline subcutaneously), group III: rats injected 10 mg/kg Mel subcutaneously, group IV: rats administered 5 mg/kg Al₂(SO₄)₃ intraperitoneally, group V: rats concurrently injected both Al₂(SO₄)₃ and Mel. In the Al group, lipid peroxidation and protein carbonyl levels, myeloperoxidase, lactate dehydrogenase, thromboplastic activities, glucose-6-phosphate dehydrogenase activities increased, while liver glutathione level, superoxide dismutase, glutathione peroxidase and glutathione-S-transferase activities decreased. From histological analysis, the control rat tissues exhibited normal histological appearances. In the group given solely Al, degenerative changes such as picnotic nuclei, lymphoid infiltrate, hyperemia, necrotic areas, vacuolization and sinusoidal dilatations were observed. These effects were reversed upon Mel administration. These findings indicate that Mel is a likely useful agent against hepatotoxicity in Al induced liver damage.

Alüminyum ile Oluşturulan Toksikite ve Oksidatif Hasara Karşı Melatoninin Hepatoprotektif Aktivitesi

Anahtar Kelimeler:

Alüminyum,
biyokimya,
histopatoloji,
melatonin,
karaciğer,
toksikite

Özet: Alüminyum (Al), doğada yaygın olarak bulunan esansiyel olmayan bir metaldir ve akut ve kronik hastalıklar bu elementin biyolojik olarak varlığına bağlı olarak artış göstermektedir. Melatoninin (Mel) antitümör, antiinflamatuvar, anti uyarıcı, immünomodülatör, nöroprotektif ve vazomotor etkileri olan etkili bir antioksidan madde olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı Al'nin karaciğer dokusu üzerindeki etkilerini ve Mel'in, Al verilen karaciğer dokusu üzerindeki potansiyel koruyucu etkilerini incelemektir. Çalışmada Wistar Albino ırkı sıçanlar beş gruba ayrılmıştır: Grup I: intraperitoneal olarak fizyolojik su çözeltisi verilen kontrol grubu, grup II: Mel kontrol (deri altına fizyolojik su çözeltisi içinde % 2 etanol enjekte edilen), grup III: subkutan 10 mg / kg Mel enjekte edilen sıçanlar, grup IV: intraperitoneal 5 mg / kg Al₂(SO₄)₃ verilen sıçanlar, grup V: hem Al₂(SO₄)₃ hem de Mel enjekte edilen sıçanlar. Al grubu verilen sıçanlarda lipit peroksidasyonu ve protein karbonil seviyeleri ile miyeloperoksidaz, laktat dehidrojenaz, tromboplastik aktivite ve glukoz-6-fosfat dehidrojenaz aktivitelerinde artış gözlenirken, karaciğer glutatyon seviyesi, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon-S-transferaz aktivitelerinde azalma gözlemlendi. Histolojik analiz sonuçlarından kontrol grubu sıçan dokularının normal histolojik görünüm sergiledikleri gözlenmiştir. Sadece Al verilen grupta piknotik çekirdekler, lenfoid infiltrat, hiperemi, nekrotik alanlar, vakuolizasyon ve sinüzoidal dilatasyonlar gibi dejeneratif değişiklikler gözlenmiştir. Bu etkiler Mel uygulaması ile tersine çevrilmiştir. Elde edilen sonuçlar Mel'in Al kaynaklı karaciğer hasarında hepatotoksikiteye karşı muhtemel bir ajan olduğunu göstermektedir.

*İlgiliyazar: stunali@istanbul.edu.tr

1. INTRODUCTION

Aluminium (Al) is widely found as oxide, fluoride or silicate in soil, water and air. It is the most widely used metals by humans. Its applicability cut across medicines (as antacids, tablet coating or as adjuvant), food processing, antiperspirants, additive in cosmetics among others (Esparza et al., 2019). In animal, the most common route of Al exposure is via food and water. The prominent sources of this element are corn, salt, yellow cheese, spices, tea, cosmetics, ware, herbs and containers. Al is reported to accumulate in all mammalian tissues such as liver, bones, brain, muscles, heart, erythrocytes, ovary, immune system and lungs. It has been shown that aluminium sulfate $[(Al_2(SO_4)_3)]$ causes toxicity of the liver, kidneys and nervous system of laboratory animals (Schetinger et al., 1999; Gawish, 2005; Sun et al., 2015; Yu et al., 2019). Liver is the major organ responsible for metabolism, detoxification and secretory functions of the body. However, the ease of Al absorption by gastrointestinal tract result to its rapid accumulates in the liver cells and organelles. Gonzales et al. (2009) demonstrated that the accumulation of Al in liver results to harmful effects (González et al., 2009). More so, Al and its compounds may bind to DNA and RNA, distort enzyme activities and function of other biomolecules. In addition, Al has been implicated to precipitate oxidative via lipid peroxidation and increased generation of free radical (Reiter, 2000; Karabulut-Bulan et al., 2015;).

Antioxidants attenuate and prevent free radical induced lipid peroxidation and chain reaction. Melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine; Mel) is a highly lipophilic small molecular size pineal gland hormone. It crosses biologic membranes easily and can reach all cellular compartments. Previous studies suggest that Mel function as an antioxidant and reduce oxidative damage *in vivo* (Reiter and Maestroni, 1999; Reiter, 2003). More so, several studies indicate that it attenuated tissue injury (Esparza, 2003; Farias, 2012).

The present study was aimed at investigating the protective effect of Mel against Al induced oxidative stress in rat liver, and to determine the possible use of Mel in alleviating Al induced damage, biochemically and histologically.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Experimental Design

Forty adult male Wistar albino rats of 230-250 g were acquired from the Experimental Medical Research Institute of Istanbul University (DETAE). The Animal Care and Use Committee of Istanbul University reviewed and approved the experimental protocols (Ethical committee: 102/27.08.2009). All the rats were confirmed to be clinically healthy and allowed access to water and pelleted laboratory chow *ad libitum*.

Randomly, the animals were divided into five groups (n=8 per group). Group I: control animals that received physiological saline intraperitoneally; group II: Mel control group which were administered 2% ethanol in normal saline subcutaneously; group III: animals administered 10 mg/kg Mel subcutaneously; group IV: animals given 5 mg/kg $Al_2(SO_4)_3$ intraperitoneally; group V: animals simultaneously dosed with $Al_2(SO_4)_3$ and Mel (Salido, 2013). The dosages were administered to the animals three times per week for one month according to the protocol of our previous study Bulan et al., (2015). The animals were anaesthetised with ketamine hydrochloride (**Ketalar, Pfizer, Istanbul, Turkey**) after the experimental period, and liver tissues collected. All chemicals and reagents used in the experiment are of analytical grade.

2.2. Biochemical Assays

Liver samples collected were stored at -80 °C until needed for use. The frozen tissues were allowed to gradually defrost, followed by 10% (w/v) homogenization in ice-cold saline using a glass homogenizer. The homogenate was thereafter centrifuged at 10,000g for 20

min, and the clear supernatant was used for estimation of protein, glutathione (GSH), lipid peroxidation (LPO), protein carbonyl (PC) levels, in addition to enzyme activities. The liver tissue GSH, LPO and PC levels were determined according to the method of Beutler (1975), Ledwozyw et al. (1986) and Levine et al. (1990) respectively. Myeloperoxidase (MPO) was determined according to the method of Wei and Frenke (1991), lactate dehydrogenase (LDH) according to the method of Wroblewski (1957), tissue factor (TF) according to the Quick's one-stage method (Ingram and Hills M, 1976), glutathione peroxidase (GPx) according to the method of Paglia and Valentine (1967) and modified by Wendel (1981), glutathione-S-transferase (GST) according to the Habig and Jacoby (1981), glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) according to the Betke et al. (1967) and superoxide dismutase (SOD) according to the Mylorie et al. (1981). Protein levels were assayed by the method of Lowry et al. (1957) using serum albumin as standard.

2.3. Histopathology

For light microscopic investigations, the collected liver samples were fixed in Bouin's fixative, followed by dehydration with alcohol, before being embedded in paraffin. Histopathological scoring was done following the staining of 5 μ m section of liver tissue with haematoxylin and eosin (H&E). By examining five randomly selected areas at x400 magnification, the semi-quantitative histological assessment of liver damage was done using modified histological criteria described by Belaïd-Nouira et al. (2013). Using a scale 0 to 4 (0: none; 1: mild; 2: moderate; 3: severe and 4: very severe) for the criteria, liver injury was assessed based on disrupted arrangement of hepatocytes, sinusoidal dilatation, hyperemia, vacuolisation, lymphoid infiltrate, pyknotic nuclei, and disruption of the

hepatic cords. The observed sections were photographed with Olympus DP71 digital camera fitted to Olympus CX41 microscope.

2.3. Statistical Analysis

The data of this study are expressed as mean \pm standard deviation (SD). Results from histological study were analysed by one-way analysis of variance (ANOVA) using GraphPad Prism 3.0 program (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Tukey's multiple comparisons test was used to determine difference between groups. The NCSS statistical package was employed for unpaired *t* test and analysis of variance of biochemical data. Significant differences considered/taken at $p < 0.05$.

3. RESULTS

3.1. Biochemical Results

The liver GSH, LPO and PC levels are presented in Table 1. Compared to the control group, the GSH level of A1 group decreased significantly ($p < 0.005$). Administration of Mel to the A1 group reversed this effect, and brought about significant elevation GSH ($p < 0.001$). More so, the tissue levels of LPO and PC were significantly elevated in A1 administered group in comparison to control ($p < 0.05$, $p < 0.05$). However, treatment with Mel resulted to statistically insignificant decrease of LPO, while PC levels were significantly decreased ($p < 0.05$).

The MPO, LDH and TF activity of liver samples are given in Table 2. In comparison to the control group, a significantly higher activity of MPO and LDH was observed in the A1 administered group ($p < 0.05$, $p < 0.05$). The administration of Mel to the A1 group resulted to a significant decrease of both MPO and LDH activity ($p < 0.05$, $p < 0.0001$).

Table 1. Liver glutathione (GSH), lipid peroxidation (LPO) and protein carbonyl (PC) levels for all groups.

Groups	GSH (U/mg prot)*	LPO (U/mg prot)*	PC (nmol/mg prot)*
Control	7.92 ± 3.50	1.41 ± 0.80	0.12 ± 0.06
Control + Mel	4.68 ± 3.25	2.33 ± 1.04	0.11 ± 0.03
Mel	7.28 ± 1.89	2.54 ± 1.29	0.12 ± 0.11
Al	1.66 ± 0.93 ^a	2.54 ± 0.48 ^c	0.76 ± 0.15 ^c
Al + Mel	9.51 ± 1.48 ^b	2.05 ± 0.73	0.19 ± 0.11 ^d
P _{ANOVA}	0.001	0.227	0.0001

*Mean ± SD

^aP < 0.005 versus control group^bP < 0.001 versus Al group^cP < 0.05 versus control group^dP < 0.0001 versus Al group**Table 2.** Liver myeloperoxidase (MPO), lactate dehydrogenase (LDH) and tissue factors (TF) activities for all groups.

Groups	MPO (U/g tissue)*	LDH (U/mg prot)*	TF (sec)*
Control	1.09 ± 0.58	4.22 ± 1.84	199.00 ± 40.99
Control + Mel	2.87 ± 1.63	22.72 ± 31.27	234.15 ± 31.93
Mel	1.99 ± 0.44	11.90 ± 8.67	255.44 ± 51.00
Al	5.06 ± 2.00 ^a	13.89 ± 3.47 ^a	167.29 ± 29.49 ^a
Al + Mel	1.49 ± 0.31 ^b	7.53 ± 3.01 ^c	205.43 ± 27.39 ^b
P _{ANOVA}	0.001	0.447	0.001

*Mean ± SD

^aP < 0.05 versus control group^bP < 0.05 versus Al group^cP < 0.0001 versus control group**Table 3.** Liver glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH), superoxide dismutase activities (SOD), glutathione peroxidase (GPx) and glutathione-S-transferase (GST) activities for all groups.

Groups	G6PDH (mU/mg prot)*	SOD (U/mg prot)*	GPx (U/mg prot)*
Control	17.19 ± 6.67	8.06 ± 2.49	17.95 ± 5.69
Control + Mel	26.34 ± 12.50	4.58 ± 2.77	17.14 ± 1.22
Mel	20.96 ± 9.00	4.74 ± 2.42	23.70 ± 11.14
Al	23.54 ± 4.16 ^a	3.20 ± 1.92 ^a	9.67 ± 2.45 ^a
Al + Mel	16.88 ± 0.89 ^b	13.91 ± 5.30 ^b	16.06 ± 3.88 ^b
P _{ANOVA}	0.232	0.0001	0.080

*Mean ± SD

^aP < 0.05 versus control group^bP < 0.05 versus Al group

Furthermore, the significantly diminished TF activity of Al group ($p < 0.05$) was restored in Al+Mel group to a level significantly higher than that of control animals ($p < 0.05$).

The activities of G6PDH, SOD, GPx and GST are presented in Table 3. The administration of Al resulted to significantly elevated liver G6PDH activity ($p < 0.05$), which was significantly decreased in the Mel treated Al group ($p < 0.05$). On the other hand, significantly reduced SOD, GPx and GST activity in Al given group was observed compared to control ($p < 0.05$). Nevertheless, Mel dosing significantly increased the activity of these enzymes ($p < 0.05$).

3.2. Histopathological Results

Normal lobular architect and hepatocytes arranged in cords encircling the central canal, which is a depiction normal histology was observed in both control and Mel

control rats (Fig. 1A, 1B). The group injected solely Mel showed no histological variation from the control groups (Fig. 1C). In comparison to control groups, degenerative changes such as dilated and distorted sinusoids, pycnotic nuclei, lymphoid infiltrate, hyperemia, necrotic areas, moderate cytoplasmic vacuolization and disruption of the hepatic cords histo-architecture were observed in animals solely administered Al (Fig. 1D, 1E). Microscopic analysis of tissue sections from Al+Mel treated group demonstrated ameliorated effect of Mel on liver damage (Fig.1F). The Al administered group exhibited significantly higher histological damage scores when compared to control ($P < 0.05$). Though the damage scores of the Al+Mel group were significantly lower than that of Al group ($P < 0.01$) (Fig. 2), the scores of the Mel treated Al group (Group V) was still significantly higher than that of the control and Mel control group ($P < 0.05$). This demonstrates that Mel has potentials in attenuating Al induced hepatotoxicity.

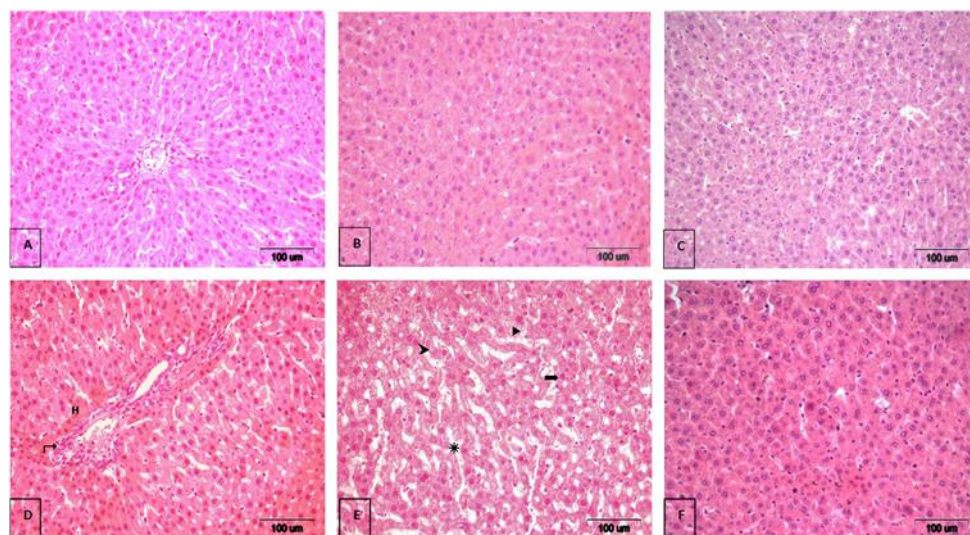


Fig 1. Normal histological appearance of the liver in control (A), control of melatonin (B) and melatonin (C) groups. The histological appearance of the liver of aluminium-administered group (D, E). Sinusoidal dilatations (*), pycnotic nuclei (◄), vacuolization (▶), necrotic areas (▸), lymphoid infiltrate (↔), hyperemia (H). Histological appearance of the liver of rats given aluminium and melatonin (F). Hematoxylin-Eosin, Bar: 100 μ m.

4. DISCUSSION

Al and Al salts accumulate in the liver following an intravenous or oral administration; this is despite being the main organ involved in the detoxification and excretion exogenous and endogenous xenobiotics (Spencer et al., 1995). Thus, Al is associated with toxicity leading to anaemia, impaired bone metabolism, neurologic defects, hepatic disease etc.

GSH is a non-enzymatic biological antioxidant in animals, whose reduced form essential for cleansing of toxic substances. The cellular damage and other detrimental effects caused by free radicals generated via reactivate oxygen species (ROS), peroxide or metal ions is prevented by this peptide. The decreased liver GSH levels observed in Al administered rats of this study is suggested to be consequence of GSH reserve depletion due to increased oxidative stress. Mel supplementation helped retain the levels of reduced GSH.

Among the critical manifestations of metal induced oxidative damage is the increase level of LPO. Al acts as a pro-oxidant and significantly hastens iron-mediated LPO (Exley et al., 2002). These result to distortion of structure and function DNA and primarily membrane proteins (Zatta et al., 2002). Thus, elevated LPO levels ultimately leads to altered cellular function (Bächli, 2000). In the present study, an elevation in TF activity attributed to inflamed hepatocytes membrane was observed in the Al group when compared to the control. But this effect was reversed upon treatment with Mel. Mel and its metabolites are reported to display anti-inflammatory effects (Ma et al., 2014). Therefore, reversal of TF activity by Mel in the Al group may be due to its anti-inflammatory potency. Yousef (2004) demonstrated that LPO in liver, kidney, brain and testes increased when Al was administered to rabbits. Similarly, Karabulut-Bulan et al. (2015) and Bulan et al. (2015) stated that LPO levels were amplified in small intestine and kidney of Al treated rats. These reports are in accordance with the findings of the present study which indicated a significantly increased

LPO in rats' liver. The administration of Mel curtailed these changes.

