

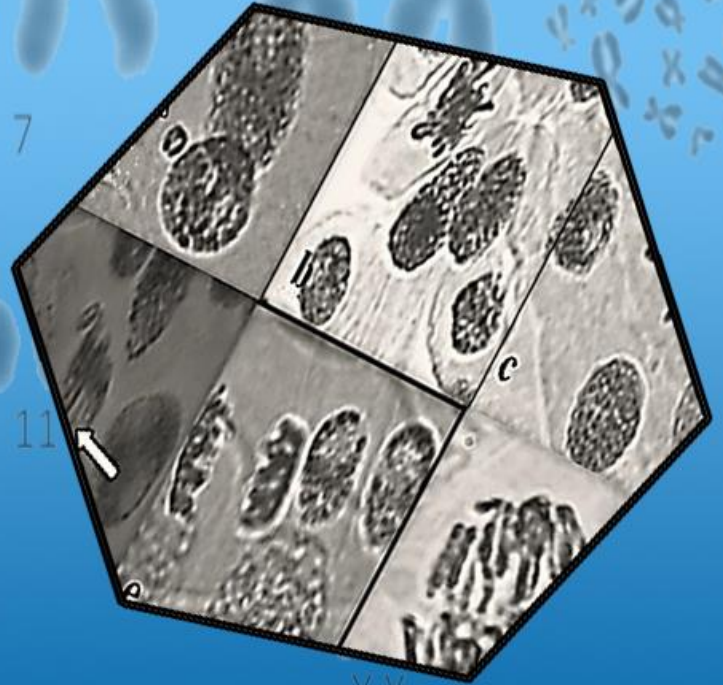
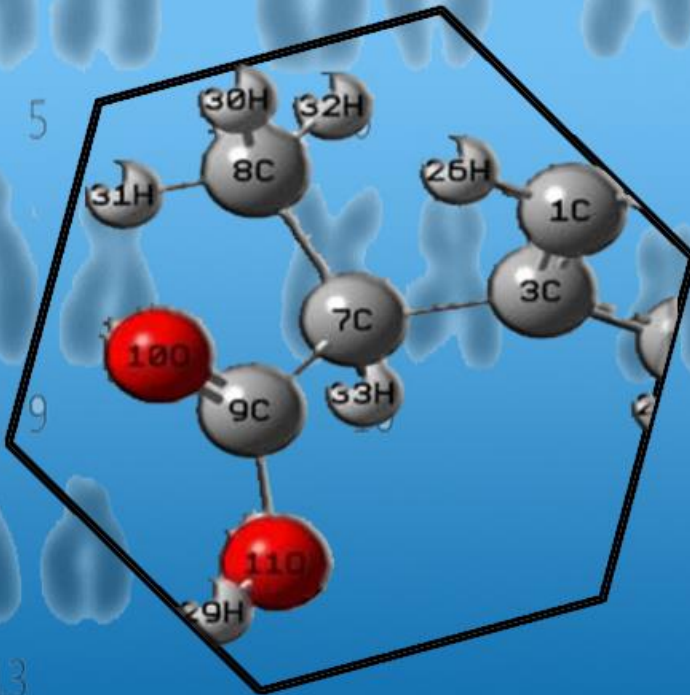
# TDFD

## TÜRK DOĞA ve FEN DERGİSİ

TURKISH JOURNAL OF NATURE AND SCIENCE

# TJNS

$$\vec{\kappa}(t) + \lambda \alpha(t)^{-} = 0$$





# TÜRK DOĞA VE FEN

## DERGİSİ

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingol University

## Turkish Journal of Nature and Science

### Amaç

Türk Doğa ve Fen Dergisi, Dergipark tarafından yayınlanan Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne ait ulusal ve hakemli bir dergidir. Türk Doğa ve Fen Dergisi, Türkiye ve dünyanın her yerinden gelen doğa ve fen bilimlerinin her alanında özgün, yayımlanmamış, yayımlanmak üzere başka yere gönderilmemiş makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmaların bilim alemine sunulması amacıyla kurulmuştur.

### Kapsam

Türk Doğa ve Fen Dergisinde Mühendislik, Ziraat, Veterinerlik, Fen ve Doğa Bilimleri alanlarından olmak üzere Türkçe ve İngilizce hazırlanmış orijinal makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmalar yayımlanır. Türk Doğa ve Fen Dergisi sadece online sistemde yayımlanmakta olup ayrıca kağıt baskısı bulunmamaktadır.

