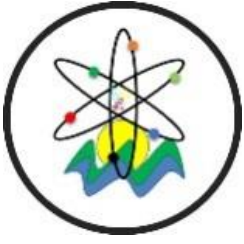


Black Sea Journal of Engineering and Science





**BLACK SEA JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCE
(BSJ ENGIN SCI)**



Black Sea Journal of Engineering and Science (BSJ Eng Sci) is a double-blind peer-reviewed, open-access international journal published electronically 4 times (January, April, July and October) in a year by since January 2018. It publishes, in English and Turkish, full-length original research articles, innovative papers, conference papers, reviews, mini-reviews, rapid communications or technical note on advances in a wide range of scientific disciplines from all fields of engineering and science and from any source.

ISSN 2619 - 8991

Phone: +90 362 408 25 15

Fax: +90 362 408 25 15

Email: bsjsci@blackseapublishers.com

Web site: <http://dergipark.gov.tr/bsengineering>

Sort of publication: Periodically 4 times (January, April, July and October) in a year

Publication date and place: July 01, 2021 - Samsun, TURKEY

Publishing kind: Electronically

OWNER

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

DIRECTOR IN CHARGE

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

EDITOR BOARDS

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Hasan ÖNDER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Uğur ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

SECTION EDITORS*

Prof. Dr. Erkan YALÇIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TANAK, Amasya University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TEMİZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA, Cukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadyrbay CHEKİROV, Kyrgyz Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Assoc. Prof. Dr. Özgür Hakan AYDOĞMUŞ, Social Sciences University of Ankara, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Roswanira Binti AB WAHAB, University of Technology, MALAYSIA

Asst. Prof. Dr. Fatma Sevinç KURNAZ, Yıldız Technical University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Sedat KARADAVUT, Trakya University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

EDITORIAL - ADVISORY BOARD*

Prof. Dr. Aglaia (Litsa) LIOPA-TSAKALIDI, Institute of Western Greece, GREECE

Prof. Dr. Ercan EFE, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Prof. Dr. Mohammad Masood TARIQ, University of Balochistan, PAKISTAN

Prof. Dr. Mustafa Çağatay TUFAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Özkan GÖRGÜLÜ, Ahi Evran University, TURKEY

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Taner TUNÇ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Emil OMURZAK, Kyrgyz-Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Asst. Prof. Dr. Yılmaz KAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

STATISTIC EDITOR

Prof. Dr. Mehmet TOPAL, Kastamonu University, Turkey

ENGLISH EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Sezen Ocak YETISGIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

TURKISH EDITOR

Prof. Dr. Serkan ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

REVIEWERS OF THE ISSUE*

Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ, Harran University, TURKEY

Prof. Dr. İbrahim Özgür DENEME, Aksaray University, TURKEY

Prof. Dr. Mehmet GÜRCAN, Fırat University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN, Çukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Levent MERCAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Necati Alp ERİLLİ, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Sezer ŞAHİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Gülsen KENDİR, Süleyman Demirel University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Mehmet Ali DERELİ, Giresun University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Ummahan ÖZ, Manisa Celal Bayar University, TURKEY

Dr. Ahmet DELEN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Dr. Betül AYDIN, Gazi University, TURKEY

Dr. Halide TUĞA, Van Yüzüncü Yıl University, TURKEY

Dr. Melek AKGÜL, Munzur University, TURKEY

Dr. Özgür ÇAKMAKCI, Karamanoğlu Mehmetbey University, TURKEY

Dr. Sevtap TIRINK, Iğdır University, TURKEY


* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

Research Article

1. THE EFFECT OF PREHEATING ON THE PROPERTIES OF THE FLY ASH SELF-COMPACTING CONCRETE 

(Uçucu küllü kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri üzerine ön ısıtmanın etkisi)

Metehan ARDAHANLI, Meral OLTULU, Ibrahim ALAMERI.....81-88

2. DETERMINING THE RESISTANCE OF SOME RICE CULTIVARS TO IRON DEFICIENCY 

(Bazı çeltik çeşitlerinin demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesi)

Güney AKINOĞLU, Ahmet KORKMAZ.....89-95

3. DETERMINING THE RESISTANCE OF SOME TOMATO LINES TO IRON DEFICIENCY 

(Bazı domates hatlarının demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesi)

Ahmet KORKMAZ, Elif BOZ, Güney AKINOĞLU.....96-102

4. INVESTIGATION OF RECOVERY POTENTIAL OF URBAN SOLID WASTES; KARAMAN EXAMPLE 

(Kentsel katı atıkların geri kazanım potansiyelinin araştırılması; karaman örneği)

Yusuf Alparslan ARGUN, Melayib BİLGİN.....103-110

5. DETERMINING SUITABLE PLACES FOR BEEKEEPING ACTIVITIES WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS: A CASE OF ŞAVŞAT DISTRICT 


(Arıcılık faaliyetleri için uygun yerlerin coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi: Şavşat ilçesi örneği)

Eray YILMAZ, Faik Ahmet SESLİ, Ömer Faruk UZUN.....111-116

6. THE RELATIONSHIP BETWEEN STUDENTS' PROBLEM SOLVING SKILLS, SELF-ESTEEM AND STATISTICS ATTITUDES 


(Öğrencilerin problem çözme becerisi benlik saygısı ve istatistik tutumu ilişkisi)

Taner TUNÇ, Funda YUMUK, Erdiñç KOLAY117-125

7. PRESENCE OF FLAMMABLE AND EXPLOSIVE FACILITIES AROUND AIRPORTS IN TURKEY THAT MAY POSE A RISK TO FLIGHT OPERATIONS 

(Uçuş operasyonlarına risk oluşturabilecek yanıcı ve patlayıcı tesislerin Türkiye'deki havalimanları çevresindeki varlığı)

Ömer Faruk UZUN, Faik Ahmet SESLİ.....126-130

8. COMPARISON OF CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MENTHA PIPERITA L., SALVIA OFFICINALIS L., ROSMARINUS OFFICINALIS L. AND LAVANDULA ANGUSTIFOLIA L. 

(Mentha piperita l., Salvia officinalis l., Rosmarinus officinalis l ve Lavandula angustifolia l.'nin kimyasal ve antioksidan özelliklerinin karşılaştırılması)

Ayşegül TÜRK BAYDIR.....131-134

Review Article

9. GENETIC RESOURCES AND DIVERSITY AMONG SHEEP BREEDS OF ASIA AND EUROPE 

(Asya ve Avrupa koyun ırkları arasındaki genetik kaynaklar ve çeşitlilik)

Muhammad Shahzad HUSSAIN, Metin ERDOĞAN.....135-140

**10. TRADITIONAL USES, PHYTOCHEMICAL COMPOSITIONS AND BIOLOGICAL ACTIVITIES
OF ORCHIDS** 

(Orkidelerin geleneksel kullanımları, fitokimyasal içerikleri ve biyolojik aktiviteleri)

Erdi Can AYTAR, Yasemin ÖZDENER KÖMPE.....141-152



UÇUCU KÜLLÜ KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ÖN ISITMANIN ETKİSİ

Metehan ARDAHANLI^{1*}, Meral OLTULU², İbrahim ALAMERİ³

¹Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25050, Erzurum, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye

³Sana'a Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sana'a, Yemen

Özet: Kendiliğinden yerleşen beton, kendi ağırlığı ile yerleşme yeteneğine sahip, sıkıştırma ve yerleştirme için vibrasyon gerektirmeyen bir betondur. Geleneksel beton ile karşılaştığımızda minimum işçilik gerektirmesi, ekonomik olması, hızlı uygulanması ve sık donatı arasında ayrışma oluşmadan kalıp içerisini kolaylıkla doldurabilmesi önemli avantajlarıdır. Karışım dizaynı ve üretimi özel bir hassasiyet gerektirmektedir. Bu çalışmada su çimento oranı sabit tutularak farklı oranlarda uçucu kül ilavesi ile elde edilen kendiliğinden yerleşen betonlar için erken yaşta ön ısıtmanın, beton hidrasyonuna etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Üretilen numunelerde, bir grupta 28 gün boyunca su küründe (ön ısıtmasız) bekletilirken diğer grup ise ön ısıtma (1 gün boyunca 75°C) etkisinde bırakılmıştır. Elde edilen numunelere Kendiliğinden yerleşen beton taze beton deneyleri ve sertleşmiş beton mekanik deneyleri uygulanmıştır. Numunelerde birim ağırlık, basınç dayanımı, eğilmede çekme dayanımı ve yarmada çekme dayanımı ölçülmüştür. Eğilmede çekme dayanımı deneyinde her 2 grupta en iyi sonuç %30 uçucu kül katkısı ile elde edilirken yarmada çekme dayanımı deneyinde de en iyi sonuç %30 uçucu kül katkılı ön ısıtmasız numunelerde gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ön ısıtmasız numunelerin basınç dayanımı, ön ısıtmalı numunelerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ek olarak uçucu küllü betonların ön ısıtmaya maruz kaldıklarında olumlu etki gösterebileceği bu çalışma ile belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kür yöntemleri, Kendiliğinden yerleşen beton, Mekanik özellikler, Taze beton özellikleri, Uçucu kül


The Effect of Preheating on the Properties of the Fly Ash Self-Compacting Concrete


Abstract: Self-compacting concrete is a concrete capable of placing with its own weight and does not require vibration for compaction and placement. Self-compacting concrete has important advantages compared to traditional concrete such as requires minimum labor, economical, fast casting and easy to fill the mold without any separation between reinforcement. Mixing design and production requires special precision. In this study, the temperature change of the curing conditions at an early age was investigated for the self-compacting concretes obtained with the addition of fly ash at different ratios by keeping the water-cement ratio constant. The reference group was cured among the 28 days while the other group samples put in the oven at 75 °C for 1 day and then kept in water. The samples were subjected to various mechanical tests and Self-compacting concrete fresh tests. The compressive strength, bending tensile strength, splitting tensile strength and density of the samples were measured. According to the results, in the bending tensile strength test, the best results were obtained with the addition of 30% fly ash in both groups, while the best result in the splitting tensile strength test was observed in the samples with the addition of 30% fly ash at 28 days with normal water curing. The compressive strength of the samples with water cure for 28 days was higher than the samples exposed to 75°C temperature at early age. In addition, this study reported that concretes with fly ash can have a positive effect when exposed to preheating.


Keywords: Curing methods, Self-compacting concrete, Mechanical properties, Fresh concrete properties, Fly ash

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25050, Erzurum, Türkiye

E mail: metehan.ardahanli@erzurum.edu.tr (M. ARDAHANLI)

Metehan ARDAHANLI  <https://orcid.org/0000-0002-8091-2792>

Meral OLTULU  <https://orcid.org/0000-0002-3779-6888>

İbrahim ALAMERİ  <https://orcid.org/0000-0002-4921-3213>

Gönderi: 11 Ocak 2021

Kabul: 31 Mart 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Received: January 11, 2021

Accepted: March 31, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Ardahanlı M, Oltulu M, Alameri I. 2021. The effect of preheating on the properties of the fly ash self-compacting concrete. BSJ Eng Sci, 4(3): 81-88.

1. Giriş

Son yıllarda yapısal ve ekonomik nedenlerle imalatları hızlandırma gereksinimi betonun erken dayanım kazanmasının önemini ortaya çıkarmıştır. Betonun erken dayanım kazanması sıcak-soğuk hava koşulları ve kütle betonları için oluşabilecek iç-dış sıcaklık farklarının fazla olabilmesi durumlarında ayrıca önem arz etmektedir. Bu nedenle, kür sıcaklığını kontrol etmek ve aynı zamanda termik rötne nedeniyle oluşabilecek çatlaklardan betonu arındırmak için betonun sahip olduğu yaşı ile birlikte betona uygulanan mukavemetin değerlendirilmesi pratik

bir öneme sahiptir (Alameri ve ark., 2019; Oltulu ve Alameri, 2019; Kim ve ark., 2020).

Beton birçok avantajı nedeniyle uzun yıllardan beri en yaygın kullanılan inşaat malzemesi olup hala inşaat alanındaki mevcut gereksinimlere uyacak şekilde özelliklerini geliştirmek için araştırmalar devam etmektedir (Kannan, 2018; Alameri ve ark., 2020; Akgül ve ark., 2020; Doğan ve Akgül, 2020). Son yıllarda yaygınlaşan ve üzerinde çeşitli çalışmalar yapılan özel beton türlerinden biri olan kendiliğinden yerleşen betonun ortaya çıkış tarihi günümüze yakındır. Betonda



kendiliğinden yerleşebilirlik kavramı ilk olarak Tokyo Üniversitesinde, 1986 yılında Hajime Okamura tarafından ortaya atılmıştır (Topçu ve ark., 2008). Su altında beton dökümü uygulamalarında, vibrasyonsuz beton dökümlerinden edinilen tecrübe ile kendiliğinden yerleşen beton (KYB) üretilmesi amaçlanmıştır. Okamura'nın başlattığı çalışmaları Ozawa, Ouchi ve Maekawa devam ettirmiştir. 1988 yılında aynı üniversitede dayanımın yanı sıra dayanıklılık açısından da yüksek performanslı KYB prototipi üretilmiş ve mekanik özellikleri incelenmiştir (Okamura and Ouchi, 2003). Beton karışımındaki mineral katkı maddesinin rolü, son yıllarda karbondioksit emisyonunun azaltılması, betonun performansının iyileştirmesi ve inşaat maliyetinin düşürmesi nedeniyle geniş ölçüde araştırılmıştır. Mineral katkı maddelerinin birçoğu, endüstriyel katı atıklar veya ürünler olarak kabul edilir. Ögütülmüş yüksek fırın cürufu ve uçucu kül, puzolanik özelliklerinden dolayı en çok kullanılan mineral katkı maddeleridir. Cüruf ve uçucu kül, çimento hidratasyonu ile üretilen CSH jelini üretmek için portlandit ile reaksiyona girer. Böylece, betonun performans gelişimine büyük katkı sağlar. Ayrıca, çimentonun ekzotermik hidratasyon işlemi ve betonun düşük ısı iletkenliği, betonun merkezinde yüksek sıcaklığa yol açar. Uçucu külün sıcaklığa karşı duyarlılığı ve hidratasyonu çimentodan daha farklıdır. Bu katkı maddesinin dayanım mekanizmasına olan etkisini derinlemesine anlamak için, uçucu küllü kompozit bağlayıcının ön ısıtmasının dayanım üzerindeki etkisinin çalışılması gereklidir. Birçok araştırmacı, ön ısıtmaya tabi tutulan mineral katkı maddeli bağlayıcının hidratasyonu üzerindeki etkilerini araştırmıştır (Han ve ark., 2017). Schachinger ve ark. (2008) 24 ile 48 saat boyunca 90°C'de erken yaş sıcaklığına maruz kalan betonun basınç dayanımında artışa neden olduğu sonucuna varmışlardır. Dayanımdaki bu artışın ana sebebi sıcaklıkla silis dumanının puzolanik reaksiyon göstererek Ca(OH)₂ ile tepkimeye girmesidir. Son and Hosoda, (2010) 5°C ve 40°C'de erken yaş sıcaklığına maruz kalan yüksek fırın cürufu betonlardaki mikro çatlakları incelemişlerdir ve erken yaş sıcaklıklarının ilk zamanlarda daha yüksek mukavemetli beton elde edilmesini sağladığı ancak daha sonraki yaşlardaki mukavemeti olumsuz etkilediğini görmüşlerdir. Kim et al. (2020) uçucu kül ve farklı çimento tiplerini kullanılarak, 50°C'ye kadar izotermal koşullarda kürlenmiş ayrıca farklı yaşlarda test edilmiş betonları incelemişlerdir. Uygulanan sıcaklığının ilk zamanlarda basınç ve çekme dayanımlarını artıracağı ancak betonun daha sonraki yaşlarında basınç ve çekme dayanımını azaltacağı sonucuna varmışlardır. Lin ve ark. (2011) yüksek sıcaklıklara maruz kaldıktan sonra suda kürlenmiş uçucu kül içeren betonların basınç dayanımını incelemiş ve elde edilen bulgular göre erken yaş sıcaklıklarının beton basınç dayanımını artırdığı görülmüştür.

Mevcut literatür araştırmasında uçucu külün bağlayıcı olarak kullanıldığı beton içerisinde hidratasyon

üzerindeki etkiler araştırılmış fakat uçucu küllü betonlarda ön ısıtmanın oluşturduğu etki pek fazla incelenmemiştir. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan özel beton türü olan KYB'de taze beton özelliklerini iyileştiren bu mineral katkı maddesinin kullanımı yaygındır. Tüm bu nedenlerle ön ısıtmanın uçucu küllü KYB'lerdeki etkisini araştırmak literatürde eksiklik olarak gözükmetedir. Bu yüzden literatürden hareketle seçtiğimiz 75°C ön sıcaklığa maruz kalan farklı oranlarda uçucu kül içeren KYB betonları üretilerek özelliklerini incelemek çalışmanın amacıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

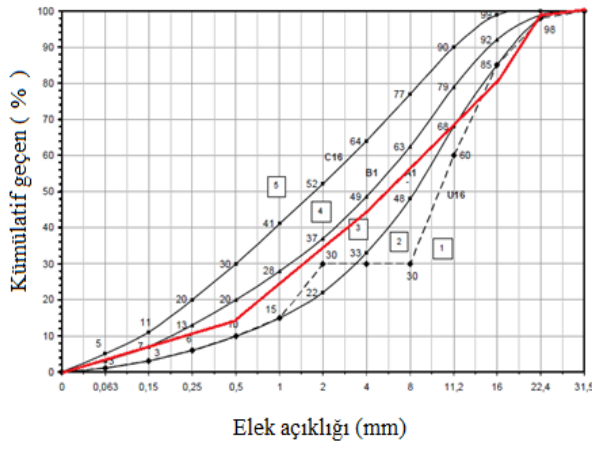
Çalışmada TS EN 197-1 (2012) ve TS EN 196-1 (2016) standartlarına uygun olarak CEM II-R 42.5 tipi çimento kullanılmıştır. Polikarboksilik eter esaslı süper akışkanlaştırıcı beton katkısı çimento ağırlığının %2,5'i oranında karışımda kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Bursa Orhaneli Termik Santralinde üretilen ASTM C 618 (2019) ve TS EN 450-1 (2013) standartlarına uygun olan F tipi uçucu külün kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de agreganın özellikleri Tablo 2'de, granülometrisi ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. CEM II-R 42.5 tipi çimentonun ve F tipi uçucu külün özellikleri

Bileşik	CEM II/A-M	F tipi UK
SiO ₂	17,60	48,93
Al ₂ O ₃	4,45	24,63
Fe ₂ O ₃	3,08	7,59
CaO	60,02	9,06
MgO	2,29	2,28
SO ₃	2,67	2,48
Kızdırma kaybı	8,49	1,69
Na ₂ O	0,22	0,35
K ₂ O	0,63	2,51
Na ₂ O+0.658K ₂ O	0,63	-
Cl	0,01	0,005
Ölçülemeyen	0,54	-
SCaO	0,69	-
Katkı	19,90	-
S+A+F	-	81,15
Fiziksel özellikleri		
Özgül ağırlığı	3,01	2,31
Özgül yüzeyi (cm ² /g)	4403	2900
Basınç dayanımı (MPa)	51,03	-

Tablo 2. Agreganın özellikleri

Agrega Boyutu (mm)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
0-2	2,610
2-4	2,650
4-8	2,661
8-16	2,685



Şekil 1. Agrega granülometrisi.

2.2. Beton Karışım Oranları

Beton karışım tasarımı, TS EN 206 (2017) standart yöntemi ile uyumlu olup çimento yerine %10, %20 ve

Tablo 3. KYB karışım oranları (m³)

Grup	Çimento Miktarı	UK	0-2 (mm)	2-4 (mm)	4-8 (mm)	8-16 (mm)	Su Miktarı	SA	Toplam (m ³)
10UK	149,50	21,65	213,79	121,89	152,57	121,79	235	10,77	1026,96
20UK	132,89	43,29	202,30	121,89	151,45	121,42	235	9,57	1017,80
30UK	116,28	64,94	210,73	120,75	150,70	120,30	235	8,37	1027,06

UK= Çimento yerine kullanılan ağırlıkça uçucu kül yüzdesi, SA= süper akışkanlaştırıcı

2.3. Deneyler

2.3.1. Yayılma tablası deneyi

Taze KYB'nin şekil değiştirme hızının gözlenmesini ve numunenin kendi ağırlığı ile yayılarak oluşturacağı çapın ölçülmesini içerir. Deney aparatı olarak çökme (Abrams Konisi) hunisi ve 80 x 80 cm boyutlarında bir tabla (Şekil 2) kullanılır. KYB'nin 50 cm çaplı daireye gelinceye kadar geçen zaman miktarı bir kronometre yardımıyla ölçülmüş ve not edilmiştir (T50).



Şekil 2. Yayılma tablası deneyi.

%30 oranında uçucu kül katılması ile 3 grup beton karışımı elde edilmiştir. Su/bağlayıcı oranı 0.47 ve ön çalışmalar sonucunda en uygun işlenebilirliği sağlamak için karışımdaki süperakışkanlaştırıcı miktarı çimento miktarının kütlece %2,5'u olarak katılmıştır (Süperakışkanlaştırıcı özgül ağırlık 1.045(gr/cm³)). Karışım işleminde ilk olarak kuru haldeki agrega, çimento ve uçucu kül 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Kuru karışım işleminden sonra akışkanlaştırıcı, karışım suyunun yarısına ilave edilerek miksera katılmış ve 3 dk boyunca karıştırma işlemine devam edilmiştir. Son olarak karışım suyunun kalanı ilave edilip ve 1 dk kadar karıştırma işlemine devam edilmiştir. Her gruptan basınç dayanımı için 3 adet 15 cm ayrıtlı küp, eğilmede çekme deneyi için 3 adet 7×7×28 cm ayrıtlı prizma ve yarmada çekme deneyi için 3 adet 10 cm çaplı silindir numune üretilmiştir. Karışım oranları Tablo 3'de verilmiştir.

2.3.2. L kutusu deneyi

Taze KYB'nin kendiliğinden yerleşme yeteneğinin, doldurma yeteneğinin, geçiş yeteneğinin ve ayrışmaya karşı direncinin, L şeklindeki bir kutu içerisinde gözlenmesini içerir. Kutunun alt ortasında sürgülü bir kapak ve aynı zamanda engel oluşturan demir çubuklar bulunmaktadır. Sürgülü kapak çekilerek betonun diğer bölüme 20 cm ve 40 cm ilerleme süreleri ölçülür. İki taraftaki yükseklik farkı belirlenir (Şekil 3). Taze betonun döküldüğü yerde oluşturduğu yükseklik (H1) ile sürgülü kapaktan geçen betonun son yüksekliği (H2) ölçülerek oranlanır.



Şekil 3. L kutusu deneyi.

2.3.3. V hunisi deneyi

KYB'nin birim zamandaki yayılması değerlendirilir. Taze KYB'nin kendi ağırlığı ile özel tasarlanmış bir huninin dar olan ağzından boşalma süresinin ölçülmesini içerir. Betonun boşluklardan geçebilme yeteneğini ölçmek için yapılan kendiliğinden yerleşebilirlik deneyidir. Deney, KYB'nin viskozitesi ve geçiş yeteneği hakkında fikir vermektedir. Bu deney (Şekil 4) için, özel bir huni kullanılır. Huniye taze KYB, hiçbir sıkıştırma ve vibrasyon uygulanmadan doldurulduktan sonra, huninin altındaki sürgülü kapak açılır ve huni içindeki tüm betonun alttaki kovayı doldurma süresi kaydedilir.



Şekil 4. V hunisi deneyi.

2.3.4. Birim ağırlık deneyi

Üretilen betonların birim ağırlık deneyi TS EN 12350-6 (2010)'a göre yapılmıştır. Deneylerde kütlesi (M_2 , kg) hacmi (V , m^3) bir kalıp içerisinde sıkıştırılarak beton ile doldurmuş olan kalıp tartılarak (M_1 , kg), taze betonun birim ağırlıkları (D , kg/m^3) aşağıdaki bağıntı (eşitlik 1) ile hesaplanmıştır.

$$D = (M_1 - M_2)/V \quad (1)$$

2.3.5. Basınç dayanımı deneyi

Basınç dayanımı deneyleri, $15 \times 15 \times 15$ cm boyutundaki küp numuneler üzerinde TS EN 12390-3 (2010) standardına uygun olarak yapılmıştır. Deney de kullanılan basınç pres cihazı otomatik yüklemeli 3000 tip 300 ton kapasitesine sahiptir (Şekil 5). Deney sırasında uygulanan yükleme hızı $0,4$ MPa/s dir. Yapılan deney ile numunelerin kırılmadan ve parçalanmadan dayanabileceği maksimum gerilme belirlenmiştir.



Şekil 5. Basınç dayanımı deneyi.

2.3.6. Eğilmede çekme deneyi

Eğilmede çekme deneyleri $7 \times 7 \times 28$ cm boyutlu dikdörtgen prizma numuneler üzerinde TS EN 12390-5 (2010) standardına uygun deney üç noktalı yükleme şeklinde olarak yapılmıştır (Şekil 6). Deney sırasında uygulanan yükleme hızı 0.04 MPa/s dir.



Şekil 6. Eğilmede çekme deneyi.

2.3.7. Yarmada çekme deneyi

Yarmada çekme dayanımı deneyleri, 10 cm çaplı, 20 cm yüksekliğe sahip silindirik beton numuneler üzerinde TS EN 12390-6 (2010) standardına uygun olarak yapılmıştır. Deney özetlenirse; silindirik numune şekilde gösterilen cihaza yatay olarak yerleştirilir ve yük uygulanmaya başlanır. Yükleme doğrultusuna dik doğrultuda oluşan çekme gerilmesine bağlı olarak yük doğrultusunda çatlak oluşur. Basınç deneyi için kullanılan cihaz bu deney için de kullanılmıştır (Şekil 7).



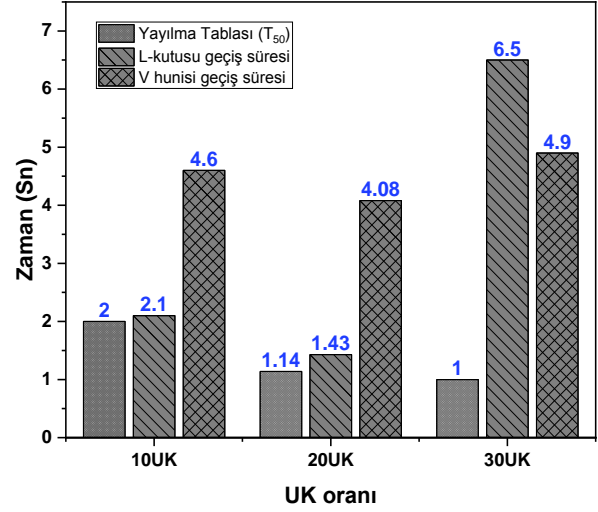
Şekil 7. Yarmada çekme deneyi.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 4'te ve Şekil 8'de sonuçları yer alan KYB taze beton deneylerinde, uçucu kül miktarı arttıkça yayılma çapı değişimi az miktarda azalırken en düşük T50 süresi 30UK grubunda gözlemlenmiştir. Uçucu kül kullanımının belli bir orana kadar artışı ile KYB'nin yerleşme ve yayılma özelliğine olumlu katkı sağladığı bilinmektedir (Tohumcu ve Bingöl, 2013; Zhao ve ark., 2015; Benli ve Karataş, 2019). Deney sonuçlarına göre de uçucu kül arttıkça yayılma tablası deneyi baz alındığında işlenebilirlik artmaktadır.

L kutusu deneyinde 30UK karışımının KYB geçiş süresinin 20UK katkısına göre %350 kadar büyük bir oranda artırdığı ve yine bu deneyde ölçülen H1 seviyesinin uçucu kül katkı yüzdesi arttıkça azaldığı, H2 seviyesinin de katkı oranına bağlı olmaksızın yakın olduğu gözlemlenmiştir.

V hunisi KYB taze beton deneyinde en düşük geçiş süresi 30UK karışımından %16 kadar daha az olarak 20UK karışımında elde edilmiştir. Yayılma tablası T50 süresi, L kutusu ve V hunisi geçiş süreleri birlikte incelendiğinde L kutusu geçiş süresi ile V hunisi geçiş süresi arasında belirgin bir şekilde benzer olarak en iyi akıcılık 20UK karışımında gözlenmiştir. 30UK grubunda artışın sebebi olarak uçucu kül yüzdesinin %20'den fazla olması ile oluşabilecek topaklanmalar sonucunda L kutusundaki donatılar arasındaki akışta yavaşlama olduğu düşünülmektedir. KYB'lerin taze beton özelliklerinin belirlenmesinde nispeten deney sonuçları birbirine yakın çıkmasına ve ilişkili olmasına rağmen işlenebilirlik deneylerinin tümünün yapılması sonuç çıkarılması adına daha belirleyici olmuştur.



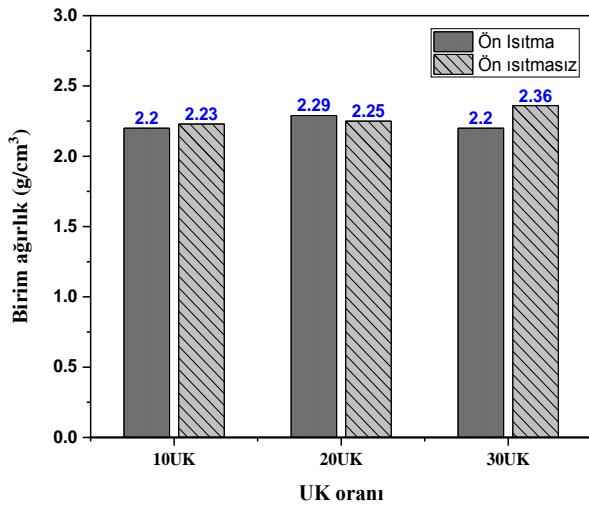
Şekil 8. KYB taze beton deneyleri.

Şekil 9'da verilen sertleşmiş beton birim ağırlık sonuçlarına göre, ön ısıtmasız numunelerde uçucu kül yüzdesi arttıkça birim ağırlık artarken 10UK ile 20UK karışımları arasında %0,9 ve 20UK ile 30UK karışımları arasında %5 lik birim ağırlık farkı olduğu gözlemlenmiştir. Katkı yüzdesine bağlı olmaksızın su kürü etkisinde kalan numunelerin birim ağırlıkları ön ısıtmalı numunelerden daha yüksek çıkmıştır. Ön ısıtmaya maruz kalan numunelerde 10UK ile 30UK karışımlarının birim ağırlıkları aynı çıkarken 20UK karışımlarda %4 lük farkla daha yüksek sonuç elde edilmiştir. Bu durum belirli bir oranda uçucu kül ilavesi ile daha az boşluklu ve daha yoğun bir kendiliğinden yerleşen beton elde edilebileceğini göstermektedir.

Tablo 4. KYB taze beton deney sonuçları

Deney metodu		10UK	20UK	30UK
Yayılma tablası	Ortalama	54,0	53,0	52,0
	Çap(cm)	54,0	53,0	52,0
	T50(sn)	2,0	1,14	1,0
L-kutusu deneyi	Geçiş Süresi(sn)	2,1	1,43	6,5
	H ₁ (cm)	3,5	2,5	2,0
	H ₂ (cm)	8,0	7,8	7,9
V hunisi deneyi	Geçiş Süresi(sn)	4,6	4,1	4,9

UK= Çimento yerine kullanılan ağırlıkça uçucu kül yüzdesi.

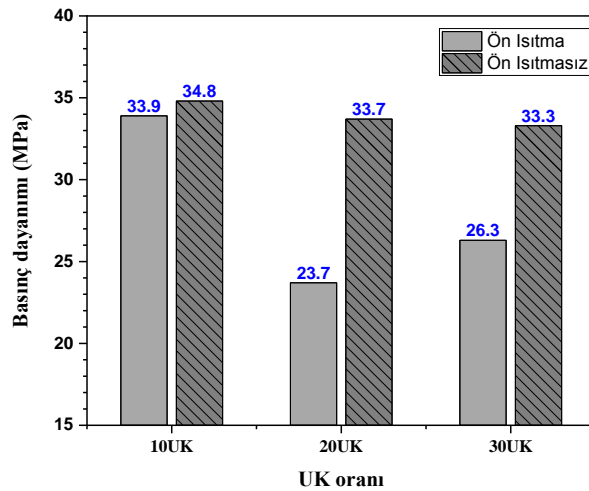


Şekil 9. Birim ağırlık sonuçları.

Tablo 5. KYB mekanik test sonuçları

Katkı Malzeme Oranı	Basınç Dayanımı (MPa)		Eğilmede Çekme Dayanımı (MPa)		Birim ağırlık (gr/cm³)		Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)	
	Ön ısıtma	Su Kürü	Ön ısıtma	Su Kürü	Ön ısıtma	Su Kürü	Ön ısıtma	Su Kürü
	10UK	33,9	34,8	5,6	5,5	2,2	2,23	2,27
20UK	23,7	33,7	5,1	5,04	2,29	2,25	2,29	2,52
30UK	26,3	33,3	5,7	6,8	2,20	2,36	2,34	2,92

UK= Çimento yerine kullanılan ağırlıkça uçucu kül yüzdesi.



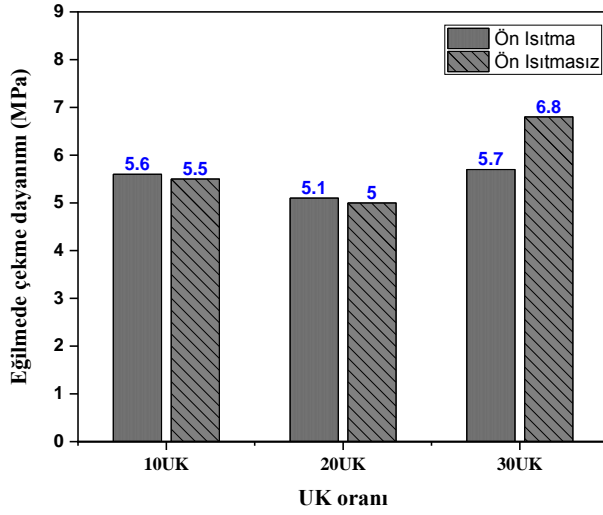
Şekil 10. Basınç dayanımı sonuçları

Eğilmede çekme dayanımı sonuçları (Tablo 5 ve Şekil 11) incelendiğinde, ön ısıtma olan ve olmayan gruplarda yakın değerlerde olduğu gözlemlenirken, ön ısıtmalı gruplarda en yüksek eğilmede çekme dayanımı 30UK karışımındaki numunelerde görülmüştür. En düşük eğilmede çekme dayanımına sahip olan 20UK karışımındaki numunelerle arasındaki dayanım farkının %11 olduğu belirlenmiştir. Eğilmede çekme dayanımında KYB'nin ön ısıtmalı ve sadece su kürüne maruz kalması sonucunda oluşan en büyük dayanım farkı 30UK karışımındaki numunelerde %16 oranında olduğu gözlemlenmiştir. KYB'de yüksek oranda uçucu kül

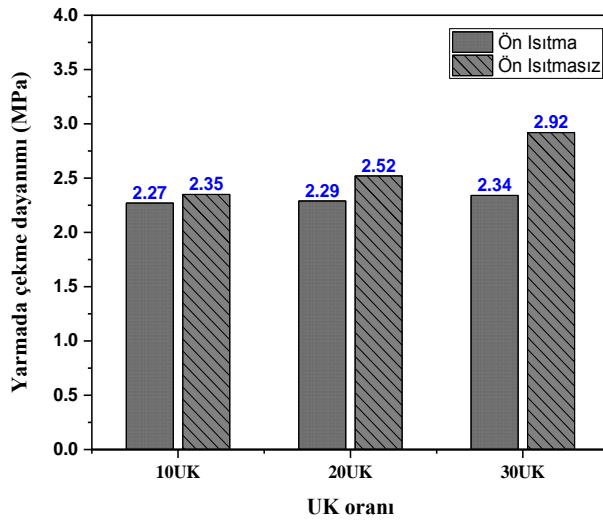
KYB betonlarının basınç dayanımı sonuçları (Tablo 5 ve Şekil 10) incelendiğinde karışımda kullanılan uçucu kül yüzdesi arttıkça basınç dayanımları; 10UK ile 20UK arasında %3, 20UK ile 30UK arasında %1 oranında azalma olup ön ısıtmaya maruz kalan numunelerde ve su kürü etkisindeki numunelerde en iyi basınç dayanımı sonucu 10UK karışımlarında elde edilmiştir. Bu azalmanın nedeni olarak; uçucu külün, betonun ileriki yaşlardaki dayanımına etkisinin fazla olması ve erken yaşlarda beton dayanımına negatif etki göstermesi şeklinde açıklanabilmektedir (Carette ve Malhotra, 1983; Bilodeau ve ark., 1989; Karataş ve Ulucan, 2007). Ön ısıtma etkisinde kalan KYB'lerde en düşük basınç dayanımı 20UK karışımında görülmüş olup 10UK karışımı ile arasındaki basınç dayanımı farkı %29 dur.

kullanılması (%30 oranı) ve bu betonun ön ısıtmaya maruz bırakılması sonucunda sıcaklığın oluşturduğu hidrasyon reaksiyonu ile eğilmede çekme dayanımlarında artışa neden olmaktadır. KYB'de yüksek oranda uçucu kül kullanılması (%30'a kadar) ve bu betonun ön ısıtmaya maruz bırakılması sonucunda oluşan eğilmede çekme dayanımlarındaki artışın nedeni sıcaklığın hidrasyon reaksiyonuna pozitif etkisi ile açıklanabilir).

Yarmada çekme dayanımı sonuçlarına bakıldığında (Tablo 5 ve Şekil 12) uçucu kül miktarı arttıkça yarmada çekme dayanımında artmıştır ve en fazla artış 20UK ile 30UK karışımları arasında olup %14 kadardır. Ön ısıtmasız numunelerin yarmada çekme dayanımı uçucu kül katkı yüzdesine bağlı olmaksızın ön ısıtmalı numunelere göre daha yüksek olup uçucu kül yüzdesinin artışına bağlı olarak yarmada çekme dayanımında arttığı görülmüştür. Yarmada ve eğilmede çekme dayanımı sonuçları karşılaştırıldığında her iki deneyde en yüksek dayanım, 30UK karışımında ön ısıtmasız numunelerde elde edilmiş olup benzer veriler elde edilmiştir.



Şekil 11. Eğilmede çekme dayanımı sonuçları.



Şekil 12. Yarmada çekme dayanımı sonuçları.

4. Sonuç

Farklı uçucu kül oranları ve ön ısıtmalı ısıtmasız kür metodu kullanılarak üretilen KYB beton numunelerinin taze beton işlenebilirlik özellikleri ile sertleşmiş beton mekanik testleri ve deneylerine dayanarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Ön ısıtmasız numunelerde uçucu kül yüzdesi arttıkça birim ağırlık artarken, katkı yüzdesine bağlı olmaksızın su kürü etkisinde kalan numunelerin birim ağırlıkları ön ısıtmalılarından daha yüksek çıkmıştır.
2. Ön ısıtmasız numunelerin basınç dayanımı ön ısıtmalılarından daha yüksektir. En yüksek basınç dayanımı ön ısıtmasız ve ön ısıtmalı 10UK karışımındaki numunelerde gözlenmiştir.
3. Ön ısıtmalı ve ön ısıtmasız numuneler arasındaki basınç dayanımı farkı 20UK karışımında en yüksek iken, 30UK karışımındaki basınç dayanımı farkının ön ısıtmalı ile ön ısıtmasız numuneler arasında azaldığı belirlenmiştir.
4. Ön ısıtmalı numunelerde en düşük basınç dayanımı ve en yüksek birim ağırlık 20UK karışımında olduğu

belirlenmiştir. Bu durum ön ısıtmalı KYB'lerde yoğunluğun artışıyla basınç dayanımında düşüş olduğunu göstermektedir. Ayrıca ön ısıtmasız numunelerde uçucu kül katkı yüzdesi arttıkça basınç dayanımı kısmen azalırken birim ağırlıkları artmıştır.

5. Ön ısıtmalı 10UK ve 20UK karışımlarının eğilmede çekme dayanımları, ön ısıtmasız numunelerden daha yüksektir.
6. Numunelerin yarmada çekme dayanımı uçucu kül katkısı arttıkça artarken, her iki çekme dayanımı için en iyi sonuçlar 30UK karışımında gözlenmiştir.
7. En iyi yayılma çapı 10UK karışımında elde edilmiştir.
8. Yayılma tablası T50 süresi, L kutusu ve V hunisi geçiş süreleri birlikte incelendiğinde L kutusu geçiş süresi ile V hunisi geçiş süresi arasında belirgin bir şekilde benzer olarak en iyi akıcılık 20UK karışımında gözlenmiştir.
9. L kutusu deneyinde H1 seviyesi uçucu kül miktarı arttıkça azalırken H2 seviyesinin ise büyük oranda değişmediği belirlenmiştir.
10. Eğilmede çekme dayanımı her iki kür şartında uçucu kül yüzdesi arttıkça artarken, taze beton deneylerinden T50 süresi ise katkı yüzdesi arttıkça azalmaktadır. Böylece uçucu kül yüzdesinin artışı eğilmede çekme dayanımını yükseltirken daha akıcı beton elde edilmesini de sağladığı belirlenmiştir.

Sonraki çalışmalarda;

- Ön ısıtma ile farklı kür sıcaklıklarına farklı sürelerle maruz kalan farklı oranlarda uçucu kül katkılı ve/veya farklı puzolanlı KYB'lerin performans özellikleri incelenmesi,
- Ön ısıtma uygulanarak üretilen KYB'lerin erken ve ileri yaşlarda içyapı analizlerinin yapılması, mekanik ve durabilite özelliklerinin belirlenmesi önerilmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit katkı oranına sahiptir ve yazarlar makaleyi inceleyip onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Anonim. 2007. Pamuk toplama makinası tarihçesi. John Deere Pamuk Toplama Makinası ve Makinalı Pamuk Hasadı Semineri, Seyhan / Adana. 08 Mart 2007.
- Akgül M, Doğan O, Etili S. 2020. Farklı çimento ile üretilen granül atık kauçuk agregaların ikame edilmiş kendiliğinden yerleşen beton harcının mekanik özelliklerinin incelenmesi. Int J Eng Res and Devel, 12(2): 787-798.
- Alameri I, Oltulu M, Ardahanlı M. 2019. Effect of early-age temperature on the behavior of concrete containing silica fume. 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, September, 19-21, 2019, Bayburt, Turkey.
- Alameri I, Oltulu M, Ardahanlı M. 2020. Influence of preheating

- on the mechanical properties of high strength concrete with micro silica filler. *Bilecik Şeyh Edebali Üniv Fen Bil Derg*, 7(2): 1084-1093.
- ASTM C 618. 2019. Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete. American Society For Testing and Materials, 2019.
- Benli A, Karatas M. 2019. Uçucu kül ve silis dumanı ikameli üçlü karışımlardan üretilen kendiliğinden yerleşen harçların durabilite ve dayanım özellikleri. *DÜMF Mühendislik Derg*, 10: 335-345.
- Bilodeau A, Carette GG, Malhotra VM. 1989. Mechanical properties of non-air-entrained high strength concrete incorporating supplementary cementing materials. CANMET, Energy, Mines and Resources, Canada, USA.
- Carette GG, Malhotra VM. 1983. Earlyage strength development of concrete incorporating fly ash and condensed silica fume. First CANMET/ACI International Conference on the Use of Fly Ash, Silica Fume, Slag and Other Minerals Byproducts in Concrete, Detroit, USA.
- Doğan O, Akgül M. 2020. Donatı korozyonunun betonarmenin durabilite ve aderansına etkisi. *Anadolu 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimleri Kongresi*, 251-264, 26-27 Aralık 2020, Diyarbakır.
- Han F, He X, Zhang Z, Liu J. 2017. Hydration heat of slag or fly ash in the composite binder at different temperatures. *Thermochimica Acta*, 655: 202-210.
- Kannan V. 2018. Strength and durability performance of self compacting concrete containing self-combusted rice husk ash and metakaolin. *Const and Building Mat*, 160: 169-179.
- Karataş M, Ulucan ÇZ. 2007. F sınıfı uçucu kül içeren kendiliğinden sıkışan betonda karışım süresinin işlenebilirliğe etkisi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 2007: 69-72.
- Kim JK, Han SH, Song YC. 2020. Effect of temperature and aging on the mechanical properties of concrete: Part I. Experimental results. *Cement and Concrete Res*, 32(7): 1087-1094.
- Lin Y, Hsiao C, Yang H, Lin YF. 2011. The effect of post-fire-curing on strength-velocity relationship for nondestructive assessment of fire-damaged concrete strength. *Fire Safety J*, 46(4): 178-185.
- Okamura H, Ouchi M. 2003. Self-compacting concrete. *J Adv Concrete Tech*, 1(1): 5-15.
- Oltulu M, Alameri I. 2019. The mechanical properties of concrete with red mud (bauxite residue) and nano-al₂o₃ at high temperatures. *Fresenius Environ Bull*, 28: 4692-4701.
- Schachinger I, Hilbig H, Stengel T, Fehling E. 2008. Effect of curing temperature at an early age on the long-term strength development of UHPC. 2nd International Symposium on Ultra High Performance Concrete, Kassel University Press GmbH, Kassel, Germany, 2008: 205-213.
- Son HN, Hosoda A. 2010. Detection of microcracking in concrete subjected to elevated temperature at very early age by acoustic emission. *J Adv Concrete Tech*, 8(2): 201-211.
- Tohumcu İ, Bingöl AF. 2013. Silis dumanı ve uçucu kül katkılı kendiliğinden yerleşen betonların taze beton özellikleri ve basınç dayanımları. *Deü Müh Fak Müh Bil Derg*, 15(2): 31-44.
- Topçu İB, Bilir T, Baylavlı H. 2008. Kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh Mim Fak Derg*, 21(1): 1-22.
- TS EN 12350-6, 2010. Beton- taze beton deneyleri- bölüm 6: yoğunluk. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3, 2010. Beton-sertleşmiş beton deneyleri-bölüm 3: deney numunelerinin basınç dayanımını tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-5, 2010. Beton - sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 5: deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390- 6, 2010. Beton - sertleşmiş beton deneyleri - bölüm 6: deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 197-1, 2012. Çimento - bölüm 1: genel çimentolar - bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 450-1, 2013. Uçucu kül - betonda kullanılan - bölüm 1: tarif, özellikler ve uygunluk kriterleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 196-1, 2016. Çimento deney metotları - bölüm 1: dayanım tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 206:2013+A1, 2017. Beton - özellik, performans, imalat ve uygunluk. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Zhao H, Sun W, Wu X, Gao B. 2015. The properties of the self-compacting concrete with fly ash and ground granulated blast furnace slag mineral admixtures. *J Cleaner Prod*, 95: 66-74.



BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNİN DEMİR NOKSANLIĞINA DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

Güney AKINOĞLU^{1*}, Ahmet KORKMAZ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Bu çalışmanın amacı, bazı çeltik çeşitlerinin demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesidir. 5 farklı çeltik çeşidine ilişkin fideler %0 ve %4 kireç (CaCO₃) içeren 1 kg kuvars kumu dolu plastik saksılara her saksıda 10 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Çeltik bitkisine her kireç dozunda 0 ve 45 µM Fe dozlarında Fe-EDDHA içeren bitki besin çözeltisi verilmiştir. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen 5 farklı çeltik çeşidinin incelenen 22 özellik bakımından 2 ana grupta toplandığı görülmüştür. Bunlardan Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitleri birinci grubu; Ronaldo ve Edirne çeşitleri ise ikinci grubu oluşturmuştur. Diğer yandan, Hamzadere çeşidi ise Ronaldo ve Edirne çeşitlerinin oluşturduğu ikinci gruba daha yakın bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından en yakın iki çeltik çeşidinin Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitleri olduğu; buna karşın, birbirine en uzak çeltik çeşitlerinin ise Biga incisi ve Hamzadere çeltik çeşitleri olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığına en dayanıklı çeşit Biga incisi; buna karşın, en hassas çeşidin ise Hamzadere çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde demir noksanlığını belirleyen en iyi özelliklerinin nisbi glutatyon redüktaz aktiviteleri ve nisbi prolin kapsamına ilişkin değerler olduğu ve bu özellikler yönünden bu çeşitlerin iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Bu çeşitler aynı grupta toplanmışlardır. Ronaldo çeltik çeşidinde, nisbi glutatyon redüktaz aktivitesi ve nisbi prolin kapsamı sırasıyla %95,39 ve %90,95; Edirne çeşidinde ise sırasıyla %78,94 ve 87,21 bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen Osmancık-97 ve Biga incisi çeşitlerinin ise nisbi karotenoid kapsamı yönünden iyi çeşitler oldukları ve bu çeşitlerin aynı grupta buldukları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çeltik çeşidi, Demir noksanlığı, Demir beslenme kabiliyeti ve özellikleri


Determining the Resistance of Some Rice Cultivars to Iron Deficiency


Abstract: The aim of this study is to determine the resistance of some paddy varieties to iron deficiency. Seedlings of 5 different paddy varieties were planted in plastic pots filled with 1 kg of quartz sand containing 0 %and 4 %lime (CaCO₃), with 10 plants per pot. A nutrient solution containing Fe-EDDHA in doses of 0 and 45 µM Fe in each lime dose was given to the rice plant. It was seen that 5 different paddy varieties grown under iron deficiency conditions were collected in 2 main groups in terms of 22 characteristics. While Biga pearl and Osmancık-97 varieties formed the first group, Ronaldo and Edirne varieties formed the second group. On the other hand, Hamzadere variety was found closer to the second group consisting of Ronaldo and Edirne varieties. Among the varieties grown under iron deficiency conditions, the closest two paddy varieties in terms of the characteristics examined are Biga pearl and Osmancık-97 varieties; On the other hand, it has been determined that the most distant paddy varieties are Biga pearl and Hamzadere paddy varieties. It was determined that the most resistant variety to iron deficiency was Biga pearl, while the most sensitive variety was the Hamzadere variety. It has been determined that the best characteristics determining iron deficiency in Ronaldo and Edirne paddy cultivars grown under iron deficiency conditions are relative glutathione reductase activities and values related to relative proline content and these varieties are good varieties in terms of these features. These varieties are gathered in the same group. Relative glutathione reductase activity and relative proline content were respectively 95.39%and 90.95%in Ronaldo paddy variety, while in Edirne variety it was 78.94%and 87.21%, respectively. Osmancık-97 and Biga pearl varieties grown under iron deficiency conditions are good varieties in terms of their relative carotenoid content and it has been determined that these varieties are in the same group.