Among the primary targets of ROS are cellular proteins components. ROS precipitate the formation and accumulation of oxidized protein products which might exhibit impaired cellular function. The administration of Al in the present study triggered substantial increase of tissue PC levels. This is an indication that Al administration potentiates oxidative stress and PC generation in the liver. Conversely, Mel halted the progression of PC levels, and as well restored the normal functionality of hepatocytes. Since the PC level correlates with the severity of pathogenesis, the results of this work indicate that Mel may serve as an antidote to Al toxicity (Chevion et al., 2000).

Cell necrosis leads to a rise in concentration of the LDH enzyme in tissues such as liver, brain, kidney etc. It elevated activity suggests cellular leakage or loss of cell membranes functionality and integrity (Rajesh and Latha, 2004). Therefore, assessment of this enzyme serves as markers of hepatotoxicity induced by endogenous or exogenous toxicants. Some researcher reported that LDH activities were increased during Al treatment (Bulan et al., 2015). These reports are in agreement with the present finding, where administration of Al triggered a substantial upsurge in LDH activity. Mel treatment decreased the increased LDH activity in the Al group. Thereby, suggesting the protective effect of Mel in maintaining of hepatocyte functionality and membrane integrity.

Neutrophils are major effector cells found in vast inflammatory diseases, and they are also prospective sources of ROS. The azurophilic granule enzyme called MPO is principally found in polymorphonuclear leukocytes and is associated with inflammatory processes (Kettle and Winterbourn, 1997). From the finding of this study, it can be proposed that Al induced neutrophil-dependent oxidative damage to hepatocytes, since MPO activity was observed to increase. Conversely, Mel treatment

obstructed neutrophil proliferation, ameliorated the hepatocytes and decreased MPO activity.

The liver has a vital role in blood coagulation and haemostasis. Distortion of hepatocytes integrity is associated with distorted TF; a membrane glycoprotein that aid coagulation in damaged vessels and tissues. The increased TF levels are associated with lowered blood clotting time as well as tissue injury. Similar to the present finding, AI is reported to activate in mice liver (Hammad et al., 2013; Hacıhasanoglu and Yanardag, 2015).

NADPH is produced in the first step of HMP shunt from NADP⁺ by the action of G6PD, which is the regulatory enzyme of this pathway. The NADPH generated serves as a reducing equivalent in some anabolic reactions and as a donor of H atom in antioxidant defence system. In the present study, AI administration induced increased activity of liver G6PD. This indicates an increased generation of NADPH + H⁺ via HMP shunt, so as to mitigate excessive accumulation ROS and rather hasten detoxification processes. Studies by Bulan et al. (2015) showed that AI induced the elevation of intestinal tissue G6PD level. Similarly, Martins et al. (1986) reported an increased G6PD activity in brain of rats receiving AI dosage. Just like in the present study, the administration of Mel reversed this effect by tangibly diminishing G6PD activity of the AI administered group.

It is established that human have an established antioxidant system which mop up free radicals and ROS from the biological system. The antioxidant enzymes which are integral part of the antioxidant system play integral role in the detoxification of peroxides among other radicals. The results of this study are in agreement with earlier report showing decreased antioxidant enzyme activities subsequent to AI treated. In our previous study, a significant decrease of small intestinal CAT, SOD and GP_x activities in AI administered group was reported, but the administration of Mel prevented these changes (Bulan et al., 2015). Other studies also found that Mel dosing attenuated oxidative stress by increasing the

activity of antioxidant enzymes (Rajesh and Latha, 2004; Karabulut-Bulan, 2015).

Exposure to AI has been shown to primarily affect the liver of experimental animals and can possibility accumulate in the liver (Bogdanovic et al., 2008; Zhu et al., 2013). Its accumulation in the liver leads to cholestasis (Sinska, 2004). More so, prolonged intake/exposure is demonstrated to accelerate senescence in adult mice liver (Buraimoh, 2012). This is likely due to the ability of AI to disrupt hepatic cords and increase vacuolisation of the liver, thus altering histoarchitecture (Bhasin, 2014). Kutlubay et al. (2007) indicated that AI administration resulted in the dilatation and bleeding around sinusoids of liver, in addition to spaces and impaired radial arrangement of the hepatocytes of rats. These findings agree with the histopathological observations of the present study, in which dilated and distorted sinusoids, picnotic nuclei, lymphoid infiltrate, hyperemia, necrotic areas, moderate cytoplasmic vacuolisation and disruption of the hepatic cords were observed. The liver of rats simultaneously exposed to AI and vitamin E appeared to have normal histological structure (Kutlubay et al., 2007). Just like vitamin E, Mel which is small lipophilic molecule acting as an antioxidant in several oxidants related toxicological models (Li et al., 2008). In one study, Mel was shown to hinder AI induced oxidative alterations on the liver and kidney of intact and ovariectomized female rats (Contini et al., 2011). These findings were similar to our observations. As a result, we suggest that Mel is a potentially beneficial agent for reducing AI induced hepatotoxicity.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University (Project no: T-4148, UDP-33694).

REFERENCES

- Bächli E. (2000). History of tissue factor. *British Journal of Haematology*, 110, 248-55.
- Belaid Noura Y., Bakhta H., Haouas Z., Flehi-Slim I., Neffati F., Najjar M.F., Cheikh H.B. (2013). Fenugreek seeds, a hepatoprotector forage crop against chronic AlCl₃ toxicity. *BMC Veterinary Research*, 9, 22.
- Betke K., Brewer G.J., Krikman H.N., Luzzatto L., Motulsky A.C., Domingo G.J., Price R.N. (1967). Standardized method for G-6-PD assay of haemolysates. *World Health Organization Technical Report Series*, 366, 30-32.
- Beutler E. (1975). *Glutathione in red cell metabolism: a manual of biochemical methods*. 2nd ed. New York: Grune and Stratton, pp. 112-114.
- Bhasin P., Singla N., Dhawan D.K. (2014). Protective role of zinc during aluminum-induced hepatotoxicity. *Environmental Toxicology*, 29, 320-327.
- Bogdanovic M., Janeva A.B., Bulat P. (2008). Histopathological changes in rat liver after a single high dose of aluminium. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 59, 97-101.
- Bulan N.Ö., Sarıkaya-Ünal G., Tunali S., Arda-Pirinçi P., Yanardağ R. (2015). Melatonin is a potent modulator of antioxidative defense and cellular proliferation against aluminum toxicity in rats. *Turkish Journal of Biology*, 39, 911-924.
- Buraimoh A.A., Ojo S.A., Hambolu J.O., Adebisi S.S. (2012). Effects of aluminium chloride exposure on the histology of the liver of adult wistar rat. *IOSR Journal of Pharmacy*, 3, 525-533.
- Chevion M., Berenshtein E., Stadtman E.R. (2000). Human studies related to protein oxidation: protein carbonyl content as a marker of damage. *Free Radical Research*, 33, s99-s108.
- Contini M.D., Millen N., Gonzalez M., Mahieu S. (2011). Melatonin prevents oxidative stress in ovariectomized rats treated with aluminium. *Biological Trace Element Research*, 144, 924-943.
- Esparza J.L., Gómez M., Domingo J.L. (2019). Role of melatonin in aluminum-related neurodegenerative disorders: a review. *Biological Trace Element Research*, 188, 60-67.
- Esparza J.L., Gomez M., Romeu M., Mulero M., Sanchez D.J., Mallol J., Domingo J.L. (2003). Aluminum-induced pro-oxidant effects in rats: protective role of exogenous melatonin. *Journal of Pineal Research*, 35, 32-39.
- Exley C. (2004). The pro-oxidant activity of aluminum. *Free Radical Biology & Medicine*, 36, 380-7.
- Farias J.G., Zepeda A.B., Calaf G.M. (2012). Melatonin protects the heart, lungs and kidneys from oxidative stress under intermittent hypobaric hypoxia in rats. *Biological Research*, 45, 81-85.
- González M.A., Bernal C.A., Mahieu S., Stella M., Carrillo M. (2009). The interactions between the chronic exposure to Aluminum and liver regeneration on bile flow and organic anion transport in rats. *Biological Trace Element Research*, 127, 164-76.

- Habig W., Jacoby W.B. (1981). Assays for differentiation of glutathione-S-transferases. *Methods in Enzymology*, 77, 398-405.
- Hacihanoglu Cakmak N., Yanardağ R. (2015). Edaravone, a free radical scavenger, protects liver against valproic acid induced toxicity. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 80, 627-637.
- Hammad M.A., Abdel-Bakky M.S., Walker L.A., Ashfag M.G. (2013). Tissue factor antisense deoxyoligonucleotide prevents monocrotaline/LPS hepatotoxicity in mice. *Journal of Applied Toxicology*, 33, 774-83.
- Ingram G.I.C., Hills M. (1976). Reference method for the one stage prothrombin time test on human blood. *Thrombosis and Haemostasis*, 36, 237-238.
- Karabulut-Bulan O., Bayrak B.B., Arda-Pirincci P., Sarikaya-Unal G., Us H. Yanardag R. (2015). Role of exogenous melatonin on cell proliferation and oxidant/antioxidant system in aluminum-induced renal toxicity. *Biological Trace Element Research*, 168, 141-9.
- Kettle A.J., Winterbourn C.C. (1997). Myeloperoxidase: a key regulator of neutrophil oxidant production. *Redox Report*, 3, 3-15.
- Kutlubay R., Oğuz E.O., Abban G., Turgut S. (2007). Amelioration of aluminium-induced liver damage by vitamin E. *Saudi Medical Journal*, 28, 197-200.
- Ledwozyw A., Michalak J., Stepień A., Kadziolka A. (1986). The relationship between plasma triglycerides, cholesterol, total lipids and lipid peroxidation products during human atherosclerosis. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 155, 275-84.
- Levine R.L., Garland D., Oliver C.N., Amici A., Climent I., Lenz A.G., Ahn B.W., Shaltiel S., Stadtman E.R. (1990). Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods in Enzymology*, 186, 464-478.
- Li J.Y., Yin H.Z., Gu X., Zhou Y., Zhang W.H., Qin Y.M. (2008). Melatonin protects liver from intestine ischemia reperfusion injury in rats. *World Journal of Gastroenterology*, 14, 7392-7396.
- Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- Ma P., Yan B., Zeng Q., Liu X., Wu Y., Jiao M., Liu C., Wu C., Yang X. (2014). Oral exposure of Kunming mice to diisononyl phthalate induces hepatic and renal tissue injury through the accumulation of ROS. Protective effect of melatonin. *Food and Chemical Toxicology*, 68, 247-56.
- Martins R.N., Harper C.G., Stokes G.B., Masters C.L. (1986). Increased cerebral glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in Alzheimer's disease may reflect oxidative stress. *Journal of Neurochemistry*, 46, 1042-1045.
- Myroie A.A., Collins H., Umbles C., Kyle J. (1981). Erythrocyte superoxide dismutase activity and other parameters of copper status in rats ingesting lead acetate. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 82, 512-520.
- Pagla D.E., Valentine W.N. (1967). Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 70: 158-169.
- Rajesh M.G., Latha M.S. (2004). Preliminary evaluation of the antihepatotoxic activity of Kamilari, a polyherbal formulation. *Journal of Ethnopharmacology*, 91, 99-104.
- Reiter R.J. (2000). Melatonin: lowering the high price of free radicals. *News in Physiological Sciences*, 15, 246-250.

- Reiter R.J., Maestroni G.J. (1999). Melatonin in relation to the antioxidative defense and immune systems: possible implications for cell and organ transplantation. *Journal of Molecular Medicine (Berlin, Germany)*, 77, 36-9.
- Reiter R.J., Tan D.X., Manchester L.C., Lopez-Burillo S., Sainz RM Mayo J.C. (2003). Melatonin: detoxification of oxygen and nitrogen-based toxic reactants. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 527, 539-48.
- Salido E.M., Bordone M., De Laurentiis A., Chianelli M., Keller Sermiento M.I., Dorfman D., Rosenstein R.E. (2013). Therapeutic efficacy of melatonin in reducing retinal damage in an experimental model of early type 2 diabetes in rats. *Journal of Pineal Research*, 54, 179-189.
- Schetinger M.R.C, Bonan C.D., Morsch V.M., Bohrer D., Valentim L.M., Rodrigues S.R. (1999). Effects of aluminum sulfate on delta-aminolevulinic acid dehydratase from kidney, brain, and liver of adult mice. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 32, 761-766.
- Sinska E., Kanoniuk D., Kusiak A. (2004). Aluminium hemotoxicity mechanisms. *Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska Sectio D: Medicina*, 59, 411-416.
- Spencer A.J., Wood J.A., Saunders H.C., Freeman S.L., Lote C.J. (1995). Aluminium deposition in liver and kidney following acute intravenous administration of aluminium chloride or citrate in conscious rats. *Human & Experimental Toxicology*, 14, 787-794.
- Sun X., Cao Z., Zhang Q., Liu S., Xu F., Che J., Zhu Y., Li Y., Pan C., Liang W. (2015). Aluminium trichloride impairs bone and downregulates Wnt/ β -catenin signaling pathway in young growing rats. *Food and Chemical Toxicology*, 86, 154-162.
- Wei H., Frenkel K. (1991). In vivo formation of oxidized DNA bases in tumor promoter treated mouse skin. *Cancer Research*, 51, 4443-4449.
- Wendel A. (1981). Glutathione peroxidase. *Methods in Enzymology*, 77, 325-333.
- Wroblewski F. (1957). Clinical significance of serum enzyme alterations with myocardial infarction. *American Heart Journal*, 54, 219-224.
- Yousef M.I. (2004). Aluminium-induced changes in hemato-biochemical parameters, lipid peroxidation and enzyme activities of male rabbits: protective role of ascorbic acid. *Toxicology*, 199, 47-57.
- Yu H., Zhang J., Ji Q., Yu K., Wang P., Song M., Cao Z., Zhang X., Li Y. (2019). Melatonin alleviates aluminium chloride-induced immunotoxicity by inhibiting oxidative stress and apoptosis associated with the activation of Nrf2 signaling pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 173, 131-141.
- Zatta P., Kiss T., Suwalsky M., Berthon M. (2002). Aluminium (III) as a promoter of cellular oxidation. *Coordination Chemistry Reviews*, 228, 271-284.
- Zhu Y., Han Y., Zhao H., Li J., Hu C. Li Y., Zhang Z. (2013). Suppressive effect of accumulated aluminum trichloride on the hepatic microsomal cytochrome P450 enzyme system in rats. *Food Chemical Toxicology*, 51, 210-214.

Mikrobiyal Yakıt Hücrelerinde Alüminyum ve Bakır Elektrotların Performansının İncelenmesi

Nurettin ÇEK^{*1}  Ahmet ERENŞOY² 

¹Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ
²Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Parazitoloji Bölümü, Elazığ

(İlk Gönderim / Received: 28. 01. 2020 Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Anahtar Kelimeler:

Mikrobiyal yakıt hücresi,
Bakteri,
Alüminyum,
Bakır

Özet: Mikrobiyal yakıt hücreleri, organik kirleticileri atık sulardan azaltırken elektrik enerjisi üretme yeteneklerinden dolayı iyimser yeşil teknolojilerdir. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektrik üretim performansı, elektrot malzemelerine büyük ölçüde bağlıdır. Bu çalışmada, mikrobiyal yakıt hücresi sistemleri, alüminyum anot, bakır katot ve çeşitli miktarlarda organik malzemelerle zenginleştirilmiş toprak kullanılarak üretildi. 50 gram toprakta 5 gram, 10 gram ve 20 gram bitki kalıntısı içeren mikrobiyal yakıt hücreleri sırasıyla I-MYH, II-MYH ve III-MYH olarak adlandırılmıştır. 160 günlük operasyondan sonra mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektrokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri analiz edildi. Bu çalışmada, I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin en yüksek güç yoğunlukları sırasıyla 11875 mW/m², 21125 mW/m² ve 26250 mW/m² olarak hesaplandı. Bu sonuçlar, alüminyumun uygun anot elektrot malzemeleri ve bakırın uygun katot elektrot malzemeleri olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın bir diğer sonucu, *Bacillus*, *Coccus* ve *Coccobacillus* bakterilerinin mikrobiyal yakıt hücrelerinde biyokatalizör görevi görmesidir.

Examination of Performance of Aluminium and Copper Electrodes in Microbial Fuel Cells

Keywords:

Microbial fuel cell,
Bacteria,
Aluminium,
Copper

Abstract: Microbial fuel cells are optimistic green technologies since they are skills to generate electrical energy while reducing organic contaminants from wastewater. The electrical generation performance of microbial fuel cells are momentous dependent on the electrode materials. In this study, microbial fuel cell systems were manufactured using aluminium anode, copper cathode and soil enriched with varying amounts of organic materials. Microbial fuel cells containing 5 grams, 10 grams and 20 grams plant residues in 50 grams of soil were named as I-MYH, II-MYH, and III-MYH, respectively. The electrochemical and microbiologic properties of the microbial fuel cells after 160-day operation were analysed. In this study, the highest power densities of I-MYH, II-MYH, and III-MYH were calculated as 11875 mW/m², 21125 mW/m² and 26250 mW/m², respectively. These results show that aluminium is the appropriate anode electrode materials and copper is the appropriate cathode electrode materials. Another result of this study is that *Bacillus*, *Coccus* and *Coccobacillus* bacteria serve as biocatalysts in microbial fuel cells.

1. GİRİŞ

Bir yenilenebilir enerji kaynağı türü olan biyokütle enerjisi; bitki, hayvan ve onların atıklarından ortaya çıkmaktadır (Çek, 2013;

Çek, 2016). Biyokütle enerjisinin ana unsuru olan biyokütleyi oluşturan organik malzemelerin sahip oldukları kimyasal enerji vardır. Mikrobiyal yakıt hücreleri,

* İlgili yazar: nurettincek001@gmail.com

biyokütledeki organik maddelerin sahip oldukları kimyasal enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine çeviren cihazlardır. Mikrobiyal yakıt hücreleri, diğer biyokütle esaslı elektrik enerjisi üretim sistemlerinden farklı olarak doğrudan elektrik üretimi sağlamaktadırlar (Çek, 2016; Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2019; Harshitha et al., 2019; Jenol et al., 2019; Chandra et al., 2019).

Mevcut kaynaklar vasıtasıyla enerji üretimi, iklim değişikliği üzerinde doğrudan bir etki göstermiştir (Chandra et al., 2019). Yakıt olarak son yıllarda hidrojen büyük ilgi gördü. Ancak daha ilginç olarak, mikrobiyal yakıt hücresi, elektrik üretimi için daha çevre dostu görünmektedir. Diğer yakıt hücresi sistemleri ile karşılaştırıldığında, hafif reaksiyon koşulları, enerji dönüşüm verimliliği ve çevre dostu olma özellikleri mikrobiyal yakıt hücrelerinin avantajları olarak sayılır (Harshitha et al., 2019). Mikrobiyal yakıt hücreleri; atık suları temizlemede, elektrik üretiminde, sensörlere ve mikrodenetçilere güç kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kılıç ve ark., 2011; Aydın ve ark., 2016; Demir ve Gümüş, 2016; Taşkan, 2016; Erenler ve Ülke 2018).