### Merhaba...

Türk Doğa ve Fen Dergisi, Dergipark tarafından yayımlanmakta olup Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne aittir. Bahar ve güz dönemi olmak üzere yılda iki defa çıkarılan ulusal hakemli bir dergi olarak ilk sayısını 2012 bahar döneminde yayımlamıştır. Türk Doğa ve Fen Dergisi, Türkiye ve dünyanın her yerinden gelen doğa ve fen bilimlerinin her alanında özgün, yayımlanmamış, yayımlanmak üzere başka yere gönderilmemiş makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmaların bilim alemine sunulması amacıyla kurulmuştur. İlk sayısından bugüne kesintisiz olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

Türk Doğa ve Fen Dergisi sadece online sistemde yayımlanmakta olup ayrıca kağıt baskısı bulunmamaktadır. Dergimize gelen her çalışma öncelikle Turnitin intihal programında taranmaktadır. Dergimizde editörlerin, hakemlerin ve yazarların, uluslararası yayım etik kurallarına uyması ve makalelerin yazım kurallarına uyumlu olması zorunluluğu vardır.

Yazarlar yayımlanmak üzere dergimize gönderdikleri çalışmalarını ile ilgili telif haklarını zorunlu olarak Bingöl Üniversitesi Türk Doğa ve Fen Dergisi'ne devretmiş sayılırlar. Yazarlardan herhangi bir ücret talep edilmemektedir. Yazarların değerlendirmeleri, dergimizin resmi görüşü olarak kabul edilemez. Çalışmaların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Araştırma ürünleri için etik kurul raporu gerekli ise, çalışma üzerinde bu raporun alınmış olduğu belirtilmeli ve kurul raporu sisteme kaydedilmelidir. Araştırma ile ilgili intihal, atıf manipülasyonu, sahte veri uydurma vb. suistimallerin tespit edilmesi halinde yayım ve etik ilkelerine göre davranılır. Bu durumda çalışmanın yayımlanmasını önlemek, yayımdan kaldırmak ya da başka işlemler yapmak için gerekli işlemler takip edilmektedir.

Dergimizde, kaynak gösteriminde uluslararası Vancouver sistemine geçilmiştir. Ayrıca dergimiz, Creative Commons ile lisanslanmak suretiyle dergimizde yayımlanan makalelerin paylaşımı, kaynak gösterimi ve yayımlanmasında dergi ve yazar haklarını korumaya almıştır. 2018 yılı güz döneminden itibaren makaleler, uluslararası yazar kimlik numarası ORCID No'su ile yayımlanmaktadır.

Dergi ekibi, dergimizin ulusal ve uluslararası indekslerce taranan bir dergi olması yönünde çalışmalarını titizlikle sürdürmektedir. Dergimize gösterilen ilgi bu yönde bizleri teşvik etmeye devam edecektir.



**Türk Doğa ve Fen Dergisi**  
**Turkish Journal of Nature and Science**

[www.dergipark.gov.tr/tdfd](http://www.dergipark.gov.tr/tdfd)



**EDİTÖRLER / EDITORIAL BOARD**

**Başeditör**

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü  
E-Mail: [edarendelioglu@bingol.edu.tr](mailto:edarendelioglu@bingol.edu.tr)

**Alan Editörleri**

Prof. Dr. / Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
E-Mail: [kahafe1974@yahoo.com](mailto:kahafe1974@yahoo.com)

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İkrım ORAK

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler  
E-Mail: [iorak@bingol.edu.tr](mailto:iorak@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Aydın Şükrü BENGÜ

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler  
E-Mail: [abengu@bingol.edu.tr](mailto:abengu@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Adnan AYNA

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü  
E-Mail: [aayna@bingol.edu.tr](mailto:aayna@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Kamuran DİLSİZ

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü  
E-Mail: [kdilsiz@bingol.edu.tr](mailto:kdilsiz@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Özgür ÖZGÜN

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü  
E-Mail: [oozgun@bingol.edu.tr](mailto:oozgun@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Nurullah DEMİR