Keywords: Rice variety, Iron deficiency, Iron nutritional ability and properties

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: guney_akinoglu@gmail.com (G. AKINOĞLU)

Güney AKINOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-4624-2876>

Ahmet KORKMAZ  <https://orcid.org/0000-0001-5595-0618>

Gönderi: 19 Mart 2021

Kabul: 31Mart 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Received: March 19, 2021

Accepted: March 31, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Akinoğlu G, Korkmaz A. 2021. Determining the resistance of some rice cultivars to iron deficiency. BSJ Eng Sci, 4(3): 89-95.

1. Giriş

Demir; klorofil biyosentezi, fotosentez, solunum, DNA sentezi, mitokondri ve kloroplastlarda elektron sağlama, elektron taşınım zincirinde görev alma, protein sentezi ve nitratların amonyağa indirgenmesi de dahil olmak üzere bitkilerde birçok hücrel fonksiyonlarda mutlak gerekli bir elementtir (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013).

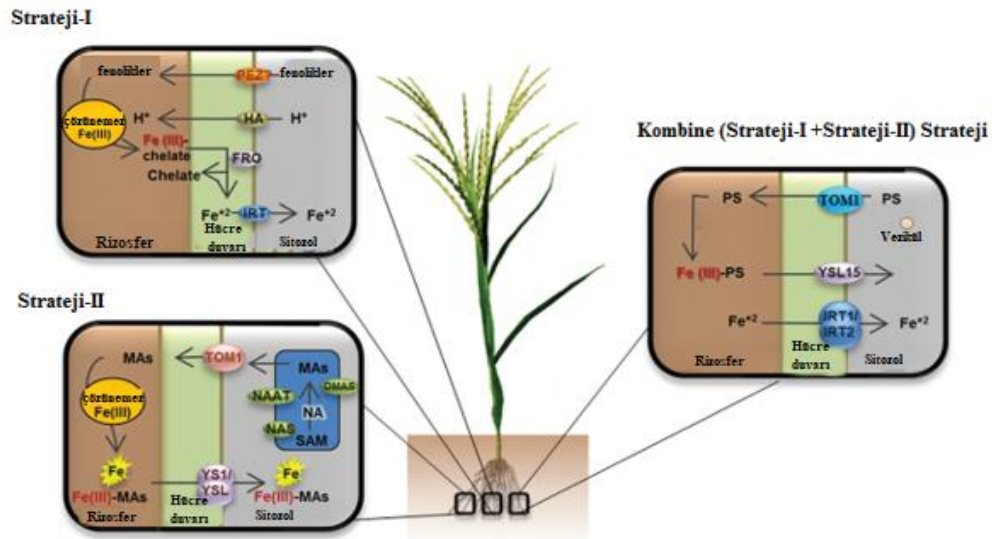
Demir; sitokrom, katalaz, peroksidaz, Fe-S (ferrodoksin), akonitaz, süperoksit dismutaz enzimi dahil hem proteini gibi hücrel redoks sisteminin ana maddesidir (Marschner, 1995). Fe⁺² ve Fe⁺³ redoks çifti enzimatik redoks reaksiyonlarını arttırarak bitki gelişmesinde önemli bir rol oynar (Gill ve Tuteja, 2010). Oksitlenmiş topraklarda demir genellikle ferrik (Fe⁺³) formda olup, oksitler ve hidroksioksitler şeklinde



bağlanır. Fe^{+3} demirin çözünürlüğü çok düşüktür. Bununla birlikte, bitkilerin başlıca demir alımı Fe^{+2} şeklinde gerçekleşir (Lindsay ve Schwab, 1982). Dolayısıyla demirin bitkiler tarafından alımı için Fe^{+2} formuna indirgenmesi gerekir. Aksi takdirde, Fe^{+3} formunun alımı ve kullanımı için köklerin içindeki şelatlama ajanları tarafından taşınması gerekir. Bu nedenle, büyüme ortamındaki olumsuzluğa cevaben bitkilerin geliştirdiği iki mekanizma vardır. (Romheld ve Marschner, 1986; Rogers ve Guerinot, 2002; Epstein ve Bloom, 2005). Bu mekanizmalardan birincisi protonların (H^+) bitki kökleri tarafından salınmasını takiben rizosferin pH değerinin düşmesidir. Rizosferdeki düşük pH düzeyi demiri çözebilir veya Fe^{+3} iyonunu Fe^{+2} formuna indirgeyebilir. Daha sonra indirgenmiş demir formu ise bitkide Fe^{+2} spesifik taşıma sistemi sayesinde plazma zarı boyunca taşınır. Bu mekanizma türü esas olarak dikotiledon bitkilerde ve otsu monokotiledonlarda gerçekleşir (Epstein ve Bloom, 2005). Bitkilerin demir alımı için indüklediği ikinci mekanizma ise bitki kökleri tarafından fitosideroforların (demir taşıyıcıları) salınmasıdır. Bu fitosideroforlar Fe^{+3} iyonunu Fe^{+2} iyonuna indirgemediği Fe^{+3} ile bir kompleks oluşturur ve bu Fe^{+3} - siderofor kompleksi daha sonra bitkinin kök hücre plazma membranları boyunca taşınır (Epstein ve Bloom, 2005). Takagi ve ark., (1984), şelatlayıcı bileşiklerin veya fitosiderofor salınmasının, dikotiledon bitkilere özgü bir durum olmadığını, ancak bu durumun

çim veya otsu bitkiler için spesifik olduğunu belirtmiştir. Şelatlama bileşikleri, protein yapısında olmayan amino asitler, mugineik asit ve avenik asitler olarak karakterize edilir.

dos Santos ve ark., (2017) yapmış oldukları bir makalede çeltikte demirin absorpsiyonu ve taşınımını incelemişlerdir. Araştırmacılar, Palmer ve Guerinot (2009); Kobayashi ve Nishizawa (2012); Bashir ve ark., (2013) tarafından verilen bilgilere göre, çeltik bitkisinin demiri absorbe etme ve taşıma yönünden Strateji-I ve Strateji-II bitkilerinin kombine özelliklerini gösterdiğini belirtmişlerdir. Şekil 1'den görüleceği üzere, çeltik bitkisinin rizosfer ortamına H^+ iyonu vererek çözünmez formdaki +3 değerli demiri (Fe^{+3}) çözmesi ve ayrıca ferrik redüktaz oksidaz enzimi sayesinde +3 değerlikli demirin, +2 değerlikli demire (Fe^{+2}) indirgenmesi suretiyle hücre içerisine alınması Strateji-I bitkilerinin özelliğidir. Diğer yandan, çeltik bitkisinin köklerinden fitosiderofor salgılaması ve bu sayede çözünmez formdaki Fe^{+3} 'ün çözünürlüğünü sağlayarak, Fe^{+3} 'ün hücre içerisine alınmasını sağlaması Strateji-II bitkilerinin bir özelliğidir. Dolayısıyla araştırmacılar, demir alımı ve taşınımı yönünden çeltik bitkisinin, hem Strateji-I hem de Strateji-II bitkileri gibi davrandığını ve bu iki özelliğin bitkide kombine ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, bazı çeltik çeşitlerinin demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesidir.



Şekil 1. Çeltikte demirin absorpsiyonu ve taşınımı (Palmer ve Guerinot, 2009; Kobayashi ve Nishizawa, 2012; Bashir ve ark., 2013).

2. Materyal ve Yöntem

Sera denemelerinde kullanılan çeltik tohumları; Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından temin edilmiştir. Demir beslenme kabiliyetlerinin belirlenmesinde 5 farklı çeltik çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler: Biga incisi, Osmancık-97, Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleridir.

2.1. Deneme

Çeltik tohumları %5,0'lık (v/v) sodyum hipoklorit

çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek, tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra çeltik tohumları deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda çimlendirildi. Çimlenen tohumlar içerisinde perlit bulunan 40×25×5 cm boyutundaki beyaz plastik küvetlere aktarılarak 10 gün içinde çeltik fideleri haline gelmesi sağlandı. 5 farklı çeltik çeşidine ilişkin fideler %0 ve %4 kireç ($CaCO_3$) içeren 1 kg kuvars kumu dolu plastik saksılara (12×12 cm) her saksıda 10 bitki olacak

şekilde dikilmiştir. Çeltik bitkisine her kireç dozunda 0 ve 45 µM Fe dozlarında Fe-EDDHA içeren aşağıdaki bitki besin çözeltisi verilmiştir:

500 µM NH₄NO₃; 60 µM NH₄H₂PO₄; 230 µM K₂SO₄; 210 µM CaCl₂; 160 µM MgSO₄·7H₂O; 2,5µM MnCl₂; 0,75 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 3,2 µM H₃BO₃; 0,1 µM CuSO₄.

Denemede saksılardaki kum yüzeyinden itibaren 3 cm su katmanı olacak şekilde besin çözeltisi 5 farklı çeltik çeşidine eşit hacimlerde ilave edilmiştir. Bitki besin çözeltisinin pH'sı, seyreltik HCl ya da KOH çözeltisi kullanılarak 5,5'e ayarlandı. Deneme; 2 farklı kireç dozu, 2 farklı demir dozu ve 5 farklı çeltik çeşidi üzerinden 2 × 2 × 5 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede her muamele 3 tekrerrürlü yapıldı. Deneme 50 gün sürmüştür.

Denemede fenolojik gözlemler yapılarak hasattan yaklaşık bir hafta önce çeltik çeşitlerinden taze yaprak örnekleri alınmış ve bu taze yaprak örneklerinde klorofil ve karotenoid analizleri yapılmıştır. Taze yaprak örneklerinde klorofil ve karotenoid tayinleri Arnon (1949); Witham ve ark. (1971) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

Ayrıca hasattan bir hafta önce Portatif SPAD metre cihazı (Konica Minolta SPAD-502 Plus) ile yaprakların tam ortasından okuma ölçümleri alınarak, bitkilerin SPAD metre okuma değerleri belirlenmiştir.

Deneme süresi bitiminde çeltik bitkisinin kök ve toprak üstü kısmı hasat edilip, taze kök ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Çeltik çeşitleri kök ve toprak üstü kısmı şeklinde ayrılarak, etüvde 65 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan kök ve toprak üstü kısmının kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Ardından bitki kök ve toprak üstü kısmı, paslanmaz çelikten yapılmış bıçaklara sahip bir öğütücüde öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Kök ve sapta toplam demir ve çinko, atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) cihazı ile Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir. Ayrıca, kuru yaprak örneğinde aktif demir AAS cihazı ile belirlenmiştir (Oserkowsky, 1933).

Taze yaprak örneklerinde Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi, Amako ve ark. (1994); Katalaz (CAT) aktivitesi, Dhindsa ve ark. (1981b); Peroksidaz (POD) aktivitesi, Wakamatsu ve ark. (1993) Glutasyon redüktaz (GR) aktivite tayini, Jiang ve ark. (2002) tarafından bildirilen metotlara göre yapılmıştır. Ayrıca, taze yapraklarda prolin miktarının belirlenmesi Bates ve ark. (1973) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. Bitkinin taze dokusunda MDA içeriği Ananieva ve ark. (2002)'ne göre belirlenmiştir.

Bitkilerde gözlenen demir noksanlığı semptomları 1-5 skalasına (yaprak üzerindeki klorotik lekelerin şiddeti) göre; [1: çok şiddetli, 2: şiddetli, 3: orta düzeyde şiddetli, 4: az şiddetli, 5: çok hafif veya yok] sınıflandırılmıştır (Torun ve ark., 2017).

Çeltik bitkisi taze köklerinde ferrik redüktaz aktivitesi (FRA) tayini Ojeda ve ark. (2004) tarafından bildirilen

metoda göre yapılmıştır. Bitkinin taze köklerinden salgılanan fitosiderofor miktarı, Andiç (2011), tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. Sapta demir alımı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (eşitlik 1);

$$\text{Sapta Fe alımı } (\mu\text{g Fe/saksı}) = \text{Sapta Fe kapsamı (ppm)} \times \text{Sap kuru madde ağırlığı (g)} \quad (1)$$

Kum ortamında kireç ilaveli ve kireç ilavesiz koşullar altında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin demir noksanlığına tolerans indeks değeri (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir (eşitlik 2). Demir noksanlığına tolerans indeks değeri (nisbi değer);

$$\% = (A / B) \times 100 \quad (2)$$

burada;

A= Kontrol uygulamasında (Fe0) bir çeşide ait sap kuru madde miktarı, g.

B= Yeterli demir konsantrasyonunda (45 µM Fe) bütün çeşitlerin ortalama sap kuru madde miktarı, g.

2.2. İstatistiksel Analizler

Demir beslenme indeksleri yönünden 5 farklı çeltik çeşidinin birbirlerine yakınlık ve uzaklıklarını belirlemek amacıyla Cluster (kümeleme) testi veya benzerlik testi uygulanmıştır. Cluster analizi JMP.5.0 istatistik paket programında Ward Yöntemi'ne göre yapılmıştır. Çeltik çeşitlerinin demir beslenme indekslerine göre sınıflandırılması ve hatların bu indekslere göre değişimi ve en iyi özellikleri Biplot analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Demir Noksanlığı (Fe0) Şartlarında Yetiştirilen Çeltik Çeşitlerinin Birbirleri ile Karşılaştırılması

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin gruplandırılması, birbirlerine yakınlık ve uzaklık durumları ile en iyi özelliklerinin belirlenmesinde incelenen 22 özelliğe ilişkin değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin birbirlerine benzerlik ve uzaklık düzeylerini ifade eden değerler ise Tablo 2'de verilmiştir.

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin gruplandırılmasına ilişkin dendrogram Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2 ve Şekil 2'in birlikte incelenmesinden anlaşılacağı üzere, demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen 5 farklı çeltik çeşidinin incelenen 22 özellik bakımından 2 ana grupta toplandığı görülmüştür. Bunlardan Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitleri birinci gruba; Ronaldo ve Edirne çeşitleri ise ikinci gruba oluşturmuştur. Diğer yandan, Hamzadere çeşidi ise Ronaldo ve Edirne çeşitlerinin oluşturduğu ikinci gruba daha yakın bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından en yakın iki çeltik çeşidinin Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitleri (uzaklık düzeyi 24,264) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin gruplandırılması, birbirlerine yakınlık ve uzaklık durumları ile en iyi özelliklerinin belirlenmesinde incelenen 22 özelliğe ilişkin değerler

Çeşit	Biga incisi	Osmancık-97	Hamzadere	Ronaldo	Edirne
I	42,0	47,4	41,2	41,5	49,1
II	96,0	81,9	53,1	74,7	75,5
III	35,3	43,3	35,3	33,4	44,1
IV	82,6	74,1	53,1	69,0	65,6
V	76,2	83,6	83,1	68,7	60,2
VI	76,6	84,1	83,6	69,1	60,5
VII	78,6	76,2	70,0	52,4	39,7
VIII	76,1	73,8	67,8	50,7	38,4
IX	97,6	97,6	76,1	61,9	61,9
X	91,1	91,1	71,1	57,7	57,7
XI	90,9	80,0	110,2	100,2	107,2
XII	81,7	85,6	77,8	85,6	93,3
XIII	78,9	49,3	82,2	95,3	78,9
XIV	62,8	79,3	100,2	80,5	82,4
XV	50,8	73,6	85,3	90,9	87,2
XVI	0,06	0,08	0,12	0,04	0,08
XVII	349,2	462,8	588,0	602,3	585,3
XVIII	79,5	67,8	89,9	56,0	71,4
XIX	37,1	58,4	39,2	69,4	50,2
XX	29,8	46,9	31,5	55,7	40,3
XXI	1	2	1	1	3
XXII	4	3	1	3	2

K0'da nisbi sap kuru madde miktarı (I); K1'de nisbi sap kuru madde miktarı (II); K0'da nisbi demir alımı (III); K1'de nisbi demir alımı (IV); K0'da nisbi aktif demir kapsamı (V); K1'de nisbi aktif demir kapsamı (VI); K0'da nisbi toplam klorofil (VII); K1'de nisbi toplam klorofil (VIII); K0'da nisbi karotenoid (IX); K1'de nisbi karotenoid (X); Nisbi Fe0 peroksidad (XI); Nisbi Fe0 katalaz (XII); Nisbi Fe0 glutatyon redüktaz (XIII); Nisbi Fe0 askorbat peroksidad (XIV); Fe0'da Nisbi prolin (XV); Fe0'da Fitosiderofor salgısı (XVI); Fe0'da Ferrik redüktaz aktivitesi (XVII); Fe0'da Nisbi MDA (XVIII); K0'da nisbi SPAD okuma değeri (XIX); K1'de SPAD okuma değeri (XX); K0'da kloroz derecesi (XXI); K1'de kloroz derecesi (XXII). Not: Nisbi değer, % = [Fe0 seviyesinde belirlenen değer / yeterli demir (Fe45) seviyesinde belirlenen değer] x100 şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 2. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin birbirlerine benzerlik ve uzaklık düzeyleri

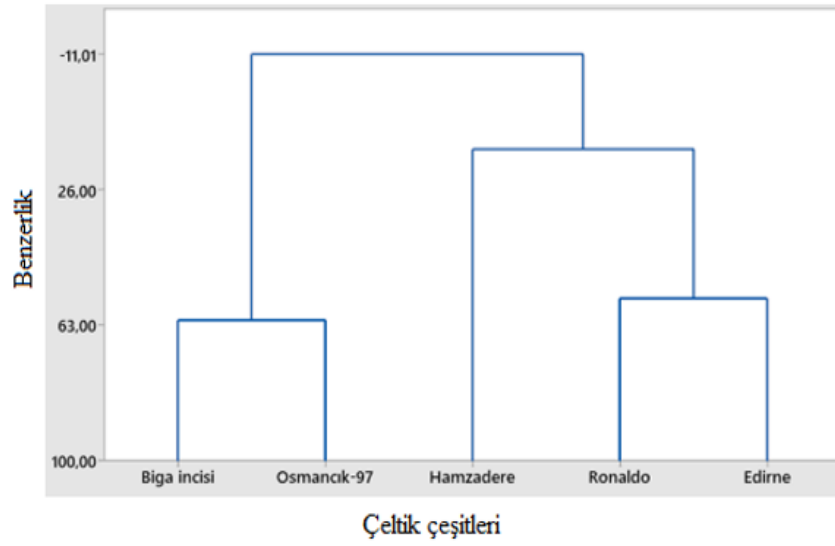
Basamak	Grup sayıları	Benzerlik düzeyi	Uzaklık düzeyi	Gruplar arası bağlantı	Yeni gruplar	Grup içerisindeki çeşit sayısı	
1	4	61,5418	24,2649	1	2	1	2
2	3	55,6072	28,0093	4	5	4	2
3	2	14,9096	53,6871	3	4	3	3
4	1	-11,0067	70,0388	1	3	1	5

Buna karşın, birbirine en uzak çeltik çeşitlerinin ise Biga incisi ve Hamzadere (uzaklık düzeyi 70,038) çeltik çeşitleri olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığına en dayanıklı çeşit Biga incisi; buna karşın, en hassas çeşidin ise Hamzadere çeşidi olduğu tespit edilmiştir.

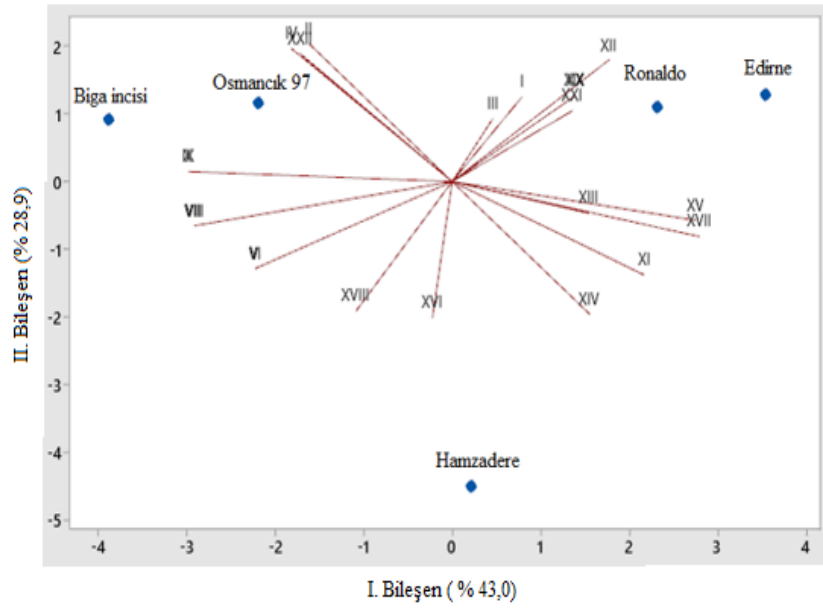
Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında incelenen 22 özelliğe ilişkin ortalama değerler dikkate alınarak, özelliklerin çeşitlere göre sınıflandırılması ve çeşitlerin de incelenen özelliklere göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Biplot Yöntemi ile yapılan analizde PC1 (I. Ana bileşen) %43,0, PC2 (II. Ana bileşen) %28,9; PC1 ve PC2'nin toplamı ise

varyasyonun %71,9'unu oluşturmuştur.

Şekil 3'te görüldüğü gibi çeşitlere göre incelenen özellikler ve çeşitlerin dağılımı farklılık göstermiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde demir noksanlığını belirleyen en iyi özelliklerinin nisbi glutatyon redüktaz aktiviteleri ve nisbi prolin kapsamına ilişkin değerler olduğu ve bu özellikler yönünden bu çeşitlerin iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Bu çeşitler aynı grupta toplanmışlardır.



Şekil 2. Demir noksanlığı şartlarında belirlenen özelliklerin nisbi değerlerine[*] göre çeltik çeşitlerinin birbirlerine yakınlık ve uzaklık durumlarını açıklayan Ward yöntemi ile oluşturulmuş bir dendrogram.



Şekil 3. Demir noksanlığı şartlarında belirlenen özellikler kapsamında çeltik çeşitlerinin Biplot analiz yöntemine göre gruplandırılması ve çeşitlerin en iyi özellikleri.

Ronaldo çeltik çeşidinde, nisbi glutasyon redüktaz aktivitesi ve nisbi prolin kapsamı sırasıyla %95,39 ve %90,95; Edirne çeşidinde ise sırasıyla %78,94 ve 87,21 bulunmuştur (Tablo 1).

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen Osmancık-97 ve Biga incisi çeşitlerinin ise nisbi karotenoid kapsamı yönünden iyi çeşitler oldukları ve bu çeşitlerin aynı grupta buldukları belirlenmiştir. Nisbi karotenoid kapsamı Osmancık-97 ve Biga incisi çeşitleri için sırasıyla %91,11 ve %91,1 bulunmuştur (Tablo 1). Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeşitler arasında fitosiderofor üretimi yönünden Hamzadere çeşidinin iyi bir çeşit olduğu ve bu çeşidin farklı bir grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen Hamzadere çeşidinin köklerinde üretilen fitosiderofor miktarı 0,12 $\mu\text{mol} / 10 \text{ bitki } 4 \text{ h}^{-1}$

bulunmuştur (Tablo 1).

Chen ve ark., (2014), tohumunda yüksek demir birikimine sahip bir çeltik çeşidi olan H9405 ile tohumda düşük Fe birikimine sahip bir çeşit olan Yangdao-6 çeşidinde yürütmüş oldukları bir çalışmada demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen her iki çeltik çeşidinin klorofil içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. H9405 ve Yangdao-6 çeltik çeşitlerinde klorofil-a kapsamının sırasıyla %49,1 ve %47,3; klorofil-b kapsamının sırasıyla %50,0 ve %38,5; klorofil (a+b) kapsamının sırasıyla %47,8 ve %45,4; karotenoid içeriğinin ise sırasıyla %36,8 ve %21,2 oranlarında azaldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ayrıca H9405 çeltik çeşidinin sürgünlerindeki Fe içeriğinin, Yangdao-6 çeltik çeşidinkinden 1-3 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Buna karşın Yangdao-6 çeşidinin kökünde Fe içeriği,

H9405 çeşidinininkine göre daha yüksek bulunmuştur. Çeltik çeşitleri demirce noksan ortamlara nakledildikten sonra, farklı organlarında demir kapsamının azaldığı rapor edilmiştir. Chen ve ark. (2014), tarafından yapılan bir çalışmada demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik bitkisi yaprağında klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil (a+b) ve karotenoid kapsamının kontrole kıyasla sırasıyla %49,1, %50,0, %47,8 ve %36,8 oranında azaldığı rapor edilmiştir. Ayrıca demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen bitkinin tüm yapraklarında kloroz ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte, demirce yeterli ortam koşullarında çeltik bitkisinde sürgün / kök oranının 3,23 iken; demir noksanlığı şartlarında bu oranın 5,15'e yükseldiği bildirilmiştir. Ayrıca yürütülen bu çalışmada demir eksikliği olan yapraklarda askorbat peroksidaz aktivitesi azalmıştır. Bu sonucun şaşırtıcı olmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Çünkü demir, peroksidazlar içerisindeki heme reaksiyon alanında vazgeçilmez bir bileşendir. Diğer yandan askorbat rejenerasyonunda anahtar rol oynayan monodehidroaskorbat redüktaz, hidroksiasilglutasyon hidrolaz ve glutasyon stransferaz aktivitesinin arttığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ek olarak, demir noksanlığı görülen çeltik bitkisi yapraklarında, enerjiyle ilgili proteinlerin bolluğunun arttığı belirtilmiştir. Hem kök hem de yapraklarda, enerji metabolizması (ATP sentezi, glikoliz ve TCA döngüsü) ile ilgili bazı enzimlerin arttığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Masuda ve ark. (2017), Fe eksikliğine toleranslı çeltik genotipleri yetiştirmek için bir dizi yaklaşımlarda bulunmuşlardır. Öne sürülen ilk yaklaşımın, bitkideki mugineik asitlerin biyosentezini arttırmak olduğunu belirtmişlerdir. İkinci yaklaşımın ise çeltik bitkisinde Fe (III) ferrik redüktaz aktivitesini arttırmak olduğunu bildirmişlerdir. Üçüncü yaklaşımın ise çeltik bitkisinde Fe homeostazı ile ilgili genleri kontrol eden transkripsiyon faktörlerinin ekspresyonunu arttırmak olduğunu bildirmiştir. Stein ve ark. (2009), Bitki yetiştirme ortamında Fe eksikliğinin; bitkide klorozu indüklediği fotosentetik aktiviteyi azalttığı, yaprak ve kök yaşlanmasına sebebiyet verdiğini bildirmişlerdir. Rong-li ve ark. (2012), aerobik şartlarda yetiştirilen çeltik bitkisinden salgılanan fitosiderofor (PS) miktarının Fe eksikliği koşulları altında artmadığını bildirmişlerdir. Selby-Pham ve ark. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada, 5 hafta süre ile hidroponik olarak yetiştirilen çeltik bitkilerinde ilk haftadan Fe eksikliğine maruz bırakılmanın sonucunda, en genç yaprak dokularının SPAD metre ölçüm değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldüğü tespit edilmiş; fakat bitki taze ağırlığında önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Kumar ve ark. (2013), SPAD okuma değerlerinin, bitkilerde klorofil konsantrasyonunun dolaylı ölçümleri olduğunu belirterek; SPAD okuma değerinin ne kadar yüksek bir değeri gösterir ise, yaprak kloroz derecesinin de o derece düşük bir sayı değerini göstereceğini bildirmiştir. Nozoye ve ark. (2014), çeltik bitkisinin günün sabah saatlerinde salgıladığı deoksimugineik asit

(DMA) seviyesinin, öğleden sonra veya gece saatlerinde salgıladığı DMA seviyesinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4. Sonuç

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından en yakın iki çeltik çeşidinin Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitleri (uzaklık düzeyi 24,264) olduğu; buna karşın, birbirine en uzak çeltik çeşitlerinin ise Biga incisi ve Hamzadere (uzaklık düzeyi 70,038) çeltik çeşitleri olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığına en dayanıklı çeşit Biga incisi; buna karşın, en hassas çeşidin ise Hamzadere çeşidi olduğu tespit edilmiştir.

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde demir noksanlığını belirleyen en iyi özelliklerinin nisbi glutasyon redüktaz aktiviteleri ve nisbi prolin kapsamına ilişkin değerler olduğu ve bu özellikler yönünden bu çeşitlerin iyi çeşitler oldukları belirlenmiştir. Bu çeşitler aynı grupta toplanmışlardır. Ronaldo çeltik çeşidinde, nisbi glutasyon redüktaz aktivitesi ve nisbi prolin kapsamı sırasıyla %95,39 ve %90,95; Edirne çeşidinde ise sırasıyla %78,94 ve 87,21 bulunmuştur.

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında yetiştirilen Osmancık-97 ve Biga incisi çeşitlerinin ise nisbi karotenoid kapsamı yönünden iyi çeşitler oldukları ve bu çeşitlerin aynı grupta buldukları belirlenmiştir.

Katkı Oranı Beyanı

AK ve GA fikri tasarladı. GA verileri topladı. AK ve GA verileri analiz etti. AK ve GA makaleyi hazırladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı. Bu makale Prof. Dr. Ahmet Korkmaz'ın danışmanlığında Dr. Güney Akınoğlu'nun yürüttüğü Doktora tezinden üretilmiştir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışmanın bazı analiz aşamalarında bizlere sundukları katkılarında dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü'nde görev yapan araştırma görevlilerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Amako K, Chen G-X, Asada K. 1994. Separate assays specific for ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase and for the chloroplastic and cytosolic isozymes of ascorbate peroxidase in plants. *Plant Cell Physiol*, 35: 497-504.
- Ananieva EA, Alexieva VS, Popova LP. 2002. Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *J Plant Physiol*, 159: 685-693.
- Andiç E. 2011. Buğday'da kükürt-demir ve kükürt-çinko beslenmesinin mikro besin elementi ve azot konsantrasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 121, Adana.

- Arnon D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol*, 24: 1-12.
- Bashir K, Nozoye T, Ishimaru Y, Nakanishi H, Nishizawa NK. 2013. Exploiting new tools for iron bio-fortification of rice. *Biotechnol Adv*, 31: 1624-1633.
- Bates L, Waldren RP, Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39: 205-207.
- Chen L, Zhao X, Ding C, Wang S, Ding Y. 2014. Physiological and molecular responses under Fe deficiency in two rice (*Oryza Sativa*) genotypes differing in iron accumulation ability in seeds. *J Plant Growth Regul*, 33: 769-777.
- Dhindsa RS, Plumb-Dhindsa P, Throne TA. 1981b. Leaf senescence correlated within creased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *J Exp Bot*, 32: 93-101.
- Dos Santos RS, de Araujo Júnior AT, Pegoraro C, de Oliveira AC. 2017. Dealing with iron metabolism in rice: From breeding for stress tolerance to biofortification. *Genet Mol Biol*, 40: 312-325.
- Epstein E, Bloom AJ. 2005. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*, 2nd Edn. Sinauer Associates, Sunderland, UK, pp 380.
- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol Biochem*, 48: 909-930.
- Ishimaru Y, Suzuki M, Tsukamoto T, Suzuki K, Nakazono M, Kobayashi T, Wada Y, Watanabe, S, Matsuhashi S, Takahashi M. 2006. Rice plants take up iron as an Fe+3 phytosiderophore and as Fe+2. *Plant J*, 45: 335-346.
- Jiang M, Zhang J. 2002. Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *J Exp Bot*, 53(379): 2401-2410.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki analizleri, 1. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye, pp 891.
- Kobayashi T, Nishizawa NK. 2012. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. *Annu Rev Plant Biol*, 63, 131-152.
- Kumar S, Asif MH, Chakrabarty D, Tripathi RD, Dubey RS, Trivedi PK. 2013. Differential expression of rice lambda class GST gene family members during plant growth, development, and in response to stress conditions. *Plant Mol Biol Rep*, 31: 569-580.
- Lindsay WL, Schwab AP. 1982. The Chemistry of iron in soils and its availability to plants. *J Plant Nutr*, 5: 821-840.
- Marschner H. 1995. Function of mineral nutrients: micronutrients. In: *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, UK, pp 313-324.
- Masuda M, Shimochi E, Hamada T, Senoura T, Kobayashi T, Aung MS, Ishimaru Y, Ogo Y, Nakanishi H, Nishizawa NK. 2017. A new transgenic rice line exhibiting enhanced ferric iron reduction and phytosiderophore production confers tolerance to low iron availability in calcareous soil. *PLoS One*, 12(3): e0173441.
- Nozoye T, Nagasaka S, Bashir K, Takahashi M, Kobayashi T, Nakanishi H, Nishizawa NK. 2014. Nicotianamine synthase 2 localizes to the vesicles of iron-deficient rice roots, and its mutation in the YXXφ or LL motif causes the disruption of vesicle formation or movement in rice. *Plant J*, 77(2): 246-60.
- Ojeda M, Schaffer B, Davies FS. 2004. Root and leaf ferric chelate reductase activity in pond apple and soursop. *J Plant Nutr*, 27: 1381-1393.
- Oserkowsky J. 1933. Quantitative relation between chlorophyll land iron in green and chlorotic pear leaves. *Plant Physiol*, 8: 449-468.
- Palmer CM, Guerinot ML. 2009. Facing the challenges of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Nat Chem Biol*, 5: 333-340.
- Rogers EE, Guerinot ML. 2002. FRD3, a member of the multidrug and toxin efflux family, controls iron deficiency responses in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 14: 1787-1799.
- Rong-li SHI, Hong-mei HAO, Xiao-yun FAN, Karim MR, Fu-suo Z, Chun-qin Z. 2012. Responses of Aerobic Rice (*Oryza sativa* L.) to Iron Deficiency. *J Integr Agric*, 11(6): 938-945
- Römheld V, Marschner H. 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiol*, 80: 175-180.
- Selby-Pham J, Lutz A, Moreno-Moyano LT, Boughton BA, Roessner U, Johnson AT. 2017. Diurnal changes in transcript and metabolite levels during the iron deficiency response of rice. *Rice (N.Y)*, 10(1), DOI: 10.1186/s12284-017-0152-7.
- Stein RJ, Ricachenevsky FK, Fett JP. 2009. Differential regulation of the two rice ferritin genes (OsFER1 and OsFER2). *Plant Sci*, 177: 563-569.
- Takagi S, Kamei S, Takemoto T. 1984. Physiological aspect of mugineic acid, a possible phytosiderophore of graminaceous plants. *J Plant Nutr*, 7: 469-477.
- Torun A, Erdem H, Torun MB. 2017. Ayçiçeği genotiplerinin demir noksanlığına karşı tolerans düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Tek Derg*, 5 (11): 1323-1329.
- Wakamatsu K, Takahama U. 1993. Changes in peroxidase activity and in peroxidase isozymes in carrot callus. *Physiol Plant*, 88: 167-171.
- Witham FH, Blaydes DF, Devlin RM. 1971. *Experiments in plant physiology*. Van Nostrend Reinhold Company, New York. Pp 254.



BAZI DOMATES HATLARININ DEMİR NOKSANLIĞINA DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

Ahmet KORKMAZ¹, Elif BOZ¹, Güney AKINOĞLU^{1*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Bu çalışmanın amacı, bazı domates hatlarının demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesidir. Bu amaçla 445 g kuvars kumu ortamında, 12×3 (hat × demir dozu) şeklinde faktöriyel deneme yürütülmüştür. 12 farklı Tarbio (TB) domates hattına Fe-EDDHA formunda uygulanan demir dozları: Noksan (0,2 µM Fe), yeterli (45 µM Fe), yeterli (100 µM Fe)'dir. Denemede her muamele 3 tekerrürlü yapılmıştır. pH'sı 6,0'a ayarlı bitki besin çözeltisine yukarıda bildirilen demir konsantrasyonlarında Fe-EDDHA ilave edilmiştir. Bu şekilde farklı konsantrasyonlarda demir içeren besin çözeltisi deneme süresince günlük 50 mL olacak şekilde uygulanmıştır. Sera şartlarında deneme 50 gün sürdürülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında birinci ana grupta TB-01, TB-10, TB-22 ve TB-65 nolu hatlar; ikinci ana grupta ise TB-14, TB-18, TB-28, TB-31, TB-35, TB-40, TB-90 ve TB-122 nolu hatlar yer almıştır. Birbirinden en uzak hatlar TB-01 ve TB-14 numaralı hatlar olup, bu hatlar karşılaştırıldığında TB-14 numaralı hattın demir noksanlığı şartlarında kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid kapsamları ve yaprakta ferrik redüktaz aktivitesine ilişkin değerlerin TB-01 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen, demir noksanlığı şartlarında birbirine en uzak hatlar olmakla birlikte, TB-01 nolu hattın aktif demir kapsamının, kökte ferrik redüktaz aktivitesinin ve kök katyon değişim kapasitesinin TB-14 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarından TB-18 ve TB-28 numaralı hatların birbirine en yakın hatlar oldukları da tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Domates hatları, Demir noksanlığı, Demir beslenme indeksleri, Toplam klorofil, Aktif demir, Ferrik redüktaz aktivitesi

Determining the Resistance of Some Tomato Lines to Iron Deficiency

Abstract: The purpose of this study is to determine the resistance of some tomato lines to iron deficiency.

For this purpose, a factorial trial was conducted as 12 × 3 (line × iron dose) in 445 g quartz sand media. Iron doses applied to 12 different Tarbio (TB) tomato lines in the form of Fe-EDDHA are: Deficient (0.2 µM Fe), sufficient (45 µM Fe), sufficient (100 µM Fe). In the experiment, each treatment was done in 3 replications. Fe EDDHA was added to the pH adjusted to 6.0 plant nutrient solution at the iron concentrations reported above. In this way, a nutrient solution containing iron in different concentrations was applied as 50 mL per day during the trial. The experiment continued for 50 days under greenhouse conditions. While lines TB-01, TB-10, TB-22 and TB-65 take place in the first main group under iron deficiency conditions; the second main group included lines TB-14, TB-18, TB-28, TB-31, TB-35, TB-40, TB-90 and TB-122. It has been determined that the lines farthest from each other are lines TB-01 and TB-14. When these lines were compared with each other, it was determined that the values of dry matter content, chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll, carotenoid contents and ferric reductase activity in the leaf under iron deficiency conditions of the line numbered TB-14 were higher than the line number TB-01. On the other hand, active iron content, root ferric reductase activity and root cation exchange capacity of tomato line numbered TB-01 were found to be higher than line TB-14. It was also determined that lines TB-18 and TB-28 of tomato lines grown under iron deficiency conditions were the closest lines to each other.

Keywords: Tomato lines, Iron deficiency, Iron nutritional indexes, Total chlorophyll, Active iron, Ferric reductase activity

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: guney_akinoglu@gmail.com (G. AKINOĞLU)

Ahmet KORKMAZ <https://orcid.org/0000-0001-5595-0618>

Elif BOZ <https://orcid.org/0000-0001-9579-025X>

Güney AKINOĞLU <https://orcid.org/0000-0003-4624-2876>

Gönderi: 19 Mart 2021

Received: March 19, 2021

Kabul: 31 Mart 2021

Accepted: March 31, 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Korkmaz A, Boz E, Akinoğlu G. 2021. Determining the resistance of some tomato lines to iron deficiency. BSJ Eng Sci, 4(3): 96-102.

1. Giriş

Bitkilerde demir noksanlığının nedeni toprakta mutlak eksikliğe ilave olarak demir çözünürlüğünü azaltan bazı toprak özellikleridir. Ayrıca demir noksanlığının nedenleri arasında bitki köklerinin genetik olarak demir alımında etkin bir özelliğe sahip olmaması söylenebilir. Demir noksanlığını önlemek için demir şelatlarının kullanılması pahalıya mal olmaktadır. Bu yüzden demir noksanlık riski yüksek kalkerli topraklarda demir beslenme kabiliyeti yüksek çeşitlerin ya da hatların

yetiştirilmesi önem taşımaktadır.

Domates demir alımı yönünden Strateji-I bitkisi olarak bildirilmiştir (Daşgan ve ark., 2002). Strateji-I bitkilerinin demir alımında kök yüzeylerinde +3 değerlikli demirin (Fe⁺³), +2 değerlikli demire (Fe⁺²) indirgenmesi mutlak gerekli bir işlem olduğu belirtilmiştir (Chaney ve ark., 1972; Römheld ve Marschner, 1986). Demir noksanlığı şartlarında Strateji-I bitkilerinin diğer bir özelliğinin ATPaz proton pompasıyla rizosferin asitliğini artırma olduğu ve bu özelliğin rizosferde demirin çözünürlüğünü



arttırarak bitkinin demir beslenmesine katkı sağladığını bildirilmiştir (Marschner ve ark., 1986).

Strateji-I bitkileri genellikle dikotiledon bitkiler olup bu bitkilere *Arabidopsis thaliana*'dan demir alımı ve taşınımı ile ilgili genler aktarılarak demir alımında etkin varyeteleri elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda demir noksanlığına maruz bırakılan domates bitkilerinde klorofilin azaldığı kökte Fe⁺³ şelat redüktaz enzim aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Zamboni ve ark., 2012).

Daşgan ve ark. (2002) ortamdaki demirin düşük olması halinde demir klorozuna toleranslı Roza domates çeşidinin daha az zarar gördüğünü fakat 227/1 domates çeşidinde kloroz gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu iki çeşidin F1 hibritlerinin ciddi noksanlık şartlarında daha fazla kloroz gösterdiklerini de bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ortamdaki demir azaldıkça ebeveyn domates çeşitlerinin ve F1 hibritlerinin Fe⁺³'ü indirgeme kapasiteleri artmıştır. Araştırmacılar domates çeşitlerinin demir noksanlığına toleransta gösterdiği farklılıkların sebebini, genotiplerin demir noksanlığı şartlarında hidrojen salgılamalarından ziyade +3 değerlikli demiri indirgeme kapasitelerinin artışına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Roza domates çeşidinin +3 değerlikli demiri (Fe⁺³) daha fazla indirgeme kapasitesinde bir çeşit olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar hibrit çeşitlerin oluşturulmasında çekirdek transferinin demir klorozuna toleranslı çeşitten toleranssız çeşide yapılması halinde elde edilen hibritlerin demir noksanlık stresine daha iyi respons verdiklerini de bildirmişlerdir.

Demir; klorofilin biyosentezinde, fotosentezde, solunumda, DNA sentezinde, mitokondri ve kloroplastlarda elektron sağlayarak elektron taşınım zincirinde, protein sentezinde, nitratların amonyağa indirgenmesi dahil bitkilerde birçok hücrel fonksiyonlarda mutlak gerekli bir elementtir (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013). Demir; sitokrom, katalaz, peroksidaz, Fe-S (ferrodoksin), akonitaz, süperoksit dismutaz enzimi dahil hem proteini gibi hücrel redoks sisteminin ana maddesidir (Marschner, 1995). Fe⁺² ve Fe⁺³ redoks çifti enzimatik redoks reaksiyonlarını arttırarak bitki gelişmesinde önemli bir rol oynar (Gill ve Tuteja, 2010). Demir noksanlık riski yüksek kalkerli topraklarda yetişen bitkiler rizosferde demirin yayayışlılığını arttırarak, demir noksanlık şartlarına karşı adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar neticesinde kökleri ile yeterli miktarda demir aldıkları belirtilmiştir. Demir noksanlık şartlarına adaptasyonda köklerin gösterdiği respsnlar bitki türleri arasında farklılık göstermektedir (Marschner ve ark., 1986; Inskeep ve Bloom, 1987). Demirin kısıtlı olduğu şartlarda dikotiledon bitkiler topraktan demiri absorbe etme ve mobil hale getirme kapasitelerini arttırırlar. Dikotiledon bitkilerin bu özelliğe sahip varyeteleri demir etkin bitkiler olarak adlandırılmakta, bu bitkiler ekstra kök tüylerine ve rizodermal transfer hücrelerine sahiptirler, proton çıkarırlar, ekstra selüler ferrik şelatları indirgeme

kapasiteleri yüksek (turbo redüktaz) düzeyde olup, +2 değerlikli demiri (Fe⁺²) alabilme kabiliyetine sahiptirler (Römheld ve Marschner, 1986). Demir noksanlığında domates gibi dikotiledon bitkilerin demir etkinliği ile ilgili reaksiyonlar gösterdiği, proton çıkardıkları, ferrik şelat redüktaz aktivitesini arttırdıkları belirtilmiştir. Kök hücrelerinin plazma membranlarında yeterli demirle beslenen domates bitkilerinde bu reaksiyonların görülmediği de bildirilmiştir (Bienfait, 1988).

Bu çalışmanın amacı, bazı domates hatlarının demir noksanlığına dayanıklılıklarının belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme

Çalışmada 12 Tarbio (TB) domates hattının demir noksanlığı şartlarında demir beslenme kabiliyetleri incelenmiştir. Domates hatları Tarbio Biyoteknoloji Firması'ndan temin edilmiştir. Denemede yetiştirilen Tarbio domates hatlarının bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tarbio domates hatlarının bazı özellikleri (Okumuş ve Dağdır, 2013; Anonymous, 2010)

Lab No	Tarbio Hatları	Tip	Meyve ağırlığı (g)
1	TB-01	Bodur yuvarlak etli	150-170
2	TB-10	Bodur yuvarlak etli	300-350
3	TB-14	Sırık küçük uzun tip	50-60
4	TB-18	Sırık yuvarlak	120-140
5	TB-22	Bodur oval tip	100-120
6	TB-28	Sırık salkım yuvarlak	30-50
7	TB-31	Sırık salkım yuvarlak	160-180
8	TB-35	Bodur tekli yuvarlak bodur	250-300
9	TB-40	Bodur yuvarlak	160-180
10	TB-65	Bodur oval	250-300
11	TB-90	Sırık uzun oval	60-80
12	TB-122	Sırık yuvarlak	100-120

Sera şartlarında 445 g kuvars kumu dolu saksılarda 12×3 (hat x demir dozu) şeklinde faktöriyel deneme yürütülmüştür. Besin çözeltisine, yetersiz (0,2 µM Fe), yeterli (45 µM Fe), yeterli (100 µM Fe) şeklinde olmak üzere Fe-EDDHA ilave edilmiştir. Bu şekilde yetersiz ve yeterli konsantrasyonlarda demir içeren besin çözeltisi domates hatlarına günlük 50 mL olacak şekilde deneme süresince uygulanmıştır. Sera şartlarında domates hatları 50 gün süre ile yetiştirilmiştir. Denemede her muamele 3 tekerrürlü yapılmıştır. Kullanılan besin çözeltisinin pH'sı 6,0'a ayarlanmış ve besin konsantrasyonu aşağıda verilmiştir:

3,0 mM KNO₃; 2,0 mM Ca(NO₃)₂·4H₂O; 1,0 mM MgSO₄·7H₂O; 0,2 mM NH₄H₂PO₄; 3,3 mM (NH₄)₂SO₄; 1,0 µM MnCl₂; 0,5 µM ZnSO₄·7H₂O; 10 µM H₃BO₃; 0,05 µM (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 0,5 µM CuSO₄·5H₂O .

Hatların tohumları viyol içerisindeki torf ortamına ekilerek fide oluşturulmuş ve kuvars dolu saksılara fideler şaşırtılmıştır.