Mikrobiyal yakıt hücreleri temel olarak anot elektrot, katot elektrot, elektrolit, yakıt kaynağı (organik malzeme), mikroorganizma ve proton değişim membranından oluşmaktadır (Demir ve Gümüş, 2016; State et al., 2019). Mikrobiyal yakıt hücrelerini oluşturan temel unsurlar, onların elektriksel performanslarını da etkileyen unsurlardır (Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2018; State et al., 2019). Daha önceki çalışmalarda, mikrobiyal yakıt hücrelerinin düşük enerji çıktıları ve sınırlı ömürleri olduğu belirtilmiştir. Özellikle elektrot malzemelerinin ve proton değişim membranlarının yüksek maliyetleri mikrobiyal yakıt hücrelerini ekonomik olarak sınırlandıran faktörlerdendir. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektriksel güç çıkışını sınırlayan temel faktörler anot için elektron transfer hızı ve malzemenin elektrokimyasal özellikleridir (Deng et al., 2010; State et al., 2019). Ayrıca, proton değişim membranı mikrobiyal yakıt hücrelerinin ana

direnç kaynağıdır (State et al., 2019). Bu nedenle, daha düşük iç direnç oluşturarak daha yüksek elektriksel güç çıkışı sağlamak için membransız mikrobiyal yakıt hücreleri imal edilmiştir (Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2019; Pareek et al., 2019).

Mikrobiyal yakıt hücrelerinde elektrot malzemeleri hücre performansını etkileyen temel unsurlardan olduğu için elektrot malzemeleri ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Sadece grafit, grafit plaka, karbon kağıdı, keçe veya köpük, ağ yapılı vitrifiye karbon (RVC), karbon kumaş, karbon elyaf, aktif karbon, grafen, grafit granül, grafit çubuk, grafit fiber, grafit fiber fırça gibi malzemelerin mikrobiyal topluluk karışımı ortamındaki stabilitesi, yüksek iletkenliği ve yüksek spesifik yüzey alanı özellikleri var olduğundan dolayı bunlar mikrobiyal yakıt hücrelerinde en çok tercih edilen karbon esaslı elektrot malzemeleridir (Çek, 2016; Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; State et al., 2019; Özcan, 2013).

Mikrobiyal yakıt hücreleri ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalarda; çinko, bakır, titanyum, kobalt, nikel, gümüş, altın, platin, paslanmaz çelik, alüminyum gibi metal elektrotlar da kullanılmıştır (Özcan, 2013; Baudler et al., 2015; Çek, 2016; Bose et al., 2018; Girma et al., 2018; Çek ve Erensoy, 2019). Yapılan araştırmalara göre, mikrobiyal yakıt hücrelerinde metalik elektrotların kullanılması mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç çıkışını arttırmıştır (Özcan, 2013; Çek, 2017; Çek ve Erensoy, 2019). Bu nedenle mikrobiyal yakıt hücresi uygulamalarında metalik elektrotların araştırılması ve en uygun elektrotun bulunması mikrobiyal yakıt hücrelerinin gelişimi için büyük bir gelişme sağlayabilir.

Mikrobiyal yakıt hücrelerinde metal elektrotların kullanımı ile ilgili yapılan bir çalışmada, anti bakteriyel özellikleri nedeniyle mikrobiyal yakıt hücrelerinde kullanımı tercih edilmeyen malzemelerden biri olan bakır metalinin mikrobiyal yakıt hücrelerindeki bakterilerle uyumlu olduğu ve bakterilerin bakırın yüzeyinde biyofilm tabakası

oluşturduğu tespit edilmiştir (Baudler et al. 2015). Buna ilaveten, bakır düşük özgül direnç ($1.7 \times 10^{-8} \Omega m$) ve yüksek iletkenlik ($58 \times 10^6 S/m$) özelliğine sahip olduğu için mikrobiyal yakıt hücrelerinde elektrot olarak kullanılabilir ve mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç çıkışını arttırabilir (Baudler et al. 2015).

Mikrobiyal yakıt hücrelerinde kullanılan ancak elektrokimyasal özellikleri ve mikrobiyal yakıt hücrelerinde performansları net olarak irdelenmemiş elektrotlardan birisi de alüminyumdur. Oysaki alüminyum, oksijen ve silisyumdan sonra doğada en çok bulunan elementtir (Ediz, 2011). Bu nedenle alüminyum, karbon esaslı ve diğer metal esaslı elektrotlara kıyasla daha kolay bulunabilecek bir malzeme olduğundan mikrobiyal yakıt hücreleri için daha sürdürülebilir elektrot malzemesi olabilir.

Bu çalışmada, değişik miktarlarda organik malzeme bakımından zenginleştirilmiş toprak, alüminyum folyo anot elektrot ve bakır katot elektrot kullanılarak imal edilen mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektrokimyasal performansları, mikrobiyolojik özellikleri ve elektrotların yüzey özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Alüminyum folyo elektrot; %99.9 saflıkta, 6 μm kalınlığında, 12 cm uzunluğunda ve 4 cm genişliğindedir. Bakır silindir çubuk elektrot; 12 cm uzunluğunda, 0.75 mm çapındadır. Dijital multimetre (UNI-T:UT61C). Direnç; 10-220000 ohm (Ω). Mikroskop (SOIF, BK5000-TR/L). Dijital PH metre (616.0.001, ISOLAB). Hassas tartı (PKS 360-3, KERN). Plastik kap; 7.61 cm uzunluğunda, alt kısmı 4.1 cm çapında, üst kısmı 6.3 cm çapında, kesik koni şeklindedir.

2.2. Metot

Üç adet plastik kap alındı ve her birinin içerisine 50 gram (g) doğal toprak yerleştirildi. Ardından, toprak içerisinde değişik miktarlarda

organik malzeme oluşturarak üretilen elektrik enerjisindeki değişimleri tespit etmek için plastik kaplara 50 mililitre (mL) su ve sırasıyla 5 g, 10 g ve 20 g bitki artığı yerleştirildi. Sonra, üç plastik kutunun her birinin içerisine birbirleri ile fiziksel temas olmayacak şekilde alüminyum ve bakır elektrotlar yerleştirildi. Böylece, farklı miktarlarda organik malzeme içeren toplam 3 adet mikrobiyal yakıt hücresi imal edildi. 5 g, 10 g ve 20 g bitki artığı içeren mikrobiyal yakıt hücreleri sırasıyla I-MYH, II-MYH ve III-MYH olarak isimlendirildi.

I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin açık devre gerilimleri (OCV) günlük olarak dijital multimetre cihazı ile izlendi. Daha önceki çalışmalarda olduğu gibi, mikrobiyal yakıt hücrelerinin açık devre geriliminin sabit olduğu anda 10 Ω ile 220000 Ω arasında değişen dış dirençler kullanılarak I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin kutuplaşma (polarizasyon) eğrileri oluşturulmuştur (Çek, 2017; Erenşoy and Çek, 2018; Çek ve Erenşoy, 2019; Chandra et al., 2019; Harshitha et al., 2019; Pareek et al., 2019). Kutuplaşma eğrilerinde elde edilen gerilim ile akım değerleri Eşitlik (1)'e uygulanarak güç değerleri elde edilmiştir.

$$P=V \times I \quad (1)$$

Burada, P güç değerini (mW), V kutuplaşma eğrilerindeki gerilim değerini (mV) ve I kutuplaşma eğrilerindeki akım değerini (μA) ifade etmektedir.

I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin güç yoğunluğu değerleri Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P_d = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Burada, P_d güç yoğunluğu (mW/m^2), P güç değeri (mW) ve S anot elektrotun geometrik yüzey alanı (m^2) olarak ifade edilmektedir.

I-MYH, II-MYH ve III-MYH'de kullanılan anot ve katot elektrotların deneylerden önce ve deneylerden sonraki yüzey değişimleri karşılaştırıldı. Bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektrolitlerinin

deneylemlerden önce ve deneylemlerden sonra pH değışimleri incelendi. Ayrıca, mikrobiyal yakıt hücreleri imal edilmeden önce ve mikrobiyal yakıt hücreleri deneylemlerinin sonunda, toprak, su ve organik malzemeden oluşan elektrolit (çözelti) mikroskop ile incelendi. Mikroskop görüntüleri ile bakteriler ve bitki lifleri tespit edilip bunların özellikleri belirtildi.

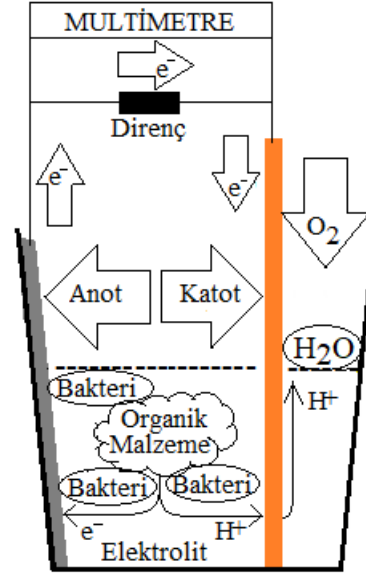
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Elektrokimyasal Analizler

Bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerine multimetre bağlandığında alüminyumun (-) yüklü, bakırın (+) yüklü olduğu görülmüştür. Bu nedenle alüminyum anot elektrot, bakır katot elektrottur. Zaten metallerin standart elektrot potansiyelleri incelendiğinde, alüminyumun anot bakırın katot olduğu anlaşılmaktadır. Daha önceki çalışmalarda olduğu gibi, I-MYH, II-MYH ve III-MYH'deki toprak, su ve organik maddeden oluşan yapı iyonik iletkenliğe sahip olduğu için elektrolit veya çözelti olarak adlandırılmaktadır (Baudler et al., 2015; Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2019; State et al., 2019).

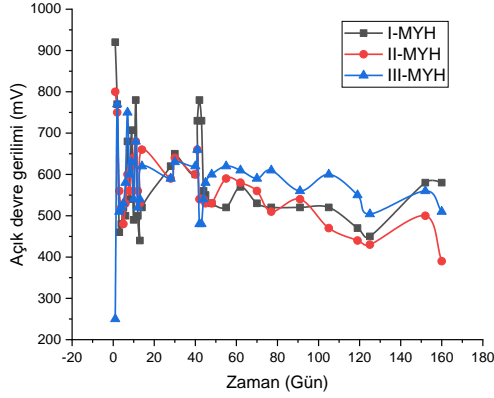
Daha önceki çalışmalarda olduğu gibi, bu çalışmadaki I-MYH, II-MYH ve III-MYH'deki organik malzemeler, bakterilerin metabolik aktiviteleri sonucu oksitlenip parçalanarak elektronları (e^-) ve protonları (hidrojen iyonları (H^+)) serbest bırakılır. Serbest bırakılan elektronlar elektrolit içerisinde anot elektrotuna göç ederken protonlar da elektrolit içerisinde katot elektrotta göç ederler. Anot elektrotta ulaşan elektronlar dış devre aracılığıyla katot elektrotta giderler. Katot elektrotta ulaşan elektronlar, katot elektrotta ulaşan protonlar ve havadan alınan oksijen kimyasal tepkimeye girerek katot elektrot çevresinde su oluştururlar. Böylece mikrobiyal yakıt hücreleri elektrik enerjisi üretmektedir. Alüminyum anot elektrotta yükseltgenme (oksidasyon) tepkimesi gerçekleşirken, bakır katot elektrotta indirgenme (redüksiyon) tepkimesi gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle, mikrobiyal yakıt hücreleri, anot elektrotta

gerçekleşen yükseltgenme ve katot elektrotta gerçekleşen indirgenme tepkimeleri sonucu yani redoks tepkimeleri sonucu elektrik enerjisi üreten sistemlerdir (Çek, 2016; Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2019; Deng et al., 2010; Pareek et al., 2019; State et al., 2019). Bu çalışmadaki I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin elektrik enerjisi üretim mekanizması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin elektrik üretim mekanizması

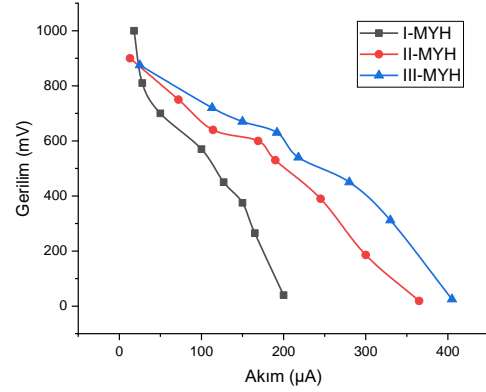
Açık devre gerilimi (OCV), mikrobiyal yakıt hücrelerindeki bir anot ile bir katot arasındaki redoks (yükseltgenme-indirgenme) tepkimeleri sonucu ortaya çıkan potansiyel farkı ölçer. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin en yüksek hücre gerilimi (voltajı) veya açık devre voltajı (OCV), harici direncin sonsuz olduğu bir açık devrede elde edilmektedir. Bir başka deyişle, açık devre gerilimi mikrobiyal yakıt hücrelerinin yüksüz gerilimidir. I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin açık devre gerilimleri (OCV) günlük olarak multimetre ile ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin günlük açık devre gerilimi (OCV) değerleri

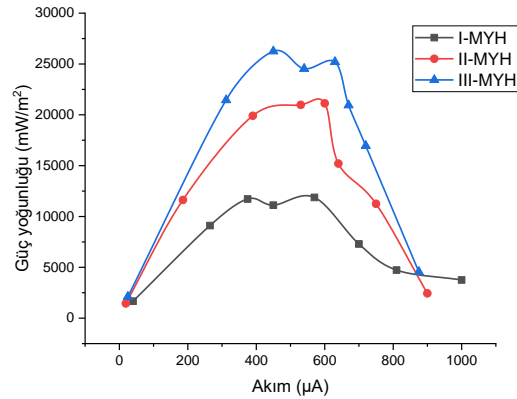
Şekil 2’de görüldüğü üzere bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinin OCV değerleri 160 gün boyunca izlenmiştir. Bu süre zarfında, I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin en yüksek açık devre gerilimi değerleri sırasıyla, 920 mV, 800 mV ve 770 mV olarak ölçülmüştür. İlaveten, I-MYH ve II-MYH en yüksek açık devre gerilimlerini 1. günde sağlarken III-MYH en yüksek açık devre gerilimini 2. gün sağlamıştır. I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin en düşük açık devre gerilimi değerleri sırasıyla, 440 mV, 390 mV ve 250 mV olarak ölçülmüştür. I-MYH, II-MYH ve III-MYH en düşük açık devre gerilimi değerlerini sırasıyla, 13. günde, 160. günde ve 1. günde sağlamıştır.

Polarizasyon eğrisi elektrokimyasal reaksiyonlarda ana kavramdır. Polarizasyon eğrileri, akım veya akım yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak mikrobiyal yakıt hücrelerinin gerilimlerinin grafikleridir. I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin polarizasyon eğrilerini elde etmek için mikrobiyal yakıt hücrelerine 10 Ω ile 220000 Ω arasında değiştirilen dış dirençler bağlandı (Deng et al., 2010; Baudler et al., 2015; Çek, 2017; Erensoy and Çek, 2018; Çek ve Erensoy, 2019). I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin polarizasyon eğrileri Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin kutuplaşma eğrileri

Polarizasyon eğrisi ve güç yoğunluğu, mikrobiyal yakıt hücrelerinin performansını yansıtabilir. I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin güç yoğunluğu eğrileri, kutuplaşma verilerinden, Eşitlik (1) ve Eşitlik (2)’den faydalanılarak hesaplandı. Elde edilen güç yoğunluğu eğrileri, Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç yoğunluğu eğrileri

Şekil 4’e göre bu çalışmadaki I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin en yüksek güç yoğunlukları sırasıyla, 11875 mW/m^2 , 21125 mW/m^2 ve 26250 mW/m^2 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi bu çalışmadaki en yüksek güç yoğunluğu III-MYH’de elde edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmadaki III-MYH’nin güç yoğunluğu daha önceki çalışmalardaki en yüksek güç yoğunluğu ile

kıyaslandı. Kıyaslanma sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. III-MYH’nin daha önceki çalışmalarla kıyaslanması

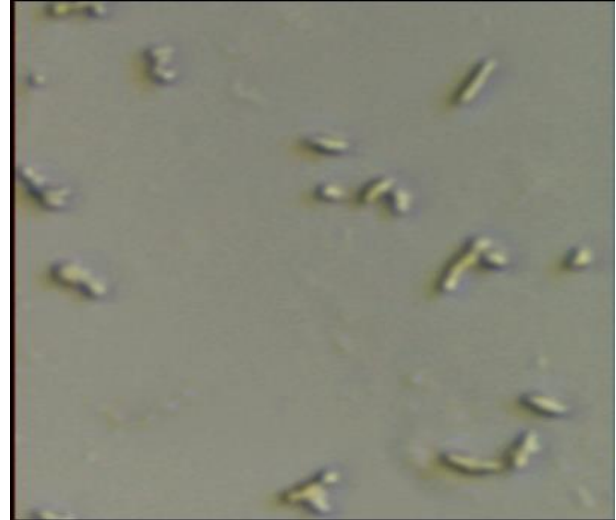
Anot elektrot (-)	Katot elektrot (+)	Biyoyakıt (Organik malzeme)	Güç ($\frac{mW}{m^2}$)
Titanyum	Titanyum	Kompost	4,025 (Çek ve Erensoy, 2019)
Grafen oksit	Grafen oksit	Atık su	6 (Pareek et al. 2019).
Grafit	Grafit	Sediment	10,2 (Taşkan, 2016).
Karbon keçe	MnO ₂ kaplı karbon bez	Organik malzeme	41,7 (Deng et al., 2010).
Karbon elyafı	Karbon elyafı	Sentetik atıksu	234 (Özcan, 2013).
Çinko	Grafit	Kompostlu toprak	5335,5 (Çek, 2017).
Grafit	Grafit	Kavak talaşı	8555 (Erensoy and Çek, 2018).
Alüminyum	Bakır	Bitki artıkları	26250 (Bu çalışma)

Çizelge 1’den görüleceği üzere bu çalışmadaki güç yoğunluğu diğer mikrobiyal yakıt hücresi çalışmalarına göre daha yüksek değerdedir. Bu durum, mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç yoğunluğunu arttırmak için uygun elektrot malzemesinin, uygun biyoyakıt malzemesinin, uygun mikroorganizmanın bir arada olması gerektiğinin kanıtıdır. Ayrıca, bu çalışma, alüminyumun uygun anot elektrot malzemesi, bakırın uygun katot elektrot malzemesi olduğunu göstermektedir. İlaveten, Çizelge 1 dikkatli incelendiğinde, alüminyum ve bakır elektrotların grafit, grafen oksit, titanyum, karbon keçe, karbon elyafı, MnO₂ kaplı karbon bez elektrotlara alternatif elektrot malzemeleri olduğunun da bir göstergesidir. Bu çalışmanın temel bulgusu, alüminyum ve bakır elektrotların mikrobiyal biyoelektrokimyasal

sistemler için yüksek performanslı birer elektrot malzemeleri olarak açıkça önerilebilir olmasıdır.