Deneme bitiminde farklı domates hatlarından taze yaprakta yapılacak analizler için yaprak örneği alınmıştır. Bitkilerin topraküstü aksamaları 65 °C'ye ayarlı etüvde kurutularak, kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir.

2.2. Bitki Analizleri

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen bitkilerin taze kök ve yapraklarında ferrik redüktaz aktivitesi belirlenmiş ve enzim aktivitesine ilişkin sonuçlar, µmol/saat/g taze madde (TM) olarak ifade edilmiştir (Ojeda ve ark., 2004). Taze yaprak örnekleri 1,0 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve süzükte aktif demir atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir (Takkar ve Kaur, 1984). Taze yaprak örneklerinde Arnon (1949); Witham ve ark. (1971) tarafından bildirildiği şekilde klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid absorbans değerleri spektrofotometre cihazı ile belirlenmiş ve aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplanmıştır (eşitlik 1, 2, 3 ve 4):

$$\text{Klorofil-a, mg / g TM} = [12,70 \cdot A_{663} - 2,69 \cdot A_{645}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (1)$$

$$\text{Klorofil-b, mg / g TM} = [22,90 \cdot A_{645} - 4,68 \cdot A_{663}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (2)$$

$$\text{Toplam klorofil, mg / g TM} = [20,2 \cdot A_{645} + 8,02 \cdot A_{663}] \cdot V / (1000 \cdot W) \quad (3)$$

$$\text{Karotenoid, mg / g TM} = A_{480} \cdot V / (250 \cdot W) \quad (4)$$

A_{663} = 663 nm'deki absorbans değeri

A_{645} = 645 nm'deki absorbans değeri

A_{480} = 480 nm'deki absorbans değeri

V = Son hacim, mL

W = Örnek miktarı, g TM

Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği gibi bitkide toplam azot, demir belirlenmiştir. Ayrıca, bitkilerin toplam demir alımları hesap edilmiştir.

Domates hatlarının demir noksanlığına tolerans değerleri oransal olarak klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, kuru madde ve aktif demir değerleri dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (eşitlik 1):

$$\text{Oransal değerler, \%} = (A / B) \times 100 \quad (1)$$

Burada;

A= Demir noksanlığı şartlarında hatlarda belirlenen klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid, kuru madde ve aktif demir kapsamı

B= 45 µM ya da 100 µM yeterli demir uygulaması şartlarında hatlarda belirlenen klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid kuru madde ve aktif demir kapsamıdır.

2.3. İstatistiksel Analizler

Demir noksanlığına tolerans indeks değerleri yönünden domates hatlarının birbirlerine yakınlık ve uzaklıklarını belirlemek ve gruplandırmak amacıyla Cluster (kümeleme) testi uygulanmıştır. Cluster analizi JMP.5.0 istatistik paket programında Ward Yöntemi'ne göre yapılmıştır. Ayrıca demir beslenme indekslerinin ve diğer özelliklerin hatlara göre sınıflandırılması ve bazı hatların en iyi özellikleri Biplot Analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Demir Noksanlığı Şartlarında Yetiştirilen Domates Hatlarının Gruplandırılması, Hatların Yakınlık-Uzaklıkları ve En İyi Özellikleri

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarının bazı demir beslenme özelliklerine ilişkin mutlak değerler Tablo 2'de; oransal değerler ise Tablo 3 ve 4'te verilmiştir.

Tablo 2. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarının bazı demir beslenme özelliklerine ilişkin mutlak değerler

Hat no	KM	Ka	Kb	TK	K	AFe	KFRA	YFRA	KKDK	BA
TB-01	3,6	1,87	0,92	2,79	0,52	21,54	159,36	342,22	13,69	3,25
TB-10	3,22	1,87	0,95	2,82	0,61	18,68	156,68	333,4	13,72	3,29
TB-14	4,59	2,18	1,15	3,33	0,57	18,96	156,38	350,73	7,68	3,07
TB-18	5,06	2,29	1,08	3,37	0,58	12,74	161,5	320,04	13,04	3,16
TB-22	3,63	2,15	1,09	3,24	0,56	15,04	159,01	340,62	9,66	3,41
TB-28	5,01	2,31	1,19	3,5	0,66	16,49	166,39	328,85	11,35	3,21
TB-31	3,83	2,48	1,08	3,31	0,44	15,07	156,29	346,73	8,85	3,1
TB-35	5,44	2,08	1,17	3,1	0,48	14,59	160,8	342,16	11,83	2,6
TB-40	4,05	2,04	1,02	3,12	0,54	13,79	163,72	344,84	13,05	3
TB-65	4,06	2,14	0,98	3,14	0,6	15,57	153,81	282,67	12,1	3,29
TB-90	3,07	2,12	1,23	3,35	0,52	14,84	154,09	321,95	8,55	3,29
TB-122	4,31	2,47	1,09	3,57	0,51	12,9	145,43	339,94	11,83	3,2

KM= kuru madde, gKM/bitki, Ka= klorofil a,mg/gTM, Kb= klorofil b,mg/gTM, TK= toplam klorofil, mg/gTM, K= karotenoid, mg/gTM, AFe= aktif Fe, ppm, KFRA= kökte FRA, µmol/saat/ g TM, YFRA= yaprakta FRA, µmol/saat/g TM, KKDK= kök katyon değişim kapasitesi me/100gKM, BA= Bitkide azot,%.

Tablo 3. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarının bazı demir beslenme özelliklerine ilişkin yeterli doza (45µM Fe) göre oransal değerler (%)

Hat no	KM	Ka	Kb	TKK	KK	AFe
TB-01	87,56	115,66	123,69	118,06	159,67	91,97
TB-10	75,04	132,54	112,16	123,94	163,29	106,24
TB-14	79,08	125,76	155,04	145,79	181,56	110,68
TB-18	99,64	137,28	145,38	138,07	163,83	70,71
TB-22	78,64	106,71	120,46	110,69	157,05	101,66
TB-28	101,44	127,39	142,97	130,71	181,43	68,26
TB-31	136,27	124,19	112,67	120,26	128,12	77,31
TB-35	87,27	118,11	142,45	125,44	134,43	73,13
TB-40	84,38	108,59	99,7	105,68	119,76	62,94
TB-65	73,47	121,72	116,7	120,33	173,65	71,19
TB-90	86,85	90,8	131,5	101,12	102,9	63,9
TB-122	71,17	134,45	120,05	129,89	123,64	48,6

KM= kuru madde miktarı, Ka= klorofil-a kapsamı, Kb= klorofil-b kapsamı, TKK= toplam klorofil kapsamı, KK= karotenoid kapsamı, AFe= aktif demir kapsamı

Tablo 4. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarının bazı demir beslenme özelliklerine ilişkin yeterli doza (100 µM Fe) göre oransal değerler (%)

Hat no	KM	Ka	Kb	TKK	KK	AFe
TB-01	114,61	89,04	54,81	73,85	120,72	64,44
TB-10	63,68	96,36	110,27	95,51	217,82	49,87
TB-14	147,4	81,15	96,39	93,12	168,45	46,88
TB-18	124,74	152,06	145,76	149,4	230,29	31,1
TB-22	103,23	94,25	106,24	97,82	155,31	61,3
TB-28	119,13	98,21	116,42	103,3	168,89	31,76
TB-31	145,37	122,92	122,8	122,84	112,77	44,24
TB-35	127,74	78,11	83,39	79,73	102,03	37,02
TB-40	53,99	80,51	81,51	80,79	125,64	27,15
TB-65	82,51	97,38	93,14	96,13	152,79	39,38
TB-90	53,99	120,72	135,94	124,95	136,9	38,13
TB-122	72,83	110,69	120	113,44	134,66	25,27

KM= kuru madde miktarı, Ka= klorofil-a kapsamı, Kb= klorofil-b kapsamı, TKK= toplam klorofil kapsamı, KK= karotenoid kapsamı, AFe= aktif demir kapsamı

Tablo 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi demir noksanlık şartlarında kuru madde miktarı en yüksek hat TB-35, en düşük hat ise TB-90 nolu hat bulunmuştur. Klorofil-a kapsamı en yüksek hat TB-31, en düşük hatlar ise TB-01 ve TB-10 nolu hatlardır. Klorofil-b kapsamı en yüksek hat TB-90, en düşük hat ise TB-01 nolu hattır. Toplam klorofil kapsamı en yüksek hat TB-122, en düşük hat ise TB-01 nolu hattır. Karotenoid kapsamı en yüksek hat TB-28, en düşük hat ise TB-31 nolu hat bulunmuştur. Yaprakta aktif demir kapsamı en yüksek hat TB-01, en düşük hat ise TB-18 nolu hat bulunmuştur. Kökte ferrik redüktaz enzim aktivitesi en yüksek hat TB-28, en düşük hat ise TB-122 nolu hat bulunmuştur. Yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi en yüksek hat TB-14, en düşük hat ise TB-65 nolu hat bulunmuştur. Kök katyon değişim kapasitesi (KDK) en yüksek hat TB-10, en düşük hat ise TB-14 nolu hat bulunmuştur. Bitkide azot kapsamı en yüksek hat TB-22, en düşük hat ise TB-35 nolu hat bulunmuştur.

Tablo 3'te görüleceği gibi 45 µM demir çözeltisi ile beslenmeye göre hatlar arasında demir noksanlığı

şartlarında nisbi kuru madde miktarı en yüksek hat TB-31, en düşük hat ise TB-122 nolu hat bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında nisbi klorofil-a kapsamı en yüksek hat TB-18, en düşük hat ise TB-90 nolu hat; nisbi klorofil-b kapsamı en yüksek hat TB-14, en düşük hat ise TB-40 nolu hat; nisbi toplam klorofil kapsamı en yüksek hat TB-14, en düşük hat ise TB-90 nolu hat bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında karotenoid en yüksek hat TB-14, en düşük hat ise TB-90 nolu hat; nisbi aktif demir kapsamı en yüksek hat TB-14, en düşük hat ise TB-122 nolu hat bulunmuştur.

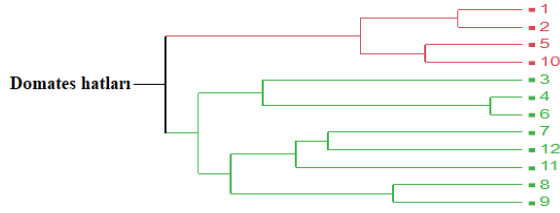
Tablo 4'te görüleceği gibi 100 µM demir çözeltisi ile beslenmeye göre hatlar arasında demir noksanlığı şartlarında nisbi kuru madde miktarı en yüksek hat TB-14, en düşük hatlar ise TB-40 ve TB-90 nolu hatlar; nisbi klorofil-a kapsamı en yüksek hat TB-18, en düşük hat ise TB-35 nolu hat; nisbi klorofil-b kapsamı en yüksek hat TB-18, en düşük hat ise TB-01 nolu hat; nisbi toplam klorofil kapsamı en yüksek hat TB-18, en düşük hat ise TB-01 nolu hat; nisbi karotenoid kapsamı en yüksek hat TB-18, en düşük hat ise TB-35 nolu hat; nisbi aktif demir

kapsamı en yüksek hat TB-01, en düşük hat ise TB-122 nolu hat bulunmuştur.

Artan konsantrasyonlarda (45 µM ve 100 µM Fe) demir çözeltisi uygulaması kontrole göre hatların çoğunda kuru madde miktarını arttırdığı halde klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid kapsamlarında azalmaya sebebiyet vermiştir. Bu azalmanın sebebi, demir çözeltisi uygulamasıyla kuru madde miktarındaki artış sonucu görülen seyrelmedir.

Demir noksanlığı şartlarında hatların demir beslenmesi yönünden gruplandırılmasında bu demir beslenme özelliklerine ilişkin mutlak ve oransal değerler olmak üzere toplam 22 özellik dikkate alınmıştır.

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatları incelenen demir beslenme indeksleri ve diğer özellikler bakımından 2 ana grupta toplanmıştır (Şekil 1). Birinci ana grup toplam 4 hattan (TB-01, TB-10, TB-22 ve TB-65); ikinci ana grup ise 8 hattan (TB-14, TB-18, TB-28, TB-31, TB-35, TB-40, TB-90 ve TB-122) oluşmuştur. Her ana grupta kendi içinde iki alt grupta kümelendiği görülmüştür.



Şekil 1. Demir noksanlığı şartlarında Tarbio domates hatlarının demir beslenmesine ilişkin mutlak ve oransal değerlere göre gruplandırılması (1= TB-01; 2= TB-10; 3= TB-14; 4= TB-18 5= TB-22; 6= TB-28; 7= TB-31; 8= TB-35; 9= TB-40;10= TB-65; 11= TB-90; 12= TB-122).

Demir noksanlığı şartlarında birinci ana grupta toplam klorofil kapsamı yönünden en yüksek hattı TB-65 nolu hat; ikinci ana grubun en yüksek hattı ise TB-122 nolu hat; aktif demir kapsamı yönünden birinci ana grubun en yüksek hattı TB-01 nolu hat; ikinci grubun en yüksek hattı ise TB-14 nolu hat bulunmuştur. Ayrıca demir noksanlığı şartlarında kökte ferrik redüktaz aktivitesi yönünden birinci grubun en yüksek hattı TB-01 nolu hat; ikinci grubun en yüksek hattı ise TB-28 nolu hat bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında birinci grubun hatlarının ortalama klorofil-a kapsamı 2,01 mg/g TM, ikinci grubun hatlarınınki 2,25 mg/g TM bulunmuş, klorofil-a kapsamı en yüksek hat TB-31 numaralı hat olup ikinci grupta yer almıştır. Demir noksanlığı şartlarında birinci grubun hatlarının ortalama klorofil-b kapsamı 0,99 mg/g TM, ikinci grubun hatlarınınki ise 1,13 mg/g TM bulunmuş, klorofil-b kapsamı en yüksek hat TB-90 numaralı hat olup ikinci grupta yer almıştır. Demir noksanlığı şartlarında birinci ana grubun hatlarının ortalama toplam klorofil kapsamı 2,99 mg/g TM; ikinci grubunkilerin ise 3,39 mg/g TM bulunmuş, toplam klorofil kapsamı en yüksek hat TB-122 numaralı hat olup ikinci grupta yer almıştır. Toplam klorofil içeriği yüksek

olan TB-122 numaralı hat demir noksanlığı şartlarında uygun hat olarak önerilebilir. Ayrıca demir noksanlığı şartlarında birinci ana grubun hatlarının ortalama kök ferrik redüktaz aktivitesi 157,22 µmol/saat/g TM, ikinci ana grubunkisi ise 158,08 µmol/saat/g TM bulunmuş, hatların ortalama kök ferrik redüktaz aktivitesi değerleri yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, kök ferrik redüktaz aktivitesi yönünden TB-28 numaralı hat; fakat yaprakta ferrik redüktaz aktivitesi yönünden TB-14 numaralı hat yüksek bulunmuş ve bu hatlar ikinci grubun hatları arasında yer almıştır. Demir noksanlığı şartlarında birinci ana grubun hatlarının ortalama aktif demir kapsamı 17,71 ppm, ikinci gruba giren hatların ise 14,92 ppm bulunmuş, aktif demir kapsamı en yüksek hat TB-01 numaralı hat olup, birinci grubun hatları arasında yer almıştır. Ortalama klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil kapsamı yönünden ikinci ana grupta toplanan hatların daha yüksek olduğu görülmüştür.

Demir noksanlığı şartlarında domates hatlarının demir beslenmesine ilişkin özellikleri dikkate alınarak, yakınlık-uzaklık değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

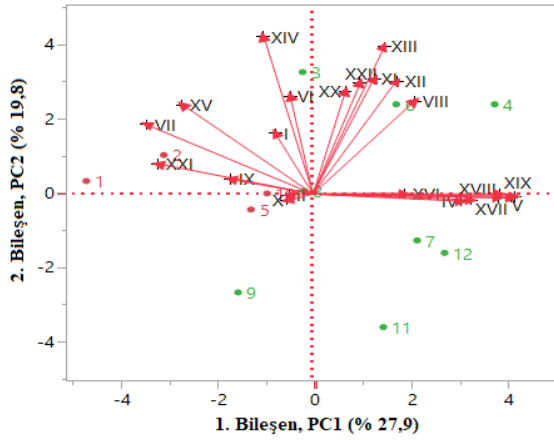
Tablo 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarından TB-18 ve TB-28 numaralı hatlar birbirine en yakın; TB-01 ve TB-14 numaralı hatların ise birbirine en uzak hatlar olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatlarının demir beslenme özellikleri dikkate alınarak belirlenen yakınlık-uzaklık değerleri

Grup sayıları	Grup içi yakınlık değeri	Grup Elemanları	
11	3,385	TB-18	TB-28
10	3,397	TB-01	TB-10
9	3,410	TB-22	TB-65
8	3,680	TB-35	TB-40
7	3,979	TB-01	TB-22
6	4,157	TB-31	TB-122
5	4,356	TB-31	TB-90
4	4,606	TB-14	TB-18
3	5,531	TB-31	TB-35
2	6,516	TB-14	TB-31
1	6,890	TB-01	TB-14

Birbirinden en uzak hatlar olan TB-01 ve TB-14 numaralı hatlar karşılaştırıldığında, TB-14 numaralı hattın demir noksanlığı şartlarında kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid kapsamı ve yaprakta ferrik redüktaz aktivitesine ilişkin değerlerin TB-01 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen, demir noksanlığı şartlarında bu hatlar birbirine en uzak hatlar olmakla birlikte, TB-01 nolu hattın aktif demir kapsamının, kökte ferrik redüktaz aktivitesinin ve kök katyon değişim kapasitesinin TB-14 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında domates hatlarının

belirlenen demir beslenme özellikleri bakımından değişimleri ve bu hatların en iyi özellikleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Demir noksanlığı şartlarında belirlenen bazı demir beslenme indeks değerlerini dikkate alarak hatların ve özelliklerin gruplandırılması (1= TB-01; 2= TB-10; 3= TB-14; 4= TB-18 5= TB-22; 6= TB-28; 7= TB-31; 8= TB-35; 9= TB-40;10= TB-65; 11= TB-90; 12= TB-122) (I= Kök ferrik redüktaz aktivitesi, II= Yaprak ferrik redüktaz aktivitesi, III= Klorofil-a kapsamı, IV= Klorofil-b kapsamı, V= Toplam klorofil, VI= Karotenoid kapsamı, VII= Aktif demir, VIII= Kuru madde miktarı, IX= Kök katyon değişim kapasitesi, X= Bitkide azot kapsamı, XI= Oransal klorofil-a (45 µM Fe’e göre), XII= Oransal klorofil-b (45µM Fe’e göre), XIII= Oransal toplam klorofil, XIV= Oransal karotenoid (45µM Fe’e göre), XV= Oransal aktif demir (45µM Fe’e göre), XVI= Oransal kuru madde miktarı (45µM Fe’e göre), XVII= Oransal klorofil-a (100µM Fe’e göre), XVIII= Oransal klorofil-b (100µM Fe’e göre), XIX= Oransal toplam klorofil (100 µM Fe’e göre)).

Biplot yöntemiyle yapılan analizde PC1 (1. ana bileşen) %27,9, PC2 (2. ana bileşen) %19,8, toplamda ise varyasyonun %47,7’sini oluşturmuştur. Şekil 2’de görüldüğü gibi hatlara göre özellikler ve hatların dağılımları farklılık göstermiştir. Demir noksanlığı şartlarında hatların klorofil-a ve toplam klorofil kapsamaları aynı grupta yer almıştır. Hatların demir noksanlığı şartlarında oransal aktif demir kapsamı (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kuru madde miktarı, oransal klorofil-a kapsamı (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal kuru madde miktarı (45µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kök katyon değişim kapasitesi, oransal toplam klorofil kapsamı (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre) ve oransal karotenoid (45 µM demir çözeltisi ile beslenen bitkilere göre) değerleri aynı grup içerisinde yer almışlardır. Demir noksanlığı şartlarında hatların aktif demir kapsamaları, kök ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-b kapsamaları, oransal klorofil-b (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal toplam klorofil (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal klorofil-a (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen

bitkilere göre), yaprakta ferrik redüktaz aktivitesi aynı grupta toplanmışlardır. Domates hatlarının karotenoid kapsamaları, oransal klorofil-b (45 µM demir çözeltisi ile beslenen bitkilere göre) ve hatların azot kapsamaları farklı grupta toplanmıştır. Demir noksanlığı şartlarında TB-31 nolu domates hattının klorofil-a ve toplam klorofil bakımından iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca demir noksanlığı şartlarında oransal aktif demir (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kuru madde miktarı, oransal klorofil-a (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal kuru madde (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kök katyon değişim kapasitesi, oransal toplam klorofil (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal karotenoid (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre) yönlerinden TB-01, TB-18 ve TB-22 numaralı hatların iyi hatlar oldukları belirlenmiştir. Demir noksanlığı şartlarında TB-10 nolu hattın aktif demir kapsamı ve kök ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-b kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (100 µM demire göre), toplam demir kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (45 µM demire göre), klorofil-a kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (45 µM demire göre) ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi yönlerinden iyi hat olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığı şartlarında TB-14 ve TB-28 nolu hatların ise karotenoid kapsamaları, oransal klorofil-a (45 µM demire göre) ve toplam azot kapsamaları yönünden iyi hatlar oldukları tespit edilmiştir. Daşgan ve ark. (2002) demir noksanlığı şartlarında demir noksanlığına toleranslı ebeveyn Roza domates çeşidinin, hassas olan ebeveyn 227/1 domates çeşidine göre daha az etkilenerek, daha az kloroz gösterdiğini bildirmişlerdir. Şiddetli ve orta düzeyde demir eksikliği durumunda karşılıklı melezler arasında kloroz oluşumu yönünden hiçbir fark bulunmamıştır. Araştırmacılar demir noksanlığı şartlarında karşılıklı melezlerin, hangi ana hattın sitoplazmaya katkısına bakılmaksızın, toleranslı ebeveyn Roza’ya göre daha fazla kloroz gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar demir noksanlığına tolerans farklılıklarının demir eksikliğinde rizosfere salınan hidrojen iyonu miktarından ziyade, domates genotiplerinin kök ferrik redüktaz enzim aktiviteleri ile daha ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Demir alımında etkin çeşitlerin kök ferrik redüktaz enzim aktivite kapasitelerinin yüksek olduğu ifade edilmiştir. Demir etkin genotiplerin genetik olarak rizosfer pH’sını düşürebilme ve köklerinde +3 değerlikli demiri (Fe⁺³) indirgeyebilme kapasitelerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Jolley ve ark.,1996). Bienfait (1989), Chaney (1988), Marschner ve ark., (1986) demir noksanlığı şartlarında dikotiledon bitkilerin rizosfer pH’sını düşürebilme etkinliklerinin Fe⁺³’ü indirgeyebilme kapasitelerinin çeşit faktörüne bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar demir alımında etkin çeşitlerin yan kök ve kök tüyüçüklerini daha fazla oluşturduklarını da belirtmişlerdir.

4. Sonuç

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen domates hatları incelenen demir beslenme indeksleri ve diğer özellikler bakımından 2 ana grupta toplanmıştır. Birinci ana grupta toplam 4 hattın (TB-01, TB-10, TB-22 ve TB-65); ikinci ana grup ise 8 hattın (TB-14, TB-18, TB-28, TB-31, TB-35, TB-40, TB-90 ve TB-122) oluşmuştur. Her ana grupta kendi içinde iki alt grupta kümelendirilmiştir. Birbirine en uzak TB-01 ve TB-14 numaralı hatlar karşılaştırıldığında TB-14 numaralı hattın demir noksanlığı şartlarında kuru madde miktarı, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, karotenoid kapsamları ve yaprakta ferrik redüktaz aktivitesine ilişkin değerlerin TB-01 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen demir noksanlığı şartlarında birbirine en uzak hatlar olmakla birlikte, TB-01 nolu hattın aktif demir kapsamının, kökte ferrik redüktaz aktivitesinin ve kök katyon değişim kapasitesinin TB-14 numaralı hatta göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Demir noksanlığı şartlarında TB-31 nolu domates hattının klorofil-a ve toplam klorofil bakımından iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca demir noksanlığı şartlarında oransal aktif demir (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kuru madde miktarı, oransal klorofil-a (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal kuru madde (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), kök katyon değişim kapasitesi, oransal toplam klorofil (100 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre), oransal karotenoid (45 µM Fe çözeltisi ile beslenen bitkilere göre) yönlerinden TB-01, TB-18 ve TB-22 numaralı hatların iyi hatlar oldukları belirlenmiştir. Demir noksanlığı şartlarında TB-10 nolu hattın aktif demir kapsamı ve kök ferrik redüktaz enzim aktivitesi, klorofil-b kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (100 µM demire göre), toplam demir kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (45 µM demire göre), klorofil-a kapsamı bakımından demir noksanlığına tolerans değeri (45 µM demire göre) ve yaprakta ferrik redüktaz enzim aktivitesi yönlerinden iyi hat olduğu tespit edilmiştir. Demir noksanlığı şartlarında TB-14 ve TB-28 nolu hatların ise karotenoid kapsamları, oransal klorofil-a (45µM demire göre) ve toplam azot kapsamları yönünden iyi hatlar oldukları tespit edilmiştir.

Katkı Oranı Beyanı

AK ve GA fikri tasarladı. GA ve EB verileri topladı. AK ve GA verileri analiz etti. AK, GA ve EB makaleyi hazırladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel

Araştırma Proje Birimi Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: PYO.ZRT.1901.16.003

Kaynaklar

- Arnon D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol*, 24: 1-12.
- Bienfait HF. 1988. Proteins under the control of the gene for Fe efficiency in tomato. *Plant Physiol*, 88: 785-787.
- Bienfait HF. 1989. Prevention of stress in iron metabolism of plants. *Acta Bot Neerl*, 38: 105-129.
- Chaney RL, Brown JC, Tiffin LO. 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. *Plant Physiol*, 50: 208-213.
- Chaney RL. 1988. Recent progress and needed research in plant Fe nutrition. *J Plant Nutr*, 11: 1589-1603.
- Daşgan HY, Römheld V, Çakmak I, Abak K. 2002. Physiological root responses of iron deficiency susceptible and tolerant tomato genotypes and their reciprocal F1 hybrids. *Plant Soil*, 241: 97-104.
- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol Biochem*, 48: 909-930.
- Inskeep WP, Bloom PR. 1987. Soil chemical factors associated with soybean chlorosis in calciaquolls of western Minnesota. *J Agron*, 79: 779-786.
- Ishimaru Y, Suzuki M, Tsukamoto T, Suzuki K, Nakazono M, Kobayashi T, Wada Y, Watanabe S, Matsushashi S, Takahashi M. 2006. Rice plants take up iron as an Fe+3 phytosiderophore and as Fe+2. *Plant J*, 45: 335-346.
- Jolley VD, Cook KA, Hansen NC, Stevens WB. 1996. Plant physiological responses for genotypic evaluation of iron efficiency in strategy-I and strategy-II plants-A review. *J Plant Nutr*, 19: 1241-1255.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye, 1. Baskı, pp 891.
- Kumar S, Asif MH, Chakrabarty D, Tripathi RD, Dubey RS, Trivedi PK. 2013. Differential expression of rice lambda class GST gene family members during plant growth, development, and in response to stress conditions. *Plant Mol Biol Rep*, 31: 569-580.
- Marschner H, Römheld V, Kissel M. 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J. Plant Nutr*, 6: 695-713.
- Marschner H. 1995. Function of mineral nutrients: micronutrients. In: *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, United Kingdom, p. 313-324.
- Ojeda M, Schaffer B, Davies FS. 2004. Root and leaf ferric chelate reductase activity in pond apple and soursop. *J Plant Nutr*, 27: 1381-1393.
- Römheld V, Marschner H. 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiol*, 80: 175-180.
- Takkar PN, Kaur NP. 1984. HCl method for Fe+2 estimation to resolve iron chlorosis in plants. *J Plant Nutr*, 7(1-5): 81-90.
- Witham FH, Blydes DF, Devlin RM. 1971. *Experiments in plant physiology*. Van Nostrend Reinhold Company, New York.
- Zamboni A, Zanin L, Tomasi N, Pezzotti M, Pinton R, Varanini Z. 2012. Genome-wide microarray analysis of tomato roots showed defined responses to iron deficiency. *BMC Genomics*, 13: 101. DOI: 10.1186/1471-2164-13-101.



Open Access Journal
e-ISSN: 2619 – 8991

Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 4 - Sayı 3: 103-110 / Temmuz 2021
(Volume 4 - Issue 3: 103-110 / July 2021)

KENTSEL KATI ATIKLARIN GERİ KAZANIM POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI; KARAMAN ÖRNEĞİ

Yusuf Alparslan ARGUN^{1*}, Melayib BİLGİN²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kazım Karabekir Meslek Yüksek Okulu, 70600, Karaman, Türkiye

²Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray, Türkiye

Özet: Toplumlardaki tüketim alışkanlıklarının değişen teknoloji ve refah seviyesi beklentilerinin her geçen gün değişmesi ile birlikte artmaktadır. Bu teknolojik gelişmeler ve rahat yaşam beklentileri üretilen ürünü ve miktarını arttırmaktadır. Bu da doğal kaynakların tüketim hızını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca tüketim sonucunda oluşan atıklarda çevre sağlığı ve doğal kaynaklar açısından sorun oluşturmaktadır. Bu minvalde bakıldığında hem yeni ürün üretimi için doğal kaynak kullanımını azaltmak hem de tüketim sonucu oluşan atıkların çevresel etkilerini en aza indirmek için geri kazanım kaçınılmaz bir durumdur. Bu çalışmada Karaman'da oluşan kentsel katı atıkların kompost ve geri dönüşüm kapsamında değerlendirilme potansiyelleri incelenmiştir. Çalışmada, Karaman iline ait yıllık 68270 ton kentsel katı atık olduğu belirlenmiştir. Bunun %45,08'ini mutfak atıkları, %3,41'ni park ve bahçe atıkları ve %30,36'sını da geri dönüşebilir atıklar oluşturmaktadır. Karaman genelinde lisanslı tesis tarafından toplanan ambalaj atık miktarı günlük ortalama 10380kg olup, oluşan katı atıkların %5,6'sına kabul etmektedir. Toplanan ambalaj atığı miktarının geri dönüşebilir atık miktarına oranı ise %18,6'dır. Karaman ilinde 1000 L/hafta kapasiteye sahip 7 adet otomatik kompost makinesi mevcut olup kompostlaştırma işlemi aktif olarak yapılmamaktadır. Sonuç olarak Karaman ilinin geri kazanım potansiyeli ciddiye alınması gereken bir değere sahip olup sıfır atık ilkelerine uygun bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Kentsel katı atık, Geri kazanım potansiyeli, Geri dönüşüm, Karaman, Sıfır atık


Investigation of Recovery Potential of Urban Solid Wastes; Karaman Example


Abstract: Changing technology and consumer habits in the welfare of society is increasing with changing expectations of every day. These technological developments and comfortable life expectations increase the product and quantity produced. This directly affects the consumption rate of natural resources. In addition, waste generated as a result of consumption creates a problem in terms of environmental health and natural resources. In this regard, recycling is inevitable both to reduce the use of natural resources for new product production and to minimize the environmental impact of waste generated as a result of consumption. In this study, the utilization potential of urban solid wastes generated in Karaman to be utilized in the context of compost and recycling has been examined. In the study, it was determined that 68270 tons of municipal solid waste is generated annually in Karaman. It constitutes that 45.08% of this solid waste is kitchen waste, 3.41% park and garden waste and 30.36% recyclable waste. The daily average amount of packaging waste collected by the licensed facility throughout Karaman is 10380 kg, corresponding to 5.6% of the solid waste generated. The ratio of the amount of packaging waste collected to the amount of recyclable waste is 18.6%. In the province of Karaman, there are 7 automatic compost machines with a capacity of 1000 L/week, and the composting process is not actively carried out. As a result, the recycling potential of the Karaman province has a value that should be taken seriously and it should be managed by zero waste principles.

Keywords: Urban solid waste, Recovery potential, Recycling, Karaman, Zero waste

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kazım Karabekir Meslek Yüksek Okulu, 70600, Karaman, Türkiye

E mail: ar.gun@hotmail.com (Y.A. ARGUN)

Yusuf Alparslan ARGUN  <https://orcid.org/0000-0001-6452-3634>

Melayib BİLGİN  <https://orcid.org/0000-0003-1086-5019>

Gönderi: 10 Mart 2021

Kabul: 30 Mart 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Received: March 10, 2021

Accepted: March 30, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Argun YA, Bilgin M. 2021. Investigation of recovery potential of urban solid wastes; Karaman example. BSJ Eng Sci, 4(3): 103-110.

1. Giriş

Toplumlardaki tüketim alışkanlıkları değişen teknoloji ve refah seviyesi beklentilerinin her geçen gün değişmesi ile birlikte artmaktadır. Çevre kirliliği oluşum hızını arttıran en temel etmenler; çevresel risklerin sağlık üzerine olan etkilerinin yeterince anlaşılması, teknoloji seçiminde hatalı tutumlar ve seçilen teknolojilerin doğru kullanılmaması, bilinç düzeylerinin yeterli seviyeye yükseltilmemesi ve çevre ve tabiat sevgisinin yeterli düzeyde olmaması şeklinde sayılabilir. Bu teknolojik

gelişmeler ve rahat yaşam beklentileri üretilen ürünü ve miktarını arttırmaktadır. Bu da doğal kaynakların tüketim hızını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca tüketim sonucunda oluşan atıklarda çevre sağlığı ve doğal kaynaklar açısından sorun oluşturmaktadır. Bu minvalde bakıldığında hem yeni ürün üretimi için doğal kaynak kullanımını azaltmak hem de tüketim sonucu oluşan atıkların çevresel etkilerini en aza indirmek için geri kazanım kaçınılmaz bir durumdur.

Bir yerel yönetim bölgesinde hava kirliliği, içme suyu, atık su ve katı atıklar gibi mevcut yönetimin ilgilenmesi



gereken pek çok çevresel kirlilik unsurları vardır. Bu kirlilikler ve kirleticiler içerisinde vatandaşları doğrudan ilgilendiren ve göz önünde olan katı atıklar, bertaraf edilmemeleri halinde; bilhassa kentlerde hayat sürdürenler açısından evlerinin karşısında, caddelerde ve sokaklarda karşı karşıya kaldıkları bir çevre kirliliği oluşumuna neden olmaktadır (Tilman ve Sandhu, 1998; Demir ve ark., 1999). Bertaraf edilmediği veya geri kazanılmadığı takdirde çevre kirliliğine sebep olabilecek bu atıkların yaygın içeriğini; mutfak atıkları, park ve bahçe atıkları, kağıt-kartonlar, camlar, plastik ve türevleri, metaller, deri, kemik, taş-toprak, lastik, tekstil, ve diğer inorganik atıklar oluşturmaktadır (Koçer ve ark., 2003). Yerel yönetim merkezlerinin endüstriyel, nüfus ve sosyo-ekonomik gelişimi, yerel yönetim sınırlarında oluşan günlük kişi başı katı atık oluşum miktarındaki artış ile örtüşmektedir (Leu ve Lin, 1998).

Atıkların gelişi güzel tabiata bırakılmaları, sıhhatli hayatta risklere kapı açmasından ötürü insanlar bölgesel hassasiyet göstermeye başlamışlardır. Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların ve ülkelerin hayat standartları ve refah seviyelerini yükseltme arzusu kaynakların hunharca harcanmasına sebebiyet vermiştir (Hanay ve Koçer, 2006). İnsanların tüketimine ve kullanımına yayılan bir ürünün, imalatından kullanımına kadar olan süreçlerde ortaya çıkardığı atıklar, yaşam bölgelerinin nüfus popülasyonlarının artması ile birlikte mühim problemler meydana getirmektedir. Bu problemleri minimize etmek amacıyla, hammadde arzundan ürünün ortaya çıkarılması ve elde edilen ürünlerin kullanım proseslerinde meydana gelen katı atıkların bertaraf işlemlerinde; çevrede oluşması muhtemel zararların en asgari düzeye indirebilecek prosesler ve yönetim şekli benimsenmelidir. Bu nedenle katı atıkların bertaraf işlemindeki amaç katı atıkların muhteviyatında, kağıt-karton, metal, plastik ve cam gibi mühim yüzdesel oranda bulunan geri dönüştürülebilir atıkların tekrardan değerlendirilmesi olmalıdır (Toröz ve Arıkan, 1999). Ayrıca değersiz ve can sıkıcı olduğu düşünülen katı atıklar, geri dönüşüm projeleriyle gelir kaynağına dönüştürülmesi gerekmektedir (Argun ve ark., 2015).

Kentsel katı atıkların bugünkü konjektürde ideal bertaraf şekli, muhteviyatındaki ekonomik açıdan değerlendirilebilecek atıkların geri dönüşümü ve kazanımıdır. Atıkların geri kazanım ve dönüşümünü çevresel ve insan sağlığı açısından riskleri azaltan, enerji verimliliği sağlayan, sürdürülebilir doğal kaynak kullanımı oluşturan, toplama, taşıma, uzaklaştırma ve bertaraf maliyetlerini indirgeyen ekonomik bir etkinlik şeklinde tanımlanmaktadır (Kaseva ve Gupta, 1996; Seik, 1997; Kaseva ve Mblugliwe, 2002). Haneler, ticarethaneler ve sanayi kuruluşlarından doğan atıklardan geri dönüşümü mümkün olabilecek materyallerin geri dönüşüm ve kazanımı, bu materyallerin toplanması, taşınması, ayrılması, uzaklaştırılması, bertarafı ve ayrıca alakalı kurum/kuruluş ya da işletmeler marifeti ile bu

malzemelerin arz ve talep ilişkisi içerisinde alınıp satılması ve bu materyallerin değişik hedefler amacıyla tekrardan kullanımını içeren komplike bir sistemdir (Benitez ve ark., 2002). Entegre bir atık yönetiminde sürdürülebilir bir geri kazanım, geri kazanılabilecek maddelerin kaynaktan ayrılması, toplama esnasında ayırma ve bertaraf işlemine tabi tutulacak düzenli depolama alanına gitmeden önce bir merkezde ayırma sistemlerinden birisi tercih edilebilmektedir. Bu sistemlerden geri kazanımın verimi en yüksek sistem ise 'kaynaktan ayırma' sistemi ile geri kazanılabilir maddelerin ayrılarak işleme tabi tutulmasıdır (Berktay ve Pehlivan, 1996; John ve Zordan, 2001). Fakat bu, çok iyi eğitilmiş bir nesil ve entegre planlanmış bir organizasyon gerektirmektedir (Şafak ve Erkal, 1995). Ayrıca atık oranının düşürülmesine yönelik bir tüketim politikası, temiz bir üretim anlayışı, atığın kaynağında ayrıştırılması, ekonomik değeri olanların geri dönüştürülmesi, nihai bertaraf sahalarına gönderilecek atık miktarının bir program çerçevesinde azaltılması sadece kamu ve özel sektörün değil aynı zamanda tüm toplumun söz konusu süreç için harekete geçmesi ve katılımı ile çağdaş bir katı atık yönetim politikasının ana bileşenlerini oluşturmaktadır (Bayram ve ark., 2019). Bu açıdan kaynaktan iyi bir ayırım uygulaması amacıyla toplum desteği şarttır. Bu destek; uygulamanın toplum ve atık üreticilerine uygunluğu, toplumun çevresel hassasiyetlerinin ve eğilimlerinin hali ve kentsel katı atıklara olan bakış açısı gibi faktörlere bağlıdır (Chung ve Poon, 1999).

Katı atık miktarı; o bölgede yaşam sürdüren insanların alışkanlıklarına, eğitim seviyelerine, ekonomik durumlarına, bölgenin gelişmişlik düzeyine, coğrafik konuma, iklimsel özelliklerine ve tüketim alışkanlıklarına göre değişmesi sebebi ile geri kazanım seviyesi sık sık değişmektedir (Woodard ve ark., 2001).

Katı atıkların geri kazanımında en yaygın olarak kullanılan malzemeler plastik ve plastik türevleri, kağıt-karton, cam ve metal atıklardır. Bunun yanı sıra deponi sahasına gidecek atık miktarlarının azaltılması ve atığın değerlendirilerek geri kazanım oranının artırılması için kompost işlemleri de uygulanmaktadır. Geri dönüşebilir materyallerden plastikler, kağıt-kartonlar, camlar ve metaller ambalaj atıkları ile tehlikesiz ve inert atıklar olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu sebeple de ambalaj atıklarını toplamak ve ayırmak için ambalaj atığı toplama ayırma lisansı, tehlikesiz ve inert atık kapsamındaki geri dönüşebilir materyalleri toplamak ve ayırmak için ise tehlikesiz ve inert atık toplama lisansı alınmış olunması gerekmektedir. Bir yerel yönetimde hem geri dönüşebilir atıkların hem de kompostlaştırma işlemi için gerekli olan organik madde potansiyelinin belirlenmesi için atık karakterizasyonu yapılmalıdır.

Katı atıkların organik kısımları tek başlarına veya içerisine yardımcı maddeler katılarak da kompost işlemi gerçekleştirilebilir. Kompostlaştırma; katı atıklardaki ayrışabilir (parçalanabilir) organik bileşenlerin (tarımsal, kentsel ticari vb. atıkların) bakteriler, mikro ve daha üst

düzye organizmalar tarafından biyolojik olarak parçalanarak stabilize edilmiş ve mineralize olmuş humusa dönüştürülme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Kompostlaştırma sırasında organik madde mikroorganizmalar tarafından parçalanır ve karbondioksit, su, enerji ve oldukça kararlı bir son ürün olan humusu oluştururlar (Avcıoğlu ve ark., 2011). Kompost, gübre değildir sadece toprağın yapısal iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Ancak kompostun içerisinde yeteri miktarda azot, fosfor ve potasyum gibi maddeler katılarak üstün kalitede gübre elde edilmesi mümkün olabilmektedir (Uygun, 2012).

Kompostlaştırma hem aerobik hem de anaerobik koşulda gerçekleştirilebilmektedir. Anaerobik şartlarda ayrıştırılan organik maddenin birim ağırlıkta daha az enerji oluşması, ara ürünlerden dolayı koku probleminin açığa çıkması, kompost oluşumu için ihtiyaç duyulan sürenin çok uzun olması, kompostta rol oynayan organizmaların ihtiyaç duyduğu sıcaklık değerlerine ulaşmamasından dolayı kompostlaştırma proseslerinin çoğunluğu aerobik şartlarda gerçekleştirilir. Çoğunlukla kompost denildiği zaman ilk akla aerobik kompostlaştırma gelmektedir (Tanuğur, 2009).

Kompostlaştırma işleminde birçok etmen etkin rol almaktadır. Temel etmenler; nem miktarı, sıcaklık, C/N oranı, porozite ve pH olarak sıralanabilir. Kompostlaştırma prosesinde rol oynayan faktörlerin optimize edilmesi ile kompostlaştırma esnasında besi element kayıpları asgari düzeye çekilebilir ve kompost oluşum süresi kısaltılabilir (Avcıoğlu ve ark., 2011).

Araziye uygulanacak kompost topraktaki organik madde muhtevasını, geçirirliliği az olan toprakların su geçirgenliğini, toprak taneleri arasındaki boşluk oranını ve dolayısıyla da toprağın su tutma kapasitesini de arttırır. Ayrıca bitkilerin köklerinin hareketini kolaylaştırarak kök büyümesini teşvik eder ve toprağın işlenmesini kolaylaştırır. Kompostlaştırma sonucu oluşan humusun araziye verilmesiyle arazinin azot tutulum miktarını arttırarak yer altı sularının azot ile kirlenmemesine yardımcı olur. Humus oranı yüksek arazilerdeki bitkilerin ve yetiştirilen ürünlerin zararlılara ve hastalık yapıcı etmenlere karşı dayanımının yüksek olması beklenmektedir. Bu tarz topraklarda yapılan zirai işlemlerde pestisit kullanımı da azalacaktır. Ayrıca kompost, toprak yapısını değiştirerek poroziteyi arttırmakta ve bu sayede su tutma kapasitesinin de artmasına katkı sağlamaktadır. Bilhassa yağmur ile toprağa düşen suyun yüzey akışı azalarak su erozyonu ve sel risklerini de azaltmaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2011). Kompostlaştırmanın sayılan bu olumlu etkilerinden dolayı hem atık azaltma hem de toprağa yararları söz konusudur. Bu etkileri ve geri kazanım potansiyeli dikkate alındığında kentsel katı atıkların sıfır atık ilkelerine uygun bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Ülkemizde atık üretiminin ve zararlarının engellenmesi ya da geri dönüştürülmesi ve bu geri dönüştürülebilir malzemelerin kaynağında ayrıştırılarak kaynaklarında toplanması gerekliliği zaruri bir durum olduğu

söylenbilir (Bayram ve ark., 2015). Bu amaçla Karaman'da oluşan kentsel katı atıkların kompost ve geri dönüşüm kapsamında değerlendirilme potansiyelleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Karaman ilindeki kentsel katı atıklar Karaman Belediyesi mücavir alanları içerisinde kalan ve Karaman Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü tarafından toplanan atıklar olarak nitelendirilmiştir. Kentsel katı atıkların içerisinde ilçe belediyelerinin atıkları, il özel idarenin topladığı atıklar ve sanayi kuruluşlarının atıkları dahil değildir. Toplam kentsel katı atıkların bilgisi Karaman Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünden alınmıştır. Toplanan ambalaj atığı ve diğer atıklar ile ilgili bilgi Karaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ile Karaman ilinde lisanslı firma olan Yunus Emre Kültür Vakfı İktisadi İşletmesinden temin edilmiştir.

Kompostlanabilir organik madde miktarının ve geri dönüşebilir atık miktarının tespiti için Karaman Belediyeler Birliği'ne bağlı düzenli depolama alanında atık karakterizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Katı atık karakterizasyonu-madde analiz yöntemi olarak dünyada pek çok ülkede uygulanan ve kabul gören Amerikan standartları teknik metotlarına (ASTM American Society for Testing Materials) belirlenmiş olan İşlenmemiş Kentsel Atıkların Kompozisyonlarının Belirlenmesi Standart Yöntemi kullanılmıştır. Buna göre yöntem aşağıda aktarıldığı gibidir.

Atık kompozisyonunun belirlenmesinde;

- Kantar,
- Sabit hacim kabı (1m*1m*1m veya 1m*1m*0,5m),
- Plastik örtü (5m*10m),
- Plastik veya metal kap (katı atık bileşenlerinin sayısına göre),
- Kürek, tırmık, süpürge, eldiven, maske, çizme, baret, gözlük,
- Not defteri ve kalem (tartım sonuçlarını kaydetmek için) gibi malzemeler kullanılmıştır.

Katı atıklar sıkıştırılmalı araçlar ile toplanarak düzenli depolama alanına dökülmektedir. Ayrıca karakterizasyon işlemi de düzenli depolama alanında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra atık karakterizasyonu yapılacak düz bir zemin belirlenmiş ve işlem yapılırken zeminin üzerine 5m*10m boyutlarında dayanıklı plastik bir örtü serilmiştir. Tartım yapılmadan önce kantar kalibre edilmiştir. Ardından boşaltılan yığın halindeki atıklar düzleştirilmiştir. Numune almak üzere sabit hacim kabının (0,5m*1m*1m ölçülerinde 2 adet) içini tamamen dolduracak kadar atık, yığının her bölümünden eşit miktarda olacak şekilde konulmuştur. En son aşamada ayırım yapılacak kapların üzerine karışıklığa sebep olmamak için madde gruplarının adı (plastik, metal, cam vs) yazan etiketler yapıştırılmıştır. Ayırım yapılacak kaplara atıklar ayrıştırıldıktan sonra her bir atık grubu ayrı ayrı bir biçimde kalibre edilmiş kantar ile tartılarak kaydedilmiştir.

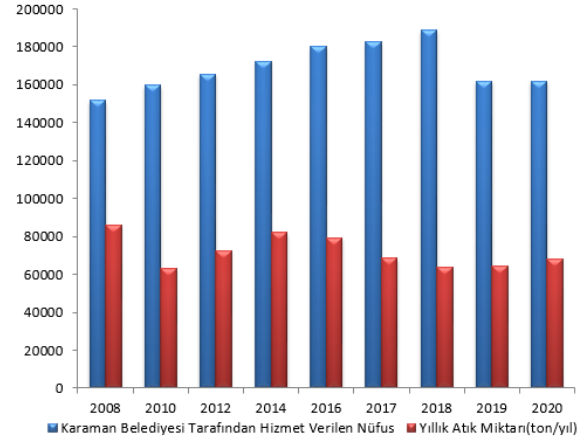
Ayrımı yapılan atıkların karakterize edilecek kısımları aşağıdaki gibidir;

- Organik atıklar (mutfak atıkları yemek artıkları, ekmekek, sebze, meyve),
- Kâğıt Gazete, dergi, defter,
- Karton süt kutusu, meyve suyu kutusu, tetrapak,
- Hacimli karton ve karton kutular,
- Plastik vetüm plastikler,
- Cam, cam şişe, cam bardak, kavonoz,
- Metal teneke kutu, çatal, bıçak,
- Park ve bahçe atıkları (dal, ağaç parçası, çim vs.)
- Diğer atıklardır.