3.2. Mikrobiyolojik Analizler

Bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinde kullanılan doğal toprak kapalı plastik kaptaki 24 saat suda bekletildikten sonra mikroskopta incelenmiştir. Mikroskop görüntülerine göre bu çalışmadaki toprakta *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* türü bakterilerin mevcut olduğu görülmüştür. Doğal toprağın deneylerden önceki mikroskop görüntüsü Şekil 5’te mevcuttur.



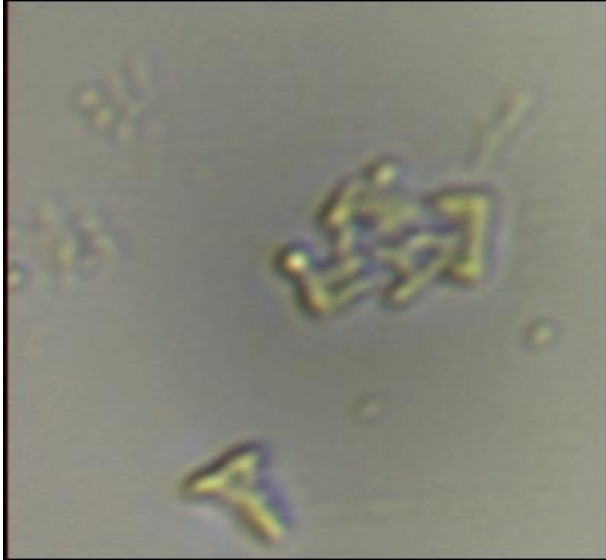
Şekil 5. Doğal topraktaki bakterilerinin mikroskop görüntüsü (20x büyütme)

Deneylerin sonunda I-MYH, II-MYH ve III-MYH’nin toprak, su ve organik malzemedeki oluşan elektrolitleri mikroskop ile incelendi. Her üç mikrobiyal yakıt hücresinde de bitki lifleri, *Bacillus*, *Coccus* ve *Coccobacillus* türü bakteriler görülmüştür. Bitki lifine ait mikroskop görüntüsü Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Bitki lifinin mikroskop görüntüsü (20x büyütme)

I-MYH, II-MYH ve III-MYH'nin elektrolitlerinde görülen *Bacillus*, *Coccus* ve *Coccobacillus* türü bakterilere ait mikroskop görüntüleri Şekil 7'de verilmiştir.



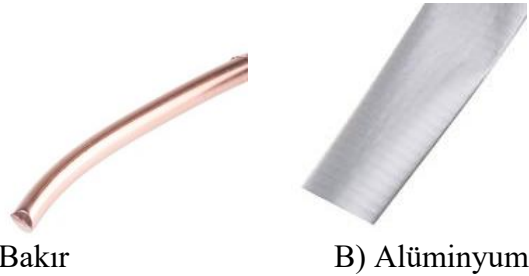
Şekil 7. Mikrobiyal yakıt hücrelerindeki bakterilerin deneylerden sonraki mikroskop görüntüsü (40x büyütme)

Şekil 5 ile Şekil 7 kıyaslandığında, bu çalışmada tespit edilen bakterilerin deneylerden önce ve deneylerden sonra morfolojik özelliklerinin değişmediği görülmüştür. Bu durum, *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterilerinin bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinde biyokatalizör görevi gördüklerinin bir göstergesidir. Bakterilerin etkisini anlamak için deneylerden önce ve deneylerden sonra mikrobiyal yakıt hücrelerinin PH değerleri incelenmiş ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Mikrobiyal yakıt hücrelerin PH değişimi

Zaman	I-MYH	II-MYH	III-MYH
1. gün	8	8	8
160. gün	7.68	7.68	7.68

Çizelge 2'deki verilere göre mikrobiyal yakıt hücrelerinin PH değerlerindeki değişimin bakterilerin metabolik aktiviteleri sonucu gerçekleştiğini düşünmekteyiz. Ayrıca, PH değerinin azalması bakterilerinin organik malzemeyi ayrıştırdığının ve organik malzemedeki asitli yapıları açığa çıkardığının bir göstergesidir. Organik malzemedeki asitlerin açığa çıkması aynı zamanda organik malzemedeki proton ve elektronların da açığa çıkmasıdır. Bu durum, *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterilerinin mikrobiyal yakıt hücrelerinde biyokatalizör görevi yaptığının bir başka göstergesidir. Bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinde kullanılan elektrotların deneylerden önceki görüntüleri Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Elektrotların deneylerden önceki görüntüsü

Şekil 8'de görüldüğü gibi, deneylerden önce elektrotların yüzeyleri parlak ve homojen bir görüntüye sahiptir.

I-MYH, II-MYH ve III-MYH'deki alüminum anot ve bakır katot elektrotların yüzeyi deneylerin sonra incelendiğinde yüzeylerdeki değişim gözle görülür düzeyde olmuştur. Alüminyum anot yüzeyinde kararmalar ve siyah bir tabaka meydana gelmiştir. Bakır katot yüzeyinde ise hafif

kararmalar ve yeşillenmeler meydana gelmiştir. Elektrotların yüzeylerindeki değişim Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Elektrotlardaki yüzey değişimi

Deneylerin sonunda mikrobiyal yakıt hücrelerindeki elektrotların yüzey değişimi, elektrotlarda meydana gelen indirgenme ve yükseltgenme tepkimeleri nedeniyledir. Alüminyum anot elektrottaki yükseltgenme tepkimesi *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterilerinin metabolik aktiviteleri nedeniyle gerçekleşmiştir. Bu nedenle alüminyum yüzeyindeki siyah tabaka bakterilerin sebep olduğu biyofilm tabakasıdır. Anot yüzeyleri ile elektrolitteki organik madde arasındaki yakın fiziksel etkileşimi destekleyen biyofilmler mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç çıkışı için önemlidir. Çünkü, yapılan araştırmaların büyük çoğunluğuna göre anot yüzeylerindeki biyofilmler mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç yoğunluğunu arttırmıştır (Kumari et al., 2015; Jiawei and Shaoan, 2019). Ayrıca, yapılan çalışmalara göre, katot elektrot üzerinde de bakterilerden kaynaklanan biyofilm oluşumu mümkündür. Yapılan araştırmalara göre katot elektrot üzerinde aerobik biyofilm büyüdüğü zaman katot elektrot gelişmiş elektrokatalitik davranış göstermektedir. Kısacası, bu

çalışmadaki *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterilerinin biyokatalizör görevi yapmaları nedeniyle gerek anot elektrotta gerek katot elektrotta bakterilerden oluşan biyofilm tabakaları oluşmuştur. Bu biyofilm tabakarı, yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerine katkıda bulunduğu için mikrobiyal yakıt hücrelerinin güç çıkışının artmasına katkı sağlamıştır (Kumari et al., 2015; Jiawei and Shaoan, 2019).

4. SONUÇ

Daha önceki çalışmalar ile kıyaslandığında bu çalışma, mikrobiyal yakıt hücreleri için alüminyumun uygun bir anot elektrot malzemesi olduğunu ve bakırın uygun bir katot elektrot malzemesi olduğunu göstermiştir. Alüminyum anot elektrot özellikle daha önceki çalışmalarda kullanılan titanyum, grafen oksit, grafit, karbon keçe, karbon elyafı, çinko gibi malzemelere göre daha iyi bir anodik performans göstermiştir. Çünkü alüminyum daha yüksek standart elektrot potansiyeline sahiptir. Alüminyumun doğada en çok bulunan üçüncü element olması nedeniyle bu çalışmadaki anot elektrotun daha sürdürülebilir olmasını ve maliyetinin diğer çalışmalardakine göre daha düşük olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, göze çarpan bir diğer sonuç da bakır katot elektrotun mikrobiyal yakıt hücrelerinde titanyum, grafen oksit, grafit, MnO₂ kaplı karbon bez, karbon elyafı gibi malzemelere kıyasla daha iyi katodik performans göstermesidir. Bakır, daha düşük özgül dirence, daha yüksek iletkenliğe sahip olduğu için mikrobiyal yakıt hücrelerinin performanslarının artmasına katkı sağlamıştır. Alüminyumun anodik, bakırın katodik performansı bu çalışmadaki mikrobiyal yakıt hücrelerinin daha yüksek elektrokimyasal performansa sahip olmasına imkan tanımıştır. Bu nedenle, Çizelge 1'de bahsedilen daha önceki çalışmalara göre bu çalışmada daha yüksek elektriksel güç elde edilmiştir.

Bununla birlikte, bu çalışmadaki önemli bir sonuç da, *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterilerinin alüminyum anot ve bakır katot ile

uyum sağlamalarıdır. Bu nedenle alüminyum anot yüzeyinde gözle görülür düzeyde biyofilm tabakası oluşmuştur. Bakır katot elektrotta ise oksitlenmeye bağlı olarak gözle görülür oksit film tabakası oluşmuştur. Bu tabakaların oluşumu ve gelişimi mikrobiyal yakıt hücrelerinin performansını olumlu yönde etkilemiştir. Bununla birlikte, III-MYH’de daha yüksek oranda organik malzeme olduğu için bakterilere daha uzun süreli ve daha çok besin sağlandığını, bu nedenle kataliz tepkimelerinin daha etkili ve daha uzun süreli gerçekleştiğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak bu çalışmada, biyokatalizör olarak görev yapan *bacillus*, *coccus* ve *coccobacillus* bakterileri, alüminyum anot ve bakır katot elektrot bir uyum içerisinde çalıştığı için daha yüksek elektriksel güç yoğunluğuna ve sürdürülebilir elektrot malzemesine sahip daha düşük maliyetli mikrobiyal yakıt hücreleri imal edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamızın gerçekleşmesi için gerekli alet, cihaz, malzeme, donanım desteği sağladıkları için Koç Holding’e, Arçelik’e, TÜPRAŞ’a, Fethi Gedik’e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aydın, İ., Çalışıyor, A., Üstün, Ö., (2016). Düşük Güçlü Sistemler için Alternatif Enerji Kaynağı: Mikrobiyal Yakıt Hücreleri. ELECO`2016 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı. 1-3 Aralık, Bursa, 1-75.
- Baudler, A., Schmidt, I., Langner, M., Greiner, A., Schröder, U., (2015). Does it have to be carbon? Metal anodes in microbial fuel cells and related bioelectrochemical systems. Energy Environmental Science, 8, 2048-2055.
- Bose, D., Bose, A., Kundani, D., Gupta, D., Jain, H., (2018). Comparative Analysis of Carbon Cloth and Aluminum Electrodes Using Agar Salt-Bridge Based Microbial Fuel Cell for Bioelectricity Generation from Effluent Derived

Wastewater. Nature Environment and Pollution Technology, 17(4), 1201-1205.

- Chandra, R., Amit, Ghosh, U. K., (2019). Effects of various abiotic factors on biomass growth and lipid yield of *Chlorella minutissima* for sustainable biodiesel production. Environmental Science and Pollution Research, 26, 3848-3861.
- Çek, N., (2013). Yeni Biyoenerji Tekniğiyle Elektrik Üretilmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2), 35-49.
- Çek, N., (2016). Parçacıklar ve Enerji Kaynakları. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 338.
- Çek, N., (2017). Examination of Zinc Electrode Performance in Microbial Fuel Cells. Gazi University Journal of Science, 30(4), 395-402.
- Çek, N., Erensoy A., (2019). Kompost Mikrobiyal Yakıt Hücreleri İçin Titanyum Elektrot Performansının İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17, 909-915.
- Demir, Ö., Gümüş, E., (2016). Mikrobiyal Yakıt Hücreleri ile Çamur Arıtımı ve Elektrik Üretimi. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(2), 81-89.
- Deng, L., Li, F., Zhou, S., Huang, D., Ni, J., (2010). A study of electron-shuttle mechanism in *Klebsiella pneumoniae* based-microbial fuel cells. Chinese Science Bulletin, 55, 99-104.
- Ediz, Ç., (2011). Alüminyumun Geri Dönüşüm Süreci ve Süreçte Kullanılan Malzemelerin Alüminyum Bileşenlerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.
- Erenler, A. Ş., Ülke, E. N., (2018). Mikrobiyal Yakıt Hücre Teknolojisini Kullanarak Gıda Endüstrisi Atıklarından Elektrik Enerjisi Üretimi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 8(2/2), 22-36.
- Erensoy, A., Çek, N., (2018). Alternative Biofuel Materials for Microbial Fuel Cells from Poplar Wood. Chemistry Select, 3(40), 11251-11257.
- Girma, M. I. N. M., Chala, C. T., a/L Ravichanthiran, S., (2018). Influence of Aluminum Mesh electrode on Performance of a

- Microbial Fuel Cell (MFC). International Journal of Engineering and Technology, 7(3), 176-180.
- Harshitha, G., Sahoo, A., Sethy, R., (2019). Bioelectricity generation from different biomass feed at anode chamber and to study process parameters in microbial fuel cells. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 20, 101191 (4 pages).
- Jenol, M. A., Ibrahim, M. F., Bahrin, E. K., Kim, S. W., Abd-Aziz, S., (2019). Direct Bioelectricity Generation from Sago Hampas by *Clostridium beijerinckii* SR1 Using Microbial Fuel Cell. Molecules, 24(13), 2397 (11 pages).
- Jiawei, Y., Shaoan, C., (2019). Effects of Using Anode Biofilm and Cathode Biofilm Bacteria as Inoculum on the Start-up, Electricity Generation, and Microbial Community of Air-Cathode Single-Chamber Microbial Fuel Cells. Polish Journal of Environmental Studies, 28(2), 693-700.
- Kılıç, A., Uysal, Y., Çınar, Ö., (2011). Laboratuvar Ölçekli Bir Mikrobiyal Yakıt Hücresinde Sentetik Atıksudan Elektrik Üretimi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (1),43-49.
- Kumari, S., Mangwani, N., Das, S., (2015). Low-voltage producing microbial fuel cell constructs using biofilm-forming marine bacteria. Current Science, 108(5), 925-932.
- Özcan, E., (2013). Mikrobiyal Yakıt Hücrelerinde Membran ve İşletme Şartlarındaki Değişimin Güç Üretimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pareek, A., Sravan, J.S., Mohan, S.V., (2019). Exploring chemically reduced graphene oxide electrode for power generation in microbial fuel cell. Materials Science for Energy Technologies, 2(3), 600-606.
- State, A. J., Whitehead, K. A., Brownson, D. A. C., Banks, C. E., (2019). Microbial fuel cells: An overview of current technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101, 60-81.
- Taşkan, E., (2016). Sediment Tipi Mikrobiyal Yakıt Hücresi Kullanılarak Arıtma Çamurlarından Elektrik Üretimi. Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 28(1), 15-21.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Florasında Baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) Familyasından Nesli Tehlike Altında Olan Türler

Enver İBRAHİMOV¹  Hamida SEYİDOVA¹ 

¹Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Bölümü Bioresurslar Enstitüsü, Nahçıvan, Azərbaycan

(İlk Gönderim / Received: 06. 05. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Anahtar Kelimeler:
Biyolojik çeşitlilik,
Endemik,
Fabaceae Lindl.,
Tehlike kategorileri

Özet: Bu çalışma Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti arazisinde baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) familyasında endemik ve endemik olmayan nadir bitkilerin saptanması amacıyla 2014-2018 yılları arasında yapılmıştır. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yapılan floristik çalışmaların ve Azerbaycan Florası'nın taranması sonucunda 170 familya, 874 cinse ilişkin 2835 tür saptanmıştır. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasında baklagiller 46 cinse ait 258 tür ile temsil edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda *Fabaceae* Lindl. familyasından olan 15 türün nadir ve nesli tehlike altında olduğu dikkate alınarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na dahil edilmiştir. Bunlardan 6'sı endemik, 9'u endemik olmayan toplam 15 adet nadir bitki taksonu IUCN tehlike kategorilerine göre değerlendirilmiştir. IUCN tehlike kategorilerine göre alanda; CR (Çok tehlikede) kategorisinde 5, VU (Zarar görebilir) kategorisinde 7, NT (Tehdit altına girebilir) kategorisinde 3 taksonun varlığı belirlenmiştir. Her türün doğal ortamı içindeki tehdit dereceleri arazi gözlemlerine dayanarak belirlenmiştir. Tehlike altındaki türleri tehdit eden faktörler açıklanmıştır.

Endangered Species of *Fabaceae* Lindl. Family in Flora of Nakhchivan Autonomous Republic

Keywords:
Biodiversity,
Endemic,
Fabaceae Lindl.,
Threatened categories

Abstract: This study have been carried out during 2014-2018 in order to determine endemic and non-endemic rare plants of *Fabaceae* Lindl. family on the area of Nakhchivan Autonomous Republic. In this study, total of 2835 vascular plant species belonging to 170 families and 874 genera were determined through field surveys and reviewing of the "Flora of Azerbaijan". *Fabaceae* Lindl. family is represented by 258 species belonging to 46 genera in the flora of Nakhchivan Autonomous Republic. In the results of the investigation it was determined that 15 species of *Fabaceae* Lindl. family are rare and endangered that they have been included to the Red Book of Nakhchivan Autonomous Republic. Also, total of 15 rare species, including 6 endemics and 9 non-endemics were evaluated according to IUCN danger categories. According to the IUCN danger categories as follows; 5 taxa in CR (Critically endangered) category, 7 taxa in VU (Vulnerable), 3 taxa in the NT (Near threatened) categories were determined. Threat categories in habitat of every species were determined on the base of field observes. The factors were explained which threats endangered species.

1. GİRİŞ

Tohumlu bitkiler içerisinde Baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) familyasından olan türler doğada ve insan hayatında büyük önem taşımaktadır. Son dönemlerde Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti topraklarında çevresel koşulların büyük ölçüde değişmesi ve antropogen faktörlerin

etkisi sonucunda doğada diğer bitkilerle birlikte, Baklagiller familyasından olan türlerin de gen havuzunu düzenleyen bir takım türlerin yok olma tehlikesini yarattı. Bu türlerden bazılarının nadir ve nesli tükenmekte olduğu dikkate alınarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabına

(Talıbov ve İbrahimov, 2010) dahil edilmiştir. Özerk Cumhuriyeti'nde ilk kez yayınlanan bu kitapta yeni tehlike sınıfları esas alınarak dokuz kategori değişikliği teklifi yapılmıştır.

Yapılan araştırmalara göre Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde 170 familya ve 874 cinse ait 2835 tür yayılış göstermektedir (Talıbov ve İbrahimov, 2008) ki, bu da Azerbaycan florasının (4500 tür) %63'ünü oluşturmaktadır. Arazide bulunan 2835 türün 114'ü Bryophyta, 7'si Equisetophyta, 10'u Polypodiophyta, 11'i Pinophyta, 2'si Gnetophyta, 2691 adeti ise Magnoliophyta (547'si Monocotyledoneae, 2144'ü Dicotyledoneae) bölümüne aittir. Yapılan araştırmalara göre, belirlenen 202 tür, "yok olmak üzere", "tehlike altında" ya da "hassas türler" olarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'nda yer almıştır (Talıbov ve İbrahimov, 2010). Bu türlerden 15'i Baklagiller familyasından olan bitkilerdir.

Bölgenin iklimsel koşulları ve sahip olduğu jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilik, doğa koruma açısından olağanüstü öneme sahip bir bitki örtüsünün ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çok sayıda endemik bitki türüne ev sahipliği yapan Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti, aynı zamanda Baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) familyasından olan bazı cinslerin biyolojik çeşitlilik merkezidir. Floristik açıdan zengin olan Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinde uluslararası sözleşmelere göre tehlike altında olan ve korunması gereken çok sayıda bitki türü mevcuttur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın materyalini Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti sınırları içinde bulunan Baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) familyası ile ilgili yaptığımız araştırmalar, "Azerbaycan Florası"ndaki (Ahundov ve ark., 1954) kayıtlar ve bugüne kadar bölgede yapılan diğer çalışmalardan (Ganbarov, 2014a, 2014b; İbrahimov, 2012, 2016; Talıbov ve İbrahimov, 2013) elde edilen floristik bulgular oluşturmaktadır. Bitkilerin tehlike kategorileri Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2010), Azerbaycan Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2013) ve IUCN kategorilerine (2001) göre

belirlenmiştir. Endemik ve nadir bitkilerin listede verilmiş sırası, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasının sınıflandırma spektrumunda gösterilen sisteme göredir (Talıbov ve İbrahimov, 2008).

IUCN tehlike kategorilerine göre; CR (Critically Endangered) Çok tehlikede, VU (Vulnerable) Zarar görebilir, NT (Near Threatened) Tehdit altına girebilir anlamına gelmektedir. Bu makalede her türün doğal ortamı içindeki tehdit dereceleri arazi gözlemlerine dayanarak belirlenmiş ve tehlike altındaki türleri tehdit eden faktörler açıklanmıştır.

3. BULGULAR

Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinde Baklagiller (*Fabaceae* Lindl.) familyasından endemik ve endemik olmayan nadir bitkilerin tehlike kategorilerine göre gruplandırılması tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Baklagiller familyasından olan bitkilerin tehlike kategorilerine göre gruplandırılması

	CR	VU	NT	Toplam
Endemik	2	3	1	6
Endemik Olmayan	3	4	2	9
Toplam	5	7	3	15

Bölgede Baklagiller familyasından doğal yayılışa sahip 15 türden 6'sı endemik, 9'u endemik olmayan nadir bitki olmak üzere tehlike altındadır. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2010), Azerbaycan Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2013) ve IUCN tehlike kategorilerine (2001) göre sözkonusu 15 türün 5 adeti (2 endemik) CR, 7 adeti (3 endemik) VU, 2 adeti (1 endemik) NT kategorilerine dahil edilmiştir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinde Baklagiller familyasından doğal yayılışa sahip endemik ve endemik olmayan nadir bitkilerin Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na, Azerbaycan Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na ve IUCN tehlike kategorilerine göre dağılımı tablo 2 ve tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Baklagiller familyasından endemik olan nadir bitkilerin tehlike kategorileri

Taksonunun Adı	Cins	Tehlike Kategorileri	
		Ulusal tehlike kategorisi	IUCN tehlike kategorisi
<i>Astragalus karjagini</i> Boriss.	<i>Astragalus</i>	VU C2a (i); D2	
<i>Astragalus nachitschevanicus</i> Rzazadə	<i>Astragalus</i>	CR B1ac (i)	CR B1ab (i,ii,iii) c (i) + 2ab (i,ii,iii) c (i)
<i>Astragalus prilipkoanus</i> Grossh.	<i>Astragalus</i>	VU C2a (i)	VU C2a (i)
<i>Colutea komarovii</i> Takht.	<i>Colutea</i>	CR B1ac (ii, iv); C2a (i)	

Tablo 3. Baklagiller familyasından endemik olmayan nadir bitkilerin tehlike kategorileri

Taksonunun Adı	Cins	Tehlike Kategorileri	
		Ulusal tehlike kategorisi	IUCN tehlike kategorisi
<i>Astragalus aureus</i> Willd.	<i>Astragalus</i>	NT	
<i>Astragalus flavirubens</i> Al. Fed., Fed. et Rzazade	<i>Astragalus</i>	VU C2a (i)	
<i>Astragalus badamliensis</i> Chalilov	<i>Astragalus</i>	CR B1ac (ii, iv); C2a (i)	CR A2c+ 3c; B1ac(i) + 2ab(i,ii,iii)
<i>Astragalus paradoxus</i> Bunge	<i>Astragalus</i>	CR B1ac (i)	CR A2c+ 3c; B1ac(i) + 2ab(i,ii,iii)
<i>Astragalus regelii</i> Trautv.	<i>Astragalus</i>	NT	NT
<i>Astragalus szovitsii</i> Fisch. et C.A.Mey.	<i>Astragalus</i>	VU C2a (i)	VU A2c + 3c
<i>Cicer anatolicum</i> Alef.	<i>Cicer</i>	VU B1b(iv)c(i,iii)	
<i>Cicer minutum</i> Boiss. et Hohen.	<i>Cicer</i>	VU A1ac; B1b(iv)c(iii)	
<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	<i>Onobrychis</i>	NT	
<i>Vavilovia formosa</i> (Stev.) Fed.	<i>Vavilovia</i>	CR C2a(ii)	
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	<i>Vicia</i>	VU C2a(i); D2	

Uluslararası standartlara ve kabul edilen son kriterlere uygun olarak *Fabaceae* Lindl. familyasına ait endemik ve endemik olmayan nadir türlerin durumu ve ekolojik

değerlendirilmesi yapılmıştır. Doğada yapılan izleme, geobotaniki araştırmalar ve toplanan malzemelerin analizi bu türlerin ekolojik değerlendirilmesi için temel olmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Baklagiller familyasından endemik ve endemik olmayan nadir türlerin ekolojik özellikleri

Taksonunun Adı	Tehlike Kategorileri		Rastladığı Biyotop	Ekolojik Tipler
	Ulusal tehlike kategorisi	IUCN tehlike kategorisi		
<i>Astragalus aureus</i> Willd.	NT		kuru taşlı, çakıllı, kurak yamaçlar	Kseromezofit
<i>Astragalus flavirubens</i> Al. Fed., Fed. et Rzazade	VU C2a (i)		kuru taşlı, çakıllı, kurak yamaçlar	Kserofit
<i>Astragalus karjaginii</i> Boriss.	VU C2a (i); D2		kuru taşlı, çakıllı, kurak yamaçlar	Kserofit
<i>Astragalus badamliensis</i> Chalilov	CR B1ac (ii, iv); C2a (i)	CR A2c + 3c; B1ac(i) + 2ab(i, ii, iii)	kuru taşlı kurak yamaçlar	Mezokserofit
<i>Astragalus nachitschevanicus</i> Rzazade	CR B1ac (i)	CR B1ab (i,ii, iii) c (i) + 2ab (i,ii,iii) c (i)	kuru açık yerler, taşlı yamaçlar	Kserofit
<i>Astragalus paradoxus</i> Bunge	CR B1ac (i)	CR A2c + 3c; B1ac(i) + 2ab(i,ii,iii)	kuru, taşlı, çakıllı ve kumlu yamaçlar	Kserofit
<i>Astragalus prilipkoanus</i> Grossh.	VU C2a (i)	VU C2a (i)	kuru taşlı yamaçlar ve kayalık yerler	Kseromezofit
<i>Astragalus regelii</i> Trautv.	NT	NT	kuru taşlı yamaçlar ve kayalık yerler	Mezokserofit
<i>Astragalus szovitsii</i> Fisch. et C.A.Mey.	VU C2a (i)	VU A2c + 3c	kuru açık yerler, taşlı yamaçlar	Kserofit
<i>Cicer anatolicum</i> Alef.	VU B1b(iv)c(i,iii)		kuru açık yerler, taşlı yamaçlar	Kserofit
<i>Cicer minutum</i> Boiss. et Hohen.	VU A1ac; B1b(iv)c(iii)		taşlı, çakıllı, bazen verimli olmayan topraklar	Mezokserofit
<i>Colutea komarovii</i> Takht.	CR B1ac (ii, iv); C2a (i)		kuru açık yerler, taşlı yamaçlar	Kserofit
<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	NT		kuru taşlı ve çakıllı yamaçlar	Kserofit
<i>Vavilovia formosa</i> (Stev.) Fed.	CR C2a(ii)		taşlı, çakıllı ve kumlu yamaçlar	Kserofit
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	VU C2a(i); D2		kuru taşlı ve kumlu yamaçlar	Kseromezofit

Baklagiller familyasından nadir ve nesli tehlike altında olan bitkilerin listesi.

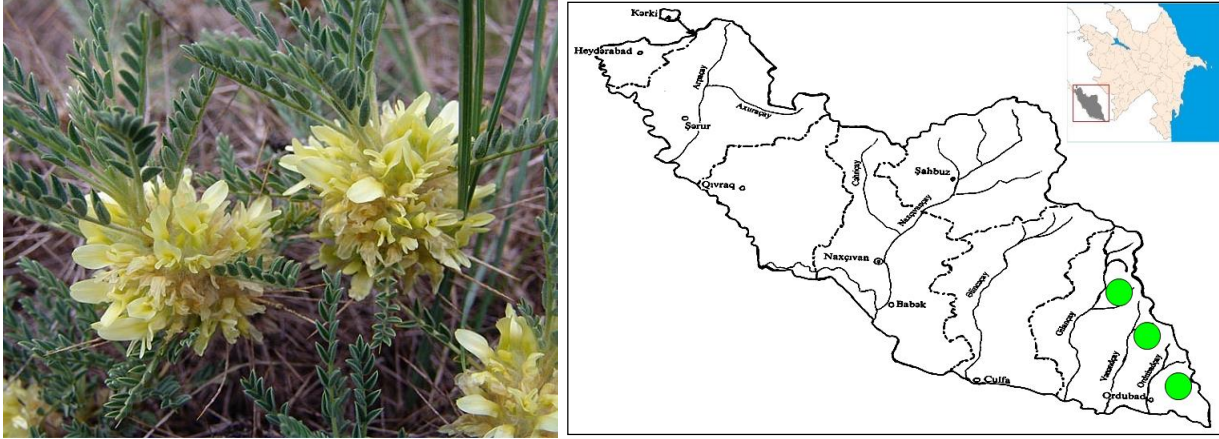
Astragalus aureus Willd.

Ordubad ilçesinde Kapıcık, Karanguş ve Soğuk dağ arazilerinde kuru taşlı, çakıllı, kurak

yamaçlarda rastlanır (Şekil 1). Kseromezofittir. Atropatan elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: NT



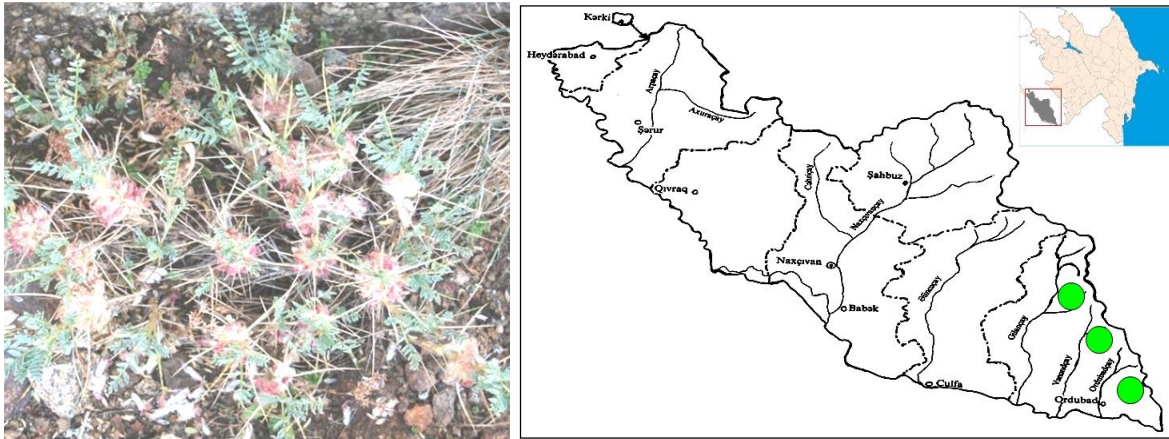
Şekil 1. *Astragalus aureus* Willd. ve yayılış alanı

***Astragalus flavirubens* Al. Fed., Fed. et Rzazade.**

Azerbaycan'da Ordubad ilçesinde Kapıcık, Karankuş ve Soğuk dağ arazilerinde subalp ve alp kuşaklarındaki kuru taşlı, çakıllı, kurak yamaçlarda

yayılmıştır (Şekil 2). Kserofittir. Atropatan elementidir. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU C2a(i)



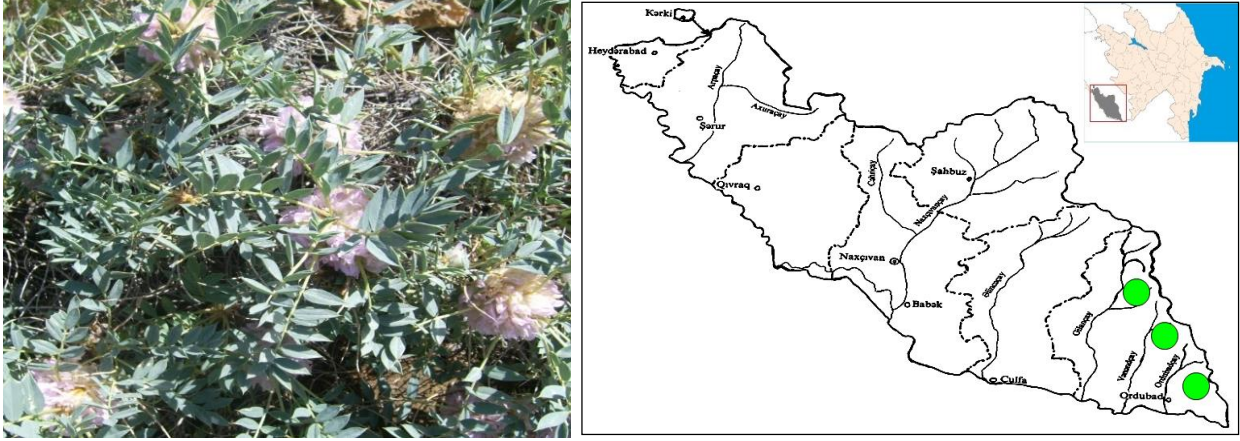
Şekil 2. *Astragalus flavirubens* Al. Fed., Fed. et Rzazade ve yayılış alanı.

***Astragalus karjagini* Boriss.**

Azerbaycan'da Ordubad ilçesinde Kapıcık, Karankuş ve Soğuk dağ arazilerinde kuru taşlı, çakıllı, kurak yamaçlarda rastlanır (Şekil 3). Endemikdir. Kserofittir. Kuzey İran elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU C2a (i);D2



Şekil 3. *Astragalus karjagini* Boriss. ve yayılış alanı.

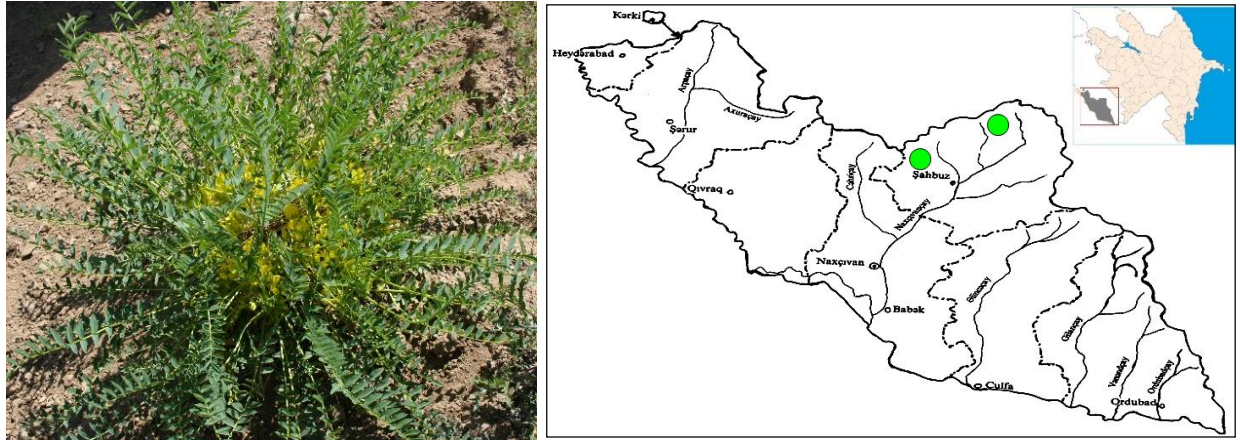
Astragalus badamliensis Chalilov

Azərbaycan'da Şahbuz ilçesi Badamlı köyü və Küküdağ çevresində kuru yamaçlar və kurak taşlı otlaklarda yayılmıştır (Şekil 4). Mezokserofittir. Atropatan elementidir. Azərbaycan'ın nadir bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azərbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: CR B1ac (ii, iv); C2a (i)

IUCN tehlike kategorisi: CR A2c + 3c; B1ac(i) + 2ab(i, ii, iii)



Şekil 4. *Astragalus badamliensis* Chalilov ve yayılış alanı.