3. Bulgular ve Tartışma

Karaman Belediyesi tarafından atık toplama hizmeti verilen nüfus 2019 verilerine göre 161946 kişidir. Ayrıca İl merkezinde 63 mahalle bulunmaktadır. Karaman Belediyesi tarafından günde ortalama 179013 kg atık toplandığı belirlenmiş ve il merkezinde oluşan atık miktarlarının yıllara göre değişimi Şekil 1’de, oluşan bu

atıklara uygulanan bertaraf yöntemleri Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Karaman ilinde oluşan atık miktarının yıllara göre değişimi.

Tablo 1. Türkiye geneli ve Karaman’da atık bertaraf yöntemlerine göre atık miktarı

		Karaman-70 ton/yıl	Türkiye-TR ton/yıl
Açıkta Yakma	2002	1307	220549
	2004		101623
	2006	4401	246548
	2008		239291
	2010		133876
	2012		104751
	2014		4280
	2016		10172
	2018		6130
	Başka Belediye Çöplüğünde Depolama	2002	3921
2004		2012	788104
2006			565598
2008		1647	347943
2010			418933
2012			447635
2014			187450
2016			73916
2018			49279
Belediye Çöplüğünde Depolama		2004	122649
	2006	117122	11822158
	2008	84557	10052659
	2010	62844	8754470
	2012	50042	8216626
	2014	13625	7521922
	2016	14697	6128904
2018	15412	4185434	

Tablo 1. Türkiye geneli ve Karaman’da atık bertaraf yöntemlerine göre atık miktarı (devam ediyor)

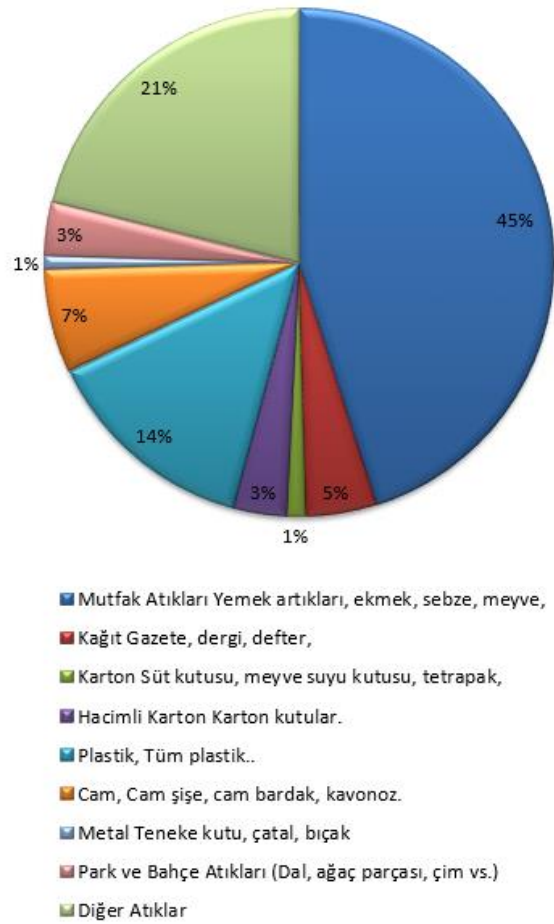
		Karaman-70	Türkiye-TR	
		ton/yıl	ton/yıl	
		2002	2844	715762
		2004		562655
		2006	1825	194730
		2008		73085
	Diğer Bertaraf İşlemleri	2010		122080
		2012		202283
		2014		113843
		2016		41050
		2018		65260
	Diğer Geri Kazanım İşlemleri	2018	7832	3847966
		2008		10947437
		2010		13746876
	Düzenli Depolama	2012	22427	15484196
		2014	67880	17807424
		2016	55986	19337907
		2018	57235	21643796
		2002	1307	499891
		2004		426474
		2006	608	144459
		2008		100486
	Gömme	2010		34295
		2012		94315
		2014		7320
		2016		6680
		2018		1955
		2006		254929
		2008		275737
		2010		194452
Atık Bertaraf Yöntemine Göre Atık Miktar (Ton/Yıl)	Kompost Tesisine Gönderilen	2012		154652
		2014		126485
		2016		146478
		2018		122923
		2004		154735
		2006	730	69828
		2008		47685
		2010		43965
	Nehir, Dere Ve Göle Dökme	2012		33409
		2014	520	15770
		2016	530	530
		2018	536	536

Toplanan bu atıkların %45,08’ini mutfak atıkları, %3,41’ini park ve bahçe atıkları ve %30,36’sını da geri dönüşebilir atıklar oluşturmaktadır. Ayrıca atık karakterizasyon sonuçları Şekil 2’de verilmiştir. Yapılan hesaplama sonucunda Karaman’da kişi başına düşen atık

miktarı 1,15 kg olduğu belirlenmiştir. Kentsel katı atıkların toplanması için 4750 adet sahada yerleştirilmiş konteyner bulunmaktadır. Bu konteynerlerde biriken atıklar sıkıştırılmalı araçlar ile toplanarak düzenli depolama sahasına dökülerek bertaraf edilmektedir. Bu

atıklar ile ilgili bertaraf öncesi başka bir işlem uygulanmamaktadır. Ayrıca lisanslı firma tarafından Karaman'da yerleştirilen 433 adet geri dönüşüm kutusu bulunmaktadır. Bunun yanı sıra hanelere ve işyerlerine dağıtılan 5950 adet iç mekan kutusu bulunmaktadır. Karaman'da geri kazanım için yerleştirilen ekipmanlar Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 1'de Karaman ve Türkiye'de oluşan katı atıklara yapılan muameleler gösterilmektedir. Burada görüldüğü gibi katı atığa yapılan işlemlerde düzenli depolama yönteminde artış gözlenirken diğer yöntemler de ise bir azalma gözlemlenmektedir.

Karaman ilinde uygulanan kaynağında ayırma işlemlerinde günlük ortalama 10380 kg geri dönüşebilir atık lisanslı toplama ayırma tesisleri tarafından toplanmaktadır. Kaynağında ayrı toplanan geri dönüşebilir bu atıkların atık miktarlarının aylara göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 1'de Karaman ilinin nüfusunun ve karaman düzenli depolama alanına, karaman belediyesi tarafından gönderilen atık miktarlarının yıllara göre değişimi verilmektedir. 2016 yılına kadar nüfus artışıyla doğru orantılı bir şekilde düzenli depolamaya giden atık miktarının arttığı, 2016 yılından sonra ise bu oranın bozulduğu ve atık üretim hızının düştüğü görülmektedir. Karaman ili katı atık düzenli depolama sahasında yapılan atık karakterizasyonunun sonuçları Şekil 2'de gösterildiği gibidir. Kentte en fazla oluşan atık %45,08 ile mutfak atıklarıdır ve bunu %30,37 ile geri dönüşebilir atıklar takip etmektedir. Sıkıştırılmalı toplama araçları ile gelen kentsel katı atıkların yoğunluğu 149,41 kg/m³ olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Karaman ili atık karakterizasyon bilgileri.

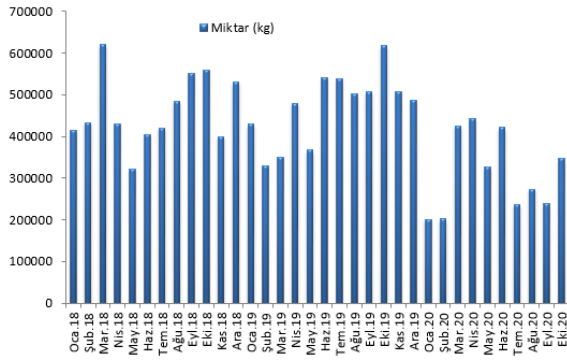
Tablo 2. Yerleştirilen ekipman sayıları ve kullanım oranları

Karaman'da Yerleştirilen Ekipman Bilgileri			
Toplam nüfus(kişi)	161946		
Geri dönüşüm konteyner sayısı	433	Kişi başına düşen geri dönüşüm konteyner sayısı(adet)	374.01
Geri dönüşüm konteyner hacmi (m ³)	2	Geri dönüşüm konteyner başına düşen atık miktarı (kg)	147.12
İç mekan kutu sayısı	5950	Geri dönüşüm konteyner başına düşen atık hacmi(m ³)	2.58
Atık Getirme Merkezi (7 gözlü)	20	Geri dönüşüm konteyner kullanım faktörü	1.29
Karaman ili ortalama atık yoğunluğu(kg/m ³)	149,42	Olması gereken geri dönüşüm konteyner sayısı(adet)	798.29
Günlük geri dönüşebilir atık miktarı (kg)	63703.90	Aylık Toplanan ambalaj atığı miktarı(kg)	311400
Günlük geri dönüştürülebilir atık hacmi (m ³)	1117.61	Kompost Ünitesi	7 adet
Karaman ili ortalama geri dönüşebilir atık yoğunluğu (kg/m ³)	57		

Karaman ilinde geri dönüşebilir atıkların toplanması için yerleştirilmiş ekipman, toplanan atık bilgileri ve potansiyellerine ilişkin bilgiler Tablo 2'de verilmektedir.

Konteyner hacmi olarak ifade edilen kısım konteynerlerin ortalama hacmini ifade etmektedir. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere yerleştirilen ekipman

sayısı geri dönüşebilir atık potansiyeline cevap verebilecek seviyede değildir.



Şekil 3. Kaynağında ayrı toplanan geri dönüşebilir atık miktarı.

Karaman kaynağında ayırma projesi çerçevesinde kaynaktan ayrılarak diğer atıklardan ayrı bir şekilde toplanan atıkların son üç yıldaki aylara göre değişim grafiği incelendiğinde sürekli dalgalı bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Toplanan geri dönüşebilir atıklardaki anlamlı düşüşler genellikle soğuk mevsimlerde olduğu görülmektedir. Bu değerler incelendiğinde 2020 yılının tamamında bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu düşüşün sebeplerinden biri değişen ambalaj atıkları kontrol yönetmeliği ve diğer bir sebebi ise pandemi sürecinde insanların atıklara karşı tutum değişimi olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Karaman'da 2019 verilerine göre yıllık 68270 ton kentsel katı atık oluşmaktadır. Bunun %45,08'ini mutfak atıkları, %3,41'ini park ve bahçe atıkları ve %30,36'sını da geri dönüşebilir atıklar oluşturmaktadır. Karaman ili genelinde lisanslı tesis tarafından toplanan ambalaj atık miktarı günlük ortalama 10380 kg olup, oluşan katı atıkların %5,6'sına tekabül etmektedir. Toplanan ambalaj atığı miktarının geri dönüşebilir atık miktarına oranı ise %18,6 olduğu belirlenmiştir. Karaman ilinde 1000 L/hafta kapasiteye sahip 7 adet otomatik kompost makinesi mevcut olup kompostlaştırma işlemi aktif olarak yapılmamaktadır.

Yukarıda bahsedilen veriler ışığında değerlendirildiğinde Karaman ilinin %30,36 geri dönüşebilir malzeme potansiyeline sahipken sadece bu atıkların %5,6'sı toplanabilmektedir. Yerleştirilen konteyner sayısının toplanan geri dönüşebilir atık miktarına oranlandığında konteynerlerin etkin bir biçimde kullanılmadığı ve konteyner sayısının yeterli olmadığı görülmektedir. Karaman'da kullanılan geri dönüşüm konteynerlerin büyük bir bölümü marketler dikkate alınarak market yanlarına yerleştirilenlerden oluşmaktadır. Bu yerleşim tarzı halkın katılım oranının düşük olmasına neden olmaktadır. Karaman'da geri dönüştürülebilir atık potansiyelinin bu etmenlerden dolayı kullanım oranının %18,6 olduğu belirlenmiştir. Öncelikle mevcuttaki

konteynerler optimize edilerek yeniden yer seçimi yapılmalı ve konteyner sayıları artırılmalıdır. Kaynaktan ayırmanın artırılması için bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı ve halk teşvik edilerek toplama işleminin verimi artırılmalıdır.

Karaman ilinde oluşan kentsel katı atıkların %45,08'ini mutfak atıklarından (organik atık) ve %3,41'i park ve bahçe atıklarından (organik atık) oluşturmaktadır. Bu değer toplamda atıkların %48,5'inin organik atıklardan oluştuğunun bir göstergesidir. Organik atıklar kompost üretiminde kullanılabilirken, Karaman ilinde halihazırda kompostlaştırma yapılmamaktadır. Ayrıca mevcutta bulunan 1000 L/hafta kapasiteye sahip 7 adet kompost makineside kullanılmamaktadır. Bu makineler ile günlük 300 kg kompost üretimi yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çerçevede değerlendirildiğinde kentsel katı atıkların %48,5'i yani günlük 91900 kg organik atık kompost ham maddesi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Karaman ili kentsel katı atıklarının yönetilmesinde kaynaktan ayırmaya özen gösterilmeli, bilinçlendirme çalışmaları artırılmalı, vatandaş teşvik edilmeli ve ekipman miktarları artırılarak yeniden ekipman yerleşim planı oluşturulmalıdır. Ayrıca düzenli depolama alanına toplanarak gelen karışık kentsel katı atıkların doğrudan bertarafı yerine ön işlem tesisi kurularak geri kazanılabilir ürünler ayrıştırılmalıdır. Ön işlem tesisi ile atık ayrıştırılması yapıldığında hem kaynaktan toplanamayan geri dönüşebilir materyaller, hem de kompostlanabilir materyallerin ayrılabilmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca kompostlanabilir organik materyaller ön işlem tesisinin devamı olacak şekilde kurulacak bir kompost üretim tesisinde değerlendirilerek kompost üretimi yapılabilmesi söz konusu olacaktır. Bu sayede ön işlemde gerçekleşecek ayrıştırma neticesinde hem geri kazanım oranları artmış olacak hem de düzenli depolama alanına gidecek atık miktarı azaltılarak düzenli depolama sahasının kullanım ömrünün uzamasına katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak Karaman ilinin geri kazanım potansiyeli ciddiye alınması gereken bir değere sahip olup sıfır atık ilkelerine uygun bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

YAA ve MB araştırma konusunu ve araştırma yöntemlerini belirledi. YAA verileri topladı. YAA ve MB verileri analiz etti. YAA ve MB makaleyi hazırladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu makale Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında "Karaman İlinin Sıfır Atık İlkelerine Uygun Entegre Atık Yönetim Optimizasyonu" isimli doktora tezi çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Argun Y A, Altikat A, Doğru S, Bayram T. 2015. Solid waste management and recycling in Iğdır. International Conference on Civil and Environmental Engineering, 20-23 Mayıs, Cappadocia-Nevşehir, TURKEY, p. 197-207.
- Avcioglu A, Türker U, Atasoy Z, Koçtürk D. 2011. Tarımsal kökenli yenilenebilir enerjiler biyoyakıtlar. Nobel yayınları, 493 s., Ankara, Türkiye.
- Bayar Y. 2008. Ayrı toplanmanın kompostlaştırma üzerine etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.
- Bayram T, Argun Y A, Altikat A, Dogru S. 2015. Management of Solid waste in the sample of a small sized Turkish town, Erzurum. International Conference on Civil and Environmental Engineering, 20-23 Mayıs, Cappadocia-Nevşehir/TURKEY, p. 208-213.
- Bayram T, Argun Y A, Tırınk S. 2019. An evaluation of solid waste management in Turkey. BSJ Eng Sci, 2(3): 88-91. DOI: 10.34248/bsengineering.561447.
- Benitez O, Vega C, Ramirez MA. 2002. Formal and informal recovery of recyclable in Meksicali, Meksico; Handling Alternatives. Resources, Conserv and Recycling, 34: 273-288.
- Berktaş A, Pehlivan E. 1996. Konya Kent merkezinde yaşayanların evsel katı atıkların kaynağında geri kazanılabilirliği konusundaki eğilimlerinin belirlenmesi, Selçuk Üniv Müh Mimarlık Fak Derg, 11: 9-14.
- Chung S, Poon C. 1999. The attitudes of Guangzhou citizens on waste reduction and environmental issues, Resources, Conserv and Recycling, 25: 35-39.
- Demir İ, Altınbaş M, Ankan O. 1999. Katı atıklar için entegre yönetim yaklaşımı. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu' 99, (17-19 Şubat 1999), İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Cilt 3. İstanbul, 252-262.
- Hanay Ö, Koçer N. 2006 Elazığ kenti katı atıkları geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi. Fırat Üniv Fen Müh Derg, 18(4): 507-511.
- John VM, Zordan SE. 2001. Research & development methodology for recycling residues as building materials a proposal. Waste Manag, 21: 213-219.
- Kaseva ME, Gupta SK. 1996. Recycling-an environmentally friendly and income generating activity-towards sustainable solid wastes management, A case study-Dar es Salaam City, Tanzania. Resources Conserv and Recycling, 17: 299-309.
- Kaseva ME, Mbulugwe S, Kassenga G. 2002. Recycling inorganic domestic solid wastes: results from a pilot study in Dar Es Salam City, Tanzania,. Resources, Conserv and Recycling, 35: 243-257.
- Koçer N, Öbek E, Uslu G. 2003. Elazığ kentindeki katı atıkların toplama ve taşıma maliyeti ile çöp sahasının durumu, Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Derg, 15(2): 173-182.
- Leu HG, Lin SH. 1998. Cost-benefit analysis of resource material recycling,resources, Conserv and Recycling, 23: 183-192.
- Seik FT. 1997. Recycling of domestic waste: Early experiences in Singapore. Habitat Int, 21(3): 29-277.
- Şafak S, Erkal S. 1995. Ailelerin evle ilgili faaliyetlerde çevre korunmasına ilişkin davranışlarının incelenmesi. Standart Derg, 405: 84-89.
- Tanuğur I. 2009. Besi tavuğu kümesi atıklarının farklı katı malzemeleriyle aerobik kompostlaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi. Yüksek lisans tezi. 93 s.,İstanbul, Türkiye.
- Tilman C, Sandhu R. 1998. A model recycling program for Alabama. Resources, Conserv and Recycling, 24: 183-190.
- Toröz İ, Arıkan O. 1999. İstanbul'da katı atıkların geri kazanımın incelenmesi. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu'99, 17-19 Şubat 1999, 3: 263-271, İstanbul, Türkiye.
- Uygun S. 2012. Ülkemizde kompost üretimi yapan bazı tesislerdeki mekanizasyon uygulamalarının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi, Ankara, Türkiye.
- Woodard R, Harder MK, Bench M, Philip M. 2001. Evaluating the performance of a fortnightly collection of household waste seperated into compostables, recycles and refuse in the south of England. Resources, Conserv and Recycling, 31: 265-284.



ARICILIK FAALİYETLERİ İÇİN UYGUN YERLERİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ: ŞAVŞAT İLÇESİ ÖRNEĞİ

Eray YILMAZ¹, Faik Ahmet SESLİ¹, Ömer Faruk UZUN^{2*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139, Atakum, Samsun, Türkiye

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul, Türkiye

Özet: Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak "Ağırlıklı çakışma analizi" ile Artvin ili Şavşat ilçesinin arıcılık için en uygun lokasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında bölgenin; 1) Bitki tür çeşitliliği, 2) Su kaynaklarına yakınlığı, 3) Bakı, 4) Yükseklik, 5) Yağış, 6) Eğim, 7) Yerleşim yerlerine ve 8) Yollara olan uzaklık parametrelerinin haritaları oluşturulmuştur. Üretilen haritalara göre ilçenin yüksek dağlarla çevrili bir vadide yer aldığı ve 591 m ile 3250 m aralığında değişen rakım değerlerine sahip olduğu görülmüştür. İlçenin, özellikle kuzey-batı kesimlerinin yüksek eğime sahip olduğu, buna karşın güney-batı yönünün geniş düzlükler içerdiği, bölgenin güney doğusunun yüksek ve düşük eğime sahip olduğu için bolca çayırların yer almaktadır. İç kesimlerde yol ağı ve nehirlerin paralellik gösterdiği, yolların bölgedeki nehir yataklarını takip ettiği belirlenmiştir. Eğim haritası ve yerleşim yerleri haritasının incelenmesinden bölgede dağınık yerleşme tipi görüldüğü, bakı haritasından ise bölgenin yönünün sıklıkla kuzey-batı, güney-güney doğu yönlü olduğu, bölgede birçok vadinin yer aldığı, dağların genelde kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzandığı anlaşılmaktadır. Oluşturulan yağış haritasından, güneyden kuzeye doğru gidildikçe yağış miktarının arttığını, flora haritasından ise yüksekliğin fazla ve eğimin az olmasından dolayı güney kesimlerde çayırlar, iç kesimlerde ise yerleşimlere bağlı olarak tarım alanları izlenmiştir. İç kesimler ve kuzey kesimlerde su kaynaklarına yakınlık ve yağışlardan dolayı orman varlığının fazla olduğu tespit edilmiştir. Ağırlıklı çakışma analizi ile üretilen "uygunluk haritası"na göre lokasyonlar; "Aykırı, Uygunsuz, Orta uygun, Uygun ve En uygun" olmak üzere 5 farklı sınıfa ayrılarak konu paydaşlarının istifadesine sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Arıcılık, Bal verimi, Coğrafi bilgi sistemleri, Flora, Uygun yer seçimi


Determining Suitable Places for Beekeeping Activities with Geographical Information Systems: A Case of Şavşat District


Abstract: In this study, it is aimed to determine the most suitable locations for beekeeping in Şavşat district of Artvin province by using geographic information systems with "weighted overlap analysis". Within the scope of the study, maps of 1) Plant species richness, 2) Proximity to water resources, 3) Slope exposure, 4) Altitude, 5) Precipitation, 6) Slope, 7) Distance to settlements and 8) Roads were created. According to the maps produced, it was seen that the district is located in a valley surrounded by high mountains and has an altitude between 591 m and 3250 m. Since the north-west part of the district has a high slope, whereas the south-west direction contains wide plains, the south-east of the region has high and low slopes, so there are wide meadows. It has been determined that road directions and rivers show parallelism in the inner parts, and the roads follow the river beds in the region. Scattered settlement type was seen in the region from the examination of the slope map and the map of settlements. It is understood from the Baku map that the direction of the region is often north-west, south-southeast, that there are many valleys in the region, and that the mountains generally extend in the northwest-southeast direction. It is understood from the slope exposure map that the direction of the region is often north-west, south-southeast, that there are many valleys in the region, and that the mountains generally extend in the northwest-southeast direction. From the precipitation map created, the amount of precipitation increases from the south to the north, and from the flora map, meadows in the southern parts and agricultural areas in the inner parts depending on the settlements were observed due to the high altitude and low slope. It has been determined that the presence of forests is high in the interior and northern parts due to the proximity to water sources and rainfall. Locations by target markets with targeted collision analysis in the USA; demonstrating the subjects in use by dividing them into 5 different classes as "Contrary, Inappropriate, Moderately appropriate, Appropriate and Most appropriate".

Keywords: Beekeeping, Honey yield, Flora, Geographical information, Selection of suitable place

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul, Türkiye

E mail: omerfarukuzunomu@gmail.com (Ö.F. UZUN)

Eray YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0002-8946-7541>

Faik Ahmet SESLİ  <https://orcid.org/0000-0001-8352-734X>

Ömer Faruk UZUN  <https://orcid.org/0000-0002-0391-4495>

Gönderi: 04 Haziran 2021

Kabul: 15 Haziran 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Received: June 04, 2021

Accepted: June 15, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Yılmaz E, Sesli FA, Uzun ÖF. 2021. Determining suitable places for beekeeping activities with geographical information systems: a case of Şavşat district. BSJ Eng Sci, 4(3): 111-116.

1. Giriş

Arıcılıkta bal verimi bakımından koloniler arasında ortaya çıkan farklılıkların yaklaşık % 15'i koloni gücü ve

çalışkanlığı, % 85'inin ise nektar ve polen kaynaklarının çeşidine ve bolluğuna dolayısıyla çevre koşullarına bağlı olduğu ifade edilmektedir (Çevrimli, 2017). Bu bakımdan

BSJ Eng Sci / Eray YILMAZ ve ark.



Artvin ilinin Şavşat ilçesi doğal coğrafyasının sağladığı imkânlar ile arıcılık açısından çok zengin bir potansiyele sahiptir. Çok kısa mesafeler içerisinde önemli rakım farklılıklarının olduğu Şavşat'ın topoğrafik yapısı, sahanın floristik çeşitlilik ve zenginliğine önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle reçine kaynağı olan ladin, göknar ve sarıçam gibi iğne yapraklılar ile zengin çiçek varlığına sahip olan çayır ve meralar bu açıdan eşsiz bir potansiyel oluşturmaktadır. Coğrafyanın rakım farklılıkları, bitkilerin çiçeklenme evrelerinde ve sürelerinde farklılaşmaya neden olması ile arıların daha uzun süre bu kaynaklardan faydalanabilmelerine olanak sağlar. Nitekim, alanın hem topoğrafyası ve hem de bitki örtüsü özellikleri arıcılık için eşine az rastlanır ortamların oluşmasına vesile olmaktadır. Bütün bunlara ek olarak, doğal su kaynaklarının bol olması ile tarımsal ilaçların yok denecek kadar az kullanılması ve dolayısıyla da bitkisel üretimin organik olması, ilçenin arıcılık potansiyelini üst seviyelere çıkaran unsurlar arasında gösterilebilir. Nitekim 2006 yılında Şavşat'ı ziyaret eden Dünya Arıcılar Birliği yetkilileri de ilçenin arıcılık açısından oldukça uygun koşullara sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Tüm bu olumlu faktörlere bağlı olarak diğer hayvancılık faaliyetlerinin aksine Şavşat'taki arıcılık faaliyetlerinde hem kapsam hem de üretim anlamında önemli artışlar yaşanmaktadır. Gerek kovan sayısı ve gerekse bal üretimi son yıllarda artış göstermektedir. Nitekim 1991 yılında 28 ton olan ilçe bal üretimi, 2015 yılında 84 tona ulaşmıştır. Şavşat'ta üretilen ballar büyük oranda çiçek balı olup, oldukça kalitelidir. Nitekim

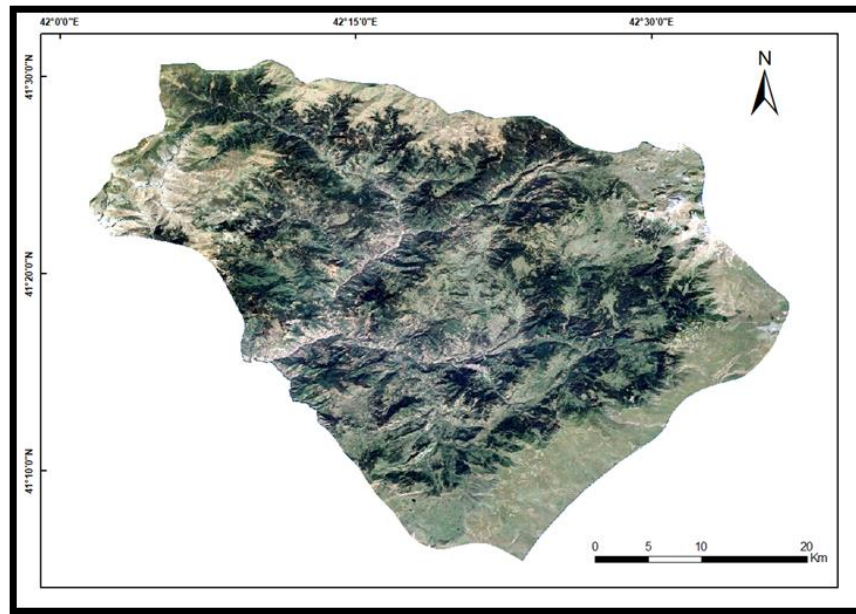
Şavşat'ın Sarıçayır yaylasında üretilen bal, 2012 yılında düzenlenen 16. Uluslararası Tarım Fuarı'nda, "Sarıçayır Sönmüş Karakovan Balı" adıyla dünyanın en iyi balı seçilmiştir.

İlçede arıcılık anlamında olumlu gelişmeler yaşanmasına rağmen, sahip olunan potansiyelin tam anlamıyla kullanıldığını söylemek mümkün değildir ve alınacak çok yol vardır. Bu anlamda ilçenin arıcılık faaliyetleri için uygun üretim bölgelerinin ve kapasitelerinin belirlenmesi, bu kaynaklardan en üst düzeyde yararlanmayı, dolayısıyla üretim ve verimliliği artırmayı sağlayabilecektir (Aydın, 2014; Erdoğan, 2007). Benzer çalışmalar Konya (Ceylan ve Sarı, 2017) ve İzmir illeri için yapılmıştır (Yalçın, ve ark., 2019). Bu çalışmalarda konuma dayalı her türlü grafik veri ve sözel veriyi entegre ederek kullanıcıya sunan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmıştır. CBS bu türlü bilgileri üretmede daha az maliyetle, çok daha hızlı ve doğru sonuçlar ortaya koyduğundan kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada CBS teknikleri kullanılarak ve "Çok ölçütlü karar analizi yöntemi"nden faydalanılarak Şavşat ilçesinde arıcılık faaliyetleri için en uygun alanların tespiti yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma sahasını oluşturan Artvin ilinin Şavşat ilçesi (Şekil 1) Türkiye'nin en kuzeydoğusunda yer almakta olup, nüfusu 2020 yılı itibarıyla 17.024 kişidir (TÜİK, 2021). İlçenin ekonomisi büyük ölçüde tarım ve hayvancılığa dayalıdır (TÜİK, 2021).



Şekil 1. Şavşat Uydu Görüntüsü

Çalışmada ArcGIS 10.3 Desktop yazılımı kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasını ilgili kurumlardan dokümanter veri temini oluşturmuştur. Tablo 1'de çalışmada kullanılan veriler ve bu verilerin temin edildiği kaynaklar görülmektedir. Çalışmadaki "Uygunluk haritası" oluşturulurken çok ölçütlü karar verme analizinde

aşağıda verilen; yükseklik, eğim, baki, flora, yağış, su kaynaklarına, yola ve yerleşime olan uzaklık faktörleri kriterleri kullanılmıştır.

1) Flora: Bölgenin florası arıcılık için en önemli kriterlerden biridir. Bölgede bitki türü çeşitliliği olarak tanımlanabilecek flora, arı verimini ve bal kalitesini

- doğrudan etkilemektedir (Kouchner ve ark., 2019).
- 2) Su Kaynaklarına Yakınlık: Arıların faaliyetlerinde, su önemli bir yer tutmaktadır. Kovanların su kaynaklarına yakın olması verim ve kalite için gereklidir (Zoccali, ve ark., 2017).
- 3) Bakı: Arıların faaliyet ve üretimlerinde kovanların yönü önemlidir. Arı kovanlarının yerleştirilmesinde güney yönü öncelikli olmalıdır, kuzey yönü tercih edilmemelidir (Güler, 2006).
- 4) Yükseklik: Yüksek yerlerde gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Geceleri hava sıcaklığının fazla düşmesi nedeniyle arıların bal tüketimi artar. Bu yüzden yüksek yerler arıcılık için elverişli değildir (Güler, 2006).
- 5) Yağış: Florayı ve bitkilerin çiçeklenme süresini doğrudan etkileyen bir özelliktir (Ceylan ve Sarı, 2017).
- 6) Eğitim: Topoğrafyaya bağlı olarak arıcılık faaliyetlerini

- etkileyen bir kriterdir. Eğimin az olması verim için önemlidir.
- 7) Yerleşime uzaklık: Arıcılığın temiz hava koşullarında yapılması önemlidir. Bu yüzden arıcılık yapılacak bölgenin, yerleşim bölgelerinden uzak olması, hava kirliliği gibi arıcılık için olumsuz çevresel faktörleri engeller.
- 8) Yollara Uzaklık: Arılık yerleri belirlenirken, yollara olan uzaklık önemli bir etmendir. Arılık yerlerinin yollara yakın olması, üretim ve bakım maliyetini düşürmektedir. Ancak yol üzerindeki araçların ürettikleri gazlar, yol çevresindeki florayı olumsuz etkilemektedir. Ayrıca arıların yollara çok yakın olması durumunda nektar arayışı sırasında yoldan geçerken araçlara çarpması ve toplu ölümler yaşanması muhtemeldir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan veriler ve veri kaynakları

Veri Adı	Veri Kaynağı
İlçe Sınırı	Harita Genel Müdürlüğü
Yerleşim Yeri ve Uydu görüntüsü	Google Earth Pro
Sayısal Yükseklik Modeli*	ALOS – PALSAR
Kara Yolu ve Su Kaynakları	Open Street Map
Flora**	CORINE 2018
Yağış	Climate-Data.Org
Arıcılık Yönetmeliği (Yasal kriter)	Resmi gazete

7 ve 8. Kriterler için 30 Kasım 2011 tarihinde 28128 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan Arıcılık Yönetmeliği'nin 5. Maddesinin "k" fıkrasında "Arılıklar, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yoldan en az 200 metre, stabilize ara yollarda ise en az 30 metre uzaklığa yerleştirilir" ve "l" fıkrasında "Sabit arıclar ise kolonilerini köy ve beldelerde çevreye rahatsızlık vermeyecek şekilde ve insanların toplu olarak hizmet aldıkları cami, okul, sağlık ocağı, karakol gibi benzeri alanlardan en az 200 metre uzağa yerleştirir. Yerleşimin dağınık olduğu bölgelerde ise bu mesafe en yakın eve en az 50 metre olmalıdır" hükümleri dikkate alınmıştır (Anonim, 2021).

Çalışma için temin edilen bu 8 kritere ait veriler çalışmaya uygun hâle getirilmesi ve bu verilerden yararlanılarak çalışma için gerekli yeni veriler üretilmesi için bir dizi işlem yapılmıştır. Sayısal yükseklik modeli verisinden, yükseklik, eğim, bakı katmanları türetilmiştir. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü üzerinde sayısallaştırma yapılarak yerleşim yerleri ortaya çıkarılmıştır. Yağış verisi, noktasal veri şeklinde temin edilmiş olup, bu veri üzerinde Kriging yöntemi ile enterpolasyon yapılarak alansal yağış verisi elde edilmiştir. Open Street Map'ten temin edilen yol verisinde bazı köy yollarının olmadığı tespit edilmiş ve altlık olarak online harita kullanılarak eksik olan yollar tamamlanmıştır.

Çalışma CBS ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma yöntemi olarak birçok kriteri birlikte değerlendirerek alternatiflere değerler atama süreci olarak ifade edilen

çok ölçütlü karar analizi yöntemi seçilmiştir (Karaatlı ve ark., 2015; Alkılınc ve ark., 2021). Bu analiz yöntemi, ağırlıklı çakıştırma (weighted overlay) aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada birden fazla katmanın (incelenen kriterler) kendi içlerinde ve birbirlerine göre ağırlıklandırılması, sonrasında üst üste bindirilmesi ile yeni katman elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Esri (2014)'nin de belirttiği gibi ağırlıklı çakıştırma raster veri üzerinde çalıştığından öncelikle raster olmayan veriler raster veri formatına dönüştürülmüştür. Girdi raster verilerinin değerleri ortak bir değerlendirme ölçeğine, uygunluğuna veya benzer bir birleştirici ölçeğe göre yeniden sınıflandırılmıştır. Sonrasında raster verinin, önem derecesi ile her bir giriş raster verisinin hücre değerleri çarpılmıştır. Çıktı tarafından raster verisini üretmek için ortaya çıkan hücre değerleri eklenmiştir. Her bir raster katmanı önemi veya yüzde etkisine göre ağırlıklandırılmıştır. Atanan değerlerin toplamı 100'e eşit olduğu kontrol edilmiştir. Yapılan işlemlerin ardından yeni bir katman oluşturulmuştur. Elde edilen bu nihai katman ile analiz için dikkate alınan 8 kritere göre oluşturulan uygunluğu haritası üretilmiştir. Çalışmanın aşamaları ayrıntılı olarak aşağıda verilmiştir.

2.1. Sınıf Aralıklarının Belirlenmesi

Her bir kriter için veri aralıkları yani sınıf değerleri belirlenirken bu konuda daha önce yapılmış çalışmalar, uzman görüşleri ve verinin yapısı başka bir ifadeyle verinin maksimum ve minimum değerleri, veri içerisinde yaşanan kırılma değerleri dikkate alınmıştır. Her bir

kriter için sınıf aralıkları belirlendikten sonra 1'den 9'a kadar olan önem derecelendirmeleri ilgili sınıf aralıklarına atanmıştır. Tablo 2'de çalışma için belirlenen sınıf aralıkları ve önem dereceleri yer almaktadır. Sınıf aralıklarının belirlenmesi ve önem derecelendirmesi işlemlerinden sonra veriler, ilgili sınıf aralıklarına uygun hâle getirilmiştir. Bakı, eğim, yükseklik verilerinin sınıf

sayıları ve sınıf aralıkları ArcGIS programında gerekli şekilde düzenlenmiştir. Su kaynaklarına, yollara, yerleşim yerlerine olan uzaklıklar ArcGIS üzerinden "multiple buffer" işlemi uygulanarak oluşturulmuştur. Yağış verileri, noktasal bazda elde edilmiş olup bu noktalardan yola çıkarak "Kriging enterpolasyonu" ile alansal yağış verileri elde edilmiştir.

Tablo 2. Kriter sınıf aralıkları ve önem dereceleri

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flora	Şehir	Kayalık Alanlar	-	Tarımsal	Seyrek Bitki Alanları	-	Meralar/Çayırlar	Doğal Bitki Alanları	Ormanlar
Su Kaynak.	8000>	8000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	1000
Bakı	Kuzey	K.Doğu-K.Batı	-	-	Batı-Doğu	-	-	G.Doğu-G.Batı	Güney
Yükseklik	2750>	2500-2750	2200-2500	1900-2200	1750-1900	1500-1750	1200-1500	750-1200	750<
Yağış (mm)	650	700	750	800	850	900	950	1050	1050>
Eğim	50-80	40-50	30-40	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10	0-5
Yollar	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000>
Yerleşim	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000>

2.2. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriter ağırlıklarının doğru belirlenebilmesi için çalışma alanında uzun periyotlu gözlemler, bölgeyi iyi bilen uzman görüşleri, yıllara ve bölgelere bağlı zamansal ve bölgesel verim analizleri vb. çalışmalar gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında gerekli olan uzun süreli gözlem ve gözlemlere bağlı analizler yapılmamış olup kriterlerin ağırlıklı değerleri Ceylan ve Sarı (2017)'dan alınmıştır. Çalışmada kullanılan kriterlere ait ağırlıklar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterler ve ağırlık değerleri

Kriter	Ağırlık Değeri
Flora	0.44
Su Kaynaklarına Uzaklık	0.15
Bakı	0.12
Yükseklik	0.10
Yağış	0.08
Eğim	0.04
Yollara Uzaklık	0.04
Yerleşime Uzaklık	0.03

Ağırlıklı Çakıştırma Analizi (Weighted Overlay Analysis) Ağırlıklı çakıştırma analizi için öncelikle veriler çakıştırma analizine uygun hâle getirilmiştir. Ağırlıklı çakıştırma analizi, raster veriler üzerinde çalışmaktadır. Bunun için su kaynaklarına uzaklık, yollara olan uzaklık ve yerleşim yerlerine olan uzaklık katmanları vektör veri formatından raster veri formatına dönüştürülmüştür. Çalışmada kullanılan diğer kriterlerin katmanları raster veri formatındadır. Ağırlıklı çakıştırma analizinde, katmanlara ait veriler, aralık olarak değil tekil değerler şeklinde olması gerektiğinden kriterlere ait tüm raster katmanlar "reclassify" yöntemi aracılığıyla yeniden sınıflandırılarak tekil değerler oluşturulmuştur. Yeniden sınıflandırma işlemi sonrasında "weighted overlay" aracında tüm katmanlar, veri değerleri, önem dereceleri

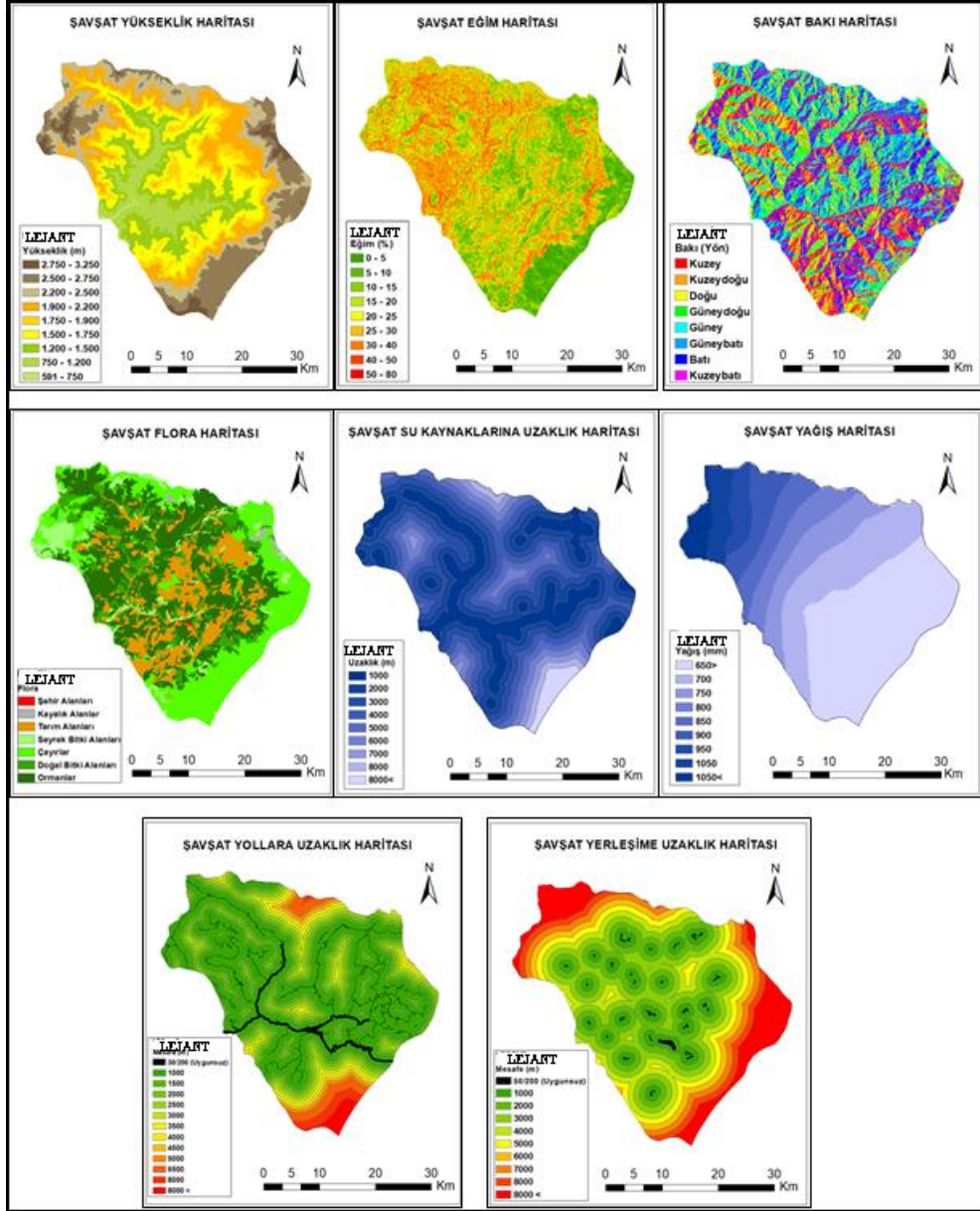
ve ağırlık bilgileri girilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu arıcılık için en uygun yerleri gösteren yeni bir katman üretilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

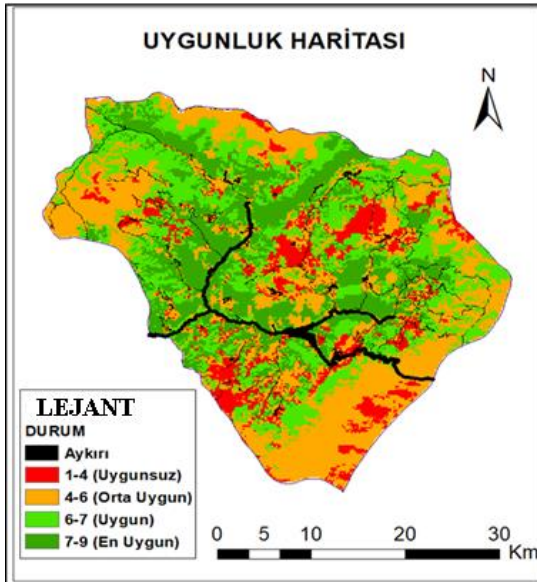
Çalışmada kullanılan veriler kullanılarak yapılan analizler sonucunda oluşturulan yükseklik, bakı, eğim, flora, su kaynaklarına uzaklık, yağış, yollara ve yerleşim yerlerine olan uzaklık haritaları Şekil 2'de gösterilmiştir. Üretilen haritalar incelendiğinde çalışma bölgesi olan Artvin'in Şavşat ilçesinde çevresi yüksek dağlarla çevrili bir vadiye yer aldığı, 591 m ile 3250 m aralığında yüksekliğe sahip olduğu, özellikle kuzey batı kesimlerinin yüksek eğime sahip olduğu, buna karşın güney batı yönünün geniş düzlükler içerdiği, bölgenin güney doğunun yüksek ve düşük eğime sahip olduğu için bolca çayırların yer aldığı, iç kesimlerde yol ağı ve nehirlerin paralellik gösterdiği, yol ağının bölgedeki nehir yataklarını takip ettiği tespit edilmiştir.

Eğim haritası ve yerleşim yerleri haritasına bakarak bölgede fazlaca engebe olduğu için dağınık yerleşme tipinin görüldüğü, bakı haritası incelendiğinde bölgenin bakı yönünün sıklıkla kuzey batı, güney- güney doğu yönlü olduğu, bölgede birçok vadinin yer aldığı, dağların genelde kuzeybatı- güneydoğu yönlü uzandığı anlaşılmıştır. Yağış haritasına bakıldığında güneyden kuzeye doğru gidildikçe yağış miktarının arttığı bunun nedeninin de kuzey kesimlerin denize daha yakın olmasından dolayı denizel etkiye daha fazla maruz kalması olduğu düşünülmektedir. Flora haritası incelendiğinde yüksekliğin fazla ve eğimin az olmasından dolayı güney kesimlerde (Ardahan Platosu) çayırların görüldüğü, iç kesimlerde yerleşimlere bağlı olarak tarım alanlarının görüldüğü, iç kesimler ve kuzey kesimlerde su kaynaklarına yakınlık ve yağışlardan dolayı orman varlığının fazla olduğu tespit edilmiştir. Ağırlıklı

çakıştırma analizi sonucu üretilen uygunluk haritası ise Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 2. İncelenen kriterlere ait haritalar



Şekil 3. Uygunluk haritası

4. Sonuç

Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak arıcılık için en uygun yer seçiminin tespitinin amaçlandığı bu çalışma sonucunda Şekil 3'te görülebileceği üzere çalışma sahası; 1) Aykırı, 2) Uygun, 3) Orta uygun, 4) Uygun ve 5) En uygun olarak sınıflandırılmış ve konu paydaşlarının kullanımına sunulmuştur. Çalışma sonucunda üretilen uygunluk haritası bölge özelinde olup, arıcılık için uygun olup olmama durumu bölgenin kendi içerisinde değerlendirilmelidir. Her bölgenin ekolojisi birebir aynı olmadığı için farklı bölgelerde yapılan çalışma sonuçları ile kıyaslama yapmak doğru olmayacaktır. Farklı bölgelerde yapıлып her iki bölgede de örneğin "Uygunsuz" sınıfına giren lokasyonlar arasında farklılık olabilir. Diğer yandan hem ulusal hem de uluslararası anlamda tarım ve hayvancılığın politika belgelerinde fazlaca yer alması gelecekte bu konuların fazlaca gündemde

olacağının en büyük göstergesidir. Bu bağlamda bu tarz bilimsel çalışmaların tarım ve hayvancılığa öncülük etmesi verimlilik konusunda büyük faydalar sağlayacaktır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit katkı oranına sahiptir ve yazarlar makaleyi inceleyip onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Alkırınç E, Cenani Ş, Çağdaş G. 2021. Bisiklet paylaşım istasyonlarının belirlenmesi: CBS tabanlı çok kriterli karar verme yaklaşımı. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Derg, 23(2): 471-489.
- Anonim. 2021. Arıcılık Yönetmeliği. Resmî Gazete Tarihi: 30.11.2011 Resmî Gazete Sayısı: 28128. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15529&MevzuatTur=7&Mevzuat Tertip=5> (Erişim tarihi: 04 Mayıs 2021)
- Aydın A. 2014. Ardahan ilinde arıcılık faaliyetleri ve sorunları. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ceylan D, Sarı F. 2017. Konya ili için çok ölçütlü karar analizleri ile en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. Uludağ Arıcılık Derg, 17(2): 59-71.
- Crane E. 1999. Recent research on the world. IBRA Autumn. Library Services City University London.
- Çevrimli M. 2017. Arıcılık işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi: Ege Bölgesi örneği. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, Ankara.
- EC. 2020. Honey Market Presentation. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/animals_and_animal_products/documents/market-presentation-honey-autumn2020_en.pdf (Erişim tarihi: 09 Mayıs 2021)
- Erdoğan Y. 2007. Rezistanslı ve fanlı ahşap ve tectritli kovanlardaki balarısı(*Apis mellifera* L.) kolonilerinin performansı. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı,

Erzurum.