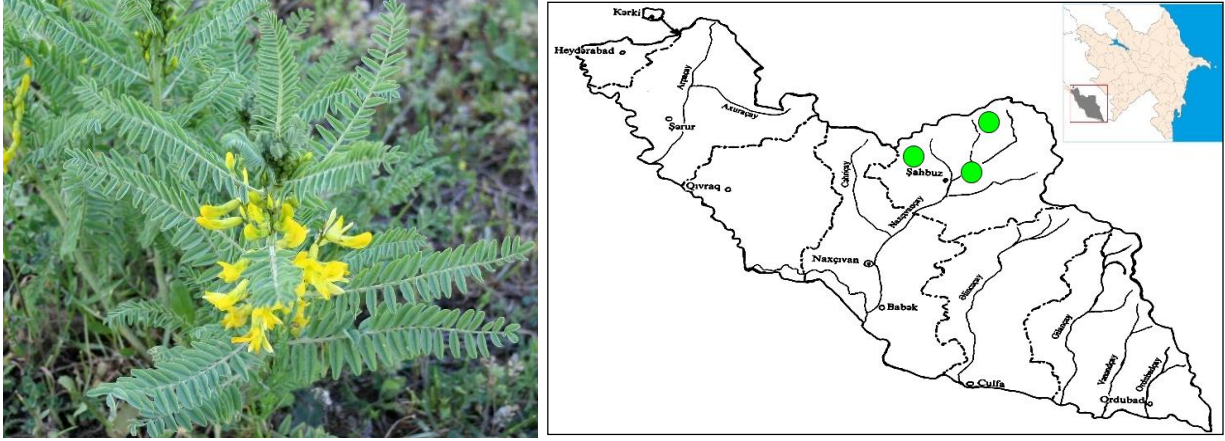
Astragalus nachitschevanicus Rzadzadə

Azərbaycan'da Şahbuz ilçesinde Qarababa, Badamlı, Kuku köyləri və Keçeldağ çevresində kuru açık yerler, taşlı yamaçlarda rastlanır (Şekil 5). Endemikdir. Kserofittir. Atropatan elementidir. Azərbaycan'ın nadir, endemik bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azərbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: CR B1ac (i)

IUCN tehlike kategorisi: CR B1ab (i, ii, iii) c (i) + 2ab (i, ii, iii) c (i)



Şekil 5. *Astragalus nachitschevanicus* Rzazadə və yayılış alanı.

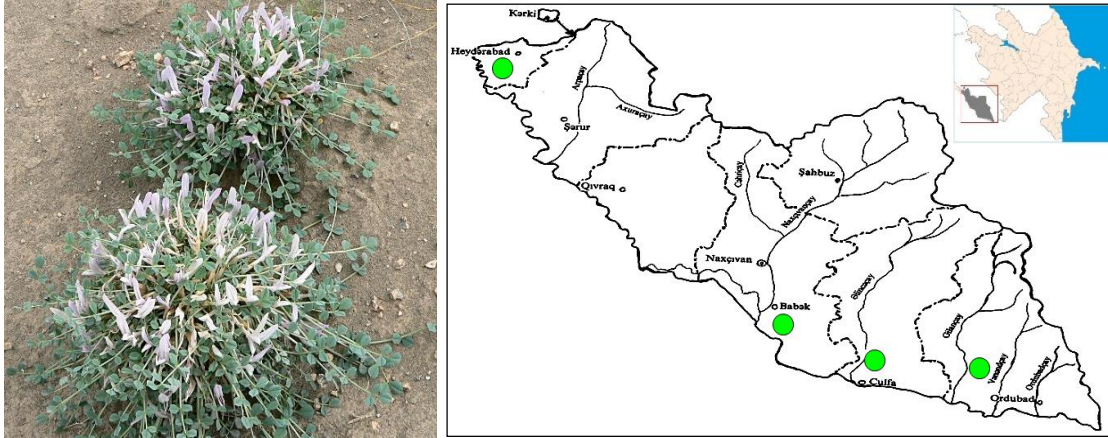
Astragalus paradoxus Bunge

Azərbaycan'da Sederek ilçesinde Vəlidag, Culfa ilçesinde Dərşam, Ordubad ilçesinde ise Çənnəb və Məzrə köyləri yaxınlarındakı tepelerde kuru, taşlı, çakıllı və kumlu yamaçlarda rastlanır (Şekil 6). Kserofittir. Atropatan elementidir. Azərbaycan'ın nadir, Kafkasya'nın endemik bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azərbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: CR B1ac (i)

IUCN tehlike kategorisi: CR A2c+3c;B1ac(i)+2ab(i,ii,iii)



Şekil 6. *Astragalus paradoxus* Bunge və yayılış alanı.

Astragalus prilipkoanus Grossh.

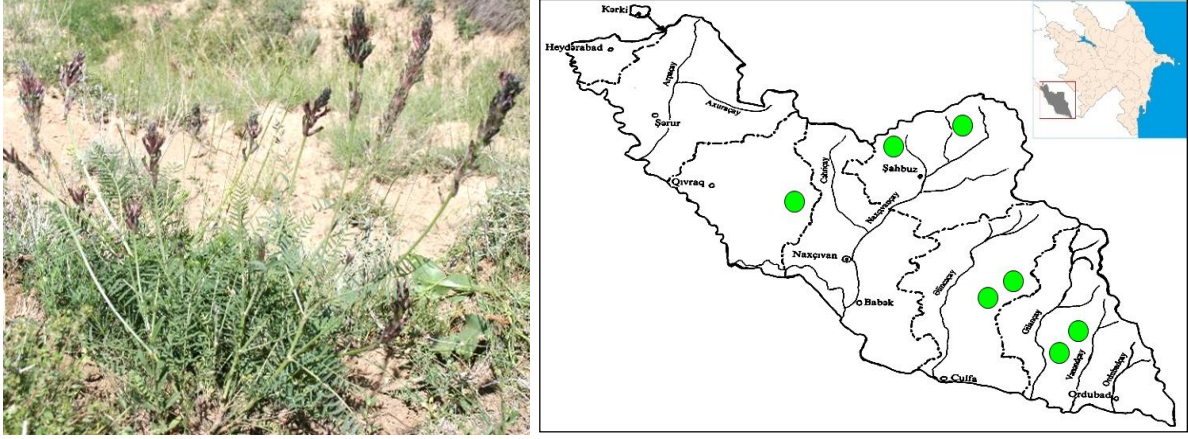
Genel olarak Güney Kafkasya'da ancak Kengerli ilçesinde Anabadgedik dağı, Şahbuz ilçesi Badamlı ve Kuku, Culfa ilçesinin Şurud ve Gal, Ordubad ilçesi Bilöv, Tivi ve Paraga köyləri

arazilerinde kuru taşlı yamaçlar ve kayalık yerlerde az rastlanır (Şekil 7). Endemikdir. Kseromezofittir. Atropatan elementidir. Azərbaycan'ın nadir, Kafkasya'nın endemik bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU C2a(i)

IUCN tehlike kategorisi: VU C2a (i).



Şekil 7. *Astragalus prilipkoanus* Grossh. ve yayılış alanı.

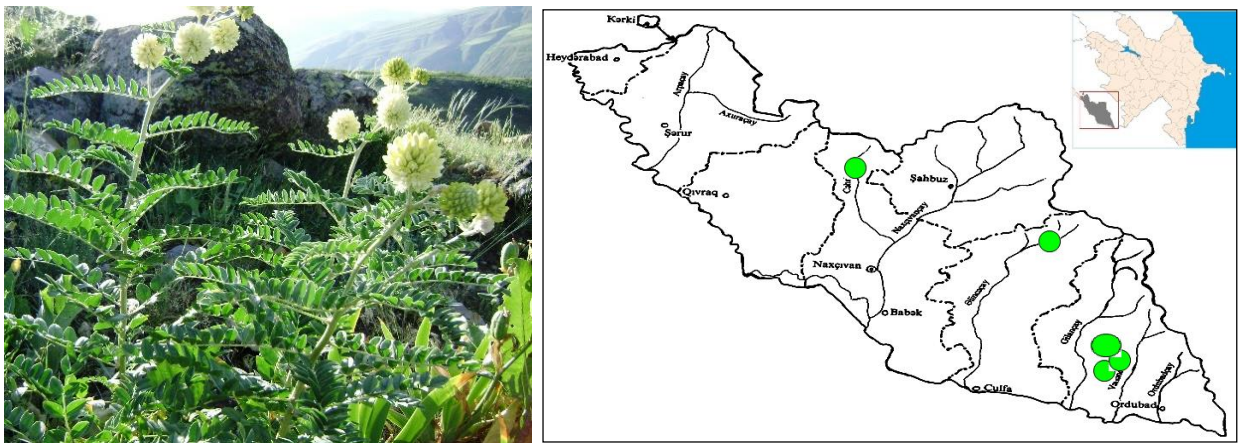
***Astragalus regelii* Trautv.**

Azerbaycan'da Babek ilçesinin Buzgov, Culfa ilçesinin Arafsa, Ordubad ilçesinin Bilev, Parağa, Tivi ve Bist köyleri arazilerinde kuru taşlı yamaçlar ve kayalık yerlerde rastlanmaktadır (Şekil 8). Mezokserofittir. Atropatan elementidir. Azerbaycan'ın nadir, endemik bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: NT

IUCN tehlike kategorisi: NT



Şekil 8. *Astragalus regelii* Trautv. ve yayılış alanı.

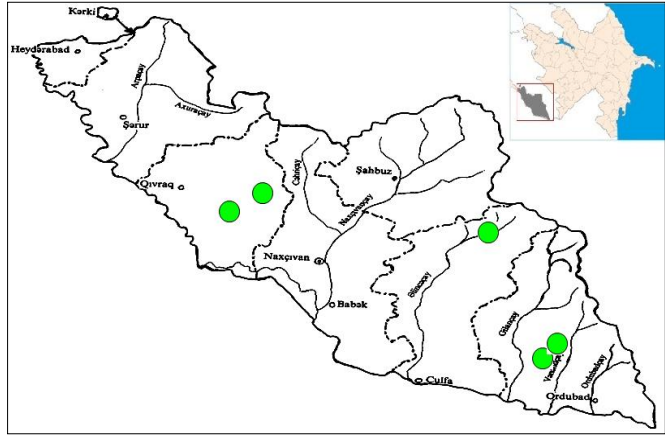
***Astragalus szovitsii* Fisch. et C.A.Mey.**

Azərbaycan'da Şerur rayonunun Karakuş dağı, Kengerli rayonunun Çalxanqala, Culfa ilçesinin Arafsa, Ordubad ilçesi Bile ve Behrud köyleri arazilerinde kuru açık, taşlı, kireçli ve kil topraklarda az az rastlanır (Şekil 9). Kserofittir. Kafkasya elementidir. Azərbaycan'ın nadir, Kafkasya'nın endemik bir türüdür.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve Azərbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU C2a (i)

IUCN tehlike kategorisi: VU A2c + 3c



Şekil 9. *Astragalus szovitsii* Fisch. et C.A.Mey. ve yayılış alanı.

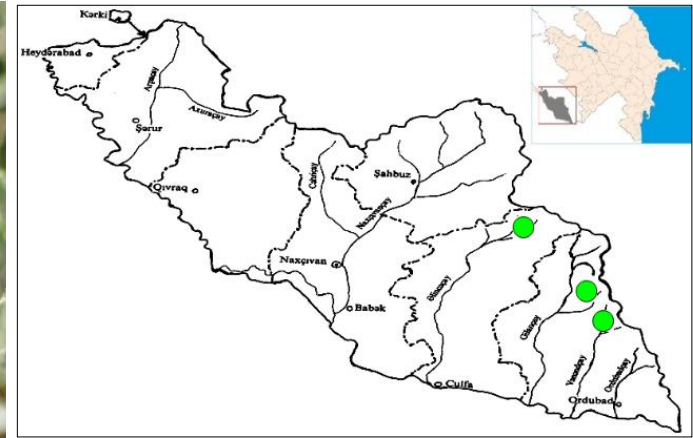
***Cicer anatolicum* Alef.**

Azərbaycan'da Culfa ilçesinde Aracıq dağı, Ordubad ilçesinde Kapıcık ve Karankuş dağı arazilerinde kuru açık yerlerde ve taşlı yamaçlarda rastlanır (Şekil 10). Kserofittir. Küçük Asya

elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU B1b(iv) c (i,iii)



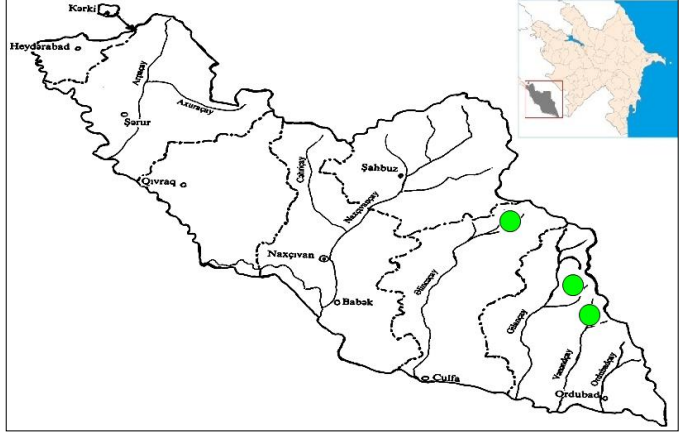
Şekil 10. *Cicer anatolicum* Alef. ve yayılış alanı.

***Cicer minutum* Boiss. et Hohen.**

Culfa ilçesinin Aracıq, Ordubad ilçesinin Kapıcık ve Karankuş dağı arazilerinde taşlı, çakıllı, bazen verimli olmayan topraklarda rastlanır (Şekil 11). Mezokserofittir. Atropatan elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU A1ac; B1b(iv) c(iii)



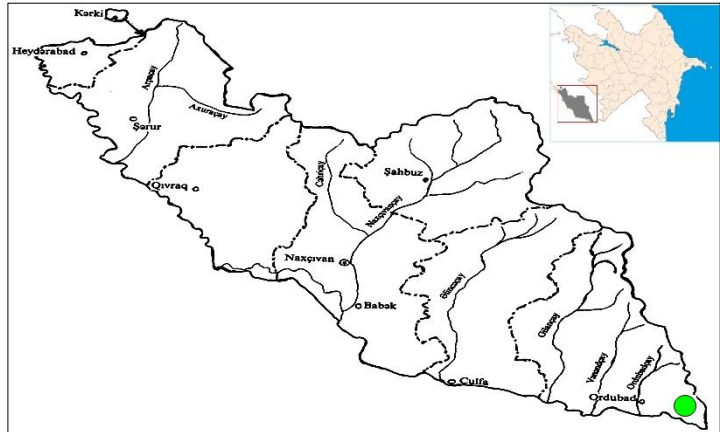
Şekil 11. *Cicer minutum* Boiss. et Hohen. ve yayılış alanı.

***Colutea komarovii* Takht.**

Azərbaycan'da Ordubad ilçesi Kotam köyü yakınlarındaki Sarı tepeler ve Eski Kotam köyü arazilerinde kuru açık yerler, taşlı yamaçlarda yayılmıştır (Şekil 12). Kserofittir. Endemikdir.

Atropatan elementidir. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: CR B1ac (ii, iv); C2a (i)



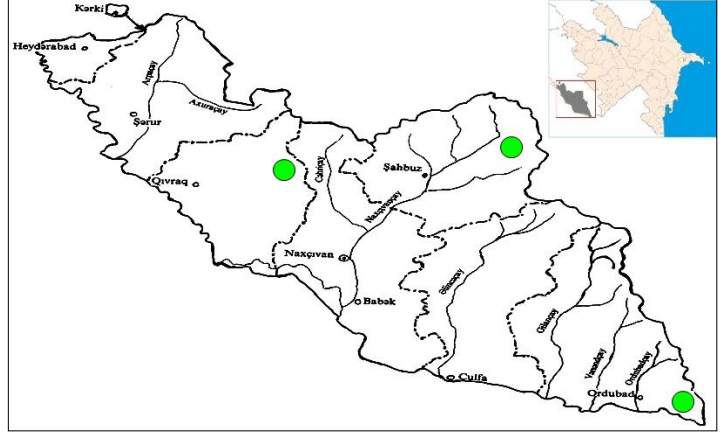
Şekil 12. *Colutea komarovii* Takht. ve yayılış alanı.

***Onobrychis cornuta* (L.) Desv.**

Şerur ilçesinde Karakuş, Şahbuz ilçesinde Keçeladağ ve Ordubad ilçesinde Kotam Dağı arazilerinde kuru taşlı ve çakıllı yamaçlarda

yayılmıştır (Şekil 13). Kserofittir. Ön Asya coğrafi elementidir. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: NT



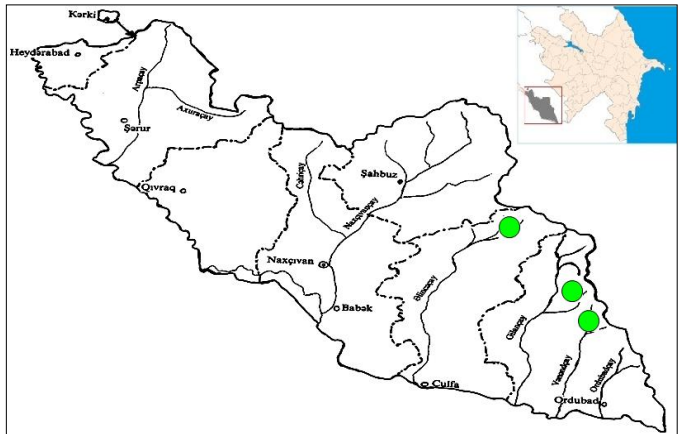
Şekil 13. *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. ve yayılış alanı.

***Vavilovia formosa* (Stev.) Fed.**

Ordubad ilçesi Gemikaya, Kapıcık ve Soğuk dağlarının alp kuşağında taşlı, çakıllı ve kumlu yamaçlarda rastlanır (Şekil 14). Kserofittir. Atropatan elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: CR C2a(ii)



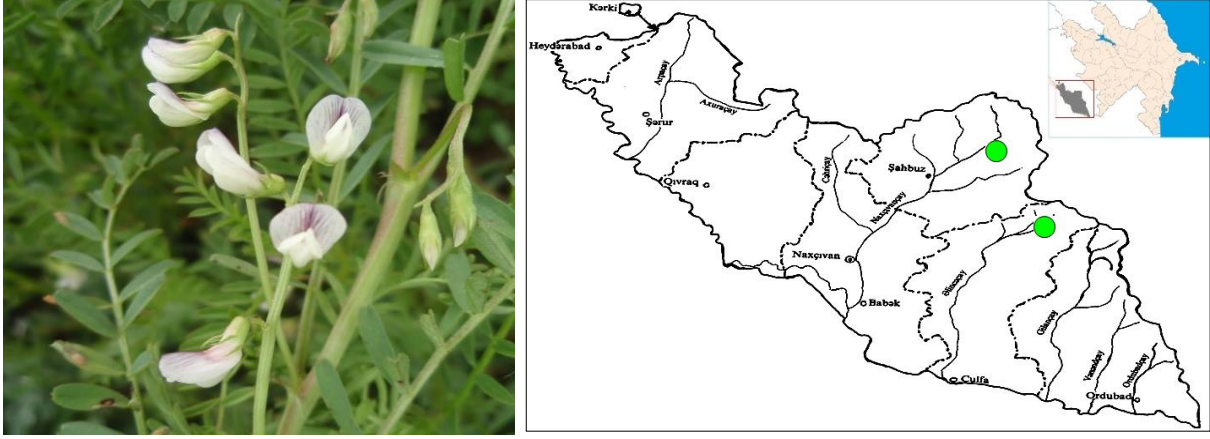
Şekil 14. *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. ve yayılış alanı.

Vici ervilia (L.) Willd.

Şahbuz ilçesi Biçenek köyü ve Culfa ilçesinin Aracıq dağı arazisinde kuru taşlı ve kumlu yamaçlarda rastlanır (Şekil 15). Kseromezofittir. Akdeniz elementidir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabında yer almaktadır.

Ulusal tehlike kategorisi: VU C2a(i); D2



Şekil 15. *Vici ervilia* (L.) Willd. ve yayılış alanı.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinde *Fabaceae* Lindl. familyasında saptanan 258 türden, 6 adeti endemik, 9 adeti endemik olmayan nadir bitki olmak üzere toplam 15 adeti tehlike altındadır. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2010), Azerbaycan Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı'na (2013) ve IUCN kategorilerine (2001) göre sözkonusu 15 türün 5 adeti CR, 7 adeti VU, 3 adeti NT kategorilerine dahil edilmiştir. Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinde yayılış gösteren ve yok olma tehlikesi altında bulunan endemik ve endemik olmayan nadir bitki taksonlarının koruma altına alınması için gerekli çalışmalar başlatılmalıdır. Arazide yayılış gösteren ve IUCN kriterlerine göre CR ve VU kategorilerine dahil edilen birçok türün bulunduğu alanlar mutlak koruma altına alınmalı ve Tohum Bankasına kazandırılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Ahundov, G.F., İsayev, Y.M., Karyagin, İ.İ., Prilipko, L.İ., Rzazade, R.Y. Azerbaycan florası. (1954). Bakü. Azerbaycan SSR Bilimler Akademisi yayını, 5, 580.
- Alizade, V.M. (Sorumlu editör) (2013). Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Kırmızı Kitabı. Nadir ve nesli

tükenmekte olan bitki ve mantar türleri. İkinci Baskı. Bakü. Batı-Doğu yayını, 670.

- Gainbarov, D.SH. (2014a). Ecological groups of Astracantha and Astragalus species of Nakhchivan Autonomous Republic. European Academic Research, 2 (2), 1933-1937.
- Gainbarov, D.SH. (2014b). Floristik analysis of Astracantha and Astragalus species spreading in the area of the Nakhchivan Autonomous Republic. European Academic Research, 6 (12), 2586-2593.
- İbrahimov, E.M. (2012). Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti arazisinde yayılmış ağaçların ve çalılıkların durumu. Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Bölümünün Haberleri, Tabiat ve teknik bilimler serisi, 4, 89-104.
- İbrahimov, E.M. (2016). Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti orman ekosisteminin ağaçları ve çalılıkları. Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Bölümünün Haberleri, Tabiat ve teknik bilimler serisi, 2, 84-96.
- IUCN (2001). Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, UK.

Talıbov, T.H., İbrahimov, A.Ş. (2008). Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasının sınıflandırma spektrumu, Nahçıvan, 364.

Talıbov, T.H., İbrahimov, A.Ş. (2010). Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabı. 2: 676.

Talıbov, T.H., İbrahimov, E.M. (2013). Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinin dendroflorası. Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Bölümünün Haberləri, Tabiat ve tehniki bilimler serisi, 4, 53-68.

Pozitron Emisyon Tomografi – Bilgisayar Tomografi (PET - BT) Uygulamalarında Hastanın Aldığı Radyasyon Dozunun Belirlenmesi

Turan ŞAHMARAN *¹  Mehmet BAYBURT ² 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksekokulu, 31060, Hatay, Türkiye

²Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, 35030, İzmir, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 13. 02. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Anahtar Kelimeler:

PET-BT,
Radyasyon dozu
TLD

Özet: Bu çalışmada PET-BT çekimi esnasında hastaların maruz kaldığı radyasyon dozu, Termolüminesans Dozimetre ile ölçülerek, bu doz sonuçlarının uluslararası komiteler tarafından tavsiye edilen doz değerleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, Termolüminesans Dozimetre içerisindeki mevcut enerji tuzaklarının tamamen boşaltılması için, Termolüminesans Dozimetrelerin kalibrasyon işlemi yapılmıştır. İkinci aşamada, çekim boyunca hastaların soğurduğu dozu ölçmek için, baş, boyun, kalp ve mesane bölgelerine dozimetreler yerleştirilerek ışınlanmıştır. Işınlanan dozimetreler, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde bulunan lüminesans laboratuvarında okunmuştur. Elde edilen sonuçlar uluslararası komisyon ve komiteler olan ICRP, Nureg/CR ve MIRD raporlarındaki değerlerle karşılaştırılmıştır. Yapılan ölçümlerin tavsiye edilen değerler ile uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Determination Of The Radiation Dose Received By The Patient During Positron Emission Tomography – Computed Tomography (PET - CT) Procedures

Keywords:

PET-CT
Radiation dose
TLD

Abstract: In this study, the radiation dose that patients are exposed to during PET-CT procedure is measured with the Thermoluminescence Dosimeter and it is aimed to compare these dose results with the dose values recommended by international committees. The study was carried out in two stages. In the first stage, the Thermoluminescence Dosimeters were calibrated to completely empty the existing energy traps in the Thermoluminescence Dosimeter. In the second stage, dosimeters were irradiated by placing dosimeters in the head, neck, heart and bladder areas to measure the dose absorbed by the patients during the shooting. Irradiated dosimeters were read in the luminescence laboratory at Ege University Institute of Nuclear Sciences. The results are compared with the values in the international commissions and committees, ICRP, Nureg / CR and MIRD reports. It was observed that the measurements made were in agreement with the recommended values.

1. GİRİŞ

Bir yenilenebilir enerji kaynağı türü olan biyokütle enerjisi; bitki, hayvan ve onların atıklarından ortaya çıkmaktadır (Çek, 2013; Çek, 2016). Biyokütle enerjisinin ana unsuru olan biyokütleyi oluşturan organik malzemelerin sahip oldukları kimyasal enerji vardır. Mikrobiyal yakıt PET-BT; Pozitron Emisyon Tomografi ve Bilgisayarlı Tomografi

cihazlarının birleşmesi ile oluşan hibrid bir görüntüleme yöntemidir. Dünya çapında kurulu 5000'den fazla PET-BT sistemi ile en hızlı büyüyen tıbbi görüntüleme yöntemlerinden biridir (Beyer et al., 2011). Görüntüleme prensibi, coulomb etkileşmeleriyle yavaşlayan bir pozitron, ortamdaki elektronlardan bir tanesi ile birleşerek elektron çifti yok olurken her biri 0.511 MeV enerjili iki foton meydana getirir ve

*İlgili yazar: tsahmaran@gmail.com

bu fotonların eş zamanlı olarak dedekte edilmesi sonucunda görüntüleme olayı meydana gelir (Delbeke, 1999; Brix et al., 2005).

PET, verilen radyofarmasötik ile vücudun fonksiyonu hakkında bilgi toplarken, BT vücuttaki normal ve patolojik dokuların anatomik detayını vermektedir (Huang et al., 2009; Brix et al., 2005). Klinik endikasyonu olan kanserlerin tanısında, evrelenmesinde, yeniden evrelenmesinde ve tedavi sonrası değişiklikleri görmek amacıyla kullanılır. Bu amaçla yapılan çekimlerde, genelde beyinden pelvis bitimine kadar vücut bölümü çekime dâhil edilir (Savaş, 2010). PET-BT'nin tüm vücut uygulaması yapılan onkolojik endikasyonlar dışında, iki özel uygulama alanı daha vardır. Bunlar beyin ve kalptir. Bu iki organın değerlendirilmesinde sadece bu bölgeler çekilir, vücudun diğer alanları çekime alınmaz (Krause et al., 2007; Brady et al., 2008). Modern görüntüleme tekniklerinin amacı, vücuda hiç bir hasar vermeden ya da mümkün olan en az zararı vererek en detaylı görüntüleri elde etmektir (Hain, 2005).

PET-BT çekimlerinde en sık kullanılan radyofarmasötik Florodeoksiglukoz (F-18 FDG)'dur. Yüksek radyoaktif içeriğe sahip olan FDG, hastaya enjekte edildikten sonra mesanede birikir. Ve bu da mesane ve zarının radyasyon dozunun artmasına neden olur (Guillet, 2005).

PET-BT daha sık kullanılan bir yöntem haline geldiğinde, hastaların maruz kaldığı radyasyon dozunun ve bu dozun standartlara uygunluğunun belirlenmesi kaçınılmazdır (Townsend, 2008; Climent and Penuelas, 2001). Üç farklı PET-BT protokolünde, efektif dozların kadın hastalar için 13.45 - 31.91 mSv, erkek hastalar için 13.65 - 32.18 mSv arasında olduğu bildirilmiştir (Huang et al., 2009).

Bu çalışmada PET-BT çekimi esnasında hastaların maruz kaldığı radyasyon dozu Termoluminesans Dozimetre (TLD) ile ölçülerek, bu doz sonuçlarının uluslararası komiteler olan MIRD (Medical Internal Radiation Dose Committee), Nureg/CR-6345 (Radiation Dose Estimates for Radiopharmaceuticals) ve ICRP-53

(International Commission on Radiological Protection) tarafından tavsiye edilen doz değerleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Deneyisel çalışmalar, İzmir Ege-Rad Görüntüleme Merkezi, Nükleer Tıp Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan PET-BT cihazı PHILIPS GEMINI GXL (USA) tam halka tipi cihazdır. Cihazın özellikleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. PHILIPS GEMINI GXL cihazının özellikleri

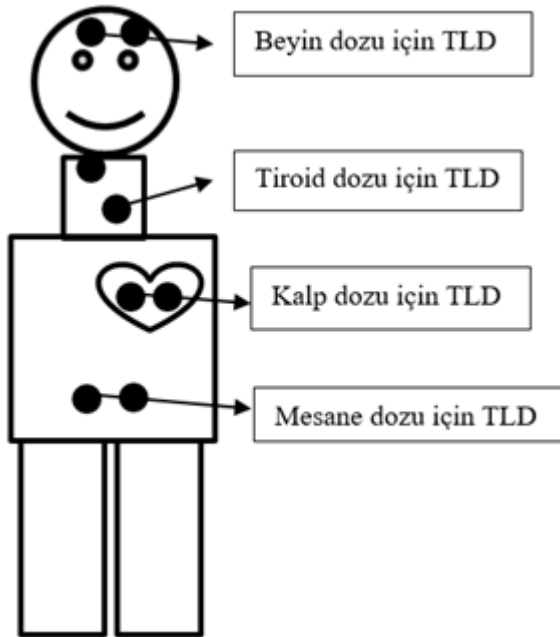
Maksimum Hasta Ağırlığı	195 kg (430 lbs)
Hasta Girişi	PET ve BT için 70 cm
PET-BT tarama aralığı	190 cm
PET kristal malzemesi	GSO
PET kristal ölçütleri	4 × 6 × 30 mm
PET hassasiyeti (merkez)	7700 cps/MBq (NEMA)*
PET enine uzaysal çözünürlük (1cm)	5,3 mm (NEMA)
BT konfigürasyon	16-kesitli
BT tüp	MRC 8,0 MHU anot depolama kapasitesine sahip

*NEMA: The Association of Electrical Equipment and Medical Imaging Manufacturers

Doz ölçümü için TLD kullanılmıştır. Bu TLD'ler küçük çipler halinde olup çapları 4.8 mm, kalınlıkları ise 0.9 mm mertebesinde, Lityum Florür (LiF) dozimetrelerdir. Kullanılan bu dozimetreler, 1 Gray'e (Gy) kadar doğrusal doz cevabı göstermeleri, yüksek hassasiyete sahip ve yaklaşık olarak doku eşdeğeri olmalarından dolayı, en çok tercih edilen radyasyon dozimetreleridir. 30 keV ile 1 MeV arasında radyasyona verdiği cevap farkı %1.25 ve oda sıcaklığında dozimetri piklerinde görülen azalma yılda yaklaşık %5'dir (Bilski, 2002).

Çalışmada Harshaw TLD 3500 model TLD okuyucusu kullanılmıştır. Hasta üzerinde ışınlanan TLD'ler aynı gün içerisinde Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsünde bulunan TLD okuyucusunda okunarak elde edilen değerler kaydedilmiştir. Gönüllü hasta üzerinde çalışmak zor olduğundan sadece 4 hasta ile çalışma yapılabilmektedir. PET-BT

çekiminden önce gönüllü hastaların baş, boyun, kalp ve mesane bölgelerine özel olarak hazırlanmış toplam 8 adet LiF termolüminasans dozimetre yerleştirilmiştir. Her bir organ için iki adet dozimetre kullanılmıştır. Aynı organ için kullanılan iki dozimetrede de çıkan değerler karşılaştırılarak dozimetrelerin sağlaması yapılmıştır. PET-BT çekimleri için 4 tane patolojik olarak birbirine benzer hastaya rutin uygulama bağlamında 12 mCi (444 MBq) F-18 FDG uygulanmıştır. Dozimetreler enjeksiyondan çekim bitimine kadar hastaların vücudunda bırakılmıştır. Çekim bittikten sonra dozimetreler hastalardan alınarak doz okuması yapılmak üzere Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsüne götürülmüştür. Şekil 1’de hastalara yerleştirilen TLD’lerin temsili resmi görülmektedir.



Şekil 1. Hastalara yerleştirilen TLD konumları

3. BULGULAR

PET-BT çekimi yaptıran 4 hasta için beyin, tiroid, kalp ve mesane dozlarına ilişkin olarak doz sonuçları ve ortalamaları tablo 2’de verilmiştir. Buna göre hastanın her bir bölgesine ikişer tane TLD konularak çıkan değerlerin ortalaması tablo 2’de gösterilmiştir. Tablo 3’de beyin, tiroid, kalp ve mesane dozlarının

uluslararası sonuçlarla karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 3’e göre; Beyin dozu MIRD hesaplamalarında 0.046, Nureg/CR-6345 raporunda 0.019, ICRP-53 raporunda ise 0.026 mGy MBq⁻¹ iken bu çalışmada beyin dozu 0.027 mGy MBq⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Tiroid dozu, MIRD hesaplamalarında 0.021 mGy MBq⁻¹, Nureg/CR-6345 raporunda 0.010 mGy MBq⁻¹, ICRP-53 raporunda ise 0.0097 mGy MBq⁻¹ iken bu çalışmada tiroid dozu 0.019 mGy MBq⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Kalp dozu MIRD hesaplamalarında 0.068 mGy MBq⁻¹, Nureg/CR-6345 raporunda 0.060 mGy MBq⁻¹, ICRP-53 raporunda ise 0.065 mGy MBq⁻¹, iken bu çalışmada kalp dozu 0.045 mGy MBq⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Mesane dozu MIRD hesaplamalarında 0.073 mGy MBq⁻¹, Nureg/CR-6345 raporunda 0.19 mGy MBq⁻¹, ICRP-53 raporunda ise 0.17 mGy MBq⁻¹, iken bu çalışmada mesane dozu 0.060 mGy MBq⁻¹ olarak ölçülmüştür.

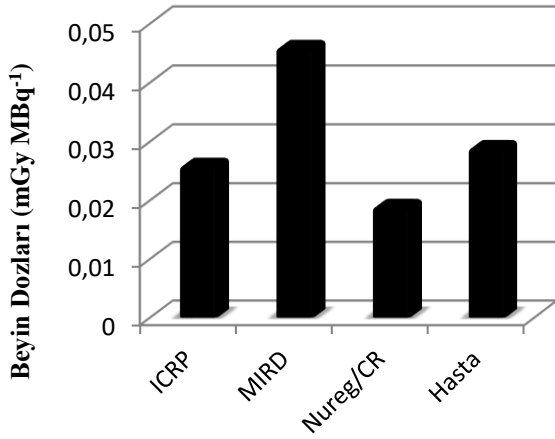
Şekil 2’de beyin, şekil 3’de tiroid, şekil 4’de kalp ve şekil 5’de mesane dozu için alınan TLD sonuçlarının ICRP, MIRD ve Nureg/CR ile karşılaştırılması sırasıyla verilmiştir.