- FAO. 2018. Food and agriculture organization of the united nations statistics division. Beekeeping Statistics.
- Genç F. 1993. Arıcılığın temel esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 149.
- Genç F, Dodoloğlu A. 2002. Arıcılığın temel esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:166.
- Güler A. 2006. Bal arısı (*Apis Mellifera*). Ondukuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun. No: 55.
- Karaath M, Ömürbek N, Budak İ, Dağ O. 2015. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile yaşanabilir illerin sıralanması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Derg. 33: 215-228.
- Kekeçoğlu M, Rasgele P. 2012 Düzce ili Yığılca ilçesindeki arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. Uludağ Arıcılık Derg, 13(1): 23-32.
- Kekeçoğlu M, Gürcan E, Soysal M. 2007 Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg. 4: 227-236.
- Kouchner C. 2019. Bee farming system sustainability: An assessment framework in metropolitan France. Agricultural Systems 176: 1-8.
- Kösoğlu M, Yılmaz E, Doğaroğlu M. 2006. Tarihimizde arıcılık. Bilgin, 1: 39-43.
- Kumova U. 2000. Ülke arıcılığını çağdaştırma konusunda öneriler. Teknik arıcılık 70: 5-10.
- Sandal E, Kan C. 2013. Bingöl ilinde arıcılık faaliyetleri. Türk Coğrafya Derg, 60: 1-12.
- Sert D. 2017. Arıcılık faaliyetlerinde ekonomiklik analizi: Isparta ili örneği. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Isparta.
- Solak İ. 2013. Osmanlı İmparatorluğu dönemi'nde Anadolu'da arıcılık. M. T. Hasan bahar içinde, tarihçiliğe adanmış bir ömür: Prof. Dr. Nejat Göyünc'e armağan (s. 347). Selçuk Üniversitesi, Konya
- Soysal M, Gürcan E. 2005. Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg, 2(2):161-165
- TÜİK. 2021. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2020 <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> (Erişim tarihi: 04.04.2021)
- Yalçın H. 2019. Coğrafi bilgi sistemleri ile uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sci and Technologies, 1(2): 1-15.
- Zoccali P. 2017. A novel GIS-based approach to assess beekeeping suitability. Saudi J Biological Sci, 24: 1045-1050.



ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ BENLİK SAYGISI VE İSTATİSTİK TUTUMU İLİŞKİSİ

Taner TUNÇ^{1*} Funda YUMUK¹, Erdiñç KOLAY²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

²Sinop Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, 57000, Sinop, Türkiye

Özet: İstatistik, matematik temelli özgün bir bilim dalıdır. İstatistik ile hem sayısal hem de sözel temelli kavramlara ölçme, değerlendirme ve yorumlama yapılabilmektedir. Bu nedenle her bilim dalı istatistik biliminden faydalanmakta ve birçok anabilim dalında istatistik dersi okutulmaktadır. Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrencilerinin istatistik dersine karşı olan tutumlarının benlik saygısı ve problem çözme yeteneklerinden nasıl etkilendiği incelenmiştir. Araştırmaya Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin çeşitli bölümlerinde öğrenim görmekte olan 501'i kadın 533'ü erkek olmak üzere 1034 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak İstatistik Tutum Ölçeği (İTÖ), Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği (BSÖ), Problem Çözme Envanteri (PÇE) ile demografik bilgilerin yer aldığı 3 ölçekli bir anket formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerle istatistiksel olarak anlamlı bir yapısal model önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yapısal eşitlik modellemesi, İstatistik tutum ölçeği, Benlik saygısı, Problem çözme


The Relationship between Students' Problem Solving Skills, Self-Esteem and Statistics Attitudes


Abstract: Statistics is a distinctive science based on mathematics. Measurement, evaluation and interpretation of both numerical and verbal based concepts can be done with statistics. For this reason, every branch of science makes use of statistical science and many departments teach statistics courses. In this study, Ondokuz Mayıs University students' attitudes towards the statistics course were affected by their self-esteem and problem-solving abilities. 1034 students, 501 of whom were women and 533 of whom were men, participated in the study in various departments of Ondokuz Mayıs University. A 3-scale questionnaire with statistical attitude scale (ITO), Rosenberg self-esteem scale (BSÖ), Problem solving inventory (PCE) and demographic information was used as a data collection tool. A statistically significant structural model has been proposed with the data obtained.


Keywords: Structural equation modeling, Statistical attitude scale, Self-esteem, Problem solving

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: ttunc@omu.edu.tr (T. TUNÇ)

Taner TUNÇ  <https://orcid.org/0000-0002-5548-8475>

Funda YUMUK  <https://orcid.org/0000-0002-7027-5320>

Erdiñç KOLAY  <https://orcid.org/0000-0001-7436-3152>

Gönderi: 07 Haziran 2021

Kabul: 16 Haziran 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Received: June 07, 2021

Accepted: June 16, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Tunç T, Yumuk F, Kolay E. 2021. The relationship between students' problem solving skills, self-esteem and statistics attitudes. BSJ Eng Sci, 4(3): 117-125.

1. Giriş

İstatistik dersi, sözel ya da sayısal bölüm fark etmeksizin üniversitede okuyan öğrencilerin akademik çalışmalarına ışık tutmak, özgünlük katmak ve çalışmalarını en doğru şekilde analiz etmelerine yardımcı olmaktadır. Psikolojide Yapısal Eşitlik Modellemesinin; Mühendislikte, Regresyon analizinin; Ziraatte, Deney Tasarımının; Tıpta, Sağlık bilim analizinin kullanılması gibi örnekler verilebilir. Ayrıca istatistik bilimi veri madenciliği, ekonometri, aktüerya, biyoistatistik gibi alanların temelini oluşturmaktadır.

İstatistik, bilimsel araştırmalarda hem öğrenciler hem de akademisyenler için çok elzem olmasıyla birlikte istatistik öğrenme aşamasında öğrenciler kaygı yaşayabilmektedir. Üniversite öğrencileri matematiksel olmayan derslerde göreceli olarak daha düşük sınav kaygısına düştüklerini ifade etmektedirler (Richardson ve Suinn, 1972). Öğrencilerin bu görüşünü destekler

mahiyette Richardson ve Woolfolk (1980) matematik gibi zor kabul edilen derslere ait sınavlarda ortaya çıkan sınav kaygısının diğer derslerinin sınavlarına göre daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Matematiksel sınav kaygısı ile ilgili araştırmalar ortaya çıkarmıştır ki, matematikteki temel eksiklik ile düşük matematiksel benlik kavramı, matematiksel sınav kaygısını güçlendirmektedir (Burton ve Russel, 1979; Smith, 1981; Köklü, 1994). Robert ve Saxe (1982) geliştirdikleri istatistik tutum ölçeğinin geçerliliğine yönelik yaptıkları çalışmalarında öğrencilere bir dizi ön test ve son test uygulamışlardır. SAS programı yardımı ile yaptıkları analizler ile bilişsel ve bilişsel olmayan değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Waters ve ark. (1989) istatistik kursuna yeni başlayan öğrenciler üzerinde istatistik tutum araştırması yapmışlardır. Kursun başında ve sonunda uyguladıkları Roberts ve Bilderbac (1980) ve Roberts ve Saxe (1982) tarafından geliştirilen iki ayrı



istatistik tutum ölçeği arasındaki farkı incelemişlerdir. Onwuegbuzie (2000) kanonik korelasyon analizi kullanarak öz benliğin (self-perception) 7 boyutunu ve istatistik kaygısının 6 boyutunu incelemiştir. Hilton ve ark. (2004), istatistiğe giriş dersine kayıtlı 4910 öğrencinin istatistiğe yönelik tutumlarını, hem dönem başında hem de dönem sonunda İstatistiğe Yönelik Tutumlar Anketi (Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS) kullanarak ölçmüşlerdir. Vanhoof ve ark. (2006) çalışmalarında Wise (1985)'in İstatistiğe Karşı Tutum (Attitudes Towards Statistics) ölçeğini kullanarak, istatistik dersi alan Eğitim Fakültesi öğrencilerinin, istatistiğe karşı olan tutumlarını ve bu tutumlarının kısa ve uzun dönem sınav sonuçları ile ilişkisini incelemişlerdir. Baloğlu ve ark. (2007) çalışmalarında kanonik korelasyon teknikleri kullanarak istatistik kaygısı ve istatistik kaygısına yönelik tutumlar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. DeVaney (2010) kampüste ve çevrimiçi istatistik derslerinde, lisansüstü öğrencilerinin istatistiksel kaygı ve tutum seviyelerini karşılaştırmıştır. Macher ve ark. (2013), kaygının genel bir eğilimi olan, istatistik kaygısının, istatistiksel tutumlarının ve sürekli kaygının, hem kaygı deneyimlerini hem de sınavlardaki başarıyı nasıl etkilediklerini araştırmışlardır. Sesé ve ark. (2015) Sağlık Bilimleri bölümündeki istatistik derslerine kayıtlı olan 472 öğrencinin, matematik altyapıları (math background), sürekli kaygıları, sınav kaygıları, istatistik kaygıları, istatistiğe yönelik tutumları ve istatistik performansları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir, kullandıkları Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modeling) yaklaşımı, tutumların, performansın daha güçlü doğrudan tahmin edicileri olduğunu ve istatistik kaygısı ve performans arasındaki ilişkiyi tam olarak açıkladığını göstermiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 1034 öğrenciden, kabiliyet/özelliklerini belirleyebilmek ve algı derecesini ölçebilmek için Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği ile problem çözme kabiliyetini ölçmek için geliştirilmiş olan Problem Çözme Envanteri Envanteri ile öğrencilerin istatistik dersine karşı sevgi-ilgi, kaygı-nefret, fayda-önem tutumlarını ölçmek için geliştirilen İstatistik Tutum Ölçeği ile veri seti elde edilmiştir.

Öncelikle her ölçek için Doğrulamalı Faktör Analizi yapılmış, daha sonra tüm ölçekler kullanılarak Yapısal Eşitlik Modeli elde edilmiştir.

2.1. Yapısal Eşitlik Modelleri

Yapısal Eşitlik Modelleri (YEM), geniş kapsamlı olarak gözlenen ve gizil değişkenlerin birbirleri arasındaki nedensel ilişkinin yer aldığı doğrusal modellerin test edilmesinde kullanılan analiz yöntemidir (Reisinger ve Turner, 1999).

YEM, sosyal bilimler başta olmak üzere eğitim, psikoloji, pazarlama gibi birçok alanda incelemede kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. (Reisinger ve Turner, 1999; Timm, 2002; Tomer, 2003; Kline, 2005).

YEM, işlem yaparken modele dahil olan değişkenlerdeki ölçüm hatalarını da hesaba dahil eder. Bunu gerçekleştirirken de her ölçüm için hata terimini modele ekler. Eğer hata terimlerine ait varyanslar incelenen veri setindeki modelle uyumluluk gösterirse, bu durumda ilgili varyanslar tahmin parametresi özelliğine sahip olurlar. Hata değişkenlerinin önemli olduğu söylenebildiğinde, hata terimleri için kurulan hipotez testleri kurulabilmektedir. Modellerde, ölçümlenen değişken ikilileri arasındaki korelasyon matrisleri veya kovaryans matrisleri esas alınarak incelenmektedir (Bollen, 1989; Timm, 2002; Raykov ve Marcoulides, 2006).

YEM ile diğer yaklaşımlar arasında farklılıklar olmasına karşın hepsinin ortak özelliği doğrusal model temelli olmalarıdır. Dolayısıyla YEM ile analiz yapıldığında genellikle kullanılan varsayım, gözlenen veya gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğudur (Kline, 2005). Fakat YEM'de doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesi son zamanlarda tercih edilir olmaktadır. YEM ile diğer yaklaşımların bir diğer ortak özellikleri ise model karşılaştırılmasıdır. Bu duruma örnek vermek gerekirse, iki çok değişkenli modeli karşılaştırmak için bir veya daha fazla bağımsız değişkenin modelden çıkartılıp çıkartılmayacağını araştırmak gerekmektedir. Bunu da test etmek için regresyon analizinde Kısmi F testi kullanılmaktadır. YEM'de bu testin benzeri ki-kare değerlerinin farkı, Wald testi veya Lagrange çarpanında var olan asimptotik eşitliklerdir (Bentler, 1990). YEM, genellikle ki-kare fark testi, faktör yükleri, hata varyanslarının çapraz grupların kovaryansları ve faktör varyanslarının eşitliği ayrıca modelin parametre kısıtlarının model için geçerliğini ölçmek için kullanılır (Bollen, 1989, Byrne, 1994).

YEM'in en belirgin özelliklerinden biri de tümüyle teorik bir yapıya sahip olmasıdır. Bu yapıya nedeniyle YEM, önceden belirlenen teorik ilişki modellerinin verilerle doğrulanıp doğrulanmadığını test edebilmektedir (Yener, 2007).

YEM; tesadüfi ve tesadüfi olmayan ölçüm hatalarını açıklayabilmekte, girift modelleri kıyaslayabilmekte, bağımlı değişkenler ile kolayca modelleme yapabilmektedir.

Gözlenen ve beklenen değerlerin en küçüklenmiş fonksiyonu yerine örneklem kovaryans matrisi ve model tarafından kestirilen kovaryans matrisi arasındaki fark en küçüklenir. YEM için temel hipotez (1)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\Sigma = \Sigma(\theta) \quad (1)$$

Kovaryans ve gözlenen kovaryans matrisleri birbirlerine eşit olduğu durumda ise YEM modelinin ilişki tahmini, veriye göre uyumlu demektir. Parametre tahminleri yapabilmek için uygun bir yöntem, ancak kovaryans ve gözlenen kovaryans matrisleri tespit edilmişse seçilebilir. Ancak tahmin yöntemlerinin birbirinden farklı dağılım varsayımları vardır. Tahminlerin geçerli bir çözüm

sunduğu durumlarda, model uyumu değerlendirilebilir. Modelin uyumu, örneklemin YEM için uygunluk derecesini ifade eder.

YEM’de modelleme süreci; gizil ve gözlenen değişken ilişkilerinin, path diyagramında oluşturulan modelde tespit edilmesi ile başlar. Süreç, modelin tanımlı olup olmadığının kararlaştırılması ile devam eder.

2.2. Etik Beyan

Çalışma 2018 yılında yürütülen tez çalışmasından üretilmiş olup bu nedenle etik kurul izin belgesi bulunmamaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrencilerinin istatistik dersine karşı tutumlarının diğer psikolojik faktörlerden nasıl etkilendiği yapısal eşitlik modelleri yoluyla incelenmiş elde edilen sonuçlar verilmiştir. YEM uygulaması için parametre kestirimlerini tamamladıktan sonra uygulamaya ait veri setinin model ile ne kadar uyumlu olduğu belirlenmelidir. Gizil değişken için yapılacak uyum ölçümü ile genel YEM için yapılacak uyum ölçümü birbirinden farklı işlemlerdir (Mulaik ve ark., 1989). Ölçüm modelinin verilere uygun olması gerekmektedir. Bu sebeple gizil değişken modeli test edilmeden önce ölçüm modeli incelenmeli ve verilere uyup uymadığı kontrol edilmelidir. Kontrol sonrasında veriler ile ölçüm modelinin birbirlerine uyumlu olmadığı tespit edilirse ölçüm modeli değiştirilmelidir. Uygun ölçüm modeli bulunmadan gizil değişken testine

geçilmemelidir. (Jöreskog ve Sörbom, 2002).

YEM elde edilen sonuçların geçerliliğinin değerlendirmesinde kullanılan ölçütler ve bu ölçütlere ait eşik değerleri Tablo 1.’de verilmiştir.

Tablo 1. Önerilen modelin uyum değerleri ve standart uyum ölçütleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum Değerleri	Kabul Edilebilir Uyum Değerleri
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 2sd$	$2sd \leq \chi^2 \leq 3sd^*$
P değeri	$0,05 \leq p \leq 1,00$	$0,01 \leq p \leq 0,05$
χ^2 /sd	$0 \leq \chi^2 /sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2 /sd \leq 3$
RMSEA	$0,0 < RMSEA \leq 0,05$	$0,05 < RMSEA \leq 0,08$
GFI	$0,95 < GFI < 1,00$	$0,90 < GFI < 0,95$
AGFI	$0,90 < AGFI < 1,00$	$0,85 < AGFI < 0,90$
NFI	$0,95 < NFI < 1,00$	$0,90 < NFI < 0,95$
NNFI	$0,95 < NFI < 1,00$	$0,90 < NFI < 0,95$
CFI	$0,95 < CFI < 1,00$	$0,90 < CFI < 0,95$

* χ^2 /sd değeri için iyi uyumun sınırlarını $0 < \chi^2 /sd \leq 3$ ile ve yeterli uyumun sınırlarını ise $3 < \chi^2 /sd \leq 5$ olarak belirlemektedir (Schermelleh-Engel ve Moosbrugger, 2003).

3.1. İstatistik Tutum Ölçeği (İTÖ) Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Hazır bir istatistiksel paket program olan LISREL ile İstatistik Tutum Ölçeği (İTÖ) için uygulanan doğrulayıcı faktör analizinin elde edilen bulgulara ait standartlaştırılmış tahmin değerleri, t-değerleri ve açıklama katsayıları Tablo 2.’de verilmiştir.

Tablo 2. İTÖ ile İlgili DFA Sonuçları

Faktörler/Maddeler	Standart Yükler	t-değeri	Yapı güvenilirliği	R ²
Tüm Ölçek			0,890	
Sevgi-İlgi Faktörü				
İTÖ1	0,69	15,56		0,47
İTÖ2	0,72	17,35		0,52
İTÖ6	0,71	16,88	0,770	0,51
İTÖ7	0,50	13,07		0,25
İTÖ8	0,71	15,91		0,51
Sevgi İlgi → İTÖ	0,87	-16,95		0,60
Kaygı-Nefret Faktörü				
İTÖ3	0,60	19,86		0,36
İTÖ4	0,71	18,93		0,51
İTÖ5	0,64	15,51		0,40
İTÖ9	0,72	16,92		0,51
İTÖ10	0,57	14,47	0,844	0,33
İTÖ15	0,62	14,71		0,39
İTÖ17	0,71	16,88		0,50
Kaygı Nefret → İTÖ	-0,77	19,03		0,75
Fayda-Önem Faktörü				
İTÖ11	0,55	20,73		0,30
İTÖ12	0,66	14,74		0,44
İTÖ13	0,78	16,44	0,764	0,62
İTÖ14	0,62	14,19		0,39
İTÖ16	0,50	12,11		0,25
Fayda Önem → İTÖ	0,84	15,44		0,70

İstatistik Tutum Ölçeğinin 3 alt boyuttan oluşmaktadır (Tunç ve ark., 2014). İTÖ için elde edilen tüm ilişki katsayılarına ait t değerleri %95 güvenle ile istatistiksel

olarak önemli olduğu görülmektedir ($|t| > 1,96$). Burada elde edilen t-değerlerinin istatistiksel olarak önemli olması, tüm alt boyutların gerçekte de olduğu gibi asıl

boyutlarına doğru bir şekilde yüklendiğinin göstergesidir. Ayrıca İTÖ'nün tüm alt boyutları için verilen yapı geçerlilikleri sırasıyla; (0,770-0,844) sayı değerleri aralığındadır. Tüm ölçeğin yapı geçerlilik değeri ise 0,890 olarak bulunmuştur. Buna göre ölçek maddelerinin bir araya geldiklerinde hem bütün olarak hem de her alt boyut için ayrı ayrı güvenilir ve aynı olguyu ölçtüğü tespit edilmektedir.

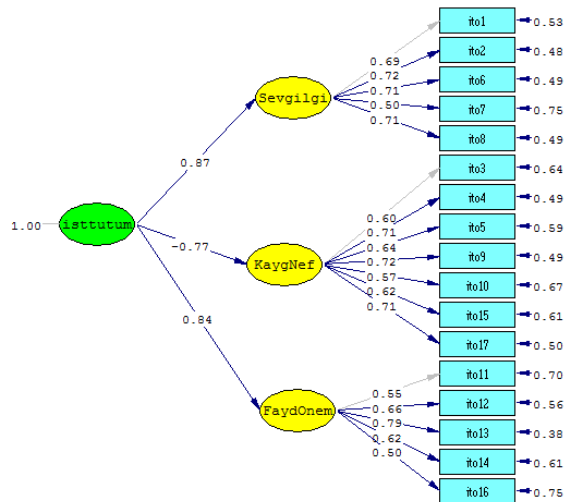
İTÖ'de Sevgi İlgisi faktörünün değişkenliği en çok İTÖ2 tarafından %52, en az İTÖ16 tarafından %25 oranında açıklanmıştır. Kaygı Nefret faktörü için en çok açıklama İTÖ4 ve İTÖ9 tarafından %51 ve en az açıklama İTÖ10 tarafından %33 ile Fayda Önem alt boyutunda en fazla açıklama İTÖ13, en az açıklama İTÖ16 maddesi tarafından %25 ile gerçekleşmektedir. Ayrıca İstatistik tutumunu, Sevgi İlgisi faktörü %60, Kaygı Nefret faktörü %75 ve son olarak da Fayda Önem faktörü % 70 oranında açıklamaktadır.

İTÖ'nün kapsadığı alt boyutlara uygulanan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ise ki-kare değeri (χ^2) 373,43; bu değere ait serbestlik derecesi (sd) 103 ve hataların ortalama karekökü (RMSEA) değeri 0,050 olarak elde edilmiştir (Tablo 3). Doğrulayıcı faktör analizinde hesap edilen uyum indekslerinin iyi ve kabul edilebilir olduğu, elde edilen teorik modelin doğrulandığı görülmektedir.

Tablo 3. İstatistik tutum ölçeğine ait DFA uyum indeksleri

Uyum Ölçüsü	Değeri	Uyum
$\frac{\chi^2}{sd} = 373,43/103$	3,63	Kabul Edilebilir Uyum
RMSEA	0,050	Kabul Edilebilir Uyum
NFI	0,98	Kabul Edilebilir Uyum
NNFI	0,98	Kabul Edilebilir Uyum
CFI	0,98	Kabul Edilebilir Uyum
GFI	0,96	Kabul Edilebilir Uyum
AGFI	0,94	Kabul Edilebilir Uyum

İstatistik Tutum ölçeğine ait doğrulayıcı faktör analizi sonucu elde edilen path diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Chi-Square=373.43, df=103, P-value=0.00000, RMSEA=0.050

Şekil 1. İstatistik tutum ölçeğinin DFA path diyagramı.

3.2. Problem Çözme Envanteri Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Problem Çözme Envanterinin (PÇE) 6 alt boyutu için elde edilen tüm ilişki katsayılarına ait t değerleri %5 hata ile istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($|t| > 1,96$). Burada elde edilen t-değerlerinin istatistiksel olarak önemli olması, tüm alt boyutların gerçekte olduğu gibi asıl boyutlarına doğru bir şekilde yüklendiğinin göstergesidir. Ayrıca PÇE'nin tüm alt boyutları için verilen yapı geçerlilikleri sırasıyla; (0,682-0,792) sayı değerleri aralığında bulunmuştur. Tüm ölçeğin yapı geçerlilik değeri ise 0,890 olarak bulunmuştur. Buna göre ölçek maddelerinin bir araya geldiklerinde hem bütün olarak hem de her alt boyut için ayrı ayrı güvenilir ve aynı olguyu ölçtüğü tespit edilmiştir.

Problem çözmede Kaçınan Yaklaşım faktörünün değişkenliği en çok PC1 tarafından %47, en az PC3 tarafından %10 oranında açıklanmıştır. Değerlendirici Yaklaşım faktörü için en çok açıklama PC7 tarafından %55 ve en az açıklama PC8 tarafından %29 ile; Planlı Yaklaşım alt boyutunda en fazla açıklama PC19, %100 ile; Aceleci Yaklaşım alt boyutu için en çok açıklama PC32 %77 ile; Düşünmeci Yaklaşım alt boyutunda en fazla açıklama PC20 ve PC31 %100 ile; nihayet Kendine Güvenli Yaklaşım alt boyutunda en fazla açıklama PC23 maddesi tarafından %85 ile gerçekleşmektedir. Ayrıca problem çözmede etkili boyutlar sırasıyla, Değerlendirici Yaklaşım faktörü %71, Güvenli Yaklaşım faktörü %55, Planlı Yaklaşım faktörü %50, Düşünmeci Yaklaşım faktörü %43, Kaçınan Yaklaşım faktörü %10 ve son olarak da Kendine Aceleci Yaklaşım faktörü %2, oranında açıklamaktadır.

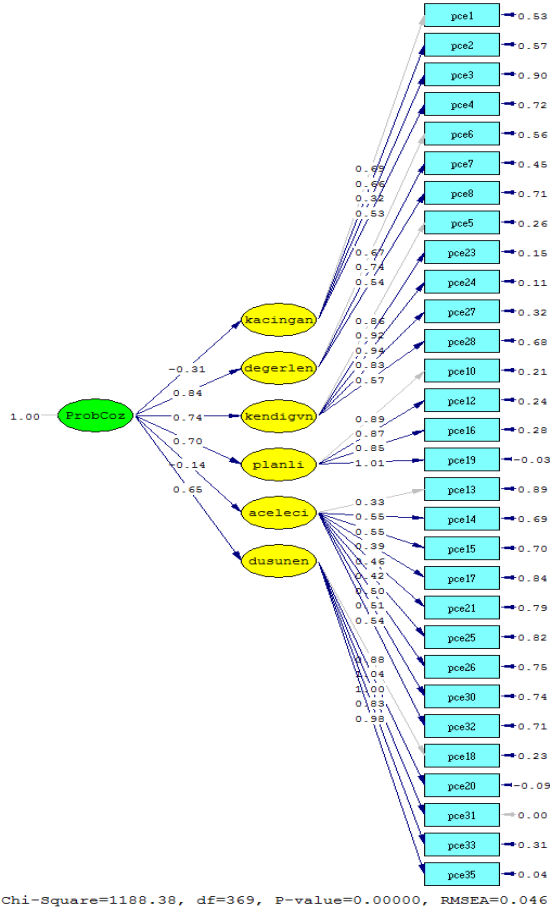
PÇE'nin kapsadığı alt boyutlara uygulanan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ise ki-kare değeri (χ^2) 1188,38; bu değere ait serbestlik derecesi (sd) 369 ve hataların ortalama karekökü (RMSEA) değeri 0,046 olarak elde edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizine göre hesap edilen uyum indeksleri iyi ve kabul edilebilir bir düzeyde olup, PÇE'nin doğrulandığı path diyagramı Şekil 2 ile verilmiştir.

3.3. Benlik Saygısı Ölçeği için Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

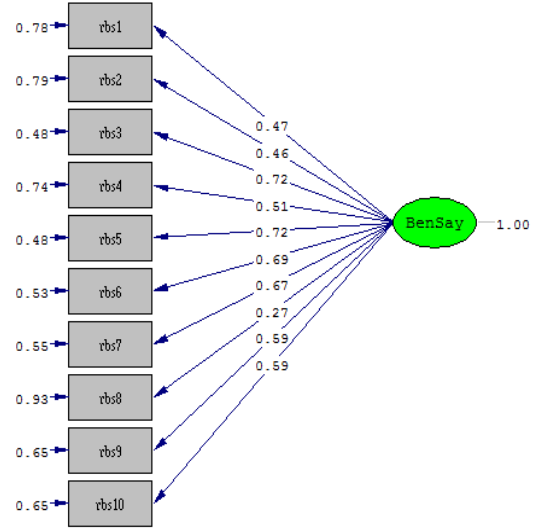
Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği (BSÖ) tek boyutlu bir ölçek olması sebebiyle ölçekten alınan düşük puanlar yüksek benlik saygısını; yüksek puanların ise düşük benlik saygısını göstermektedir. Buna göre BSÖ den doğrulayıcı faktör analizi sonuçları için standart yük değerleri, t değeri, yapı güvenilirliği ve açıklama katsayısı değerleri Tablo 4 ile verilmiştir. BSÖ içindeki değişkenliği en çok BS3 ve BS5 maddeleri %52 ile açıklarken; değişkenliği en az açıklayan madde ise %7,1 ile BS8 maddesi olmaktadır. Bununla beraber standart faktör yüklerine ait katsayıların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($|t| > 1,96$). Ayrıca ölçeğin yapı geçerliliği 0,837 ile iyi düzeydedir.

BSÖ için LISREL istatistiksel paket programı ile yapılan

DFA ile elde edilen ki-kare değeri (χ^2) 47,23 serbestlik derecesi (sd) 24 ve hataların ortalama karekökü (RMSEA) değeri 0.031 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca hesaplanan tüm uyum indeks değerlerinin iyi ve kabul edilebilir düzeyde olması BSÖ'nün de doğrulandığını göstermektedir. BSÖ için DFA sonuçlarını barındıran modelin path diyagramı Şekil 3 ile verilmektedir.



Şekil 2. Problem çözme ölçeğinin DFA path diyagramı.



Şekil 3. Benlik saygısı doğrulayıcı faktör analizi path diyagramı.

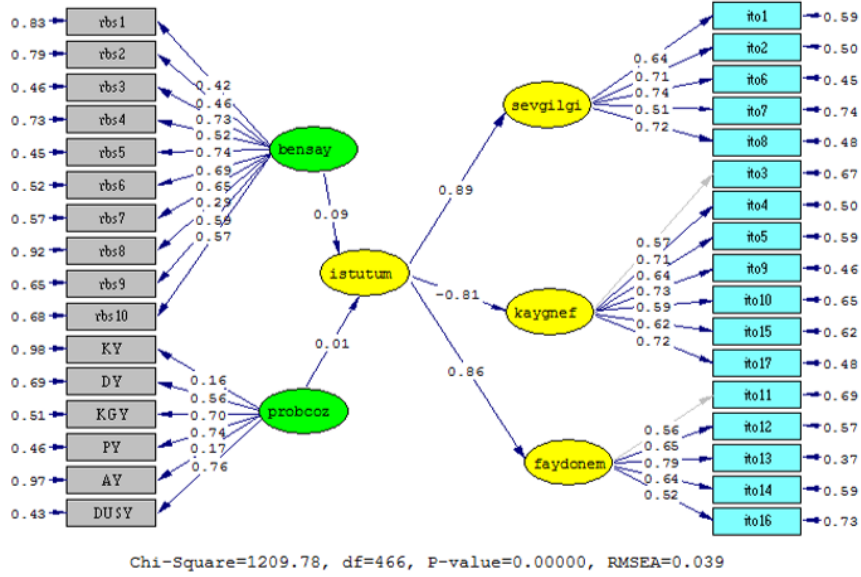
3.4. Önerilen Teorik Modelin Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Yapısal Eşitlik Modeli Analiz Sonuçları

İTÖ, BSÖ ve PÇE'nin yer aldığı doğrulayıcı faktör analizi denklemleri ve path katsayıları Tablo 4 ile verilmiştir. Tablo 4'e göre; t- değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($t > 1,96$), analizde yer alan her madde ayrı ayrı düşünüldüğünde açıklama katsayılarının orta büyüklükte -yeterli- olduğu, standart yüklerin hemen hemen hepsinin 0,4 den büyük olduğu görülmektedir (Cohen, 1988). Bu ise üç ölçeğin yer aldığı doğrulayıcı faktör analizi denklemlerinde yer alan katsayıların uyum ölçütleri ile beraber modelin doğrulandığını göstermektedir.

İTÖ, BSÖ ve PÇE nin oluşturduğu yapısal modele ait path diyagramı ise Şekil 4 ile verilmiştir. Tablo 4 den hareketle; path diyagramında yer alan tüm ölçeklerin alt boyutlarına ait t-değerleri ve açıklama katsayılarına göre, problem çözmenin istatistik tutumunu etkilemediği, ancak istatistik tutumunun benlik saygısından etkilendiğini göstermektedir.

Tablo 4. Teorik modelin doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

İstatistik Tutum Ölçeği			
Faktörler/Maddeler	Standart Yükler	t-değeri	R ²
Sevgi-İlgi Faktörü			
İTÖ1	0,64	15,14	0,41
İTÖ2	0,71	16,78	0,50
İTÖ6	0,74	14,89	0,55
İTÖ7	0,51	11,65	0,26
İTÖ8	0,72	14,42	0,52
Sevgi İlgi → İTÖ	0,89	17,05	0,80
Kaygı-Nefret Faktörü			
İTÖ3	0,57	19,83	0,33
İTÖ4	0,71	18,02	0,50
İTÖ5	0,64	14,93	0,41
İTÖ9	0,73	15,85	0,54
İTÖ10	0,59	14,32	0,35
İTÖ15	0,62	13,82	0,38
İTÖ17	0,72	15,73	0,52
Kaygı Nefret → İTÖ	-0,81	17,05	0,80
Fayda-Önem Faktörü			
İTÖ11	0,56	19,52	0,31
İTÖ12	0,65	14,61	0,43
İTÖ13	0,79	15,88	0,63
İTÖ14	0,64	14,16	0,41
İTÖ16	0,53	12,45	0,27
Fayda Önem → İTÖ	0,86	15,30	0,74
Benlik Saygısı Ölçeği			
Faktörler/Maddeler	Standart Yükler	t-değeri	R ²
BS1	0,42	11,64	0,200
BS2	0,46	13,28	0,210
BS3	0,73	23,21	0,520
BS4	0,52	14,81	0,250
BS5	0,74	24,19	0,560
BS6	0,69	21,01	0,450
BS7	0,65	19,62	0,410
BS8	0,29	7,47	0,072
BS9	0,59	17,90	0,340
BS10	0,57	16,29	0,300
BSÖ → İTÖ	0,09	2,29	0,090
Problem Çözme Envanteri			
Faktörler/Maddeler	Standart Yükler	t-değeri	R ²
Kaçıngan	0,61	4,39	0,026
Değerlendiren	0,56	16,21	0,300
Kendine Güvenen	0,70	20,96	0,470
Planlı	0,74	22,02	0,520
Aceleci	0,17	3,86	0,020
Düşünen	0,76	24,02	0,580
PÇE → İTÖ	0,01	0,39	0,090



Şekil 4. İstatistik tutumunun benlik saygısından etkilendiğini gösteren path diyagramı.

Şekil 4'deki path diyagramından hareketle standart katsayılar ile hesaplanmış yapısal eşitlik modeli denklemleri (eşitlik 2, 3, 4 ve 5) aşağıdaki gibi bulunmuştur;

$$\text{SEVGİLGİ} = 0,92 * \text{İSTUTUM}, R^2 = 0,80 \quad (2)$$

S_b	(0,054)	(0,053)
t-değerler	17,05	4,15

$$\text{KAYGNEF} = -0,75 * \text{İSTUTUM}, R^2 = 0,66 \quad (3)$$

S_b	(0,049)	(0,042)
t-değerler	-15,37	6,92

$$\text{FAYDONEM} = 0,86 * \text{İSTUTUM}, R^2 = 0,74 \quad (4)$$

S_b	(0,056)	(0,047)
t-değerler	15,30	5,49

$$\text{İSTUTUM} = 0,092 * \text{BENSAY} + 0,016 * \text{PROBCÖZ} \quad (5)$$

$$R^2 = 0,0087$$

S_b	(0,040)	(0,041)
t-değerleri	2,29	0,39

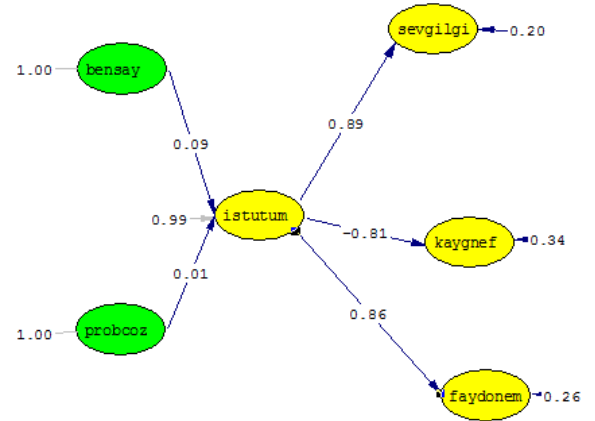
Elde edilen yapısal denklemlerdeki katsayılar t-değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($t > 1,96$). Ayrıca elde edilen yapısal modelin uyum ölçütleri ise Tablo 5 ile verilmiştir.

Tablo 5. Önerilen teorik modelin doğrulayıcı faktör analizi uyum ölçütleri

Uyum Ölçütü	Değeri	Uyum
$\frac{\chi^2}{sd} = 1209,79/466$	2,6	Kabul Edilebilir Uyum
RMSEA	0,039	İyi Uyum
NFI	0,96	İyi Uyum
NNFI	0,98	İyi Uyum
CFI	0,98	İyi Uyum
GFI	0,95	İyi Uyum

AGFI 0,94 İyi Uyum

Tablo 4'deki yapısal eşitlik modellemesine ilişkin uyum indeksleri incelendiğinde önerilen modelin genel anlamda kabul edilebilir uyum değerlerine sahip model olduğu anlaşılmaktadır. Önerilen yapısal modele ait path diyagramı ise Şekil 5 ile verilmiştir.



Şekil 5. Önerilen yapısal eşitlik modeli.

Şekil 5'e göre istatistik tutumu üzerinde benlik saygısı istatistiksel olarak önemli bir etki yaparken; problem çözmenin becerisinin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

4. Sonuç

Bu çalışmada İstatistik Tutum Ölçeği, Problem Çözme Envanteri, Rosenberg Benlik Saygısı Ölçeği uygulanan bu çalışmada 1034 öğrenci yer almıştır. Öğrencilere uygulanan Problem Çözme Envanteri 6 alt boyut altında; Benlik Saygısı Envanteri ise tek boyut altında doğrulanmıştır. Daha sonra yapısal bir model önerilmiştir. Analiz sonucunda önerilen modelin tüm

uyum iyiliği ölçütlerinin kabul edilebilir bir düzeyde olduğu görülmüştür.

Problem çözme ile alt boyutlarının arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler vardır. Planlı ve kendine güvenli yaklaşımların problem çözme majör düzeyde etkilemektedir, Bu ise benlik saygısının yüksek olması gerekliliğine vurgu yapan bir durumdur. Benlik saygısı istatistik tutumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Öğrenciler istatistik dersine karşı olan tutumlarını net olarak ortaya koymuştur. Buna göre öğrencilerin istatistik dersine karşı oluşan tutumlarında en büyük etkiyi sırasıyla sevgi-ilgi faktörü (0,89); fayda-önem faktörü (0,86) ve kaygı-nefret faktörü (-0,81) oluşturmaktadır.

Bu sonuçlara göre; öğrencilerin istatistik dersine karşı olan kaygıları öğrenmelerine engel olmaktadır. Kaygı-nefret, fayda-önem faktörlerinin istatistik tutumunu aynı yönde istatistiksel olarak önemli bir şekilde etkilerken; kaygı-nefret faktörünün ise ters yöndeki anlamlı ilişkisi; istatistik profesyonellerinin tüm derslerde olduğu gibi istatistik dersini de sevdirmekten başka çareleri olmadığını göstermiştir. Bununla beraber öğrencilerin bilinçaltında yerleşmiş olan "istatistik zordur" düşüncesini ortadan kaldırmak çok zordur. İstatistik teknik bir konudur ve ihtisas gerektirir. Öğrencilerin ancak ilgi alanları içinde yer bulduğunda ve ihtiyaç duydukları oranda istatistik konusunda daha yüksek bilinç düzeyine ulaşabilmesi mümkün olabilir. Bu ise ülkede varolan eğitim sisteminde ve bilim alanlarında istatistiğin önemine vurgu yapan bir eğilimin oluşturulması mecburiyetini ortaya koymaktadır. Günümüzün dijital dünyasında büyük aktörler herşeyden önce büyük veriye sahip çıkıp biriktirirken daha sonra uygun istatistiksel yöntemler ile yapay zeka algoritmalarını kullanarak bilimsel veriler ışığında tüm iktisadi, savunma, siyasal politika ve stratejilerine yön vermektedirler. Bunun içindir ki istatistik günümüz dünyasında bilgi, para, güç, refah, sağlıklı toplum ve bağımsızlık bağlamında politika geliştiricilere ayna görevi görmektedir.

Sonuç olarak; benlik saygısının istatistik tutumu üzerinde çok küçük de olsa istatistiksel olarak anlamlı bir etki gösterdiği; problem çözmenin ise istatistik tutumunu belirleyen etkili bir değişken olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu durumdan hareketle sadece istatistik dersi için değil, diğer tüm dersler için de öğrencilerin benlik saygısının yükseltilmesi gereklidir. Ayrıca sosyal hayatta benlik saygısı yüksek bireylerin topluma katkısı da büyük olacaktır. Bu yüzden eğitim, psikoloji, rehberlik alanlarıyla ilgili-yetkili kişi ve kurumların eğitim sistemimizde iyileştirilmeler yapmak için senkronize bir şekilde çalışmalıdır. Eğitim sistemi çıktılarımızın iyileştirilmesi için kurulacak psikolojik danışma ve rehberlik atölyeleri bireylerin benlik saygılarının yükseltilmesinde önemli rol oynayacaktır. Kendine güvenli bireyler yetiştirme gerekliliği milli ve manevi bir davadır. Bu bilincin oluşturulması ise kesinlikle milli bir sistematige bağlanmalıdır. Milli eğitim sistemimizden

sevgiyle, ilgiyle, benlik saygısı yüksek, eğitim aldığı alanın Türk Milletine faydasını ve önemini kavramış olarak yetişenlerin aynı zamanda problem çözme yeteneklerinin de gelişeceği bununla beraber istatistik tutumunun da bu durumdan çok iyi bir şekilde etkileneceği aşikardır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir ve tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Baloğlu M, Koçak R, Zelhart PF. 2007. The relationship between statistics anxiety and attitudes toward statistics. Ankara Univ J Faculty of Educ Sci, 40(2): 23-39.
- Bentler PM. 1990. Comparative fit indexes in structural models. Psychometrika Psychological Bull, 107(2): 238-246.
- Bollen KA. 1989. Structural equations with latent variables. John Wiley, New York, USA, s: 528.
- Byrne BM. 1994. Structural equation modeling with eqs and eqs/windows: basic concepts, applications, and programing (First edition). Sage Publications, California, USA, s: 304.
- Burton GM, Russell D. 1979. Getting comfortable with mathematics. The Elementary School J, 79(3): 129-135.
- Cohen J. 1988. Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA.
- DeVaney TA. 2010. Anxiety and attitude of graduate students in on-campus vs online statistics courses. J Stat Educ, 18(1): DOI: 10.1080/10691898.2010.11889472.
- Jöreskog KG, Sörbom D. 2002. The student edition of LISREL 8.53 for windows. Scientific Software International, Chicago, USA.
- Kline RB. 2005. Principles and practice of structural equation modeling (Second edition). The Guilford Press, New York, USA, s: 366.
- Köklü N. 1994. İstatistiksel sınav kaygısının kestirilmesi. Eğitim ve Bilim, 18(91): 35-44.
- Macher D, Paechter M, Papousek I, Ruggeri K, Freudenthaler HH, Arendasy M. 2013. Statistics anxiety, state anxiety during an examination, and academic achievement. British J Educ Psych, 83(4): 535-549.
- Mulaik SA, James LR, Van Alstine J, Bennett N, Lind S, Stilwell CD. 1989. Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. Psychological Bull, 105(3): 430-445.
- Onwuegbuzie AJ. 2000. Statistics anxiety and the role of self-perceptions. J Educ Res, 93(5): 323-330.
- Raykov T, Marcoulides GA. 2006. A first course in structural equation modeling, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, USA, s: 238.
- Reisinger Y, Turner L. 1999. Structural equation modeling with LISREL: application in tourism. Tourism Manag, 20(1): 71-88.
- Richardson FC, Suinn RM. 1972. The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. J Counseling Psych, 19(6): 551.
- Richardson FC, Woolfolk RL. 1980. Mathematics anxiety. Test anxiety: Theory, research and application, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, USA, s: 288.
- Roberts DM, Bilderbac EW. 1980. Reliability and validity of a statistics attitude survey. Educ and Psychol Measur, 40(1): 235-238.

- Roberts DM, Saxe JE. 1982. Validity of a statistics attitude survey: a follow-up study. . *Educ and Psychol Measur*, 42(3): 907-912.
- Schermelleh EK, Moosbrugger H. 2003. Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychol Res Online*, 8(2): 23-74.
- Sesé A, Jiménez R, Montaña J, Palmer A. 2015. Can attitudes toward statistics and statistics anxiety explain students' performance?. *Revista de Psicodidáctica*, 20(2): 285-304.
- Smith JB. 1981. Math anxiety and the student of the '80s. ERIC Document Reproduction (Service No. ED200296), Middleton, Connecticut, USA.
- Timm HN. 2002. *Applied multivariate analysis*. Springer Verlag, New York, USA, s: 720.
- Tomer A. 2003. A short history of structural equation models, structural equation modeling: applications in ecological and evolutionary biology B. Pugesek (Editor), Cambridge University Press, New York, USA, s: 121.
- Tunç T, Komitoğlu F., Bekiryazıcı Z. 2014. A psychometric scale for determining university students attitudes towards the statistics courses they take statistical attitude scale SAS. *Energy Education Science and Technology Part B: Soc Edu Stud*, 6(1): 15-24.
- Waters LK, Martelli T, Zakrajsek T, Popovich PM. 1989. Measuring attitudes toward statistics in an introductory course on statistics. *Psychol Reports*, 64(1): 113-114.
- Wise SL. 1985. The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educ and Psychol Measur*, 45(2): 401-405.
- Vanhoof S, Kuppens S, Sotos AEC, Verschaffel L, Onghena P. 2011. Measuring statistics attitudes: structure of the survey of attitudes toward statistics (SATS-36). *Statistics Educ Res J*, 10(1): 35-51.
- Yener H. 2007. Personel performansına etki eden faktörlerin yapısal eşitlik modeli (YEM) ile incelenmesi ve bir uygulama. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, s: 223.



UÇUŞ OPERASYONLARINA RİSK OLUŞTURABİLECEK YANICI VE PATLAYICI TESİSLERİN TÜRKİYE'DEKİ HAVALİMANLARI ÇEVRESİNDEKİ VARLIĞI

Ömer Faruk UZUN^{1*}, Faik Ahmet SESLİ²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul, Türkiye

²Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139, Atakum, Samsun, Türkiye

Özet: Çalışmada uçuş operasyonlarına tehlike arz eden yanıcı ve patlayıcı tesislerin, iniş-kalkış koridoru ve yakın çevresinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı "Havalimanları Çevresinde Yapılaşma Kriterlerine" göre varlığı incelenmiştir. Bu bağlamda ülkemizde ulusal ve uluslararası uçuşların yapıldığı 60 havaalanı için belirlenen risk alanının incelenmesi neticesinde 190 yanıcı ve patlayıcı tesisin olduğu saptanmıştır. Bu havalimanlarından Mardin Havalimanı 12 adet ile riskli alanda en fazla yanıcı ve patlayıcı tesisi barındırırken, 16 havalimanında bu tür tesislerin olmadığı belirlenmiştir. Havaalanı başına düşen ortalama yanıcı ve patlayıcı tesis sayısı 3.166 ± 3.157 olarak gerçekleşmiştir. Bahsedilen tesislerin mevzuatta belirtilen risk alanlarının dışına çıkarılması maksimum uçuş güvenliğinin sağlanması için büyük önem arz etmektedir. Diğer yandan, havaalanı pistlerinin yönünün çevresindeki kent ve anayollara bakmasının riski doğrudan etkilediği gözlenmiştir. Bu sebeple gelecekte yapılacak havalimanlarının inşasında bu hususun değerlendirilmesi, meydana gelebilecek kazalarda kaybın minimum düzeyde tutulmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Havayolu ulaşımı, Mânia planları, Uçak kazası, Uçuş güvenliği, Akaryakıt istasyonları


Presence of Flammable and Explosive Facilities around Airports in Turkey That May Pose a Risk to Flight Operations


Abstract: In the study, the existence of flammable and explosive facilities that pose a danger to flight operations, in the landing-take-off corridor and its immediate surroundings, according to the "Construction Criteria Around Airports" published by the "Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü" (General Directorate of Civil Aviation). In this context, it was determined that there are 190 flammable and explosive facilities as a result of the examination of the risk area determined for 60 airports where national and international flights are made in our country. Of these airports, Mardin Airport has the highest number of flammable and explosive facilities in the risky area with 12, while it has been determined that 16 airports do not have such facilities. The average number of flammable and explosive facilities per airport was 3.166 ± 3.157 . It is of great importance to take the mentioned facilities out of the risk areas specified in the legislation in order to ensure maximum flight safety. On the other hand, it has been observed that the direction of the airport runways facing the surrounding city and main roads directly affects the risk. For this reason, evaluating this issue in the construction of future airports will contribute to keeping the loss at a minimum level in possible accidents.

Keywords: Air transport, Obstacle plans, Aircraft accident, Flight safety, Fuel stations

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul, Türkiye

E mail: omerfarukuzunomu@gmail.com (Ö.F. UZUN)

Ömer Faruk UZUN  <https://orcid.org/0000-0002-0391-4495>

Faik Ahmet SESLİ  <https://orcid.org/0000-0001-8352-734X>

Gönderi: 04 Haziran 2021

Received: June 04, 2021

Kabul: 15 Haziran 2021

Accepted: June 15, 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Uzun ÖF, Sesli FA. 2021. Presence of flammable and explosive facilities around airports in Turkey that may pose a risk to flight operations. BSJ Eng Sci, 4(3): 126-130.

1. Giriş

Dünya genelindeki hızlı nüfus artışı ve teknolojiye bağlı olarak ulaşım vasıtalarında yaşanan gelişmeler sebebiyle ulaşım yoğunluğunda giderek artan bir ivme yaşanmaktadır (Okumuş ve Asil, 2007; Hatipoğlu ve Işık, 2015; Erol ve Kanbur, 2017). Geçen zaman ve gelişen teknoloji sonucunda insanlar, ulaşımında kendilerini hızlı, ekonomik ve güvenli bir şekilde taşıyacak vasıtaları tercih etme eğilimindedir (Rothkopf ve Wald, 2008; Yaylalı ve Dilek, 2009). Havayolu ulaşımı bu noktada sahip olduğu avantajlar ile her geçen gün ulaşım sektöründeki payını arttırmaktadır. Havayolu taşımacılığına olan ilginin artışına paralel olarak uçuş

sayıları da artmaktadır. Diğer ulaşım türlerine göre havayolu ulaşımı daha güvenli olsa da gerçekleştirilen her bir sefer aynı zamanda bir kaza potansiyeli taşımaktadır (Karakuş, 2006). Bu sebeple tüm ulaşım türlerinde olduğu gibi bu kaza risklerinin en az seviyeye indirilmesi büyük önem taşımaktadır (Uzun 2020; Oktal ve Gerede, 2002; Kuyucak ve Şengür, 2009; Aslan vd., 2014; Sezer, 2017; Başdemir, 2020). 2019 yılında dünya genelinde havayolu işletmeleri ile ilgili 283 kaza olayı yaşanmış ve 20 havacılık kazası ölümcül kaza olarak kayıtlara geçmiştir. Bu kazaların 3 tanesi kalkış aşamasında, 10 tanesi düz uçuşta, 3 tanesi yaklaşma safhasında 4 tanesi de inişte gerçekleşmiştir



(Anonymous, 2020). Buradan hareketle havayolu ulaşımında meydana gelen kazaların yarısına yakınının havaalanlarının yakınında gerçekleştiği görülebilir. Doğal olarak bu alanların minimum riskli alanlar olması gerektiği açıktır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM)'nin yayınladığı genelgede hava alanları çevresinde öngörülen yapılaşma kriterlerine göre pist başlarından itibaren 6000 metrelik alan içerisinde her türlü parlayıcı, patlayıcı tesis ve depolarının bulunmaması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2012). Havaalanları çevresinde meydana gelebilecek bir uçak kazasının bu alanlara isabet etmesi durumunda sonuçlarının çok ağır olacağı net bir şekilde anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmada, ülkemizde bulunan yerel ve uluslararası havalimanlarının genelgeye uygunluğu araştırılmış, sorunların çözümü için birtakım önerilerde bulunulmuştur.

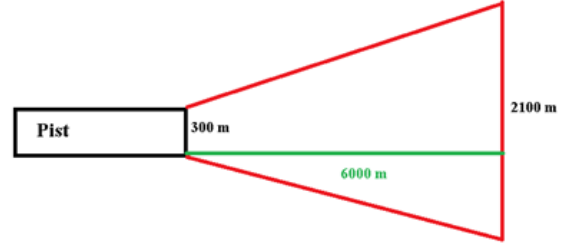
2. Materyal ve Yöntem

Ülkemizde faaliyette olan 60 sivil havalimanı bulunmakta ve bunlardan 37'sinde uluslararası uçuşlar gerçekleştirilmektedir. Bunların 18'i aynı zamanda askeri amaçla da kullanılmaktadır. Bahsedilen havalimanları Şekil 1'de verilmiştir. Şekil üzerinde bulunan kırmızı noktalar havalimanlarının yerini ifade etmektedir. Noktaların büyüklüğü ise bağlı oldukları illerin nüfusunu belirtmektedir.



Şekil 1. Türkiye'deki havalimanları (Anonim, 2021).

Çalışmada Google Labs'ın "Maps" modülünün "Mesafe Ölç" analizi ile ülkemizdeki havalimanlarının iniş-kalkış koridoru ve rota sapma eksenini Şekil 2'de görüldüğü üzere oluşturulmuş ve bu alanda bulunan yanıcı, patlayıcı tesis ve depoların sayısı saptanmıştır. Oluşturulan inceleme alanı, mânia planlarında iniş-kalkış yüzeyleri olarak ifade edilen alan ile SHGM (2012)'nin "Havalimanları Çevresinde Yapılaşma Kriterleri Genelgesi"nde yanıcı ve patlayıcı tesislerin bulunmaması gereken hattın 6000 metrelik kısmına denk gelen alan olarak alınmıştır. Bu alan şerit saha sonundan 300 metre genişlik ile başlayıp her 100 metrede sağa ve sola 15'er metre şeklinde genişleyerek ortaya çıkmaktadır. 6000 metrede ulaştığı genişlik 2100 metre olmaktadır. Oluşan inceleme alanının görünümü aşağıda verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Oluşturulan inceleme alanı

3. Bulgular ve Tartışma

İniş-kalkış koridorunun üzerinde ve çevresinde yanıcı ve patlayıcı tesislerin bulunması çok ciddi bir risk unsurudur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, ülkemizde bulunan havaalanlarının iniş-kalkış koridoru ve çevresindeki yanıcı, patlayıcı tesislerin sayısı Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere var olan 60 hava limanının riskli alan sınırları içerisinde toplam 190 adet yanıcı ve patlayıcı tesis bulunduğu ve bu tesislerin ortalama sayısı ve ortalamanın standart sapmasının 3.166 ± 3.157 adet (maksimum 12, minimum 0) olduğu saptanmıştır.

Havalimanlarının iniş-kalkış koridoru üzerindeki ve çevresindeki riskli alanda iş tanımlarından da anlaşılacağı üzere yanıcı ve patlayıcı ürünlerin satışının yapıldığı akaryakıt istasyonu ve depolama tesisleri bulunmaktadır. Bu tesislerin de dâhil olabileceği herhangi bir kaza, yakıt depolarının tutuşmasına ve hatta patlamasına sebep olarak insan hayatına çok büyük bir tehdit oluşturabilecektir. Konu, hassasiyeti bakımından hem ulusal hem de uluslararası alanda kamuoyunun dikkatini çekmektedir. Örneğin 12 Kasım 2010 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nin New York şehrinde meydana gelen uçak kazasında, havalanan uçağın 10 km uzaklıkta düştüğü bölgede bir akaryakıt istasyonunun da olması konu ile ilgili haberlerde özellikle vurgulanmıştır (Anonymous, 2001; Anonymous, 2007). Yine vurgulandığı üzere yanıcı ve patlayıcı tesislerde bulunan akaryakıtın alev alması ve infilak etmesi durumunda çok tehlikeli durumlar ortaya çıkabilmektedir (Becklake, 1988; Kuzli et al., 2000). Akaryakıt tesislerinin içerisinde olduğu kazalarda gerçekleşebilecek can kayıplarının biçimi, insanların arazi yönetimi ve riskli alanların kontrol edilmesi konusunda alınan tedbirleri sorgulamasına, tepkilerini şiddetli bir biçimde göstermesine sebep olması kaçınılmazdır. Bu gibi olumsuz durumların yaşanmaması için akaryakıt tesislerinin mevzuatta belirtilen risk alanlarının dışına çıkarılması büyük önem arz etmektedir. Diğer yandan çalışmada görülmüştür ki kent merkezlerine yakın konumda bulunan havalimanlarının pist yönü hem patlayıcı tesislerin yarattığı tehlike açısından hem de insanların toplu bulunabileceği alanların da uçakların iniş-kalkış ve yaklaşma rotalarının üzerine isabet ederek herhangi bir kazada büyük sonuçlara sebep olabilecektir.

Tablo 1. Türkiye'deki havalimanlarının iniş-kalkış koridoru ve çevresindeki yanıcı ve patlayıcı tesislerin sayısı

Havalimanı Adı	YPTS	Havalimanı Adı	YPTS
Adana Şakirpaşa Havalimanı	4	Sinop Havalimanı	0
Ankara Esenboğa Havalimanı	7	Sivas Nuri Demirağ Havalimanı	2
Antalya Havalimanı	5	Şanlıurfa GAP Havalimanı	0
Alanya Gazipaşa Havalimanı	0	Tekirdağ Çorlu Havalimanı	0
Balıkesir Kocaseyit Havalimanı	6	Trabzon Havalimanı	7
Bursa Yenişehir Havalimanı	5	Uşak Havalimanı	11
Çanakkale Havalimanı	8	Van Ferit Melen Havalimanı	8
Denizli Çardak Havalimanı	0	Zonguldak Havalimanı	5
Diyarbakır Havalimanı	4	Adıyaman Havalimanı	1
Elazığ Havalimanı	2	Ağrı Ahmed-i Hani Havalimanı	0
Erzurum Havalimanı	3	Amasya Merzifon Havalimanı	1
Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı	11	Aydın Çıldır Havalimanı	5
Gaziantep Havalimanı	1	Balıkesir Merkez Havalimanı	3
Hatay Havalimanı	0	Batman Havalimanı	3
Isparta Süleyman Demirel Havalimanı	3	Bingöl Havalimanı	1
Atatürk Havalimanı	1	Bursa Yunuseli Havalimanı	3
İstanbul Havalimanı	6	Gökçeada Havalimanı	0
Sabiha Gökçen Havalimanı	5	Erzincan Havalimanı	4
Adnan Menderes Havalimanı	9	Sivrihisar Havalimanı	0
Kars Harakani Havalimanı	0	Iğdır Şehit Bülent Aydın Havalimanı	0
Kayseri Erkilet	3	Hakkari Yüksekova Selahaddin Eyyübi Havalimanı	1
Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı	4	İstanbul Hezarfen Havalimanı	0
Konya Havalimanı	3	İzmir Selçuk-Efes Havalimanı	6
Kütahya Zafer Havalimanı	0	Kahramanmaraş Havalimanı	1
Malatya Havalimanı	0	Kastamonu Havalimanı	2
Muğla Dalaman Havalimanı	1	Mardin Havalimanı	12
Muğla Bodrum-Milas Havalimanı	1	Muş Sultan Alparslan Havalimanı	0
Nevşehir Kapadokya Havalimanı	4	Siirt Havalimanı	0
Ordu-Giresun Havalimanı	7	Şırnak Şerafettin Elçi Havalimanı	1
Samsun Çarşamba Havalimanı	5	Tokat Havalimanı	5
Ortalama	3.166± 3.		

YPTS= yanıcı patlayıcı tesis sayısı - adet

Bu hususa bu tarihten sonra yapılacak havalimanlarının inşasında dikkat edilmesi riski azaltılması anlamında önem arz etmektedir. İncelenen 60 havalimanından 22 tanesinin pist yönünün kent merkezlerine baktığı saptanmıştır. Bu havalimanlarından İzmir Adnan Menderes, Konya, Uşak ve Van havalimanları hem şehir merkezlerine bitişik vaziyette hem de pist yönleri tam istikamette kent merkezlerine bakan kötü uygulamalar olarak gözlenmiştir. Bu bilgiler ışığında Şekil 3'te görülen

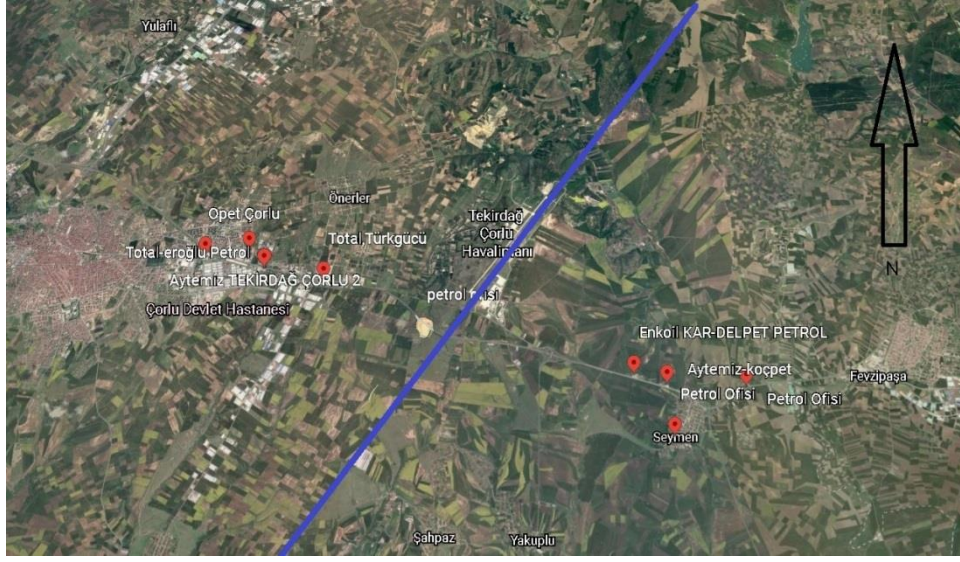
mavi hat uçakların Tekirdağ Havalimanı'na ait iniş-kalkış ve yaklaşma rotalarını gösteren hattır. Kırmızı noktalar ise yanıcı ve patlayıcı tesisleri ifade etmektedir. Şehir merkezi belirtilen hattın batısında kalmaktadır. Tekirdağ Havalimanı başarılı bir örnek olarak sayılabilir çünkü pist yönü kent merkezi iniş-kalkış ve yaklaşma rotaları üzerinde değildir ve mavi hat üzerinde hiç yanıcı patlayıcı tesis bulunmamaktadır.



Şekil 3. Tekirdağ Havalimanı görüntüsü

Diğer yandan Şekil 4'da Mardin Havalimanı'nın iniş-kalkış ve yaklaşma rotalarının hem Kızıltepe kent merkezine hem de akaryakıt istasyonlarının yoğun olduğu anayola isabet ettiği görülmektedir. Bu bağlamda

Türkiye ortalaması $3,166 \pm 3,157$ iken araştırmada bu ortalamanın 4 katına varan yanıcı ve patlayıcı tesisin riskli alanda bulunduğu Mardin Havalimanı başarısız bir örnek olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 4. Mardin Havalimanı görüntüsü

4. Sonuç

Yapılan çalışma neticesinde görülmüştür ki; ülkemizde bulunan havalimanlarının “yanıcı ve patlayıcı” tesislerin varlığı açısından durumu pek de iç açıcı değildir. 60 havalimanında toplam 190 adet tesis ve depolama merkezi bulunmaktadır. Bu tesislerin de dahil olabileceği herhangi bir kaza, yakıt depolarının tutuşmasına ve hatta patlamasına sebep olarak insan hayatına çok büyük bir tehdit oluşturacaktır. Bu gibi durumlarda da gerçekleşebilecek can kaybının çok büyük olacağı açıktır. Akaryakıt tesislerinin içerisinde olduğu kazalarda gerçekleşebilecek can kayıplarının biçimi, insanların arazi yönetimi ve riskli alanların kontrol edilmesi konusunda alınan tedbirleri sorgulamasına, tepkilerini şiddetli bir biçimde göstermesine sebep olması kaçınılmazdır. Bu gibi olumsuz durumların yaşanmaması için akaryakıt tesislerinin belirtilen risk alanlarının dışına çıkarılması büyük önem arz etmektedir. Ve bahsedilen riskin bertaraf edilmesi hususunda mevcut yasal uygulamaların yetersiz kaldığı ve ihmallerin düzeltilmesinde etkin bir rol oynamadığı görülmektedir. Bu sebeple uçuş güvenliğinin eksiksiz bir şekilde sağlanması için mevzuatlar oluşturulmalı ve caydırıcı nitelikte cezai yaptırımlar da öngörece şekilde ilaveler yapılmalıdır. Yapılan çalışma da bu risk azaltma olarak bahsedilebilecek konuda kural koyuculara yol gösterici olacak ve uçuş güvenliği konusunda yapılabilecek yeni çalışmalara pencere açacaktır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit katkı oranına sahiptir ve yazarlar makaleyi inceleyip onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Anonim. 2012. Havaalanları çevresindeki yapılaşma kriterleri. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. URL: <http://web.shgm.gov.tr/doc5/2549-7.pdf> (Erişim tarihi: 27 Mayıs 2021)
- Anonim. 2021. Türkiye'deki Hava Limanları Listesi. Forum Askı. <https://www.forumaski.com/serbest-kursu/136541-turkiyedeki-havalimanlari-listesi.html> (erişim tarihi: 29 Mayıs 2021)
- Anonymous. 2001. The day disaster returned to the streets of New York. <https://www.theguardian.com/world/2001/nov/13/airbuscrash.usa6> (erişim tarihi: 29 Mayıs 2021)
- Anonymous. 2007. TAM A320 crashes in Sao Paulo. URL: <https://www.flightglobal.com/tam-a320-crashes-in-sao-paulo/75105.article> (erişim tarihi: 29 Mayıs 2021)
- Anonymous. 2020. Accident Database. ASN. URL: <https://aviation.safety.net/database> (erişim Tarihi: 29 Mayıs 2021).
- Aslan, P, Köymen S, Komesli M. 2014. Havaalanı coğrafi bilgi sistemi yazılımı geliştirmesi. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS 2014). Ekim 2014. İstanbul. ss 14-17
- Başdemir M. 2020. Hava yolu işletmelerinde uçuş güvenliği uygulamaları ve iyileştirme önerileri. J Aviation, 4(1): 126-146.
- Becklake MR. 1988. Chronic air flow limitation: its relationship to work in dusty occupations. Chest Journal, 4: 608-617.
- Erol A, Kanbur E. 2017. Uçak bakım örgütlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetimi: çalışma sahalarından örnekler. Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilim Derg, 1(2): 181-192.
- Hatipoğlu S, Işık ES. 2015. Havayolu ulaşımında hizmet kalitesinin ölçülmesi: İç hatlarda bir uygulama. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(2): 293-312.

- Karakuş Ö. 2006. Hava aracı kaza ve kırımlarında insan faktörünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Disiplinler arası Adli Tıp Anabilim Dalı Fizik İncelemeler ve Kriminalistik Programı, Ankara.
- Kuyucak F, Şengür Y. 2009. Değer zinciri analizi: havayolu işletmeleri için genel bir çerçeve. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi İİBF Dergisi. 11 (16): 132-147.
- Kuzli N, Kaiser R, Medina S. 2000. Public health impact of outdoor and traffic related air pollution: a european assessment. The Lancet, 356: 795-801.
- Oktal H, Gerede E. 2002. Türk sivil havacılık otoritesinin yeniden yapılandırılması. Amme İdaresi Dergisi. 35 (4): 103-120.
- Okumuş A, Asil H. 2007. Hizmet kalitesi algılamasının havayolu yolcularının genel memnuniyet düzeylerine olan etkisinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 36 (2): 7-29.
- Rothkoph M, Wald A. 2008. The role of innovation in the increasingly commoditized airline industry – insights from case studies. Air Transport Research Society Kongresi. Atina 8-11 Temmuz 2008.
- SHGM. 2012. Havaalanları çevresinde yapılaşma kriterleri. URL: <http://web.shgm.gov.tr/doc5/2549-7.pdf> (erişim tarihi: 30 Mayıs 2021)
- Sezer T. 2017. Test uçuşlarında telemetri sistemlerinin uçuş emniyetine katkısı. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Pilotaj Anabilim Dalı. Eskişehir.
- Uzun ÖF. 2020. Hava Mânia Planlarının Bilgi Teknolojileri İle Oluşturulması: Samsun Çarşamba Havalimanı Örneği. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Yaylalı M, Dilek Ö. 2009. Erzurum'da yolcuların havayolu ulaşım tercihlerini etkileyen faktörlerin tespiti. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 26 (1): 1-21.



COMPARISON OF CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MENTHA PIPERITA L., SALVIA OFFICINALIS L., ROSMARINUS OFFICINALIS L. AND LAVANDULA ANGUSTIFOLIA L.

Ayşegül TÜRK BAYDIR^{1*}


¹Food Control Research and Application Center, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

Abstract: 4 different plant species belonging to the same family mint (*Mentha piperita*), sage (*Salvia officinalis*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), lavender (*Lavandula angustifolia*) were harvested from the Afyon region. Total antioxidant and phenolic contents were analyzed by DPPH and Folin-Ciocalteu method. The effect of extra virgin olive oils oxidation stability was tested by means of rancimat method. According to DPPH analysis results, *M. piperita* is the highest antioxidant capacity and the radical scavenging activity is 95.31%. The radical scavenging activities of *S. officinalis*, *R. officinalis* and *L. angustifolia* are respectively 91.83%, 54.28%, and 18.85%. The total phenolic content of *M. piperita*, *S. officinalis*, *R. officinalis* and *L. angustifolia* plants as gallic acid were respectively; 0.32, 0.28; 0.26 and 0.18 mg/100ml. According to the results of the study, the order of the plants did not change in terms of phenolic and antioxidant content, *M. piperita* has the highest values and *L. angustifolia* has the lowest. It was also found that the plants are effective on the oxidation stability of extra virgin olive oil and prevent oxidation in the order of large to small *R. officinalis*, *M. piperita*, *S. officinalis* and *L. angustifolia*.

Keywords: *Mentha piperita* L, *Salvia officinalis* L, *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula angustifolia* L, Phenolic content, Antioxidant

*Corresponding author: Food Control Research and Application Center, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

E mail: aturkbaydir@aku.edu.tr (A. TÜRK BAYDIR)

Ayşegül TÜRK BAYDIR  <https://orcid.org/0000-0003-3014-3152>

Received: April 15, 2021

Accepted: June 03, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Türk Baydır A. 2021. Comparison of chemical and antioxidant properties of *Mentha piperita* L., *Salvia officinalis* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Lavandula angustifolia* L. BSJ Eng Sci, 4(3): 131-134.

1. Introduction

Mentha piperita is one of the most important, most common and aromatic herbs. It belongs to the Lamiaceae family (Tsai et al., 2013). The *M. piperita* has antibacterial, antifungal and antioxidant properties, and its essential oil include menthol (36.02%), menthone (24.56%), menthyl acetate (8.95%), and menthofuran (6.88%) (Singh et al., 2015; Ilboudo et al., 2016; Desam et al., 2019) Some essential components and phenolic compounds of *M. piperita* leaves are caffeic acid, rosmarinic acid, cinnamic acid, eryositrin, luteolin-7-O-glucoside, and represent about 20% weight of dry matter (Dorman et al., 2009; Farnad et al., 2014). *S. officinalis* is a plant in the Lamiaceae family. Grows in the Middle East and Mediterranean regions. In folk medicine, *S. officinalis* has been used for the treatment of various disorders such as seizures, ulcers, gout, rheumatism, inflammation, dizziness, tremor, stroke, diarrhea and hyperglycemia. The essential components of essential oil are borneol, camphor, caryophyllene, cineol, sieve, humulene, ledene, pinene and thujone. The alcoholic and aqueous extracts of *S. officinalis* are rich flavonoids, especially rosmarinic acid and luteolin-7-glucoside. In addition, phenolic acids such as caffeic acid and 3-Caffeoylquinic acid were found

in the methanolic extract of *S. officinalis*. Various flavonoids such as chlorogenic acid, ellagic acid, epicatechin, epigallocatechin gallate, quercetin, rosmarinic acid, rutin and luteolin-7-glucoside, as well as volatile components such as borneol, cineole, camphor and thujone have been described (Ghorbani and Esmaeilzadeh, 2017). *Rosmarinus officinalis* is a widely consumed aromatic plant of the Lamiaceae family. Fresh and dried leaves are often used in traditional Mediterranean cuisine and folk medicine. *R. officinalis* is known to have antioxidant, antibacterial and antifungal, anti-cancer, anti-inflammatory effects. Therefore, it has a wide range of industrial applications such as food and food packaging, pharmaceutical, perfumery and cosmetic industries (Ribeiro-Santos et al., 2015). *Lavandula angustifolia* is a perennial plant of the Lamiaceae family. Its origin is Southern European and Mediterranean and commercially grown in many countries. It has antifungal antibacterial and antioxidant properties (Blažeković et al., 2018). *L. angustifolia* is also a very popular aromatic plant and is widely used in perfumes, cosmetics and medicines (Tang et al., 2017). Borneol (22.4%), epi- α -muurolool (13.4%), α -bisabolol (13.1%), precocene I (13.0%), and eucalyptol (7.9%) are the major essential



oil constituents (Mantovani et al., 2013). Lavandunat, lavandufurandiol, lavandufluoren lavandupyrones A and B and five known compounds 4- (1-hydroxy-1-methylethyl) benzoic acid, methyl 3- (3,4-dihydroxyphenyl) propanoate, 3,4, α -trihydroxyl-ethyl phenylpropionate, rosmarinic acid and isosalvianolic acid are primary phenolic compounds (Yadikar et al., 2018).

Nowadays, since the safety of synthetic antioxidants is questioned in edible oils, the addition of natural antioxidants is recommended. This is one of the aims of our study and to determine whether the plants in question will be used for this purpose. In addition, the antioxidant and phenolic content of these plants is compared with each other. There are studies on these plants in the literature and there is no comparison under the same experimental conditions. This is one of the factors that make up the originality of our study. The antioxidant test of these plants in edible oils by Rancimat method is another of our original values.

2. Material and Methods

2.1. Plant Extraction

Plants harvested from Afyonkarahisar Medicinal and Aromatic Plants Center in 2018. All analyses were done at the same year. The plants were dried at 37°C for 72 hours and then prepared for analysis. 0.1 g plant samples were kept in 20 ml of methyl alcohol for 2 hours and the solution was filtered through ordinary filter paper. The resulting solutions were used for DPPH and total phenolic analysis. Total antioxidant and total phenolic analyzes were performed in three replicates and the average of the experimental results were given.

2.2. Detection of Free Radical Scavenging Activity

Total antioxidant test DPPH method was used with some modifications of antioxidant determination of *M. piperita*, *S. officinalis*, *R. officinalis* and *L. angustifolia* (Blois, 1958; Brand-Williams et al., 1995). Accordingly, 1 ml of plant extracts were mixed with 1 ml of 0.002 g / 100 ml DPPH (in methanol). The resulting solution incubated in dark for 30 minute and the absorbance of each sample mixture was measured at 517 nm. 1 ml of DPPH solution with 1 ml of methyl alcohol was mixed and read at 517 nm at 0 minutes and recorded as a control. Methyl alcohol solution was evaluated as a blank sample. The percentage of Radical scavenging activity was calculated using this formula % Radical scavenging activity = (Absorbance control-Absorbance sample) x100 / Absorbance control equation.

2.3. Total Phenolic Content Analysis

The total phenol content in *M. piperita*, *S. officinalis*, *R. officinalis* and *L. angustifolia* was calculated according to the Folin-Ciocalteu method (Singleton et al., 1965). Five different concentrations of 0.0312-0.125-0.25-0.5-1mg / ml of gallic acid were prepared with 99.9% methanol. 20 μ l of this solution was taken and 680 μ l of distilled water, 400 μ l of 0.5 N folin reagent (in water), 400 μ l of 10% Na₂CO₃ (in water) were added and absorbance at 760nm wavelength were read. In addition, 700 μ l distilled water,

400 μ l 0.5 N folin reagent, 400 μ l 10% Na₂CO₃ was mixed as the blank sample and the absorbance values from the blank sample was reset for samples and standard samples. From the data, graph of absorption versus concentration was obtained which is regression coefficient 0.95. 20 μ l of the extracted plant solution mixed with 680 μ l of distilled water, 400 μ l of 0.5 N folin reagent, 400 μ l of 10% Na₂CO₃ and the absorbance values were measured at 760 nm after 30 minutes. In the obtained equation, the absorbance values replaced by y and the x values were calculated. When the x multiply by the dilution factor phenolic equivalents in terms of gallic acid was calculated.

2.4. Rancimat Analysis

Rancimat analyzes were performed according to the standard rancimat method. In this method, the temperature is 120 ° C, the sample amount is 3 g, the air flow is 20 L / h, and the water amount is 60 mL. 0.055 μ s ultra-pure water was used in the experiments. Extra virgin olive oil produced in 2018 was used as oil. Since there is no standard for these plants for use as an antioxidant in edible oils, they were added to olive oil in 2% ratio and kept for 24 hours. Rancimat analysis results were compared in its pure form. The experiments were performed in two replicates and the average of the test results were given.

3. Results

3.1. % Radical Scavenging Activity

Data obtained as a result of DPPH experiments were given in Table 1. When the radical scavenging activity values of the plants are examined, it was observed that *M. piperita* was the highest with 95.31% radical scavenging activity and it was followed by *S. officinalis* with 91.83%. In terms of antioxidant content, the lowest *L. angustifolia* was found to be 18.85% under the same conditions. The radical scavenging activity of *R. officinalis* was tested as 54.28%.

3.2. Phenolic Content

The absorption concentration graph of the gallic acid standard formed according to the folin-ciocalteu method was given in Figure 1. The phenolic equivalents of the plants in terms of gallic acid were given in Table 2.

Table 1. % Radical scavenging activities of plant materials

Plant materials name	% Radical scavenging activity
<i>M. piperita</i>	95.31
<i>S. officinalis</i>	91.83
<i>R. officinalis</i>	54.28
<i>L. angustifolia</i>	18.85

Table 2. Phenolic content of plants in terms of gallic acid (mg / 100ml)

Plant materials name	The phenolic equivalents of the plants in terms of gallic acid mg/100ml
<i>M. piperita</i>	0.32
<i>S. officinalis</i>	0.28
<i>R. officinalis</i>	0.26
<i>L. angustifolia</i>	0.18

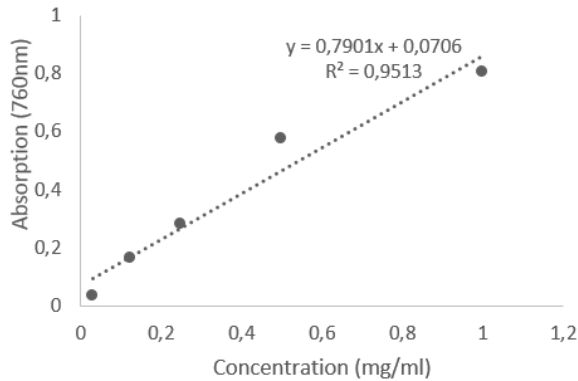


Figure 1. Absorption- concentration graph of five different concentrations of gallic acid methanol solution at 760 nm.

3.3. Rancimat Results

In Table 3, the induction periods obtained as a result of rancimat analysis were given.

From the data, adding these plants to virgin olive oils increased oxidation stability of virgin olive oil. While virgin olives induction period was 5.68, *L. angustifolia* added virgin olive oil was 5.90, *R. officinalis* added virgin olive oil was 6.63, *S. officinalis* added virgin olive oil was 6.07, and *M. piperita* added virgin olive oil was 6.43.

Table 3. Induction periods of olive oil and olive oil with 2% plant additive obtained by rancimat device

Plant materials name	Average
<i>M. piperita</i>	6.43±0.07
<i>S. officinalis</i>	6.07±0.01
<i>R. officinalis</i>	6.63±0.14
<i>L. angustifolia</i>	5.90±0.00
Virgin Olive Oil	5.68±0.16

4. Discussion

In this study, these four different plants were evaluated comparatively in terms of % radical scavenging activity, phenolic analysis, and effects of olive oil on oxidation stability. *M. piperita*'s % radical scavenging activity was 95.31%, *S. officinalis*'s 91.83%, *R. officinalis*'s 54.28%, and *L. angustifolia*'s 18.85%. *M. piperita* is the highest with 0.32 mg/100ml in terms of gallic acid. The *M. piperita* plant was followed by *S. officinalis* 0.28 *R. officinalis* 0.26 and *L. angustifolia* 0.18 mg/100ml, respectively. The total phenolic content of the *S.*

officinalis leaves was calculated as 0.324g 100g⁻¹ in terms of caffeic acid (Türk Baydir et al., 2021). In a scientific study, it was observed that *S. officinalis* was higher in terms of antioxidant and total phenolic content compared to *R. officinalis* (Armatu et al., 2010). According to the results of another study, *S. officinalis* is rich in myricetin and p-coumaric acid, while *R. officinalis* is rich in components such as rutin catechin quercetin (Bianchin et al., 2020). Extra virgin olive oil deteriorates at 120 °C in about 5.68 hours, 5.90 hours when 2% lavender was added, 6.07 hours when sage was added in, 6.63 hours when rosemary was added, 6.43 hours when mint was added. As a result, it was concluded that these plants can be used as anti-oxidation or retardant of extra virgin olive oil oxidation. The effect of *L. angustifolia* on oxidation stability of olive oil was the lowest as in all analyzes and the order of other plants had changed. In a study, it was determined with the help of the rancimat device that sage prevented oxidation in sunflower oil more than rosemary. This situation contradicts with the results of our study and we attribute this situation to regional factors (Upadhyay and Mishra, 2014). The toxicity of these plants was not emphasized in this study. Considering this situation, it is recommended to establish a standard and use it as a natural antioxidant in extra virgin olive oil. In addition, the effects of other cooking oils on oxidation stability can also be studied.

Author Contributions

All tasks have been done by the single author. The author reviewed and approved the manuscript.

Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

References

- Armatu A, Colceru-Mihul S, Bubueanu C, Draghici E, Pirvu L. 2010. Evaluation of antioxidant and free scavenging potential of some Lamiaceae species growing in Romania. Romanian Biotech Lett, 15(3): 5274-5280.
- Bianchin M, Pereira D, Almeida JF, Moura C, Pinheiro RS, Heldt LFS, Haminiuk CWI, Carpes ST. 2020. Antioxidant properties of lyophilized rosemary and sage extracts and its effect to prevent lipid oxidation in poultry pâtê. Molecules (Basel, Switzerland), 25(21): 1-10.
- Blažeković B, Yang W, Wang Y, Li C, Kindl M, Pepeljnjak S, Vladimir-Knežević S. 2018. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of Lavandula × intermedia 'Budrovka' and L. angustifolia cultivated in Croatia. Indust Crops and Products, 123: 173-182. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.06.041.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181: 1199-1200.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm-Wiss u-Technol, 30(28): 25-30.
- Desam NR, Al-Rajab AJ, Sharma M, Mylabathula MM, Gowkanapalli RR, Albratty M. 2019. Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of Mentha×Piperita L. (peppermint) essential oils. J King Saud Univ Sci, 31(4):

- 528-533.
- Diraman H, Baydır AT. 2017. Yağların oksidasyon kararlılıklarının tespit edilmesinde kullanılan hızlandırılmış stabilite metotları ve bu metotların karşılaştırılması. *Gıda ve Yem Bil Teknol Derg*, 18(2): 34-41.
- Dorman HJ, Koşar M, Başer KH. 2009. Phenolic profile and antioxidant evaluation of *Mentha x piperita* L. (peppermint) extracts. *Nat Prod Commun*, 4(4): 535-542.
- Farnad N, Heidari R, Behnaz A. 2014. Phenolic composition and comparison of antioxidant activity of alcoholic extracts of Peppermint (*Mentha piperita*). *J Food Measur Charact*, 8(2): 113-121.
- Ghorbani A, Esmailizadeh M. 2017. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *J Trad and Complement Med*, 7(4): 433-440.
- Ilboudo O, Bonzi S, Tapsoba I, Somda I, Bonzi-Coulibaly YL. 2016. In vitro antifungal activity of flavonoid diglycosides of *Mentha piperita* and their oxime derivatives against two cereals fungi. *Comptes Rendus Chimie*, 19(7): 857-862. DOI: 10.1016/j.crci.2015.11.023.
- Mantovani ALL, Vieira GPG, Cunha WR, Groppo M, Santos RA, Rodrigues V, Magalhães LG, Crotti AEM. 2013. Chemical composition, antischistosomal and cytotoxic effects of the essential oil of *Lavandula angustifolia* grown in Southeastern Brazil. *Brazilian J Pharmac*, 23(6): 877-884. DOI: 10.1590/S0102-695X2013000600004.
- Ribeiro-Santos R, Carvalho-Costa D, Cavaleiro C, Costa HS, Albuquerque TG, Castilho MC, Ramos F, Melo NR, Sanches-Silva A. 2015. A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Sci Technol*, 45(2): 355-368. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.07.015.
- Singh R, Shushni MAM, Belkheir A. 2015. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian J Chem*, 8(3): 322-328. DOI: 10.1016/j.arabj.2011.01.019.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American J Enology and Viticult*, 16(3): 144-158.
- Slinkard K, Singleton V. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American J Enology and Viticult*, 28: 49-55.
- Tang S, Shi J, Liu C, Zhang F, Xiang N, Liu X, Chen Y, You J, Shen Q, Miao M, Liu Z, Yang G. 2017. Three new arylbenzofurans from *Lavandula angustifolia* and their bioactivities. *Phytochem Lett*, 19: 60-63. DOI: 10.1016/j.phytol.2016.12.005.
- Tsai ML, Wu CT, Lin TF, Lin WC, Huang YC, Yang CH. 2013. Chemical composition and biological properties of essential oils of two mint species. *Trop J Pharm Res*, 12: 572-582.
- Türk Baydır A, Soltanbeigi A, Canlıdınç RS, Selçuk M. 2021. Determination of chemical properties and antioxidant effect of *Salvia Officinalis* L, 4(1): 95-100.
- Upadhyay R, Mishra HN. 2014. Antioxidant activity measurement of oleoresin from rosemary and sage. *Indust Crops and Prod*, 61: 453-459. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.07.043.
- Yadikar N, Bobakulov K, Li G, Aisa HA. 2018. Seven new phenolic compounds from *Lavandula angustifolia*. *Phytochem Lett*, 23: 149-154. DOI: 10.1016/j.phytol.2017.12.005.



GENETIC RESOURCES AND DIVERSITY AMONG SHEEP BREEDS OF ASIA AND EUROPE

Muhammad Shahzad HUSSAIN^{1*}, Metin ERDOĞAN¹

¹Department of Medical Biology and Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

Abstract: Sheep has been domesticated southwestern Asia for about 8000-9000 years ago and represented one of earliest livestock species. Ancestor relationship can be investigated through mtDNA data. There are many genetic markers to determine the relationship between and among the sheep breeds. Restriction fragment length polymorphisms are basic technique and have less variability and many restrictions as compared to Random amplification of polymorphic DNA. Due to specific amplification of Amplified fragment length polymorphisms it is more suitable than Restriction fragment length polymorphisms and Random amplification of polymorphic DNA. Microsatellites are widely used technique for the determination of genetic diversity. This technique provides information about the classification and characterization of sheep breeds. However this technique cannot provides information on breed functional traits. On the basis of mtDNA analysis haplotypes groups differ in sequences by any extent of Ovis species. Haplotype A and B are two of most important haplotype groups. Haplotype A carries Asiatic mouflon (*Ovis orientalis*) while Haplotype B carries European mouflon (*Ovis musimon*). Actually Haplotype A and B are both found in Asia while Haplotype B only dominates in Europe so sheep descent from one or more Asiatic mouflon. Haplotype C also found in Turkey, Portugal, Caucasus and China while Haplotype D present in Karachai sheep from Caucasian. Haplotype E which is very rare and found only in Turkey.

Keywords: Genetic markers, mtDNA, Microsatellites, Haplogroups, Relationship

*Corresponding author: Department of Medical Biology and Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

E mail: shahzadivas@gmail.com (M.S. HUSSAIN)

Muhammad Shahzad HUSSAIN



<https://orcid.org/0000-0001-5714-8610>

Metin ERDOĞAN



<https://orcid.org/0000-0003-0975-1989>

Received: January 11, 2021

Accepted: March 20, 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Hussain MS, Erdoğan, M. 2021. Genetic resources and diversity among sheep breeds of Asia and Europe. *BSJ Eng Sci*, 4(3): 135-140.

1. Introduction

Sheep is the most important and economically breed which played a magnificent role in human society and after humans spread all over the world (Colledge et al., 2005; Chessa et al., 2009; Ulutaş et al., 2018). Sheep has been domesticated around 8000-9000 years ago in the Fertile Crescent zone of Asia (Ryder, 1984; Ryder and Stephenson, 1968). Based on morphology sheep originated from urial (*Ovis vignei*) of Central Asian mountainous ranges (Ryder and Stephenson, 1968; Piper and Ruvinsky, 1997). Natural and Artificial selection resulted development of around 1400 breeds from their ancestors (Scherf, 2000). Human activities played an important role in breed development process in respect of flow of genes between population and breeds (Warmuth et al., 2012).

Molecular genetics provides the information among relationships between breeds and populations and inherited genes present within breeds. Genetic variation at continent level between the native sheep breeds can provide the understanding of their origin and dispersal with respect to how human played role in the distribution of breeds. Paleontology with the help of molecular genetics provides great information about origin and dispersal of sheep (Poplin, 1979; Hiendleder

et al., 1998; Pedrosa et al., 2005; Chessa et al., 2009; Meadows et al., 2007, 2011; Kijas et al., 2009, 2012; Demirci et al., 2013).

Autosomal microsatellites used for the understanding of population history (Forbes et al., 1995; Walling et al., 2004) as well as the relationship between the Europe and Asia sheep breeds (Arranz et al., 1998, 2001; Diez-Tascon et al., 2000; Tapio et al., 2003; Chu et al., 2003). As sheep is considered one of the earliest livestock species (Zeder et al., 2006; Sen et al., 2011) it has important role in domestication process. The domestic sheep interbreed with Argali, Mouflon and Urial which lead to more complexes in finding the origin of sheep (Guo et al., 2005). From north part of Zargros to southeastern Anatolian region sheep were domesticated mostly nearly 10000-11000 B.C. or might be more earlier (Peter et al., 2005).

2. Role of Unconscious Selection in Domestication of Sheep

There are two types of selections; conscious selection which is also called selective breeding as selected by breeders according to trait of interest.

Unconscious selection in which animals are isolated from their wild environment to man-made environment as a



result new traits automatically selected because of loss of activity of various adaptations which are necessary to survival in wild environments results in new characteristics of animals. As compared to plants less attention has been made to unconscious selection in domestication of animals (Zohary et al., 1998) when shift from wild to artificial environment some morphometrical, behavioral and physiological developments occur.

Unconscious selection play important role in domestication of sheep by two ways first is favor of specific morphometric or behavioral type by domesticator and provide founder effect and second one is the culling of young males. Culling of young males is closely associated to changes in morphometry (Zohary et al., 1998).

3. Genetic Polymorphisms

Analysis of genetic diversity can be measured with the help of different genetic markers. Each marker is based on DNA sequence polymorphisms and used to detect other than itself the presence of any specific genotype or phenotype which is difficult to measure. With the help of genetic markers evolutionary history of any species can be determined by phylogenetic analysis as well as genetic studies of population and gene mapping.

There are different classes of genetic or molecular markers for example restriction fragment length polymorphisms (RFLP), random amplification of polymorphic DNA (RAPD), amplified fragment length polymorphisms (AFLP), microsatellites or simple sequence repeats (SSRs) and mitochondrial DNA (mtDNA).

3.1. Restriction Fragment Length Polymorphisms

This type of non PCR based or hybridization based DNA marker used as probe of cDNA, synthetic oligonucleotides or DNA cloned elements. The probe is radioisotopically labeled or with the enzymes which catalyzed the reaction. Then cleavage of DNA is occurred with restriction enzymes. RFLP is old technique and was developed in 1980 to understand the difference between the DNA structures based on the bacterial restriction enzymes (Mburu and Hanotte, 2005).

DNA sequence is digested with the help of known restriction enzyme for the analysis of patterns. Different fragment length patterns are obtained which indicated that enzyme cut the DNA at unrelated portions. If there are mutations in the DNA than these mutations either removes the existing restriction sites or create new restriction sites which results in restriction polymorphisms and these changes can be detected by hybridization probe (Yadav et al., 2017).

RFLP is stable technique and provide constant data over the location and time for the detection of genetic diversity but RFLP needs good and large quantity of DNA also RFLP cannot detect the variation in whole genome sequences in sheep. RFLP does not work in case of inbreeding in sheep due to less variability.

3.2. Random Amplification of Polymorphic DNA

Random amplification of polymorphic DNA (RAPD) is the PCR based technique or molecular marker to detect genetic diversity in sheep. This technique was developed in 1990 and new as compared to RFLP (Williams et al., 1990; Welsh et al., 1990). This technique is also called arbitrarily primed PCR (AP-PCR). As the name indicates in this technique DNA segments are randomly amplified. RAPD is most commonly used marker or technique to determine the genetic diversity (Williams et al., 1990) as there is no need to determine the DNA sequence for the targeted gene because primers can bind anywhere in the DNA sequence. This technique is used to determine specific sequences relationship among the species as well as it was also used in many species of animals like buffalo, dog, cat, pig, horse, kangaroo and rabbit (Koh et al., 1998).

As a comparison with RFLP it is cost effective, simple and less amount of DNA is required (Demeke et al., 1992; Koller et al., 1993). Although RAPD has also disadvantages as there is occurrence of primers binding which are non-specific and non-reproducible. During the studies of F2 generations RAPD cannot be used as this technique is not able to differentiate homozygote from the heterozygote genotypes. This technique is also poor in the sense of reability and repeatability (Meunier et al., 1993).

3.3. Amplified Fragment Length Polymorphisms

Amplified fragment length polymorphisms also abbreviated as AFLP is actually a combination of PCR and RFLP techniques (Zabeau et al., 1993). In this technique like RFLP with restrictions enzymes DNA is digested. The next step is ligation in which DNA fragments are ligated to adaptors and in amplification these fragments amplified with specific primers (Bleas et al., 1998). AFLP is better as compared to RFLP and RAPD as it less time consuming and absolute as well as reliable because of specific amplification respectively. Genetic diversity of sheep breeds can be determined by AFLP by using different breed markers (Hoda et al., 2010). AFLP is genetically stable technique to determine the large number of polymorphic markers which are automatically genotyped (Vos et al., 1995) and is effective to study the population genetics and to understand the animal genetic resources. This technique also has disadvantages as the markers used cannot be able to differentiate the homozygous individuals which are dominant from the dominant heterozygous individuals (Paglia et al., 1998).

3.4. Microsatellites

Genetic diversity is the most important parameter for the analysis of population growth, future population growth and sustainability of animals (Soule, 1987). For population of any breed maintenance, genetic diversity is very important (Hall and Bardley, 1995). Microsatellites also known as simple sequences repeats or SSRs are the markers which are used to determine the genetic diversity both within and between the sheep breeds. Actually microsatellites are repeated sequences within

the genome of the animals. Now a day microsatellites are commonly used markers for animal genetic studies (Civanova et al., 2006). This technique is used for many purposes such as the investigation of diseases, to evaluate the genetic diversity between and among the sheep breeds, determination of genetic resources, understand population genetic, to determine the history and domestication process of sheep, percentage determination and migration of animals. Microsatellites markers are easy to detect as well as there is high level of polymorphisms and availability in the genome of the animals (Ritz et al, 2000).

Microsatellites normally consist of 1-6 bp which are tandemly repeats (Litt and Luty, 1989) and their flanking regions are conservative at the loci whereas high variability is present for repetitive units between and among the species as well as different animals of the same species. Primer designing is very important in this technique based on conserved sequences and then via electrophoresis polymorphisms can be observed (Tautz, 1989).

As compared to RAPD, microsatellites are more stable and highly repeatable technique also this technique is much better than AFLP as it can detect the homozygous individuals from the heterozygous individuals because of its co-dominant markers. Microsatellites are used to investigate different sheep breeds all over the world. High level of genetic variations using microsatellites markers were observed among the Turkish sheep breeds (Gutierrez-Gil et al., 2006). Using different population parameters genetic relationship of Spanish sheep breeds using microsatellites have been studied which provides useful information about the identification and differentiation of breeds (Arranz et al., 1998; 2001). Also Arora and Bhatia, 2004 studied on Indian sheep using microsatellites and Diez-tascon et al. 2000 worked on Merino sheep breeds using microsatellites.

Besides the many advantages of microsatellites these markers have some drawbacks as well. First one is high cost as compared to other techniques. Due to mutation in annealing sites of primer in the presence of null alleles than heterozygote individuals falsely classified as homozygotes. Homoplasmy is another problem due to mutations and microsatellites cannot provide information about the biodiversity on functional traits.

4. Mitochondrial DNA Diversity

Mitochondrial DNA (mtDNA) is an important tool of animal phylogenetic study. mtDNA is inherited maternally and within the species its variability is very high. In the mitochondrial genome D loop (control region sequence) rapidly evolves as compared to nuclear DNA. mtDNA also play important role in recognition of population history and demographic expansion (Bruford et al., 2003).

There are three major genomic variations which can be used to determine the history of sheep: mitochondrial genome, autosomes and Y chromosome. Autosomal

studies include autosomal microsatellites which can be used globally to detect relationship of sheep breeds across the continents. By using microsatellites animals have been collected from northern and southern parts of Europe (Handley et al., 2007) or Europe and the Middle East (Peter et al., 2007) and performed genetic analysis at continental scale. There is more genetic diversity but less genetic differentiation in South European sheep breeds in contrast to Northern European breeds (Pariset et al., 2011) as genetic diversity will be high in the populations close to domestication center and decline away from it. Non recombining regions of Y chromosome showed the male mediated introgression patterns in the process of breed development (Meadows et al., 2006, 2009).

Male specific region of Y chromosome has now much focus to study the migration of sheep but very less work has been done on it. Male lineages in the form of haplotypes are identified by observing the alleles in the haploid state without X-Y combination pattern. Study of male lineage is very important in livestock because by control mating resulted in limited number of males which contributed to the large progeny in the future generations. Very less nucleotide diversity have been reported in male specific Y chromosome in sheep (Meadows et al., 2004). Y specific probe has been developed by Bradley et al., 1994 to distinguish between two cattle breeds *Bos taurus* and *Bos indicus*. Meadows et al., 2006 revealed that there is no direct relationship of mountain sheep both *Ovis canadensis* and *Ovis dalli* in the process of domestication of sheep and Mouflon contributed well in the domestic process of sheep. SNP analysis of sheep genome indicated that within individual breed SNPs can identified population substructures (Kijas et al., 2009).

Most information about history and domestication of species generated by using mtDNA. Due to many domestication events and human selection as well as introgression by species results in multiple lineages and their admixtures of mtDNA within the breeds (Pireira et al., 2006, Meadows et al., 2007). As compared to relationship of many other species with their ancestors on the basis of mtDNA, two main haplogroups A and B were found in sheep which were different in their sequences (Hiendleder et al., 2002). Haplogroup A and B both found in Asia but haplogroup B mostly found in Europe. Haplogroup C was identified in China, Caucasus, Portugal and Turkey (Tapio et al., 2006). Haplogroup found in species of Sheep hardly correlate geographically. Independent domestication events were lower than the distinct lineages because the wild populations of sheep may be polymorphic or many wild populations introduced new maternal lineages to the domestic sheep (Zeder et al., 2006). Haplotype D was found in Caucasian and Rumanian Karachai sheep while E is rarely found in Turkish sheep (Groeneveld et al., 2009).

5. Rapid Mutation of mtDNA

Restriction endonuclease enzyme and thermostability analysis shows that mitochondrial DNA mutates unusually faster. Thermostability analysis is actually the difference between the T_m values of heteroduplex and homoduplex DNAs. The estimation of sequence differences between the related DNAs can be calculated by comparison of melting temperature of the heteroduplex DNA and the melting temperature of homoduplex DNA. The difference of mtDNA is 5 fold more as compared to nuclear DNA difference on the basis of m (minimum number of base substitution per base pair by which the two species differ in the sites of cleavage of the nucleotides or sequence difference at the site) and 10 fold on the basis of p (at the cleavage site in comparison of two species the estimated number of base substitution per base pair) which shows that mtDNA usually evolves 5 to 10 times faster than nuclear DNA (Brown et al., 1979). Although high evolutionary rate of mtDNA, made it very useful molecule for evolutionary biologists for the study of species and population relationships. Mechanism of speciation can be thoroughly studied with the help of mtDNA.

6. High Level of Gene Flow from Asia and Europe

Sheep is highly versatile domestic species. Phenotypic differences occur between the breeds on the basis of characteristics such as milk and meat production, wool, tolerance in environment and colour of coat. Molecular genetics revealed the relationship between population of sheep and genetic variation. Autosomal microsatellites can be used to understand the history of sheep population (Forbes et al., 1995; Walling et al., 2004) as well as breed relationship from Europe (Arranz et al., 1998; Diez-Tascon et al., 2000; Tapio et al., 2003) and Asia (Chu et al., 2003).

Molecular evidences revealed that sheep has been transported between geographical areas. Haplotype distribution indicates that sheep has weakest population structure and most dispersed domestic animal between continents. As compared to other domestic animals such as goat (10%), cattle (50%) and sheep has only 2.7% sequence variation between the continents (Meadows et al., 2005). The microsatellite SRYM18 which defines the other haplotypes (Meadows et al., 2006) but major haplotypes excluded these present very less frequency and distributed over different continents.

Genetic variations play important role in the future breeding programmes. Within species individual, group and population genetic differences represent the variation. Genetic resources can be saved by the efforts of conservation. Mitochondrial genome is a very useful tool for the investigation of origin of species. Divergent groups of mtDNA sequence appeared shows that species of domestic animals have multiple maternal origins (Bradley et al., 1996; Luikart et al., 2001; Hiendleder et

al., 2002). Events of the domestication occurred for Buffalo and pigs in Asia, for sheep, goat and cattle in Near East and for llama and alpaca in Americas (Bruford et al., 2003).

7. Conclusion

There are many techniques or markers used to investigate the relationship between and among different sheep populations. RFLP is old and hybridization technique in which different restrictions enzymes is used to cut the DNA sequences at various sites. This technique cannot be used while studying whole genome of the animals. RAPD is new technique as compared to RFLP and is used for the study of genetic diversity of sheep. RAPD is actually a PCR based method in which primers can bind anywhere in the genome so no need to determine targeted sequence in the DNA. AFLP is also PCR based technique and is better than both RFLP and RAPD because it is more stable and is used to study wide populations of animals.

Microsatellites are the most used markers or technique used to detect history and relationship between and among the sheep breeds in all over the world. It is used to detect future population growth and parameters, disease investigations and neutral biodiversity. However this technique is not able to detect functional traits of the species. Sheep mainly have two lineages which were arisen from the geographically different domestication events. The other analysis which reveals that domestication occurred only once from the ancestral population which has two mtDNA divergent cannot be neglected but divergence level which isolating the major lineages remarkably anticipate the extent of history of domestication both for sheep (Hiendleder et al., 2002) and other animals (MacHugh and Bradley, 2001) showing strong population structure.

Mitochondrial DNA play important role in phylogenetic study of sheep as mtDNA follow the maternal inheritance and high variable within the species of animals. Mitochondrial DNA (mtDNA) has high rate of evolution as compared to nuclear DNA and reveals the demographic process or complexity the history of sheep (Bruford et al., 2003). According to mtDNA there are two major haplotypes in domestic sheep. mtDNA analysis deny the Argali (*Ovis ammon*) and Urial as supposed common ancestors of sheep (Hiendleder et al., 2002; Wu et al., 2003) so it is generally agreed Mouflon (*Ovis musimon*) is the common ancestor of sheep. Haplotypes A and B both present in Asia and haplotype B dominates in Europe (Bruford et al., 2003; Meadows et al., 2005). Haplotype C is very less but present in Turkey, Caucasus and China (Tapio et al., 2006). Haplotype D is present in Karachai sheep. Haplotype E is occurred in some Turkish animals.

Evidence suggest that sheep have been transported between major geographic areas or regions which is cleared from the sequenced data set which expressed the presence of Haplotype A in many animals of European

breeds (Meadows et al., 2005). Haplo type A which is also found in New Zealand suggesting the early migration of sheep from Asia to Australia (Hiendleder et al., 2002). All the three Asian breeds of sheep have haplo type A which also indicates the movement of sheep during breed development.

Author Contributions

All authors have equal contribution rates, and the authors have read and approved the article.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Arora R, Bhatia S. 2004. Genetic structure of Muzzafarnagri sheep based on microsatellite analysis. *Small Rumin Res*, 54: 227-230.
- Arranz J, Bayon Y, Primitivo FS. 2001. Differentiation among Spanish sheep breeds using microsatellites. *Genet Sel Evol*, 33: 529-542.
- Arranz JJ, Bayón Y, San Primitivo F. 1998. Genetic relationships among Spanish sheep using microsatellites, *Anim. Genet*, 29: 435-440.
- Bleas MJ, De Grandis SA, Lee H, Trevors JT. 1998. Amplified fragment length polymorphism (AFLP): a review of the procedure and its applications. *J Indus Micro Biotech*, 21: 99-114.
- Bradley DG, MacHugh D., Cunningham P, Loftus RT. 1996. Mitochondrial diversity and the origins of African and European cattle. *Proc Natl Acad Sci*, 93: 5131-5135.
- Bradley DG, MacHugh DE, Loftus R, Sow RS, Hoste CH, Cunningham EP. 1994. Zebu-aurine variation in Y chromosomal DNA: a sensitive assay for genetic introgression in Western African tyranotolerant cattle populations. *Anim Genet*, 15: 7-12.
- Brown WM, George-Jr M, Wilson AC. 1979. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Genet*, 76:1967-1971.
- Bruford MW, Bradley DG, Luikart G. 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nature Rev Genet*, 4: 900-910.
- Chessa B, Pereira F, Arnaud F, Amorim A, Goyache F, Mainland I, Kao RR, Pemberton JM, Beraldi D, Stear MJ, Alberti A, Pittau M, Iannuzzi L, Banabazi MH, Kazwala R, Zhang YP, Arranz JJ, Ali BA, Wang Z, Uzun M, Dione M, Olsaker I, Holm L-E, Saarma U, Ahmad S, Marzanov N, Eythorsdottir E, Holland MJ, Ajmone-Marsan P, Bruford MW, Kantanen J, Spencer TE, Palmardini M. 2009. Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations. *Sci*, 324:532-536.
- Chu MX, Wang JZ, Wang AG, Li N, Fu JL. 2003. Association analysis between five microsatellite loci and litter size in small tail Han sheep. *Asian-Aust J Anim Sci*, 16: 1555-1559.
- Civanova K, Putnova L, Dvorak J. 2006. Analysis of microsatellite set for biodiversity studies in horses. *Acta Fytotechnica et Zootech*, 39-40.
- Colledge S, Conolly J, Shennan S. 2005. The evolution of Neolithic farming from SW Asian origins to NW European limits. *Eur J Archaeol*, 8: 137-156.
- Demeke T, Adams RP, Chibbar R. 1992. Potential taxonomic use of random amplified polymorphic DNA (RAPD): a case study in Brassica. *Theor Appl Genet*, 84: 990-994.
- Demirci S, Koban-Baştanlar E, Dağtaş ND, Pişkin E, Engin A, Özer F, Yüncü E, Doğan ŞA, Togan İ. 2013. Mitochondrial DNA diversity of modern, ancient and wild sheep (*Ovis gmelinii anatolica*) from Turkey: new insights on the evolutionary history of sheep. *Plos One*, e81952.
- Diez-Tascon C, Littlejohn RP, Almeida PAR, Crawford AM. 2000. Genetic variation within the Merino sheep breed: analysis of closely related populations using microsatellites. *Anim Genet*, 31: 243-251.
- Forbes SH, Hogg JT, Buchanan FC, Crawford AM, Allendorf FW. 1995. Microsatellite evolution in congeneric mammals: domestic and bighorn sheep. *Mol Biol Evol*, 12:1106-1113.
- Groeneveld LF, Lenstra JA, Eding H, Toro MA, Scherf B, Pilling D, Negrini R, Finlay EK, Jianlin H, Groeneveld E, Weigend S, Consortium G. 2009. Genetic diversity in farm animals-a review. *Anim Genet*, 41:6-31.
- Guo J, Du LX, Ma YH, Guan WJ, Li HB, Zhao QJ, Li X, Rao SQ. 2005. A novel maternal lineage revealed in sheep (*Ovis aries*). *Anim Genet*, 36: 331-6.
- Gutiérrez-Gil B, Uzun M, Arranz J, Primitivo FS, Yildiz S, Cenesiz M, Bayon Y. 2006. Genetic diversity in Turkish sheep. *Acta Agriculturae Scandinavica. Anim Sci*, 56: 1-7.
- Hall SJG, Bradley DG. 1995. Conserving livestock breed biodiversity. *Trends Ecol Evol*, 10: 267-270.
- Handley LJ, Byrne K, Santucci F, Townsend S, Taylor M, Bruford MW, Hewitt GM. 2007. Genetic structure of European sheep breeds. *Heredity*, 99 (6): 620-631.
- Hiendleder S, Kaupe B, Wassmuth R, Janke A. 2002. Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 269: 893-904.
- Hiendleder S, Mainz K, Plante Y, Lewalski H. 1998. Analysis of mitochondrial DNA indicates that domestic sheep are derived from two different ancestral maternal sources: no evidence for contributions from urial and argali sheep. *J Hered*, 89: 113-120.
- Hoda A, Ajmone-Marsan P, Dobi P, Bozgo V, Consortium E. 2010. Genetic diversity in Albanian sheep breeds estimated by AFLP markers. *Alban J Agri Sci*, 9: 23-29.
- Kijas JW, Townley D, Dalrymple BP, Heaton MP, Maddox JF, McGrath A, Wilson P, Ingersoll RG, McCulloch R, McWilliam S, Tang D, McEwan J, Cockett N, Oddy VH, Nicholas FW, Raadsma H. 2009. International Sheep Genomics Consortium. A genome wide survey of SNP variation reveals the genetic structure of sheep breeds. *PLoS One*, 4 (3): e4668.
- Koh MC, Lim CH, Chua SB, Chew ST, Phang STW. 1998. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) fingerprints for identification of red meat animal species. *Meat Sci*, 48: 275-285.
- Koller B, Lehmann A, McDermott JM. 1993. Identification of apple cultivars using RAPD markers. *Theor App Genet*, 85: 901-904.
- Litt M, Luty JA. 1989. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *Am J Hum Genet*, 44: 397-401.
- Luikart G, Gielly L, Excoffier L, Vigne JD, Bouvet J, Taberlet P. 2001. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proc Natl Acad Sci*, 98: 5927-5932.
- MacHugh D, Bradley D. 2001. Livestock genetic origins: goats buck the trend. *Proc Natl Acad Sci*, 98:5382-5384.
- Mburu D and Hanotte O. 2005. A practical approach to microsatellite genotyping with special reference to livestock population genetics. ILRI Biodiversity project. A manual prepared for the IAEA/ILRI training course on molecular

- characterization of small ruminant genetic resources of Asia, ILRI, Nairobi, Kenya.
- Meadows JRS, Cemal I, Karaca O, Gootwine E, Kijas JW. 2007. Five ovine mitochondrial lineages identified from sheep breeds of the near east. *Genetics*, 175 (3): 1371–1379.
- Meadows JRS, Hanotte O, Drögemüller C, Calvo J, Godfrey R, Coltman D, Maddox JF, Marzanov N, Kantanen J, Kijas JW. 2006. Globally dispersed Y chromosomal haplotypes in wild and domestic sheep. *Animal Genetics*, 37: 444–453.
- Meadows JRS, Hawken RJ, Kijas JW. 2004. Nucleotide diversity of the ovine Y chromosome. *Anim Genet*, 35: 379–85.
- Meadows JRS, Kijas JW. 2009. Re-sequencing regions of the ovine Y chromosome in domestic and wild sheep reveals novel paternal haplotypes. *Anim Genet*, 40 (1): 119–123.
- Meadows JRS, Li K, Kantanen J, Tapio M, Sipos W, Pardeshi V, Gupta V, Calvo JH, Whan V, Norris B, Kijas JW. 2005. Mitochondrial sequence reveals high levels of gene flow between breeds of domestic sheep from Asia and Europe. *J Heredity*, 96: 494–501.
- Meunier JR, Grimont PAD. 1993. Factors affecting reproducibility of random amplified polymorphic DNA fingerprinting. *Res Microbiol*, 144: 373–379.
- Paglia G, Morgante M. 1998. PCR-based multiplex DNA fingerprinting technique for the analysis of conifer genome. *Mol Breed*, 4: 173–177.
- Pariset L, Mariotti M, Gargani M, Joost S, Negrini R, Perez T, Bruford M, Marsan PA, Valentini A. 2011. Genetic diversity of sheep breeds from Albania, Greece and Italy assessed by mitochondrial DNA and nuclear polymorphisms (SNPs). *The Sci World*, 11:1641–1659.
- Pedrosa S, Uzun M, Arranz JJ, Gutiérrez-Gil B, San-Primitivo F, Bayón Y. 2005. Evidence of three maternal lineages in Near Eastern sheep supporting multiple domestication events. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 272: 2211–2217.
- Pereira F, Davis SJM, Pereira L, McEvoy B, Bradley DG, Amorim A. 2006. Genetic signatures of a Mediterranean influence in Iberian Peninsula sheep husbandry. *Molec Biol Evol*, 23: 1420–1426.
- Peter C, Bruford M, Perez T, Dalamitra S, Hewitt G, Erhardt G. 2007. Genetic diversity and subdivision of 57 European and Middle-Eastern sheep breeds. *Anim Genet*, 38(1): 37–44.
- Peter C, Prinzenberg EM, Erhardt G, Consortium E. 2005. Null allele at the OarAE129 locus and corresponding allele frequencies in German sheep breeds. *Anim Genet*, 36: 92.
- Piper L, Ruvinsky A. 1997. *The Genetics of Sheep*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Poplin F. 1979. Origine du mouflon de Corse dans une nouvelle perspective paleontologique: par marronnage. *Ann Genet Sel Anim*, 11:133–134.
- Ritz RL, Glowatzki-Mullis ML, Machugh DE, Gaillard C. 2000. Phylogenetic analysis of the tribe Bovini using microsatellites. *Anim Genet*, 31: 178–185.
- Ryder ML, Stephenson SK. 1968. *Wool Growth*. Academic Press, San Diego, CA.
- Ryder ML. 1984. Sheep. In: Mason IL, editor. *Evolution of domesticated animals*. London: Longman, pp 63–85.
- Scherf BD. 2000. World watch list for domestic animal diversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Sen U, E Sirin, Ulutas Z, Kuran M. 2011. Fattening performance, slaughter, carcass and meat quality traits of Karayaka lambs. *Trop Anim Health Prod*, 43 (2): 409–416.
- Soule M. 1987. *Viable populations for conservation*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Tapio M, Marzanov N, Ozerov M, Cinkulov M, Gonzarenko G, Kiselyova T, Murawski M, Viinalass H, Kantanen J. 2006. Sheep mitochondrial DNA variation in European, Caucasian, and Central Asian areas. *Molec Biol Evol*, 23: 1776–1783.
- Tapio M, Miceikiene I, Vilkki J, Kantanen J. 2003. Comparison of microsatellite and blood protein diversity in sheep: inconsistencies in fragmented breeds. *Mol Ecol*, 12:2045–2056.
- Tautz D. 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Res*, 17: 6463–6471.
- Ulutaş Z, Aksoy Y, Sahin A, Şirin E, Şen U, Kuran M. 2018. Genetic trends of body weight and some scanning traits of Karayaka lambs. *Indian J Anim Res*, 52(8): 1119–1123.
- Vos P, Hogers R, Bleeker M, Reijans M, Lee TVD, Hornes M, Friters A, Pot J, Paleman J, Kuiper M, Zabeau M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res*, 23: 4407–4414.
- Walling GA, Wilson AD, Mctear BL, Bishop SC. 2004. Increased heterozygosity and allele variants are seen in Texel compared to Suffolk sheep. *Heredity*, 92:102–109.
- Warmuth V, Eriksson A, Bower MA, Barker G, Barrett E, Hanks BK, Li S, Lomitashvili D, Ochir-Goryaeva M, Sizonov GV, Soyonov V, Manica A. 2012. Reconstructing the origin and spread of horse domestication in the Eurasian steppe. *Proc Natl Acad Sci*, 109:8202–8206.
- Welsh J, McClelland M. 1990. Fingerprinting genomes Using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Res*, 18: 7213–7218.
- Williams JGK, Kubeilic AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res*, 18: 6531–6535.
- Wu CH, Zhang YP, Bunch TD, Wang S, Wang W. 2003. Mitochondrial control region sequence variation within the argali wild sheep (*Ovis ammon*): evolution and conservation relevance. *Mammalia*, 67:109–118.
- Yadav AK, Tomar SS, Jha AK, Singh J. 2017. Importance of molecular markers in livestock improvement. *IJAIR*, 5: 614–621.
- Zabeau M, Vos P. 1993. Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprinting. EP Patent. Publication. No.0534858:B2.
- Zeder MA, Emshwiller E, Smith BD, Bradley DG. 2006. Documenting domestication: the intersection of genetics and archaeology. *Trends Genet*, 22: 139–155.
- Zohary D, Tchernov E, Horwitz KL. 1998. The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *J Zool Lond*, 245: 129–135.



ORKİDELERİN GELENEKSEL KULLANIMLARI, FİTOKİMYASAL İÇERİKLERİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

Erdi Can AYTAR^{1*}, Yasemin ÖZDENER KÖMPE¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Özet: Orkideler renk, boyut, çiçeklenme şekilleri ve aynı zamanda koku özellikleri bakımından oldukça çeşitlilik gösteren bitkilerdir. Yayılış alanları tropikal bölgelerden yüksek dağlara kadar değişmektedir. Orkideler öncelikle süs bitkisi olarak yetiştirilse de polisakkaritler ve alkaloidler gibi kimyasal bileşenler açısından da zengindirler. Bundan dolayı ilaç ve gıda sanayisinde dünyanın farklı yerlerinde ve kültürlerinde kullanılmaktadırlar. Sekonder metabolitler, moleküler ağırlığı düşük organik bileşikler olarak tanımlanır. Bu bileşikler birincil olarak büyüme ve gelişmeden sorumlu olmasa da stres gibi özel koşullar altında üretilirler. Tıbbi orkidelerde, bugüne kadar farklı sekonder metabolit sınıfları bildirilmiştir ve bunların farmasötik alanda önemli bir rol oynadıkları gösterilmiştir. Bu çalışmada, orkideleri geleneksel kullanımları, biyolojik aktiviteleri ve biyoaktif bileşikleri açısından incelemek amaçlanmıştır. Bu türlerin ayrıntılı şekilde incelenmesinin hem toplu sağlığına hem de ulusal ekonomiye katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Geleneksel kullanım, Biyoaktif bileşikler, Biyolojik aktivite, Orkide

Traditional Uses, Phytochemical Compositions and Biological Activities of Orchids

Abstract: Orchids are highly diverse plants in terms of color, size, blooming patterns, as well as their scent characteristics. Their distribution ranges from tropical regions to high mountains. Although orchids are primarily grown as ornamental plants, many are also rich in other chemical components such as polysaccharides and alkaloids. Therefore, it is used in different parts of the world and cultures in the pharmaceutical and food industries. Secondary metabolites are defined as low molecular weight organic compounds. Although these compounds are not primarily responsible for growth and development, they are produced under special conditions such as stress. Different classes of secondary metabolites have been reported in medicinal orchids to date and have been shown to play an important role in the pharmaceutical field. In this study, it is aimed to examine orchids in terms of their traditional uses, biological activities and bioactive compounds. It is thought that a detailed examination of these species will contribute to both public health and the national economy.

Keywords: Traditional use, Bioactive compounds, Biological activity, Orchid

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: erdicanaytar@gmail.com (E.C. AYTAR)

Erdi Can AYTAR



<https://orcid.org/0000-0001-6045-0183>

Yasemin ÖZDENER KÖMPE



<https://orcid.org/0000-0003-1649-4298>

Gönderi: 05 Nisan 2021

Received: April 05, 2021

Kabul: 03 Mayıs 2021

Accepted: May 03, 2021

Yayınlanma: 01 Temmuz 2021

Published: July 01, 2021

Cite as: Aytar EC, Özden K. 2021. Traditional uses, phytochemical compositions and biological activities of orchids. BSJ Eng Sci, 4(3): 141-152.

1. Giriş

Orkideler süs bitkisi olarak yüksek ekonomik değere sahip olup, ilaç ve kozmetik sanayilerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Lu ve ark., 2019b). Örneğin; *Phalaenopsis* gibi iyi bilinen orkide cinslerinin birçoğu çeşitli büyüleyici renk desenlerine sahiptir ve çekici kokuları ile çiçek endüstrisinde yer almaktadır. Ayrıca sekonder metabolitleriyle ilaç üretiminde hammadde kaynağı olarak da değerlendirilmektedir (Wang ve ark., 2020). Dünyadaki orkidelerin kökeni 120 milyon yıl öncesine dayanmaktadır. Mevcut yazılı kayıtlar M.Ö. 4000 yılına kadar erken bir tarihtir. Orkideler M.Ö. 2800'den beri ise Çin'de bitkisel ilaç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca orkideler Vedik dönemden beri (M.Ö. 2000-M.Ö. 600) Hintliler tarafından tıbbi ve afrodizyak özelliklerinden dolayı kullanılmıştır. Ek olarak Avrupa, Amerika, Avustralya ve Afrika'nın bazı kesimlerinde orkidelere uzun zamandan beri bitkisel

tedavide yer verilmektedir (Hossain, 2011). Orkide yumruları ayrıca değişik preparatlar halinde balgam söktürücü veya göğüs yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır (Sezik, 1984).

Orkide ailesi genellikle hayvan tozlaşması ile ilişkili çok ilginç bir çiçek polimorfizm örneğini temsil etmektedir (Dormont ve ark., 2020). Tüm orkide türlerinin yaklaşık üçte biri tozlayıcıları besin aldatmacası (yani tozlayıcılar için nektar gibi çiçek ödülleri içermez) yöntemi ile aldatmaktadır. Ayrıca bazı orkide türleri tozlayıcıları çekmek için kendilerini başka bitkilerin çiçek sinyallerine benzetmekte veya tozlayıcıların cinsel yapılarını taklit etmektedir (Jersáková ve ark., 2006). Bundan dolayı orkidelerin çiçeklerinde intraspesifik varyasyonlar yüksektir (Schiestl, 2005). Birçok orkide türü bu tür aldatıcı polimorfizmler sergilemektedir (Tollsten ve Bergström, 1989; Salzman ve ark., 2007; Dormont ve ark., 2014; Dormont ve ark., 2019).

Orkideler çiçekli bitkilerin en çeşitli ve yaygın



gruplarından biridir ve ayrıca habitat kaybı ve aşırı toplama nedeniyle tüm çiçekli bitkiler arasında en fazla tehdit altında olanlarıdır (Swarts ve Dixon, 2009; Fay, 2018; Liu ve ark., 2020b). Orkide cinsi çok sayıda türü ve birçok zorunlu veya fakültatif biyotik etkileşimi içeren karmaşık yaşam geçmişlerinin ortaya çıkardığı çoklu zorluklar nedeniyle bitki koruma için önemlidir. Tüm orkideler çimlenme için mikorizal mantarlar gerektirir ve birçoğu tozlaşma için belirli hayvanlara ihtiyaç duyarken, saprofitik ve epifitik orkideler büyüme için belirli özelliklere sahip ağaç konakçalarına ihtiyaç duyabilir (Fay, 2018; Liu ve ark., 2020a). Bu çalışmada, orkidelerin seçilme nedenleriyle birlikte bu türler üzerinde şimdiye kadar yapılan fitokimyasal

çalışmalar ortaya çıkarılmış ve Türkiye için endemik olan türlerin araştırılmasına yön vererek hem ülke ekonomisine hem de toplum sağlığına katkı sağlama potansiyelleri değerlendirilmiştir.

2. Orkidelerin Geleneksel Kullanımları

Etnobotanik kelimesinin kökü olan “etno” ifadesi insanların çalışılması, botanik de bitkilerin çalışılması ya da bitki bilimi anlamına gelir (Kendir ve Güvenç,2010). Geniş anlamda etnobotanik, insanların bitkileri nasıl algıladıkları, adlar verdikleri, bitkilerle ilgili bilgileri nasıl kullandıkları ve düzenledikleri üzerine kültürel bir çalışmadır (Amjad ve Arshad, 2014).

Tablo1. Orkide türlerinin geleneksel tıpta kullanımları

Orkide Türü	Kullanıldığı Kısım	Geleneksel İlaç Kullanımı	Kaynaklar
<i>Acampe carinata</i> (Griff.) Pantl.	Kök, Yaprak	Romatizma tedavisinde ve ağrı kesici	(Hossain, 2011)
<i>Acampe papillosa</i> (Lindl.) Lindl.	Kök	Romatizma, sıtma ve enfeksiyonlar	(Chopra ve ark.,1956;Singh ve ark.,2001)
<i>Acampe praemorsa</i> (Roxb.) Blatt. & McCann	Kök	Eklem rahatsızlıkları	(Hossain, 2011)
<i>Acampe wightiana</i> Lindl.	Kök	Romatizma	(Kirtikar ve Basu, 1981)
<i>Aerides multiflorum</i> Roxb. (<i>A. affine</i> Lindl.)	Tüm bitki	Bakteriyel enfeksiyonlar	(Reddy ve ark.,2005)
<i>Aerides odorata</i> Lour.	Kök, Yaprak	Verem	(Leander ve Lüning, 1967)
<i>Anocetochilus formosanus</i> Hayata	Kök	Bağışıklık güçlendirici	(Shih ve ark.,2002)
<i>Ansellia africana</i> Lindl.	Tüm bitki	Afrodizyak	(Gelfand, 1985)
<i>Arundina graminifolia</i> (D. Don)	Kök	Enfeksiyon	(Hossain ve ark., 2009)
<i>Bletilla striata</i> (Thunb.) Rchb.f.	Yumru	Verem, deri hastalıkları ve mide ağrıları	(Kong ve ark., 2003)
<i>Brachycorythis ovata</i> Lindl.	Tüm bitki	Nörolojik rahatsızlıklar	(Chinsamy ve ark., 2011)
<i>Bulbophyllum cariniflorum</i> Rchb. f.	Yalancı soğan	Doğurganlık	(Leander ve Lüning, 1967)
<i>Bulbophyllum lilacinum</i> Ridl.	Kök	Yorgunluk ve huzursuzluk	(Hossain ve ark., 2009)
<i>Cleisostoma williamsonii</i> (Rchb. f.) Garay	Tüm bitki	Kan pıhtılaştırıcı	(Singh ve ark.,2001)
<i>Coelogyne corymbosa</i> Lindl.	Yalancı soğan	Yanık tedavilerinde	(Singh ve ark.,2001)
<i>Coelogyne cristata</i> Lindl.	Yalancı soğan	Yara tedavilerinde	(Hossain, 2011)
<i>Coelogyne fuscescens</i> Lindl.	Yalancı soğan	Mide rahatsızlıkları	(Boulos, 1983)
<i>Corallorhiza maculate</i> (Raf). Raf.	Kök	Yatıştırıcı olarak ve halsizlik için	(Chauhan, 1999)
<i>Corymborkis veratrifolia</i> (Reinw.)	Yaprak	Ateş düşürücü	(Hossain, 2011)
<i>Cymbidium giganteum</i> Wall. ex Lindl.	Yaprak	Kan pıhtılaştırıcı	(Boulos, 1983)
<i>Cypripedium elegans</i> Rchb. f.	Kök	Romatizma ve ağrı giderici	(Hossain, 2011)
<i>Cypripedium pubescens</i> Willd.	Kök	Şeker düşürücü	(Singh ve Duggal, 2009)
<i>Dactylorhiza maculate</i> (L.) Soó	Yumru	Afrodizyak	(Dash, 1994)
<i>Dactylorhiza purpurella</i> (Stephen. & Stephen.) Soó	Yumru	Afrodizyak	(Dash, 1994)

Tablo1. Orkide türlerinin geleneksel tıpta kullanımları (devam ediyor)

Orkide Türü	Kullanıldığı Kısım	Geleneksel İlaç Kullanımı	Kaynaklar
<i>Dactylorhiza hatagerea</i> (D. Don) Soo.	Kök	Halsizlik, boğaz ve mide ağrıları	(Dey, 1980;Kirtikar ve Basu, 1935)
<i>Dendrobium alpestre</i> Royle	Yalancı soğan	Deri hastalıklarında	(Duggal, 1971;Jalal ve ark., 2008)
<i>Dendrobium crumenatum</i> Sw.	Yaprak	Sivilce ve çıban tedavilerinde	(Singh ve ark.,2001)
<i>Dendrobium farmeri</i> Paxton	Tüm bitki	Enfeksiyon tedavilerinde	(Reddy ve ark.,2005)
<i>Dendrobium herbaceum</i> Lindl.	Yaprak	Kulak ağrısı	(Roy, 2007)
<i>Dendrobium nobile</i> Lindl.	Yalancı soğan, Tohum	Enfeksiyonlar, mide rahatsızlıkları, ateş düşürücü, afrodisyak	(Onaka ve ark.,1964; Singh ve Duggal, 2009;Sing ve Semwal,2001)
<i>Dendrobium ovatum</i> (Wild.) Kranzl.	Tüm bitki	Mide rahatsızlıkları	(Kirtikar ve Basu, 1981b)
<i>Dendrobium normale</i> Falc.	Tüm bitki	Afrodisyak	(Jalal ve ark., 2008)
<i>Disa aconitoides</i> Sond.	Tüm bitki	Doğurganlık	(Hulme, 1954)
<i>Disa polygonoides</i> Lindl.	Tüm bitki	Kekemelik	(Hulme, 1954)
<i>Eulophia cucullata</i> (Afzel. ex Sw.) Steud.	Tüm bitki	Kısırlık	(Hulme, 1954)
<i>Eulophia ovalis</i> Lindl. subsp. <i>Ovalis</i>	Tüm bitki	Ağrı kesici	(Hutchings,1996)
<i>Eulophia spectabilis</i> (Dennst.) Suresh	Yaprak	Afrodisyak	(Leander ve Lüning, 1967)
<i>Flickingeria macraei</i> (Lindl.) Seidenf.	Yalancı soğan	Deri hastalıklarında	(Boulos, 1983)
<i>Gastrodia elata</i> Blume	Yumru	Baş ağrısı, bayılma, romatizma,ateş düşürücü	(Bulpitt ve ark.,2007;Kong ve ark.,2003)
<i>Geodorum recurvum</i> (Roxb.) Alston	Yumru	Sıtma	(Kong ve ark.,2003)
<i>Habenaria commelinifolia</i> (Roxb.) Wall. ex. Lindl.	Kök	İdrar söktürücü	(Hossain, 2011)
<i>Habenaria crinifera</i> Lindl.	Yumru	Baş ağrısı	(Kong ve ark.,2003)
<i>Habenaria furcifera</i> Lindl.	Yumru	Böcek ısırması	(Roy, 2007)
<i>Habenaria longicorniculata</i> Graham	Yumru	Deri rahatsızlıklarında	(Hossain, 2011;Roy, 2007)
<i>Hetaeria oblique</i> Blume	Tüm bitki	Yara tedavilerinde	(Samant ve ark., 1998)
<i>Liparis odorata</i> (wild.) Lindl.	Yalancı soğan	Ateş düşürücü, mide rahatsızlıkları	(Samant ve ark., 1998)
<i>Malaxis acuminata</i> D. Don	Yalancı soğan	Ateş düşürücü, afrodisyak, ağrı kesici	(Chauhan, 1990;Ghanaksh ve Kaushik,2007)
<i>Malaxis rheedii</i> Sw.	Yumru	Romatizma	(Chauhan, 1990)
<i>Malaxis wallichii</i> (Lindl.) Deb	Yalancı soğan	Verem, afrodisyak	(Chauhan, 1990)
<i>Microstylis mucifera</i> (Linn.) Ridl.	Kök	Afrodisyak	(Singh, 2006)
<i>Nervilia aragoana</i> Gaud.	Yaprak, yumru	Yara tedavilerinde	(Hossain, 2011)
<i>Nervilia plicata</i> (Andr.) Schltr.	Yumru	Böcek ısırıkları	(Singh, 2006)
<i>Oberonia pachyrachis</i> Rchb. f. ex Hook. f.	Yaprak	Enfeksiyon tedavilerinde	(Singh, 2006)
<i>Orchis latifolia</i> L.	Yumru	Boğaz ağrısı, balgam söktürücü	(Hossain, 2011)
<i>Paphiopedilum insigne</i> (Lindl.) Pfitz.	Tüm bitki	Dizanteri	(Singh, 2006)
<i>Peristylus lawii</i> Wight	Yumru	Böcek ısırıkları	(Hossain, 2011)

Tablo1. Orkide türlerinin geleneksel tıpta kullanımları (devam ediyor)

Orkide Türü	Kullanıldığı Kısım	Geleneksel İlaç Kullanımı	Kaynaklar
<i>Phaius tankervilleae</i> (Ait.) Blume	Tüm bitki	Dizanteri, ağrı kesici, afrodisyak	(Hossain ve ark., 2009;Jalal ve ark., 2008; Lal ve ark., 2004;Roy,2007)
<i>Pholidota imbricata</i> L.	Tüm bitki	Mide ağrıları, romatizma	(Lal ve ark., 2004)
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet.	Yumru	Eklem rahatsızlıklarında	(Lal ve ark., 2004)
<i>Rhynchosstylis retusa</i> Blume	Tüm bitki	Bakteriyel enfeksiyonlar, ağrı tedavilerinde, astım	(Ghanaksh ve Kaushik,2007;Kaushik ve Kishore, 1991)
<i>Saccolabium papillosum</i> Lindl.	Kök	Romatizma	(Ghanaksh ve Kaushik,2007)
<i>Seidenfia rheedii</i> (Sw.) Szlach.	Kök	Kolera	(Khory ve Katrak, 1903)
<i>Taprobanea spathulata</i> (L.) E. Christ.	Tüm bitki	Astım tedavisinde	(Khory ve Katrak, 1903)
<i>Vanda coerulea</i> Griff. ex Lindl	Yaprak, Çiçek	Katarakt tedavisinde	(Boulos, 1983)
<i>Vanda cristata</i> Wall. ex Lindl.	Yaprak	Bakteriyel enfeksiyonlar	(Boulos, 1983)
<i>Vanda parviflora</i> Lindl.	Kök, Yaprak	Böcek ısırılması, romatizma	(Rao, 1998)
<i>Vanda tessellata</i> (Roxb.) Hook. ex G. Don.	Tüm bitki	Ateş düşürücü, ağrı kesici, romatizma	(Pajmans,1976;Rao,1998;Rastogi ve Dhawan,1990)
<i>Vanda testacea</i> (Lindl.) Rchb. f.	Tüm bitki	Astım, romatizma, kırık tedavilerinde	(Yusuf ve ark.,1994)
<i>Vanilla griffithii</i> Rchb. f.	Yaprak	Saç güçlendirici	(Hossain, 2011)
<i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews	Meyve	Afrodisyak	(Hossain, 2011)
<i>Zeuxine strateumatica</i> (L.) Schltr.	Yumru	Bağışık güçlendirici	(Roy,2007)

Dünya da özellikle Avrupa, Amerika, Avustralya ve Afrika'nın bazı bölgelerinde orkideler uzun süredir geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Bazı önemli orkide türlerinin listesi ve tıbbi kullanımları Tablo 1'de verilmiştir. Türkiye'de geleneksel halk tıbbına ilişkin yapılan araştırmalarda, orkidelerin yerel halk tarafından kullanıldığı belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda orkidelerin özellikle gıda amaçlı kullanıldığı, bunun yanında tedavi için, süs bitkisi ve hayvan yemi olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. (Altundağ ve Öztürk, 2011). Ülkemizde *Orchis simia* Lam. bitkisinin antidiyabetik olarak (Karaman ve Cebe, 2016), *Orchis coriophora* L.'nin iltihap önleyici (Korkmaz ve Alpaslan, 2015) ve *Dactylorhiza osmanica* (Klinge) P.F.Hunt & Summerh. bitkisinin ise mide ülseri tedavisinde kullanıldığı belirlenmiştir (Kültür ve ark., 2017). Ayrıca ülkemizde salep yumruları kuvvet verici ve çocuk ishallerini kesici olarak da kullanılır (Baytop, 1999). *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Orchis anatolica* Boiss., *Orchis sancta* L., *Orchis purpurea* Hudss., *Orchis tridentata* Scop., *Serapias politisii* Renz. ve *Serapias orientalis* (Greuter) H.Baumann & Künkele türleri süs bitkisi olarak (Sargin ve ark., 2013); *Orchis stevenii* Rchb.f. ve *Dactylorhiza umbrosa* (Kar.veKir.) Nevski türleri ise hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Korkmaz ve Alpaslan, 2015).

2.1. Orkidelerle Hazırlanan Popüler Tıbbi İçecekler

2.1.1. Salep

Salep Türkçe bir kelimedir ve (Yunanca'da 'salapi', Arapça'da 'sahlab') karasal orkide yumrularını ifade eder. Osmanlılar terimi hem sıcak içecek hem de içeceği üreten orkide soğanı için kullanır. Glukomannan adı verilen besleyici nişasta benzeri bir polisakarit içeren ilgili orkide türlerinin soluk sarımsı, kaba ve sert kurutulmuş yumrularının öğütülmesiyle üretilir (Tekinşen ve Güner, 2010; Hossain, 2011). Binlerce yıldır felç, mide rahatsızlıkları, kolera, sarılık, göğüs ağrısı, artrit, iltihaplar, hepatit, tümörler, adet bozukluğu, egzama, astım, ishal, afrodisyaklar, hazımsızlık, kemik kırıkları, kulak ağrısı, romatizma, sıtma ve yara tedavilerinde kullanılmaktadır (Nuerxiati ve ark., 2019). Türkiye, Almanya dahil birçok Avrupa ülkelerine salep ihraç eden en önde gelen ve en kaliteli salep üreticilerindedir. Türkiye'de salep elde etmek için *Ophrys*, *Orchis*, *Himantoglossum*, *Serapias*, *Anacamptis*, *Comperia*, *Barlia*, *Dactylorhiza*, *Aceras* ve *Neotinea* cinsine ait yaklaşık 120 takson kullanılmaktadır (Hossain, 2011). 1 kg salep için her biri 0,25-1,00 g ağırlığında 1000-4000 kurutulmuş yumru gereklidir. Bu nedenle Türkiye'de yılda 120 milyon civarında yabancı orkide bitki türleri zarar görmektedir (Tekinşen ve Güner, 2010).

2.1.2. Vanilya

Tırmanan orkide *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews kabukları, bir kürlleme işlemi kullanılarak vanilin ve diğer çok sayıda lezzet verici bileşiklerden oluşan değerli vanilya aromasının ticari üretimi için kullanılır. *Vanilla pompona* subsp. *grandiflora* (Lindl.) Soto Arenas ve *Vanilla tahitensis* J.W. Moore gibi diğer birkaç vanilya türü de vanilin içerir ancak bunlar düşük kalitededir. Vanilya safrandan sonra ikinci en pahalı tatlandırıcı baharattır (Hossain, 2011; Da Costa ve Pantini, 2006). Yıllık tahmini 2000 tonu aşan dünya tüketimiyle dünyanın en popüler lezzetlerinden biridir. Doğal vanilya aroması, vanilya orkidesi *V. planifolia* fasulyesinden elde edilir. Ana lezzet bileşiği vanilin (4-hidroksi-3 metoksibenzaldehit)'dir. Ancak 4 hidroksibenzaldehit, 4-hidroksibenzoik asit dahil olmak üzere vanilya çekirdeklerinden 250'den fazla farklı bileşik izole edilmiştir (Podstolski ve ark., 2002).

2.1.3. Chyavanprash

Chyavanprash yaygın olarak sağlığı teşvik edici ve hastalığı önleyici tonik olarak kullanılan Rasayana ilaç grubunun altına yerleştirilen en popüler Ayurveda preparatlarından biridir. Rasayana kelimesi kelimenin tam anlamıyla Rasa'nın izlediği yol anlamına gelir (Rasa: plazma; Ayana: yol). Rasayana ilaçları güçlü antioksidanlar, hepatoprotektif ve immünmodülatör ajanlar açısından çok zengindir (Govindarajan ve ark., 2005). Ayurveda tıbbında en iyi bitkisel besin ürünlerinden biri olarak kabul edilir. Yüksek C vitamini yüzdesi ve birçok esansiyel yağ asidi, yüksek biyoflavonoidler, karotenoidler ve bağışıklık modülatörü görevi gören çok miktarda biyoaktif fitokimyasal içeren bir jöledir. Bir antioksidan kaynağı olan bu içecek yerel halk tarafından strese karşı ve yaşlanmayı önleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca öksürük ve astımı hafifletmek, doğurganlığı arttırmak, menstruasyonu düzenlemek ve bağışıklık sistemini güçlendirmek gibi kullanımlara sahiptir. Sanskritçe kayıtlara göre *Habenaria intermedia* D. Don, *Habenaria edgeworthii* Hook.f. ex Collect ve *Malaxis wallichii* (Lindl.) Deb orkide türleri chavanprash hazırlamak için kullanılmıştır. Chyavanprash'in içeriği bugün eskisinden farklıdır ve Hindistan'da popüler bir bitkisel üründür (Hossain, 2011).

2.1.4. Shi-hu, Tian-Ma ve Bai-Ji

Shi-Hu, farklı *Dendrobium* türlerinden türetilen ve yaygın olarak kullanılan bir Çin tıbbıdır. Ancak en sık kullanılan tür *Dendrobium nobile* Lindl'dir. Çin farmakolojisine dâhil edilir. Böbrek, akciğer ve mide hastalıkları, düşük dereceli ateş, kırmızı dil, ağız kuruluğu, hiperglisemi, atrofik gastrit ve diyabet için önemli bir ilaç olarak kabul edilir (Bulpitt ve ark., 2007). Deneysel çalışmalar, Shi-Hu'nun midede asit salgılanmasını teşvik edebileceğini göstermiştir. Ayrıca afrodisyak olarak etkileri bulunmaktadır. Sap kısmı susuzluğu hafifletmek, huzursuzluğu ve ağız kuruluğunu azaltmak için kullanılır. Aynı zamanda romatizma, aşırı terleme, iktidarsızlık ve entropiyonu tedavi etmek için kullanılır. Son çalışmalar ile *Dendrobium* türlerindeki alkaloidlerin, bağışıklığı

artırabileceği, yaşlanma kaynaklı oksidatif stresi azaltabileceği ve anti-kanser aktivitesine sahip olabileceği gösterilmiştir. Diyabetik sıçan modellerinde ve hastalarda kan şekeri seviyesini düşürerek insülin sekresyonunu ve insülin duyarlılığını artırdığı bilinmektedir (Hossain, 2011; Yan ve ark., 2014).

Tian-Ma bilinen en eski Çin tıbbında listelenen üç orkideden biri olan *Gastrodia elata* Blume'nın yumrularından türetilen bir başka Çin bitkisel ilacıdır. Baş ağrısı, baş dönmesi, bayılmalar, uzuvların uyuşması, hemipleji, epilepsi, uzuv krampları, spazmlar, migren, romatizma, vertigo, nevralsi, yüz felci, disfori, infantil konvülsiyonlar, lumbago ve ateş tedavilerinde yaygın olarak kullanılır (Kong ve ark., 2003). Deneysel çalışmalarda *Gastrodia elata*'nın anti-deliryum ve anti-konvülsan etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Uyarıcı amino asitlerin ve nitrik oksit sisteminin ekspresyonunu modüle ederek kan basıncını düşürebilir ve merkezi sinir sistemini koruyabilir. Glutamini arttırdığı, gama amino bütirik asidi azalttığı, asparajini arttırdığı ve vazodilatör görevi gördüğü bildirilmektedir. Ayrıca yüksek tansiyonun neden olduğu hipertansif atakları da önleyebilen özelliklere sahiptir (Bulpitt ve ark., 2007; Hossain, 2011).

Bai-Ji, *Bletilla striata* (Thunb.) Rchb. f. 'nın yumrularından hazırlanan daha önemli ve yaygın olarak kullanılan bir Çin geleneksel ilacıdır. Tüberküloz, hemoptizi, mide ve duodenum ülserlerinin yanı sıra ayaklarda ve ellerde kanama ile çatlak cildi tedavi etmek için kullanılır. Çin, Moğolistan ve Japonya'daki diğer kullanımlar arasında öfori, akciğerlerin güçlendirilmesi ve konsolidasyonu, irin ve apseler, malign tümörler, ülserler ve meme kanseri tedavisi yer alır (Kong ve ark., 2003). Ayrıca şişkinlik, dispepsi, dizanteri, ateş, malign ülserler, gastrointestinal bozukluklar, hemoroidler, şarbon, sıtma, göz hastalıkları, mantar enfeksiyonları ve öksürük tedavilerinde kullanılmaktadır. *B. striata* metanol ve etanol ekstraktlarında yapılan deneysel çalışmalarda pıhtılaşma süresini kısalttığı, fibrinin bozulmasını engellediği, trombozu ve yaranın kapanmasını desteklediği gösterilmiştir (Zheng ve ark., 1998; Hossain, 2011).

3. Orkidelerin Fitokimyasal Özellikleri ve Biyolojik Aktiviteleri

Doğa, bugün kullandığımız ilaçlara dönüşen birçok aktif bileşenin deposudur. Bitkilerin hayatta kalmasına ve üremesine yardımcı olan birçok sekonder metaboliti sentezlediği bulunmuştur (Jing ve ark., 2014). Hem insan hem de hayvan sağlığı için geçerli olan biyodinamik aktiviteler sergilediği bilinmektedir (Debnath ve ark., 2018). Sekonder metabolitler, bitkilerin kendi ortamlarında rekabetçi hale gelmesini sağlayan maddelerdir. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitler, ribozomal olmayan polipeptitler, yağ asidi türevi bileşikler ve poliketidler, terpenoidler, steroidler, alkaloidler ve ayrıca enzim kofaktörleri olarak

gruplandırılabilir (Yeow ve ark., 2020). Bu küçük moleküller, bitkinin kendisi ve diğer canlı organizmalar üzerinde çok çeşitli etkiler gösterir. Bitkiler aileminde 50.000'den fazla sekonder metabolit keşfedilmiştir. Geleneksel tıp ve birçok modern ilaçta sekonder metabolitler gösterdikleri biyolojik aktivitelerden dolayı ilham kaynağı olmaktadır (Hossain, 2011; Zhou ve ark., 2016; Zhou ve ark., 2017; Ma ve ark., 2019; Aytar ve ark., 2020).

3.1. Fitoaleksinler

Fitoaleksinler çeşitli antimikrobiyal etkilere sahip sekonder bitki metabolit grubudur. Fiziksel, kimyasal veya biyolojik strese yanıt olarak bitkilerde birikirler. Genel olarak fitoaleksinler, bitkinin bakteriyel ve fungal patojenlere karşı savunmasının önemli bir parçasıdır (Kozlov ve ark., 2019). Mikoheterotrofik bitkiler fotosentez yapamadığı için, karbon kaynakları için mikorizalarına tamamen bağımlıdır ve bu nedenle tehditlere karşı kendilerini savunabilmeleri gereklidir. Bu bağlamda fitoaleksinler bitkiler için hayati öneme sahiptirler (Roy ve ark., 2013).

Orkideler doğal ortamlarında birçok mikroorganizmaya maruz kalırlar ve mikrobik mücadeleye yanıt olarak bu tür organizmalara karşı direnç sağlayan düşük moleküler ağırlıklı bileşikler olan fitoaleksin üretirler (Letcher ve Nhamo, 1973). Orkide fitoaleksinleri 9,10-dihydrofenantrenlerdir. Orşinol, *Rhizoctonia repens* ile enfekte olmuş *Orchis militaris* L.'den izole edilen ilk fitoaleksindir. Bir orşinol izomeri olan loroglosol ise daha sonra *Rhizoctonia versicolor* ile enfekte olan *Loroglossum hircinum* (L.) Rich.'dan izole edilmiştir (Hardegger ve ark., 1963). Orkidelerden 40'tan fazla dihydrofenantren izole edilmiş ve üç orijinal fitoaleksin dahil olmak üzere birçoğu sentezlenmiştir (Boller ve ark., 1957; Reinecke, 1994). Normalde fitoaleksinler sağlıklı orkidelerde sadece küçük miktarlarda bulunur. Patojenik mantarlar tarafından saldırıya uğradığında orkide fitoaleksin enzimlerini kodlayan genlerin yoğun bir aktivasyonu ile cevap verir ancak bu cevap geçicidir (Reinecke ve Kindl, 1993; Reinecke, 1994). Orkide ve mikoriza arasında simbiyoz kurulduğunda fitoaleksin konsantrasyonları belirgin şekilde azalır. Bununla birlikte, fitoaleksin üretimi mevcut mantar miktarı ile orantılı olarak artar (Gehlert ve Kindl, 1991).

Fitoaleksinler, insanlar tarafından tüketilen çok sayıda bitki tarafından da üretilir ancak genellikle o kadar az miktarda bulunurlar ki söz konusu besin aşırı tüketilmedikçe sorun yaratmazlar (Dolan ve ark., 2010).

3.2. Terpenler ve Terpenoidler

Bitkiler diğer organizmalarla etkileşimi için terpenler üretir (Gershenzon ve Dudareva, 2007). Terpenler bitkileri küf, mantar ve bakteri gibi patojenlere karşı korur ve tozlaşan böcekleri çekebilir veya otçulları kovabilir. Bitkilerde binlerce terpen bulunmuştur ancak tüm terpenlerin sadece küçük bir yüzdesi tespit edilmiştir (Chen ve ark., 2011a). Tespit edilen 30.000 terpenin ortak bir özelliği vardır. Bu ortak özellik hepsinin tekrarlayan beş karbonlu izopren birimleridir.

Beş karbonlu izopren birimleri hemiterpenler (tek izopren birimi), monoterpenler (iki izopren birimi), seskiterpenler (üç izopren birimi), diterpenler (dört izopren birimi), sesterterpenler (beş izopren birimi), triterpenler (altı izopren birimi) ve karotenoidler (sekiz izopren birimi) olarak sınıflandırılırlar (Tholl, 2006). Bitki hemiterpen, monoterpen, seskiterpen ve diterpen sentazları evrimsel olarak birbirleriyle ilişkilidir ve yapısal olarak triterpen veya tetraterpen sentazlardan farklıdır. Çok sayıda terpen sentaz tanımlanmıştır ve hızlı fonksiyonel tanımlamaları doğru tam uzunluktaki klonların geri kazanımı için genomik dizi bilgisi kullanılarak ekleme gibi yeni deneysel gelişmelerle desteklenmektedir (Wu ve ark., 2005).

Linalool gibi monoterpenler orkide tarafından üretilen kokunun ana bileşenleridir (Kaiser, 1993). Terpenoidler (diterpenoidler, seskiterpenoidler, triterpenoidler) ve lignoidler de antiviral aktivitelere sahiptir ve en az 22'sinin 2007'de Uzak Doğu'da tehlikeli SARS-Corona Virüsü de dahil olmak üzere korona virüslerini inhibe ettiği gösterilmiştir (Teoh, 2016).

3.3. Triterpenler ve Steroidler

Tetrasiklik triterpenler ve steroidler benzer yapıya sahiptir ancak farklı yollardan biyosentezlenir. Bitki steroidlerinin bazıları menopoz dönemindeki kadınlarda östrojen yerine kullanılır. Kalp yetmezliğini tedavi etmek için yüksükotundan (*Digitalis purpurea* L.) elde edilen bir steroide bağlı bir şeker molekülünden oluşan kardiyak glikozitler kullanılır. Steroid saponinler, anti-enflamatuar ajanlardan androjenler, östrojenler, progesteronlar ve oral kontraseptifler gibi steroid ilaçların üretimi için önemli öncülerdir. Orkidelerde bulunan triterpen saponinlerin antitussif (öksürük önleyici), balgam söktürücü, analjezik, anti-enflamatuar ve sitotoksik etkileri vardır (Larsen, 1999).

3.4. Stilbenoidler ve Bibenziller

Bibenzil, temel yapısı etana bağlı iki benzen halkasından oluşan bir hidrokarbondur. Bitkilerde yaygın olarak bulunurlar. Orkide içindeki bibenziller, dihydro-*p*-kumarik asit ve asetat veya malonattan sentezlenir (Friederich ve ark., 1999). Gigantol ve batatasin III en yaygın iki bibenzildir ve sitotoksik aktiviteye sahip olan bu bileşik orkideler tarafından üretilir (Chen ve ark., 2008). Gigantol (*Dendrobium draconis* Rchb.f.'ten), küçük hücreli akciğer kanseri hattı üzerinde yapılan *in vitro* çalışmalarda hücrelerin büyümesini engellediği rapor edilmiştir (Charoenrungruang ve ark., 2014).

Erianin, *Dendrobium*'da doğal olarak bulunan bir bibenzil olan krizotoksum, geleneksel Çin tıbbında antipiretik ve analjezik olarak kullanılır. Erianin antianjiojenik özelliklere sahiptir. Ayrıca *in vitro* insan lösemi HL-60 hücrelerinde ve hepatokarsinom (HCC) Huh7 hücrelerinde apoptozu indüklemektedir (Li ve ark., 2001; Gong ve ark., 2004a; Gong ve ark., 2004b; Zou ve ark., 2008).

3.5. Fenantrenler

Fenantrenler morfin gibi bazı alkaloidlerle ilişkili olan ve steroidlerin yapısında yer alan polisiklik aromatik

hidrokarbondur. Stilben veya diterpenoid öncülerde aromatik halkaların oksidatif bağlanması yoluyla oluştukları varsayılmaktadır. Birçok fenantren yüksek bitkilerde, özellikle tıbbi olan *Bletilla*, *Bulbophyllum*, *Dendrobium*, *Coelogyne*, *Cymbidium*, *Eria* ve *Flickingeria* gibi orkide cinslerinde görülür (Teoh, 2016). Bazılarının spesifik insan kanseri hücre hatlarına karşı sitotoksik olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bazılarının antialerjik, antimikrobiyal, antienflamatuar, antioksidan, antiplatelet (antitrombotik) ve spazmolitik özelliklere sahip olduğu da gösterilmiştir (Kovács ve ark., 2008). Antitümör etkileri fenantrenlerin en önemli özelliğidir. *Cremastra appendiculata* (D.Don) Makino'da yaygın monomerik fenantrenler olan bifenantrenler ve trifenantrenlerin test edilen tüm kanser hücre hatlarında yüksek antitümör aktivite gösterdiği bilinmektedir (Xue ve ark., 2006). Ayrıca *Dendrobium nobile*'den izole edilen denbinobin ve lusianridinin güçlü *in vitro* ve *in vivo* sitotoksik etkileri vardır (Lee ve ark., 1995). Ayrıca *Bletilla striata*'dan spirolakton halkasına sahip bir monofenantren olan blespirol izole edilmiştir (Yamaki ve ark., 1993; Ye ve ark., 2003). Spirolakton halkalı bir monofenantren *Dendrobium chrysanthum*'dan da izole edilmiştir ve dendrokrikanen olarak adlandırılmıştır (Yang ve ark., 2006). Fenantrakinonlar ise başka bir monomerik fenantren grubunu oluşturur. *Spiranthes sinensis* (Pers.) Ames var. *amoena* (M. Bieberson) Hara ve *Cremastra appendiculata* (D.Don) Makino'dan izole edilmiştir (Tezuka ve ark.,1990). Bibenzil türevi fenantrenler *Pleione bulbocodioides* Rolfe ve *Pholidota yunnanensis* Rolfe,J.Linn. türlerinde keşfedilmiştir (Guo ve ark., 2006).

3.6. Alkaloidler

Alkaloid terimi genellikle bir heterosiklik halkada bir veya daha fazla azot atomu içeren bileşiklerin adı olarak kullanılır. Bir amin fonksiyonel grubu olup, insanlar dahil hayvanlar üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Optik olarak aktiftirler. Proteinler gibi, amino asitlerden de türetilirler. Ancak alkalik olmaları bakımından farklılık gösterirler. Tipik alkaloidler doğada baziktir ve çoğunlukla bitki kaynaklarından elde edilir. Proto-alkaloidler veya amino-alkaloidler hordenin, efedrin ve kolşisin gibi bileşiklerdir. Doğada alkaloidal olan birçok pazarlanmış ilaç vardır (Debnath ve ark., 2015; Debnath ve ark., 2018). 1974 yılında Luning, 281 cinsine ait 2044 orkide türünün alkaloidler açısından tarandığını bildirmiştir. Asya'da taranan 56 tıbbi orkide cinsinin yarısından fazlası tüm türleri tıbbi olmasa da, alkaloidler için pozitif test edilen türler içeriyordu. En fazla sayıda alkaloid pozitif tür içeren cinsler *Liparis*, *Dendrobium*, *Phalaenopsis*, *Malaxis* ve *Bulbophyllum*' dur. Pirolizidin alkaloidleri (PA'lar) bitki sekonder metabolizmasının tipik bileşikleridir ve bitki tarafından otoburlara karşı bir savunma olarak yapısal olarak üretilir (Nishikawa ve Hirata, 1967; Nishikawa ve Hirata, 1968; Nurhayati ve ark., 2009). PA'ların oluşumu angiospermlerle sınırlıdır, bu da evrimsel açıdan bu yolun nispeten genç olduğunu düşündürmektedir. PA'lar *Asteraceae* *Boraginaceae*, *Heliotropiaceae* ve *Apocynaceae* familyasına ait birçok

türde, orkidelerin bazı türlerinde ve Fabaceae'nin *Crotalaria* cinsinde bulunur (Hartmann ve Witte, 1995). *Ranunculaceae*, *Convolvulaceae* ve *Celastraceae* gibi bazı familyalarda sadece birkaç türde izole edilip tanımlanmıştır (Jenett-Siems ve ark., 1999).

Orkide alkaloidleri genellikle iki ana sınıfa ayrılır. Bunlar pirolizidin tipi alkaloidler ve dendrobin tipi alkaloidlerdir. *Dendrobium*'lar alkaloidler açısından en zengin cinstir ve en önemli alkaloidleri dendrobin tipi değil pirolizidin tipi bileşikleridir. Ayrıca bir pikrotoksinin tipi alkaloid *Dendrobium*'dan izole edilmiştir (Morita ve ark., 2000). Chin Shih Hu'dan (*Dendrobium nobile*) dendrobin keşfedilen ilk alkaloid olup, ayrıca dendrin, dendroksin, 4-hidroksidendroksin ve 6-hidroksidendroksin izole edilmiştir. *Dendrobium finlayianum* Par.ve Rchb.f.'da 2-hidroksidendrobin ve *Dendrobium hildebrandtii* Rolfe'de ise 6-hidroksinobilonin izopentenil türevleri izole edilmiştir (Liu ve ark., 2007; Yan ve ark., 2015; Teoh, 2016).

3.7. Fenoller

Temel olarak fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu taşıyan bir aromatik halka içerir ve yapıları basit bir fenolik molekülden yüksek oranda polimerize olmuş bir bileşik molekülüne kadar değişebilir. Karbon zincirlerine göre fenolik bileşikler temel olarak basit fenoller, fenolik asitler, flavonoidler, lignanlar, biflavonoidler, tanenler (hidrolize edilebilir ve yoğunlaştırılmış), stilbenler ve lignan dahil olmak üzere farklı sınıflara ayrılabilir (Balasundram ve ark.,2006, Ge ve ark.,2020).

Denbinobin, ilk olarak *Flickingeria xantholeuca* Rchb.'dan izole edilmiş ve daha sonra *Dendrobium nobile*'de 1,4-fenantrakinononun mevcut olduğu keşfedilmiştir. *In vitro* olarak yapılan çok sayıda çalışma denbinobinin insan kanser hücre hattının (lösemi; meme, akciğer, kolorektal,mide) apoptozuna neden olduğunu göstermektedir (Huang ve ark., 2005; Kuo ve ark., 2008; Chen ve ark., 2011b; Song ve ark., 2012). Ayrıca, anjiyogenezi bloke ederek tümör büyümesini baskılayabilmekte, meme ve mide kanserlerinin yayılmasını önleyebilmektedir (Tsai ve ark., 2011). Denbinobin normal hepatik hücrelerde değil, hepatik stellat hücrelerde seçici apoptoza neden olarak, karaciğer üzerinde antifibrotik bir etki yapar ve bu nedenle karaciğeri siroza karşı koruyucu yeni bileşikler geliştirmek için yararlı bir başlangıç noktası olabilir. Bu nedenle daha fazla çalışma ve klinik test yapılması gerekmektedir. Bu molekül muhtemelen orkidelerden izole edilmiş en umut verici fenantren veya fenoldür (Kraus ve Zhang, 2002; Wang ve ark., 2005; Yang ve ark., 2012).

3.8.Flavonoidler

Flavonoidler aromatik bileşiklerdir. Yani kimyasal yapıları sadece düz veya dallı zincirler yerine bir siklik karbon (aromatik) halka içermektedir. Benzen halkasının çift bağları ultraviyole radyasyonu etkili bir şekilde emer ve halkada yapılan değişiklikler absorbanansı daha uzun dalga boylarına doğru hareket ettirir. Görünür ışığın

çeşitli dalga boylarının emilmesiyle flavonoidler bitkilerdeki çeşitli renk pigmentlerine yol açar (Lu ve ark., 2019b).

Flavonoidler, 10000'i aştığı tahmin edilen geniş bir bileşik ailesinden oluşur. Yapısal çeşitlilikleri çeşitli modifikasyon reaksiyonlarından kaynaklanır. Önemli bir örneği çok çeşitli O-metil transferazlarla düzenlenen O-metilasyonudur. Bir flavonoidin ve onun O-metillenmiş türevinin biyolojik aktiviteleri birbirinden farklıdır. Flavonoidler, antioksidan aktiviteleri nedeniyle yaygın olarak tavsiye edilir. Gıdalarda en bol bulunan flavonoid (*Dendrobium katenatum*'da bulunur) olan kersetin, anti-alerjik ve antienflamatuar özelliklere sahip güçlü bir antioksidandır. Bazı flavonoidler antibakteriyel, antiviral (yaygın soğuk algınlığı virüsüne karşı), anti-alerjik, anti-enflamatuar, antiplatelet ve antineoplastik özelliklere sahiptir (Kim ve ark., 2010).

Çiçeklere sarı, kırmızı, leylak rengi, pembe, macenta ve mor renk veren antosiyaninler, böcek taklidinde önemli bir rol oynar. Birçok orkide de renk genellikle iki gen tarafından belirlenir. (Crain ve Fernández, 2020). Antosiyaninlerin ana bileşiği 2-fenilbenzopiran'dır. Orkidelerdeki antosiyaninler üzerinde az sayıda çalışma yapılmıştır. Siyanidin-3-glükozit ve siyanidin-3-rutinozid varlığı, *Cymbidium finlaysonianum* Lindl., *Grammatophyllum speciosum* Blume. ve *Pogonia japonica* Rchb.f. çiçeklerinde kimyasal olarak tanımlanmıştır (Ren ve ark., 2020).

Flavonoidlerin antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuar, antitümör, antidiyabetik damar genişletici, immünomodülatör ve hem östrojenik hem de antiöstrojenik aktiviteleri mevcuttur (Lin ve Tang, 2007). Antioksidan aktivitenin orkidelere *Papillionanthe teres* (ex.Vanda teres) ve *Pherosphaera hookeriana* W.Archer bis arasında bir melezden ekstrakte edilen çiçekteki antosiyaninler tarafından oluştuğu tespit edilmiştir (Junka ve ark., 2012). Antikoagülan veya antitrombosit aktiviteler sergileyen kumarin sınıfı bileşikler, fenilpropanoidlerdir (bir fenole bağlı üç karbon yan zinciri vardır). Podofillotoksin, siğillerin tedavisinde kullanılan bir lignandır. Etoposid ve ilgili antikanser ilaçları podofillotoksin 'den türetilir. Bu türevler son derece toksiktir ve sadece son çare olarak kullanılırlar (Hossain, 2011).

Bulbophyllum odoratissimum Lindl., Çin'de solunum yolu enfeksiyonlarını ve yaralanmaları tedavi etmek için kullanılır. Bu bitkinin antienflamatuar ve ağrı giderici özelliklere sahip bir flavonoid olan krizin içermesi Çin'deki kullanımını desteklemektedir (Woo ve ark., 2005). *Bulbophyllum odoratissimum*'da bulunan diğer flavonoid pinobanksindir. Bu flavonoid düşük yoğunluklu lipoproteinlere (LDL) karşı antioksidan aktivite sergiler (Thomas ve ark., 1997).

3.9.Polisakkaritler

Biyoaktif polisakkaritler bitkilerdeki beta 1-3, 1-4 veya 1-6 dal zincirlerine sahip karbonhidratlardır. Esas olarak mantarlardan elde edilirler ancak bazıları aloe, tarçın, zencefil, ginseng ve lallang gibi diğer bitkilerde de

bulunur. Orkide polisakkaritleri Çin ve Japonya'da bilimsel olarak da ilgi çekmektedir (Hua ve ark., 2004; Sun ve ark., 2005; Diao ve ark., 2008; Hsieh ve ark., 2008; Luo ve ark., 2008; Wang ve ark., 2010). *In vitro* olarak immüno-modülatör aktivite sergilerler. Ayrıca *Streptococcus mutans*'a karşı antimikrobiyal etki, hücre farklılaşmasının indüksiyonu, anjiyogenezin inhibisyonu ve antimetastatik etki gibi bir takım biyolojik aktivitelerde gösterirler (Teoh, 2016). Salep ekstraktlarının ana polisakkarit içeriği glukomannandır.

4. Sonuç

Bitkisel ilaçlar dünya nüfusunun yaklaşık % 80'inin sağlık ihtiyaçlarına hizmet ettiğinden ve orkideler çok sayıda biyoaktif fitokimyasal içerdiğinden dolayı umut verici bir ilaç kaynağı olarak kullanılabilir. Orkidelerin dünya çapında popülasyonları hızlı bir düşüşle karşı karşıyadır ve bitki korumada en önemli türler içerisinde yer almaktadır (Luo ve Wang, 2003; Tikendra ve ark., 2021). Karasal orkidelerin yaşam öyküleri en az 6 ana aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar; tohum, protokorm, genç, uykuda olan erişkin, vejetatif yetişkin ve çiçekli bireydir. Genç bireyleri potansiyel mikotrofik yer altı yapıları içerirler. Bunlar gelişimsel olarak protokorm ve fidelerden daha avantajlıdır. Ancak fiziksel görünüşleri yetişkin bireylere göre küçük ve çiçek üretmek için yeterli kaynaklardan yoksundur (Shefferson ve ark., 2019). Bu yaşam döngülerinin her aşamasının kendine özgü hayati oranları vardır. Karakteristik mortalite olasılıkları ve diğer aşamalara geçişleri nüfus büyüklüğünü yıldan yıla etkilemektedir. Tek bir orkide üreme döneminde birlerce tohum üretmesine rağmen çok az sayıda tohum yetişkin bitki olarak hayatta kalmaktadır (Nicole ve ark., 2005; Jacquemyn ve ark., 2010). Ek olarak insanlar tarafından aşırı toplanması, yaşam alanlarının tahrip edilmesi, tozlayıcı kaybı ve genetik sürüklenme gibi etkenlerden tüm çiçekli bitkiler arasında en çok tehdit altında olanlar arasındadır. Orkide türlerinin mikorizal mantar ortak kültürleri kullanılarak verimli şekilde çoğaltılması hedeflenmelidir. Sonuç olarak bu derleme çalışması ile orkide türleri ile ilgili topladığımız verilerin bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara yön vereceği düşünülmektedir. Ayrıca gerek gıda amaçlı gerekse tıbbi kullanımları olan orkidelerin yetiştirilme çalışmalarının ve korunmasının farkındalığının artırılması ülkemiz ekonomisi için olumlu katkılar sağlayacaktır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkı yaptı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Altundag E, Ozturk M. 2011. Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia-Soc Behav Sci*, 19: 756-777.
- Amjad MS, Arshad M. 2014. Ethnobotanical inventory and medicinal uses of some important woody plant species of Kotli, Azad Kashmir, Pakistan. *Asian Pacific J Tropical Biomed*, 4: 952-958.
- Aytar E, Akata İ, Açık L. 2020. Antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activity of *Suillus luteus* (L.) Rousell extracts. *J Fac Pharma Ankara Univ*, 44(3): 373-387.
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem*, 99: 191-203.
- Baytop T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi (geçmişte ve bugün). Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, Turkey, 480 pages.
- Boller A, Corrodi H, Gäumann E, Hardegger E, Kern H, Winterhalter-Wild N. 1957. Welkstoffe und Antibiotika. 20. Mitteilung. Über induzierte Abwehrstoffe bei Orchideen. I. *Helvetica Chimica Acta*, 40: 1062-1066.
- Bose T, Bhattacharjee SK, Das P, Basak U. 1999. Orchids of India. Naya Prokash, India, 532 pages.
- Boulos L. 1983. Medicinal plants of North Africa. ISBN-10: 0917256166.
- Bulpitt CJ, Li Y, Bulpitt PF, Wang J. 2007. The use of orchids in Chinese medicine. *J R Soc Med*, 100: 558-563.
- Charoenrungruang S, Chanvorachote P, Sritularak B, Pongrakhananon V. 2014. Gigantol, a bibenzyl from *dendrobium draconis*, inhibits the migratory behavior of non-small cell lung cancer cells. *J Natural Products*, 77: 1359-1366.
- Chauhan NS. 1990. Medicinal orchids of Himachal Pradesh. *J Orchid Soc India* 4: 99-105.
- Chauhan NS. 1999. Medicinal and aromatic plants of Himachal Pradesh. Indus publishing, India, 632 pages.
- Chen F, Tholl D, Bohlmann J, Pichersky E. 2011a. The family of terpene synthases in plants: a mid-size family of genes for specialized metabolism that is highly diversified throughout the kingdom. *The Plant J*, 66: 212-229.
- Chen PH, Peng CY, Pai HC, Teng CM, Chen CC, Yang CR. 2011b. Denbinobin suppresses breast cancer metastasis through the inhibition of Src-mediated signaling pathways. *The J Nutri Biochem*, 22: 732-740.
- Chen TH, Pan SL, Guh JH, Chen CC, Huang YT, et al. 2008. Denbinobin induces apoptosis by apoptosis-inducing factor releasing and DNA damage in human colorectal cancer HCT-116 cells. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol*, 378: 447-457.
- Chinsamy M, Finnie JF, Van Staden J. 2011. The ethnobotany of South African medicinal orchids. *South African J Botany*, 77: 2-9.
- Chopra RN, Nayar SL, Chopra IC. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. Council of Scientific & Industrial Research New Delhi, India.
- Crain BJ, Fernández M. 2020. Biogeographical analyses to facilitate targeted conservation of orchid diversity hotspots in Costa Rica. *Diversity Distrib*, 26: 853-866.
- Da Costa, Neil C, Michael P. 2006. The analysis of volatiles in Tahitian vanilla (*Vanilla tahitensis*) including novel compounds. *Devel in Food Sci*, 43: 161-164.
- Dash VB. 1994. *Materia medica of Tibetan medicine (with illustrations)*, Shri Satguru Publications, India, 694 pages.
- Debnath B, Singh WS, Das M, Goswami S, Singh MK. 2018. Role of plant alkaloids on human health: A review of biological activities. *Materials Today Chem*, 9: 56-72.
- Debnath B, Uddin M, Patari P, Das M, Maiti D, Manna K. 2015. Estimation of alkaloids and phenolics of five edible curcubitaceous plants and their antibacterial activity. *Int J Pharm Pharm Sci*, 7: 223-227.
- Dey AC. 1980. Indian medicinal plants used in ayurvedic preparations. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, India.
- Diao H, Li X, Chen J, Luo Y, Chen X. 2008. Bletilla striata polysaccharide stimulates inducible nitric oxide synthase and proinflammatory cytokine expression in macrophages. *J Biosci Bioeng*, 105: 85-89.
- Dolan LC, Matulka RA, Burdock GA. 2010. Naturally occurring food toxins. *Toxins (Basel)*, 2: 289-332.
- Dormont L, Delle-Vedove R, Bessièrè JM, Schatz B. 2014. Floral scent emitted by white and coloured morphs in orchids. *Phytochem*, 100: 51-59.
- Dormont L, Fort T, Bessièrè J-M, Proffit M, Garcia Hidalgo E. 2020. Sources of floral scent variation in the food-deceptive orchid *Orchis mascula*. *Acta Oecologica*, 107: 103600.
- Dormont L, Joffard N, Schatz B. 2019. Intraspecific variation in floral color and odor in orchids. *Int J Plant Sci*, 180: 1036-1058.
- Duggal SC. 1971. Orchids in human affairs (A review). *Pharmaceutical Biol*, 11: 1727-1734.
- Fay MF. 2018. Orchid conservation: how can we meet the challenges in the twenty-first century? *Botanical Stud*, 59: 16.
- Friederich S, Maier UH, Deus-Neumann B, Yoshinori A, H. Zenk M. 1999. Biosynthesis of cyclic bis(bibenzyls) in *Marchantia polymorpha*. *Phytochem*, 50: 589-598.
- Ge L, Li SP, Lisak G. 2020. Advanced sensing technologies of phenolic compounds for pharmaceutical and biomedical analysis. *J Pharmaceut Biomed Anal*, 179: 112913.
- Gehlert R, Kindl H. 1991. Induced formation of dihydrophenanthrenes and bibenzyl synthase upon destruction of orchid mycorrhiza. *Phytochem*, 30: 457-460.
- Gelfand M. 1985. The traditional medical practitioner in Zimbabwe: his principles of practice and pharmacopoeia. Mambo Press, Zimbabwe, 411 pages.
- Gershenzon J, Dudareva N. 2007. The function of terpene natural products in the natural world. *Nature Chemical Biol*, 3: 408-414.
- Ghanaksh A, Kaushik P. 2007. Antibacterial potential of some therapeutic Orchids. *J Orchid Soc India*, 21(1-2): 23-27.
- Gong Y, Fan Y, Liu L, Wu D, Chang Z, Wang Z. 2004a. Erianin induces a JNK/SAPK-dependent metabolic inhibition in human umbilical vein endothelial cells. *In Vivo*, 18: 223-228.
- Gong YQ, Fan Y, Wu DZ, Yang H, Hu ZB, Wang ZT. 2004b. In vivo and in vitro evaluation of erianin, a novel anti-angiogenic agent. *European J Cancer*, 40: 1554-1565.
- Govindarajan R, Vijayakumar M, Pushpangadan P. 2005. Antioxidant approach to disease management and the role of 'Rasayana' herbs of Ayurveda. *J Ethnopharmacol*, 99: 165-178.
- Guo XY, Wang J, Wang NL, Kitanaka S, Liu HW, Yao XS. 2006. New stilbenoids from *Pholidota yunnanensis* and their inhibitory effects on nitric oxide production. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 54: 21-25.
- Hardegger E, Schellenbaum M, Corrodi H. 1963. Welkstoffe und Antibiotika. 27. Mitteilung. Über induzierte Abwehrstoffe bei Orchideen II. *Helvetica Chimica Acta*, 46: 1171-1180.
- Hossain MA, Haseen L, Jabin N. 2009. Dynamics and Causality among Exports, Imports and Income in Bangladesh. *Bangladesh Develop Stud*, 32: 101-113.
- Hossain MM. 2011. Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances-an overview. *Fitoterapia*, 82: 102-140.
- Hsieh YS, Chien C, Liao SK, Liao SF, Hung WT. 2008. Structure and bioactivity of the polysaccharides in medicinal plant

- Dendrobium huoshanense. Bioorg Med Chem, 16: 6054-6068.
- Hua YF, Zhang M, Fu CX, Chen ZH, Chan GY. 2004. Structural characterization of a 2-O-acetylglucoside from Dendrobium officinale stem. Carbohydr Res, 339: 2219-2224.
- Huang YC, Guh JH, Teng CM. 2005. Denbinobin-mediated anticancer effect in human K562 leukemia cells: role in tubulin polymerization and Bcr-Abl activity. J Biomedical Sci, 12: 113-121.
- Hulme M. 1954. Wild flowers of Natal. Shuter ve Shooter, Pitermritzburg, South Africa.
- Hutchings A. 1996. Zulu medicinal plants: An inventory. University of Natal press, South Africa.
- Jacquemyn H, Brys R, Jongejans E. 2010. Size-dependent flowering and costs of reproduction affect population dynamics in a tuberous perennial woodland orchid. J Ecology 98: 1204-1215.
- Jalal JS, Kumar P, Pangtey YPS. 2008. Ethnomedicinal orchids of Uttarakhand, Western Himalaya. Ethnobot Leaflets, 12: 1227-1230.
- Jersáková J, Johnson SD, Kindlmann P. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. Biological Rev, 81: 219-235.
- Jing H, Liu J, Liu H, Xin H. 2014. Histochemical investigation and kinds of alkaloids in leaves of different developmental stages in Thymus quinquecostatus. The Scient World J, 2014: 839548.
- Junka N, Kanlayanarat S, Buanong M, Wongs-aree C. 2012. Genetic alignment of anthocyanin biosynthetic genes cloned from vanda hybrid pale mauve. Acta Hort, 943: 123-130.
- Kaiser RAJ. 1993. On the scent of orchids in bioactive volatile compounds from plants. ACS Symposium Series, 525: 240-268.
- Karaman Ö, Cebe GE. 2016. Diabetes and antidiabetic plants used in Turkey. Ankara Üniv Eczacılık Fak Derg, 40(3): 47-61.
- Kaushik P, Kishore N. 1991. Antibacterial potential of Pholidota articulata Lind: A study in vitro. J Orchid Soc, 5(1): 2.
- Kendir G, Güvenç A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye’de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe Univ J the Fac Pharm, (1): 49-80.
- Khory RN, Katrak NN. 1903. Materia medica of India and their therapeutics. Printed at the "Times of India" Press, India.
- Kim BG, Sung SH, Chong Y, Lim Y, Ahn JH. 2010. Plant flavonoid O-Methyltransferases: Substrate specificity and application. J Plant Biol, 53: 321-329.
- Kirtikar K, Basu B. 1935. Indian medicinal plants. India.
- Kirtikar K, Basu B. 1981. An ICS Indian medicinal plants. Allahabad Lalit Mohan Basu, India.
- Kong JM, Goh NK, Chia LS, Chia TF. 2003. Recent advances in traditional plant drugs and orchids. Acta Pharmacol Sin, 24: 7-21.
- Korkmaz M, Alpaslan Z. 2015. Ergan Dağı Erzincan-Türkiye’nin etnobotanik özellikleri. Bağbahçe Bilim Derg, 1(3): 1-31.
- Kovacs A, Vasas A, Hohmann J. 2008. Natural phenanthrenes and their biological activity. Phytochemistry, 69: 1084-1110.
- Kozlov O, Kalíková K, Gondová T, Budovská M, Salayová A, Tesařová E. 2019. Fast enantioseparation of indole phytoalexins in additive free supercritical fluid chromatography. J Chromatography A, 1596: 209-216.
- Kraus GA, Zhang N. 2002. A direct synthesis of denbinobin. Tetrahedron Lett, 43: 9597-9599.
- Kuo CT, Hsu MJ, Chen BC, Chen CC, Teng CM. 2008. Denbinobin induces apoptosis in human lung adenocarcinoma cells via Akt inactivation, Bad activation, and mitochondrial dysfunction. Toxicology Lett, 177: 48-58.
- Kültür Ş, Altınbaşak O, Anıl S, Melikoğlu G. 2017. Türkiye’de mide ülserinde kullanılan tıbbi bitkiler. Marmara Pharmaceutical J, 22(1): 1-14.
- Lal B, Negi HR, Singh RD, Ahuja PS. 2004. Medicinal uses of Dactylorhiza hatagirea among the natives of higher altitudes in western Himalaya. J Orchid Soc India, 18: 97-100.
- Larsen K. 1999. Medicinal and poisonous plants 1. PROSEA. Nordic J Botany, 19: 612-612.
- Leander K, Lüning B. 1967. Studies on orchidaceae alkaloids VII Structure of a glucosidic alkaloid from Malaxis congesta comb. nov. (Rchb. f.). Tetrahedron Lett, 8: 3477-3478.
- Lee YH, Park JD, Baek NI, Kim SI, Ahn BZ. 1995. In vitro and in vivo antitumoral phenanthrenes from the aerial parts of Dendrobium nobile. Planta Med, 61: 178-180.
- Letcher RM, Nhamo LRM. 1973. Structure of orchinol, loroglossol, and hircinol. J Chemical Soc, Perkin Transact, 1: 1263-1265.
- Li YM, Wang HY, Liu GQ. 2001. Erianin induces apoptosis in human leukemia HL-60 cells. Acta Pharmacol Sin, 22: 1018-1022.
- Liu H, Liu Z, Jin X, Gao J, Chen Y. 2020a. Assessing conservation efforts against threats to wild orchids in China. Biological Conserv, 243: 108484.
- Liu Q, Wang XL, Finnegan PM, Gao JY. 2020b. Reproductive ecology of Paphiopedilum spicerianum: Implications for conservation of a critically endangered orchid in China. Global Ecology and Conserv, 23: e01063.
- Liu WH, Hua YF, Zhan ZJ. 2007. Moniline, A New Alkaloid from Dendrobium moniliforme. J Chemical Res, 2007: 317-318.
- Lu H, Liu Z, Lan S. 2019a. Genome sequencing reveals the role of MADS-box gene families in the floral morphology evolution of orchids. Horticultural Plant J, 5: 247-254.
- Lu L, Fritsch PW, Matzke NJ, Wang H, Kron KA. 2019b. Why is fruit colour so variable? Phylogenetic analyses reveal relationships between fruit-colour evolution, biogeography and diversification. Global Ecol Biogeography, 28: 891-903.
- Luo JP, Deng YY, Zha XQ. 2008. Mechanism of polysaccharides from dendrobium huoshanense. On streptozotocin-induced diabetic cataract. Pharmaceutical Biol, 46: 243-249.
- Luo JJS, Wang CL. 2003. A general review of the conservation status of Chinese orchids. Biodiv Sci, 11: 70-77.
- Ma C, Meng CW, Zhou QM, Peng C, Liu F. 2019. New sesquiterpenoids from the stems of Dendrobium nobile and their neuroprotective activities. Fitoterapia, 138: 104351.
- Nicole F, Brzosko E, Till Bottraud I. 2005. Population viability analysis of Cypripedium calceolus in a protected area: longevity, stability and persistence. J Ecology, 93: 716-726.
- Nishikawa K, Hirata Y. 1967. Chemotaxonomical alkaloid studies I. Structure of nervosine. Tetrahedron Lett, 8: 2591-2596.
- Nishikawa K, Hirata Y. 1968. Chemotaxonomical alkaloid studies III. Further studies of liparis alkaloids. Tetrahedron Lett, 9: 6289-6291.
- Nuerxiati R, Abuduwaili A, Mutailifu P, Wubulikasimu A, Rustamova N. 2019. Optimization of ultrasonic-assisted extraction, characterization and biological activities of polysaccharides from Orchis chusua D. Don (Salep). Int J Biol Macromol, 141: 431-443.
- Onaka T, Kamata S, Maeda T, Kawazoe Y, Natsume M. 1964. The structure of dendrobine. Chem Pharm Bull, 12: 506-512.
- Paijmans K. 1976. New Guinea vegetation. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in association with the Australian National University Press, Australia.
- Podstolski A, Havkin-Frenkel D, Malinowski J, Blount JW, Kourteva G, Dixon RA. 2002. Unusual 4-hydroxybenzaldehyde synthase activity from tissue cultures of the vanilla orchid Vanilla planifolia. Phytochemistry, 61: 611-620.
- Rao TA. 1998. Conservation of wild orchids of Kodagu in the

- Western Ghats. Centre for Technology Development and Agricultural Technologies and Services Private Ltd, Bangalore, India, 242 pages.
- Rastogi RP, Dhawan BN. 1990. Anticancer and antiviral activities in indian medicinal plants: A review. *Drug Development Res*, 19: 1-12.
- Reddy KN, Subba Raju GV, Reddy CS, Raju VS. 2005. Ethnobotany of certain orchids of Eastern Ghats of Andhra Pradesh. *EPTRI-ENVIS Newslett*: 5-9.
- Reinecke T, Kindl H. 1993. Characterization of bibenzyl synthase catalysing the biosynthesis of phytoalexins of orchids. *Phytochemistry*, 35: 63-66.
- Reinecke T. 1994. Inducible enzymes of the 9,10-dihydrophenanthrene pathway. Sterile orchid plants responding to fungal infection. *Molecular Plant-Microbe Interact*, 7: 449-454.
- Ren Z, Qiu F, Wang Y, Yu W, Liu C. 2020. Network analysis of transcriptome and LC-MS Reveals a possible biosynthesis pathway of anthocyanins in *dendrobium officinale*. *BioMed Res Int*, 2020: 6512895.
- Roy M, Gonneau C, Rocheteau A, Berveiller D, Thomas JC. 2013. Why do mixotrophic plants stay green? A comparison between green and achlorophyllous orchid individuals in situ. *Ecol Monographs*, 83: 95-117.
- Roy N. 2007. Un psychoéducatrice averti en vaut deux! intervenir en milieu scolaire autochtone innu. *En Pratique*, 7: 15-18.
- Salzmann CC, Nardella AM, Cozzolino S, Schiestl FP. 2007. Variability in floral scent in rewarding and deceptive orchids: the signature of pollinator-imposed selection? *Annals of Botany*, 100: 757-765.
- Samant SS, Dhar U, Rawal RS. 1998. Biodiversity status of a protected area in West Himalaya: Askot Wildlife Sanctuary. *The Int J Sustainable Devel & World Ecol*, 5(3): 194-203.
- Sargın SA, Selvi S ve Akçiçek E. 2013. Alaşehir (Manisa) ve çevresinde yetişen bazı geofitlerin etnobotanik açıdan incelenmesi. *Erciyes Üniv Fen Bil Enst Fen Bil Derg*, 29(2): 170-178.
- Schiestl FP. 2005. On the success of a swindle: pollination by deception in orchids. *Naturwissenschaften*, 92: 255-264.
- Sezik E. 1984. *Orkidelerimiz (Türkiye'nin Orkideleri)*. Sandoz Kültür Yayınları. İstanbul, Turkey.
- Shefferson RP, Jacquemyn H, Kull T, Hutchings MJ. 2019. The demography of terrestrial orchids: life history, population dynamics and conservation. *Botanical J Linnean Soc*, 192: 315-332.
- Shih CC, Wu YW, Lin WC. 2002. Antihyperglycaemic and antioxidant properties of *anoectochilus formosanus* in diabetic rats. *Clinical and Exp Pharm and Physiology*, 29: 684-688.
- Singh A, Duggal S. 2009. Medicinal orchids: An overview. *Ethnobot Leaflets*, 13: 351-363.
- Singh A. 2006. *Raj Nighantu. Chaukhambha Orientalia*, New Delhi, India. 1306 pages.
- Singh D, Pathak P, Sehgal R, Shekhar N, Sharma M, Sood A. 2001. *Orchids: Science and commerce*. New Delhi, India. 35 pages.
- Singh DK, Semwal RC. 2001. A new species of *notothylas* sull. from dehradun, India. *Phytotaxonomy*, 1: 35-39.
- Song JI, Kang YJ, Yong H-Y, Kim YC, Moon A. 2012. Denbinobin, a phenanthrene from *Dendrobium nobile*, inhibits invasion and induces apoptosis in SNU-484 human gastric cancer cells. *Oncol Rep*, 27: 813-818.
- Sun J, Wang C, Zhang J. 2005. Effect of polysaccharides from *Bletilla striata* on the adhesion of human umbilical venous endothelial cells. *Zhong Yao Cai*, 28: 1006-1008.
- Swarts ND, Dixon KW. 2009. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of Botany*, 104: 543-556.
- Tekinşen KK, Güner A. 2010. Chemical composition and physicochemical properties of tubera salep produced from some Orchidaceae species. *Food Chem*, 121: 468-471.
- Teoh ES. 2016. Secondary metabolites of plants. In *Medicinal Orchids of Asia*. Springer Nature, Switzerland, 59-73.
- Tezuka Y, Ji L, Hirano H, Ueda M, Nagashima K, Kikuchi T. 1990. Studies on the constituents of orchidaceous plants. IX.: Constituents of *Spiranthes sinensis* (PERS.) AMES var. *amoena* (M. BIEBERSON) HARA. (2). Structures of *Spirantheosol*, *Spiranthoquinone*, *Spiranthol-C*, and *Spirasineol-B*, New Isopentenylidihydrophenanthrenes. *Chem & Pharmac Bull*, 38: 629-635.
- Tholl D. 2006. Terpene synthases and the regulation, diversity and biological roles of terpene metabolism. *Current Opinion in Plant Biol*, 9: 297-304.
- Thomas SR, Neuzil J, Stocker R. 1997. Inhibition of LDL oxidation by ubiquinol-10. A protective mechanism for coenzyme Q in atherogenesis? *Molecular Aspects of Medicine*, 18: 85-103.
- Tikendra L, Potshangbam AM, Amom T, Dey A, Nongdam P. 2021. Understanding the genetic diversity and population structure of *Dendrobium chrysotoxum* Lindl.-An endangered medicinal orchid and implication for its conservation. *South African J Botany*, 138: 364-376.
- Tollsten L, Bergström J. 1989. Variation and post-pollination changes in floral odours released by *Platanthera bifolia* (Orchidaceae). *Nordic J Botany*, 9: 359-362.
- Tsai AC, Pan SL, Lai CY, Wang CY, Chen CC. 2011. The inhibition of angiogenesis and tumor growth by denbinobin is associated with the blocking of insulin-like growth factor-1 receptor signaling. *The J Nutritional Biochem*, 22: 625-633.
- Wang J, Liu Z, Zhang G, Niu S, Zhang Y, Peng C. 2020. Evolution of two ubiquitin-like system of autophagy in orchid. *Horticultural Plant J*, 5: 321-334.
- Wang JH, Luo JP, Yang XF, Zha XQ. 2010. Structural analysis of a rhamnourabinogalactan from the stems of *Dendrobium nobile* Lindl. *Food Chem*, 122: 572-576.
- Wang YC, Lin CH, Chen CM, Liou JP. 2005. A concise synthesis of denbinobin. *Tetrahedron Lett*, 46: 8103-8104.
- Woo KJ, Jeong YJ, Inoue H, Park JW, Kwon TK. 2005. Chrysin suppresses lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 expression through the inhibition of nuclear factor for IL-6 (NF-IL6) DNA-binding activity. *FEBS Lett*, 579: 705-711.
- Wu S, Schoenbeck MA, Greenhagen BT, Takahashi S, Lee S. 2005. Surrogate splicing for functional analysis of sesquiterpene synthase genes. *Plant Phys*, 138: 1322-1333.
- Xue Z, Li S, Wang S, Wang Y, Yang Y. 2006. Mono-, Bi-, and triphenanthrenes from the tubers of *Cremastra appendiculata*. *J Nat Prod*, 69: 907-913.
- Yamaki M, Bai L, Kato T, Inoue K, Takagi S. 1993. Blespirol, a phenanthrene with a spirolactone ring from *Bletilla striata*. *Phytochemistry*, 33: 1497-1498.
- Yan L, Wang X, Liu H, Tian Y, Lian J. 2015. The genome of *dendrobium officinale* illuminates the biology of the important traditional Chinese orchid herb. *Molecular Plant*, 8: 922-934.
- Yan XF, Ni Q, Wei JP, Lin L. 2014. A systematic review and meta-analysis of type 2 diabetes mellitus treatment based on the "three-typed syndrome differentiation" theory in Chinese medicine. *Chinese J Integrative Med*, 20: 633-640.
- Yang H, Lee PJ, Jeong EJ, Kim HP, Kim YC. 2012. Selective apoptosis in hepatic stellate cells mediates the antifibrotic effect of phenanthrenes from *Dendrobium nobile*. *Phytother Res*, 26: 974-980.
- Yang L, Qin LH, Bligh SW, Bashall A, Zhang CF. 2006. A new phenanthrene with a spirolactone from *Dendrobium chrysanthum* and its anti-inflammatory activities. *Bioorg Med Chem*, 14: 3496-3501.

- Ye QH, Zhao WM, Qin GW. 2003. New fluorenone and phenanthrene derivatives from *Dendrobium chrysanthum*. *Nat Prod Res*, 17: 201-205.
- Yeow LC, Chew BL, Sreeramanan S. 2020. Elevation of secondary metabolites production through light-emitting diodes (LEDs) illumination in protocorm-like bodies (PLBs) of *Dendrobium* hybrid orchid rich in phytochemicals with therapeutic effects. *Biotech Rep*, 27: e00497.
- Yusuf M, Chowdhury J, Wahab M, Begum J. 1994. Medicinal plants of Bangladesh. Bangladesh Council of Scientific and Industrial Research, Dhaka, Bangladesh. 192 pages.
- Zheng C, Feng G, Liang H. 1998. *Bletilla striata* as a vascular embolizing agent in interventional treatment of primary hepatic carcinoma. *Chin Med J (Engl)*, 111: 1060-1063.
- Zhou XM, Zheng CJ, Wu JT, Chen GY, Chen J, Sun CG. 2016. Five new lactone derivatives from the stems of *Dendrobium nobile*. *Fitoterapia*, 115: 96-100.
- Zhou XM, Zheng CJ, Wu JT, Chen GY, Zhang B, Sun CG. 2017. A new phenolic glycoside from the stem of *Dendrobium nobile*. *Natural Product Res*, 31: 1042-1046.
- Zou Y, Xiao CF, Zhong RQ, Wei W, Huang WM, He SJ. 2008. Synthesis of Combretastatin A-4 and Erianin. *J Chemical Res*, 2008: 354-356.