Tablo 2. Beyin, tiroid, kalp ve mesane üzerinden, TLD ile alınan sonuçlar

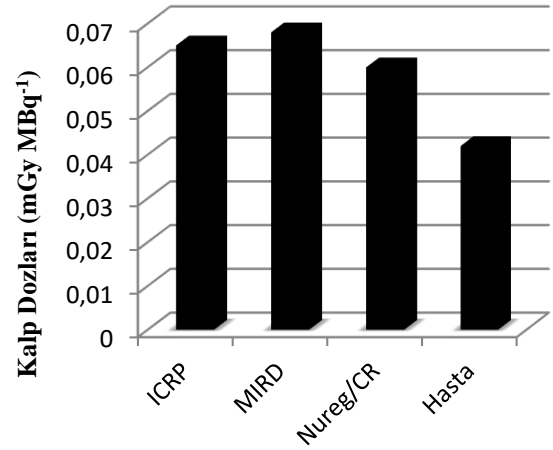
Hasta No	Beyin Dozu (mGy)	Tiroid Dozu (mGy)	Kalp Dozu (mGy)	Mesane Dozu (mGy)
1	16.97	9.06	16.54	21.84
2	20.36	8.70	16.79	23.19
3	7.57	7.62	18.51	36.65
4	4.18	9.16	28.23	24.03
Ortalama	12.27	8.63	20.01	26.42

Tablo 3. Beyin, tiroid, kalp ve mesane dozlarının uluslararası sonuçlarla karşılaştırılması

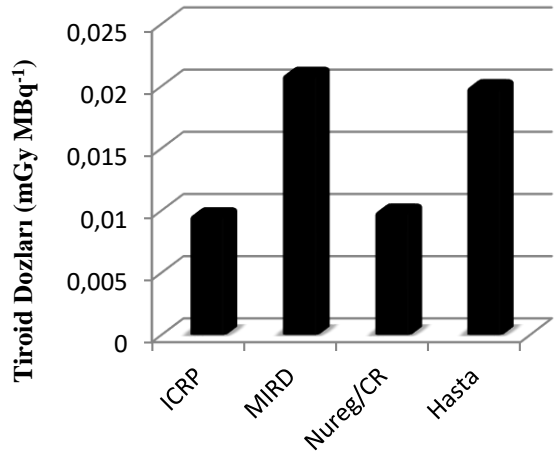
Doz (mGy/MBq)	ICRP	MIRD	Nureg/CR	Hasta
Çalışma				
Beyin Dozu	0.026	0.046	0.019	0.027
Tiroid Dozu	0.0097	0.021	0.010	0.019
Kalp Dozu	0.065	0.068	0.060	0.045
Mesane Dozu	0.17	0.073	0.19	0.060



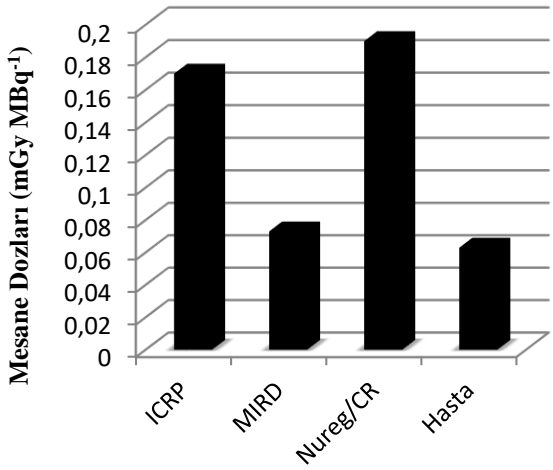
Şekil 2. Beyin dozu için alınan TLD sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 4. Kalp dozu için alınan TLD sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 3. Tiroid dozu için alınan TLD sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 5. Mesane dozu için alınan TLD sonuçlarının karşılaştırılması

4. TARTIŞMA

Nükleer tıpta iyonlaştırıcı radyasyonun artan kullanımı, kanserin herhangi bir eşik değerinin olmaması ve radyasyonun geç etkileri göz önünü alındığında hasta (absorbe edilen) doz tahminleri daha büyük önem kazanmaktadır (18,19). PET-BT işlemlerinde mevcut uygulama, hastaya standart doz protokolü veya hastanın kilosuna göre doz protokolü şeklindedir.

PET-BT tesislerinin sadece %44'ünde hasta ağırlığı göz önüne alınarak radyoaktivite doz enjeksiyonu kullanıldığı bildirilmiştir (Beyer et al., 2011). De Groot et al. (2013) enjekte edilen FDG dozunun hem vücut ağırlığına hem de boyuna ayarlanması gerektiğini belirtmiştir. Bu durum, diğer PET-BT tesislerinde, hastalara uygulanan radyasyon dozunu optimize etmek için ağırlık bazlı radyoaktivite doz enjeksiyonunun uygulanması gerektiğini gösterir. PET-BT cihazında üç

boyutlu doz toplama modu göz önüne alındığında, uygulanan aktivite görüntü kalitesini etkilemeden azaltılabilir. Standart bir yetişkin hasta için (75 kg), Avrupa Nükleer Tıp Derneği, iki boyutlu mod için 380 MBq ve üç boyutlu mod için 190 MBq kullanılmasını önermektedir (Boellaard et al., 2015).

Yeni ticari PET-BT cihazları, şişman hastalardan gelen zayıf sinyallerin üstesinden gelmeye yardımcı olabilecek uçuş süresi (TOF) teknolojisi sunmaktadır. TOF, iki anihilasyon fotonunun tespiti arasındaki gerçek zaman farkını doğru bir şekilde ölçer ve bu gelişmiş görüntü kontrastı ve daha yüksek hassasiyet sağlar. El Fakhri et al. (2011), TOF'un enjekte edilen dozu ve dolayısıyla hastaların ve çalışanların radyasyona maruz kalmasını azalttığını bildirmiştir. Etard et al. (2012), yeni TOF teknolojisinin, görüntü kalitesini korurken ortalama spesifik aktiviteyi yaklaşık %20 oranında (4.3 MBq kg⁻¹'den 3.5 MBq kg⁻¹'e kadar) azaltabileceğini bildirmiştir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda hastalar arasında en düşük doz değerlerinin tiroitte, en yüksek doz değerinin ise mesanede olduğu görülmüştür. Nükleer tıp çekimlerinde kullanılan çoğu radyofarmasötik, üriner yoldan atılır. Dolayısıyla mesanede doz değerinin diğer organ bölgelerine göre yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Hastalar arasındaki doz sonuçlarının değişkenlik göstermesi hastaların boyuna, kilosuna, yaşına, vücudunun metabolik durumuna ve hastalık durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Çekim boyunca hastalardan elde edilen ortalama doz değerlerinin uluslararası kuruluşların tavsiye ettiği doz sınırları içerisinde olduğu yapılan bu çalışma ile gösterilmiştir.

Çalışmanın kısıtlaması:

Çalışmada ölçüm alınacak hastanın katılımı gönüllük esasına dayalı olduğundan, hastaya yerleştirilen TLD'lerin, zararsız olduğu belirtilse de, hastaya zarar vereceği ve dozunu arttıracığı düşüncesi oluşturduğundan,

çalışmaya katılmayı kabul eden hasta sayısı azdır.

KAYNAKLAR

- Beyer T., Czernin J., Freudenberg L. S. (2011). Variations in clinical PET/CT operations: results of an international survey of active PET/CT users. *Journal of Nuclear Medicine*, 52, 303–310.
- Bilski P. (2002). Lithium Fluoride: From LiF:Mg,Ti to LiF:Mg,Cu,P. *Radiation Protection Dosimetry*, 199-206.
- Boellaard R., Delgado-Bolton R., Oyen J. G., Giammarile F., Tatsch K., Eschner W., Verzijlbergen F. J., Barrington S. F., Pike L.C., Weber W.A., Stroobants S., Delbeke D., Donohoe K. J., Holbrook S., Graham M. M., Testanera G., Hoekstra O. S., Zijlstra J., Visser E., Hoekstra C. J., Pruim J., Willemsen A., Arends B., Kotzerke J., Bockisch A., Beyer T., Chiti A., Bernd J. Krause B. J. (2015). FDG PET and PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour PET imaging: version 2.0. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 37, 181–200.
- Brady Z., Taylor M. L., Haynes M., Whitaker M., Mullen A., Clews L., Partridge M., Hicks R. J., Trapp J.V. (2008). The clinical application of PET/CT: a contemporary review. *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 31, 90-109.
- Brix G., Lechel U., Glatting G., Ziegler S. I., Münzing W., Muller S. P. Beyer T. (2005). Radiation Exposure of Patients Undergoing Whole- Body Dual-Modality 18F-FDG/CT Examinations. *Journal of Nuclear Medicine*, 46, 608-613.
- Climent J. M. M., Penuelas I. (2001). Occupational Dosimetry in a Pet Center Due To Radionuclide Production And Medical Use. University of Navarra, Pamplona Spain, https://www.eualara.net/images/stories/pdf/program6/Session%20D/J_Marti.pdf, (15.06.2020).
- Delbeke D. (1999). Oncological application of FDG PET imaging. *Journal of Nuclear Medicine*, 1706-15.
- De Groot E. H., Post N., Boellaard R., Wagenaar N. R. L., Willemsen A. T. M., Van Dalen, J. A. (2013). Optimized Dose Regimen for Whole-Body FDG-PET Imaging. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*

- Research, 63, 1-11.
<https://doi.org/10.1186/2191-219X-3-63>.
- Etard C., Celier D., Roch P., Aubert B. (2012). National survey of patient doses from whole-body FDG PET-CT examinations in France in 2011. *Radiation Protection Dosimetry*, 152, 334–338. doi: 10.1093/rpd/ncs066.
- El Fakhri G, Surti S, Trott C. M, Scheuermann J, Karp J. S. (2011). Improvement in lesion detection with whole-body oncologic time-of-flight PET. *Journal of Nuclear Medicine*, 52, 347-53. doi: 10.2967/jnumed.110.080382.
- Guillet B., Quentin P., Waultier S., Bourrelly M., Pisano P., Mundler O. (2005). Technologist radiation exposure in routine clinical practice with 18F-FDG PET. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 33, 175- 179.
- Hain S. F. (2005). Positron Emission Tomography in Cancer of The Head And Neck. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 1-6.
- Huang B, Law M.W, Khong P. L. (2009). Whole-body PET/CT scanning: estimation of radiation dose and cancer risk. *Radiology*, 251,166-74.
- ICRP 53. (2001). Addendum 5, 6 and 7 Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals ICRP-53 Interim report, October.
- Krause B. J., Beyer T., Bockisch A., Delbeke D., Kotzerke J., Minkov V., Raiser M., Willich N. (2007). FDG-PET/CT in oncology. *Nuklearmedizin*, 291-301.
- MIRD Committee. (2002). MIRD Dose Estimate Report No. 19: Radiation Absorbed Dose Estimates from 18F-FDG. *Journal of Nuclear Medicine*, 210-214.
- Nureg/CR-6345. (1992). Radiation Dose Estimates for Radiopharmaceuticals.
- Savaş R. (2010). PET/BT nedir, endikasyonları nelerdir? Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Özel Sağlık Hastanesi,İzmir.http://www.klinikgelisim.org.tr/kg23_2/8.pdf ,(15.06.2020).
- Townsend D. W. (2008). Positron Emission Tomography/Computed Tomography. *Seminars in Nuclear Medicine*, 38, 152-166. doi:10.1053/j.semnuclmed.2008.01.003.J.M.M.



New record for Turkish spider Fauna (Araneae:Gnaphosidae)

Adile AKPINAR , Murat CEYHAN 

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 27310 Gaziantep

(İlk Gönderim / Received: 10. 01. 2020, Kabul / Accepted: 20. 07.2020, Online Yayın / Published Online: 27. 07. 2020)

Keywords:

Araneae,

Pterotricha pseudoparasyriaca,

Gnaphosidae,

Turkey

Abstract: *Pterotricha pseudoparasyriaca* Nuruyeva&Huseynov,2016 belongint to the family Gnaphosidae is reported for the first time from Turkey. The pedipalpal structures of specimen were examined and illustrated.

Türkiye Örümcek Faunası için Yeni Kayıt (Araneae: Gnaphosidae)

Anahtar Kelimeler

Araneae,

Pterotricha pseudoparasyriaca,

Gnaphosidae,

Turkey

Özet: Gnaphosidae familyasına ait *Pterotricha pseudoparasyriaca* Nuruyeva&Huseynov, 2016 türü Türkiye'den ilk kez kayıt rapor edilmiştir. Türe ait pedipalp yapısı incelenmiş ve resimlenmiştir.

1. INTRODUCTION

The spiders lives in many different habitas and areas. Gnaphosidae family are known as ground spiders and they are represented with 2522 species belonging to 158 genus in the World (World spider catalog, 2020). There are 147 species in 32 genus of this family in our country (Danışman et.al, 2019; Demir and Seyyar, 2017). *Pterotricha Kulczynski*, 1903 genus, a little-known taxa in Turkey and the genus is easily identified by elongated anterior spinnerets and copulatory organ structure (Nuruyeva and Huseynov, 2016).

In this paper, We add one Gnaphosid spider species, *Pterotricha pseudoparasyriaca*, to the spider fauna of Turkey.

2.MATERIAL AND METHOD

Specimens were collected from İslahiye and Nurdağı districts of Gaziantep province in southeast Anatolia region of Turkey. The samples were captured by hand and aspiratory from under stones and grassland area. The taxons preserved in %96 ethanol and were identified using catalogs and diagnostic keys (Nuruyeva and Huseynov, 2016; Nentwig

*İlgili yazar: aozdemir@gantep.edu.tr

et.al, 2020). The pedipaps were photographed by using Touptek digital camera attached to a Olympus SZX12 stereomicroscope. The material were deposited in the University of Gaziantep, Zoology Museum (GAUZM, Department of Biology, Gaziantep, Turkey).

3. RESULTS

Family: **Gnaphosidae** Pocock 1898

Pterotricha Kulczynski, 1903

Pterotricha pseudoparasyriaca

Nuruyeva&Huseynov,2016

Description: The species is well described by Nuruyeva&Huseynov,2016

Material examined: (Figure 1). 1♂, Gaziantep province, İslahiye district, Bayraktepe village (37° 01' 28"N 36° 48' 79"E), 630 m, under stones, 06.10.2016; 2♂♂, Nurdağı district, Emirler village, (37° 17' 32"N 36° 56' 64"E) 565 m, under stones, 13.10.2016; 1♂, Balıkan village (37° 17' 19" N, 36° 53' 75" E), 516m, between stones, 20.04.2017.

Additions: *P. pseudoparasyriaca* similar to *P.parasyriaca*, but It differ from *P.parasyriaca* by the shape of median apophysis of the palp. Embolus is thin long and curved (Figure 1B).

Distribution: Azerbaijan, Iran (World Spider Catalog, 2020).

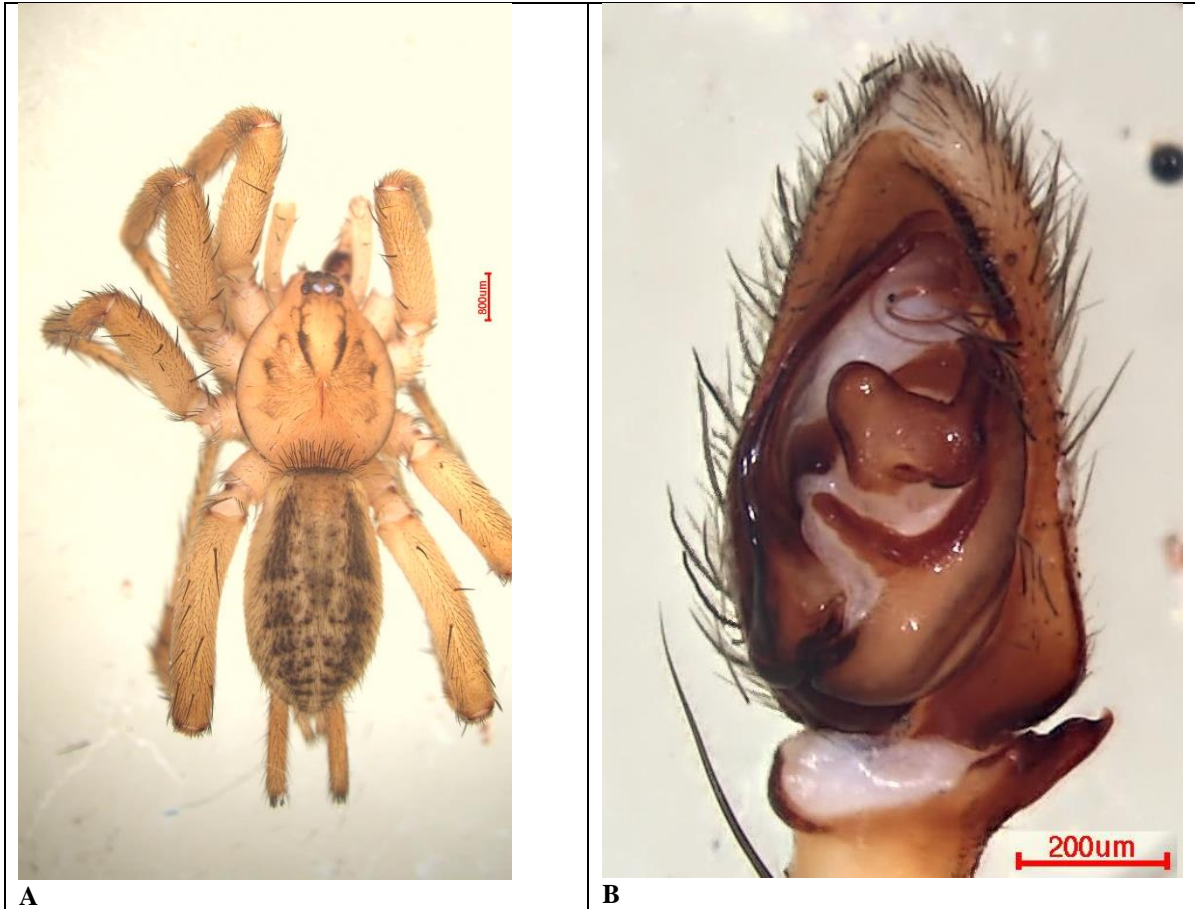


Figure1. *Pterotricha pseudoparasyriaca*, ♂ habitus (A), Palp ventral (B), view.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Gaziantep University, Department of Scientific Research Projects (Proj. No. F.E.F. YLT.16.11, F.E.F. YLT. 16.07) for financial support.

REFERENCES

- Danışman T., Kunt K.B., and Özkütük R.S. (2019). The Checklist of the Spiders of Turkey. Version 2019, Online at <http://www.spidersofturkey.info>.
- Demir H., Seyyar O. (2017). Annotated checklist of the spiders of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 12 (2), 433-469.
- Nentwig W., Blick T., Bosmans R., Gloor D., Hänggi A., Kropf C. (2020). Version {01}.2020. Online at <https://www.araneae.nmbe.ch>, accessed on {08.01}. <https://doi.org/10.24436/1>.
- Nuruyeva T.V., Huseynov E.F. (2016). A new species of ground spiders of the genus *Pterotricha* Kulczyński, 1903 (Aranei: Gnaphosidae) from Azerbaijan. *Arthropoda Selecta*, 25(2), 213–216.
- World Spider Catalog (2020). World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {05.2020}. doi: 10.24436/2.



Bu Sayının Hakem Listesi (Alfabetik Sıra)
The Refrees Liste of This Issue (in Alphabetical Order)

Ahmet Orhan GÖRGÜLÜ	Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi
Doğan İLHAN	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Evren KOÇ	Kafkas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Fatih BÜYÜK	Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Gül Esmâ AKDOĞAN	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Güven GÜLBAZ	Kafkas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Hasan ASKER	Uşak Üniversitesi Tıp Fakültesi
Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Mustafa YÜKSEK	Kafkas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Neslihan Mutlu	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Ömer GÜLER	Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Süreyya NUR	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO
Tarık DANIŞMAN	Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yusuf ERSAN	Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi