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü  
E-Mail: [ndemir@bingol.edu.tr](mailto:ndemir@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr.  
Cüneyt ÇAĞLAYAN

Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü  
E-Mail: [ccaglayan@bingol.edu.tr](mailto:ccaglayan@bingol.edu.tr)

Öğr. Gör. / Lect. Mücahit ÇALIŞAN

Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri  
E-Mail: [mcalisan@bingol.edu.tr](mailto:mcalisan@bingol.edu.tr)

Öğr. Gör. / Lect. Ahmet KESMEZ

Bingöl Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İngilizce Bölümü  
E-Mail: [akesmez@bingol.edu.tr](mailto:akesmez@bingol.edu.tr)

## YAYIN KURULU/EDITORIAL BOARD

|                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Prof. Dr. Ramazan SOLMAZ           | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Abdurrahman GÜL          | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL          | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Erkan BOYDAK             | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Fahrettin YAKUPHANOĞLU   | Fırat Üniversitesi               |
| Prof. Dr. Fehim FINDIK             | Sakarya Üniversitesi             |
| Prof. Dr. Hamit Özkan GÜLSOY       | Marmara Üniversitesi             |
| Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU         | Fırat Üniversitesi               |
| Prof. Dr. İbrahim Y. ERDOĞAN       | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. İskender DEMİRKOL        | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Kağan KÖKTEN             | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ          | Ordu Üniversitesi                |
| Prof. Dr. Lütfi BEHÇET             | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ            | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Nezir YILDIRIM           | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Nurullah SARAÇOĞLU       | Atatürk Üniversitesi             |
| Prof. Dr. Ramazan MERAL            | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Murat SOYLU              | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Hasan KILIÇ              | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN      | Bingöl Üniversitesi              |
| Prof. Dr. Abdullah MART            | Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi |
| Doç. Dr. Asım KAYGUSUZ             | İnönü Üniversitesi               |
| Doç. Dr. Mustafa KOYUN             | Bingöl Üniversitesi              |
| Doç. Dr. Hüseyin VAPUR             | Çukurova Üniversitesi            |
| Doç. Dr. İlkay ŞİŞMAN              | Sakarya Üniversitesi             |
| Dr. Öğr. Üyesi Ahmet BENLİ         | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Aydın Şükrü BENGÜ   | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Atilla ÇAKIR        | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Bayram YURT         | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Dursun ÖZTÜRK       | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Ekrem DARENDELİOĞLU | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Halil ŞİMŞEK        | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Kazım HANBAY        | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Özgür ÖZGÜN         | Bingöl Üniversitesi              |
| Dr. Öğr. Üyesi Tahir AKGÜL         | Sakarya Üniversitesi             |
| Dr. Öğr. Üyesi Abdulcabbar YAVUZ   | Gaziantep Üniversitesi           |
| Dr. Öğr. Üyesi Murat AYDEMİR       | Erzurum Teknik Üniversitesi      |
| Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şükrü KURT  | Erzurum Teknik Üniversitesi      |
| Dr. İdris YAZGAN                   | Kastamonu Üniversitesi           |
| Dr. Hasan OĞUL                     | Sinop Üniversitesi               |



## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

|  |           |
|--|-----------|
| <p><b><i>Allium cepa</i> (Amaryllidaceae) L.'da Tartrazin Uygulaması Sonucu Oluşan Fizyolojik, Sitogenetik ve Anatmik Değişimlerin Araştırılması – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>Investigation of the Physiological, Cytogenetic and Anatomic Changes Resulting from Tartrazine Application In <i>Allium cepa</i> (Amaryllidaceae) L. – Research Article</b></p> <p>Betül TAŞLI<sup>1</sup>, Kültiğin ÇAVUŞOĞLU<sup>*1</sup>, Emine YALÇIN<sup>1</sup><br/><sup>1</sup> Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye<br/><i>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:kultigincavusoglu@mynet.com">kultigincavusoglu@mynet.com</a> – ORCID No: 0000-0002-4767-9132</i></p> <p>(Alınış: 29.12.2017, Kabul: 23.10.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p>   | <b>1</b>  |
| <p><b><sup>163</sup>Dy, <sup>177</sup>Hf, <sup>181</sup>Ta ve <sup>207</sup>Pb Hedef Elementlerin Proton Bombardmanı ile Oluşan İkincil Parçacıkların Enerji Spektrumu – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>The Energy Spectra of The Secondary Particles Formed by The Proton Bombardment in Different Energies of <sup>163</sup>Dy, <sup>177</sup>Hf, <sup>181</sup>Ta and <sup>207</sup>Pb Target Elements – Research Article</b></p> <p>İskender DEMİRKOL<sup>*1</sup>, Tahsin DAĞDELEN<sup>1</sup><br/><sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Bingöl, Türkiye<br/><i>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:idemirkol@bingol.edu.tr">idemirkol@bingol.edu.tr</a> – ORCID No: 0000-0002-8065-6717</i></p> <p>(Alınış: 26.03.2018, Kabul: 13.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p>  | <b>7</b>  |
| <p><b>Cytogenetic Characteristics of <i>Crocidura suaveolens</i>, <i>Crocidura leucodon</i>, <i>Sorex raddei</i> (Mammalia: Eulipotyphla) from Turkey: Constitutive Heterochromatin Distribution – Research Article</b></p> <p><b>Türkiye’den <i>Crocidura suaveolens</i>, <i>Crocidura leucodon</i>, <i>Sorex raddei</i> (Mammalia: Eulipotyphla) Türlerinin Sitogenetik Özellikleri: Konstitütif Heterokromatin Dağılımı – Araştırma Makalesi</b></p> <p>Ahmet Yesari SELÇUK<sup>*1</sup>, Haluk KEFELİOĞLU<sup>1</sup><br/><sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Biology, Samsun, Turkey<br/><i>* Corresponding author: <a href="mailto:ahmetyesari@gmail.com">ahmetyesari@gmail.com</a> – ORCID No: 0000-0002-2785-2823</i></p> <p>(Received: 14.10.2018, Accepted: 14.12.2018, Published Online: 31.12.2018)</p>   | <b>15</b> |
| <p><b>Adana İli Tufanbeyli İlçesi Meralarının Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>A Research on The Determination of Botanical Composition of Pastures in District Tufanbeyli, Adana – Research Article</b></p> <p>Selahattin Çınar<sup>*1,2</sup>, Rüştü Hatipoğlu<sup>3</sup>, Mustafa Avcı<sup>4</sup>, İlker İnal<sup>5</sup>, Celal Yücel<sup>5</sup><br/><sup>1</sup> Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe ve Tarla Bitkileri Bölümü, Bişkek, Kırgızistan<br/><sup>2</sup> Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kilis, Türkiye<br/><sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye<br/><sup>4</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye<br/><sup>5</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye<br/><i>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:scinar01@hotmail.com">scinar01@hotmail.com</a> – ORCID No: 0000-0002-9049-0044</i></p> <p>(Alınış: 21.07.2018, Kabul: 14.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p> | <b>21</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <p><b>Kanola (<i>Brassica napus L.</i>)’nın Hayvan Besleme Alanında Kullanılan Ürünleri ve Bu Ürünlerin Üretimi - Derleme</b></p> <p><b>The Products of Canola (<i>Brassica napus L.</i>) Used in Animal Nutrition and Production of These Products - Review</b></p> <p>Emre ŞAHİN<sup>*1</sup>, Hüseyin NURSOY<sup>1</sup>, Fatma TERLEMEZ<sup>1</sup></p> <p><sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., Bingöl, Türkiye</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:esahin@bingol.edu.tr">esahin@bingol.edu.tr</a> – ORCID No: 0000-0001-7625-1883</p> <p>(Alınış: 03.04.2018, Kabul: 14.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p> | <b>30</b> |
| <p><b>Polipropilen Liflerin Perlit Esaslı Geopolimerlerin Mekanik Davranışına Etkisi – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>The Effect of Polypropylene Fibers on Mechanical Behavior of Perlite Based Geopolymers – Research Article</b></p> <p>Mehrzad MOHABBİ YADOLLAHİ<sup>1</sup>, Sadık VAROLGÜNEŞ<sup>*1</sup></p> <p><sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:svarolgunes@bingol.edu.tr">svarolgunes@bingol.edu.tr</a> – ORCID No: 0000-0001-9580-9889</p> <p>(Alınış: 07.12.2018, Kabul: 17.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p>                                    | <b>36</b> |
| <p><b>Gençlerde Diyafragmatik Solunum Egzersizinin Bazı Mental ve Fiziksel Sağlık Düzeylerine Etkisi – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>Effect of Diaphragmatic Breathing Exercise on Some Mental and Physical Health Levels in Adolescents – Research Article</b></p> <p>Fatih ÇAKAR<sup>*1</sup>, Halil ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Aydın SEVER<sup>1</sup></p> <p><sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:fcakar@bingol.edu.tr">fcakar@bingol.edu.tr</a> – ORCID No: 0000-0002-7551-4087</p> <p>(Alınış: 05.12.2018, Kabul: 27.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p>                               | <b>42</b> |
| <p><b>Kendine Benzer Eğri Olmayan Bazı Özel Eğriler – Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>Some Special Curves Non Self-Similar - Research Article</b></p> <p>Mustafa Altın<sup>*1</sup>, Müge Karadağ<sup>2</sup></p> <p><sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bingöl, Türkiye</p> <p><sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Malatya, Türkiye</p> <p>* Sorumlu yazar: <a href="mailto:maltin@bingol.edu.tr">maltin@bingol.edu.tr</a> – ORCID No: 0000-0001-5544-5910</p> <p>(Alınış: 18.10.2018, Kabul: 30.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)</p>   | <b>48</b> |



## ***Allium cepa* (Amaryllidaceae) L.'da Tartrazin Uygulaması Sonucu Oluşan Fizyolojik, Sitogenetik ve Anatomik Değişimlerin Araştırılması**

Betül TAŞLI<sup>1</sup>, Kültiğın ÇAVUŞOĞLU\*<sup>1</sup>, Emine YALÇIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [kultigincavusoglu@mynet.com](mailto:kultigincavusoglu@mynet.com) ORCID No: 0000-0002-4767-9132

(Alınış: 29.12.2017, Kabul: 23.10.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

### **Anahtar Kelimeler**

*Allium cepa* L.,  
Tartrazin,  
Sitogenetik,  
Fizyoloji,  
Anatomi

**Özet:** Bu çalışmada; gıda katkı maddesi Tartrazin'in *Allium cepa* L. hücrelerinde meydana getirdiği fizyolojik, anatomik ve sitogenetik etkiler araştırılmıştır. Fizyolojik parametreler olarak çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık artışı; sitogenetik parametreler olarak kromozom hasarlar, mikronukleus (MN) ve mitotik indeks (MI) sıklığı; anatomik parametreler olarak ise anatomik hasarlar incelenmiştir. Uygulama grubundaki tohumlar 50, 100 ve 200 ppm dozunda Tartrazin ile 72 saat süresince muamele edilmiş ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı, kromozom anormallikler, MI ve MN sıklığı ile kök anatomisinde önemli değişimler saptanmıştır. Tartrazin'in tüm uygulama gruplarında doza bağlı olarak çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı ve MI'ı azalttığı; kromozom anormallikleri, MN sayısı ve anatomik hasarları ise arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda, Tartrazin uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde fragment, yapışkan kromozom, kromozom köprüsü, kromatinin eşit olmayan dağılımı ve C- mitoz şeklinde kromozomal hasarların oluşumunu teşvik ettiği görülmüştür. Ayrıca, Tartrazin uygulaması kök ucu hücrelerinde yassılaştırmış hücre çekirdeği, korteks hücrelerinde bazı maddelerin birikimi, hücre deformasyonu, belirgin olmayan iletim doku, nekroz ve korteks hücre çeperlerinde kalınlaşma şeklinde anatomik hasarların oluşumuna da sebep olmuştur.

1

## **Investigation of the Physiological, Cytogenetic and Anatomic Changes Resulting from Tartrazine Application In *Allium cepa* (Amaryllidaceae) L.**

### **Keywords**

*Allium cepa* L.,  
Tartrazine,  
Cytogenetic,  
Physiology,  
Anatomy

**Abstract:** In this study; physiologic, anatomic and cytogenetic effects of Tartrazine as food additives on *Allium cepa* L. was investigated. Germination percentage, root length, weight gain were investigated as physiological parameters; chromosome aberrations, frequency of micronucleus (MN) and mitotic index (MI) were investigated as cytogenetic parameters, anatomical damages were investigated as anatomical parameter. The bulbs in treatment groups were treated with 50, 100 and 200 ppm Tartrazine and the results were evaluated by statistically analysis. As a result, significant changes were observed in germination percentage, root length, weight gain, chromosome aberrations, frequency of MI and MN with root anatomy. A decrease in germination percentage, root length, weight gain, MI and an increase in chromosome aberrations, MN frequency and anatomical aberration were observed in Tartrazine treated group with dose-dependent manner. As a result of the microscopic examination, it was determined that the Tartrazine induced the chromosomal aberrations in *A. cepa* L. root cells such as fragment, sticky chromosome, chromosome bridge, unequal distribution of chromatine, C-mitosis. And also, Tartrazine treatment caused anatomical changes such as flatted form of cell nucleus, accumulation of substances in cortex, cell deformation, unclear vascular tissue, necrosis and thickening in cell wall.

## 1. GİRİŞ

Endüstrideki hızlı gelişmeye paralel olarak, gıda katkı maddelerinin kullanımı her geçen gün geçtikçe artmaktadır [1]. Gıda katkı maddesi; gıdaların üretimi, hazırlanması, ambalajlanması ve depolanması sırasında gıdaya dayanıklılık, yoğunluk ve renk vermek amacıyla kullanılan maddelerdir [2,3].

Bu maddelerin ilk kullanımı M.Ö.'sine dayanmaktadır. M.Ö. 3000-900 yılları arasında gıdaların saklanması odun tütsüsünden, et ürünlerinin saklanmasında ise tuzdan yararlanılmıştır. Eski Romalılarda baharat olarak bilinen bazı bitkilerin ise İngiltere'de gıdalara hoş koku vermek amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, Mısır'da yiyeceklerin hazırlanmasında renklendirici maddelerin kullanıldığı tespit edilmiştir [4]. Örneğin; 1856 yılında Anilin Moru yapay boya maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise Benzoik asit, Sakarin ve *Tartrazin* yaygın olarak kullanılan gıda katkı maddeleridir [5].

Tartrazin; sarı renkli,  $534.36 \text{ g mol}^{-1}$  moleküler ağırlığa ve  $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{N}_4\text{Na}_3\text{O}_9\text{S}_2$  şeklinde molekül formülüne sahip azo yapay boyar maddesidir.  $25^\circ\text{C}$ 'de sudaki çözünürlüğü  $20 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ , gliseroldeki çözünürlüğü ise  $18 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ 'dir [6]. E102 katkı maddesi kodu ile "Acid Yellow 23", "Food Yellow 4" ve "Trisodium 1-(4-sulfonatfenil)-4-(4-sulfonatfenil azo)-5-pirazolon-3-karboksilat" isimleri ile de bilinmektedir. Tartrazinin dahil olduğu azo boyaları, -N=N-, azo grubu içeren bütün gıdaların pH aralığında kararlı ve ısıya karşı dayanıklı maddelerdir. Ayrıca ışık ya da oksijene maruz kaldıklarında renk değişimi göstermezler [7]. Tartrazin gıdalara sarı renk vermek amacıyla kullanılmakla birlikte, "Brilliant Blue FCF" ve "Green S" boyar maddeleri ile karışım halinde yeşil renk ve tonlarının oluşturulması amacıyla da faydalanılmaktadır. Özellikle dondurma, gazlı içecek ve meyveli soda üretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca pasta ve şekerleme ürünleri, jöleler, aromalı içecekler ve pastacılık sektörlerinde de Tartrazin kullanılmaktadır. Gıda sektörü dışında deterjan, tarım ve temizlik ürünleri ile oyun hamurları ve oyuncak imalat sektörlerinde de renklendirici olarak kullanılmaktadır [8]. Gıdalarla birlikte vücuda alınan Tartrazin, değişikliğe uğramadan idrarla atılmakta, bir miktarı ise bağırsak mikroflorası tarafından metabolize edilmekte ve ortaya çıkan metabolitler ise barsakta absorbe edilmektedir [9]. Literatürde Tartrazinin toksik etkileri üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Giri ve ark. [10] Tartrazin'in hamster ve rat somatik hücrelerinde kromozomal anormalliklere neden olduğunu, Sasaki ve ark. [11] ise Comet testi yardımıyla fare kolon hücrelerinde DNA hasarına yol açtığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, Tartrazinin günlük kabul edilebilir doz değerlerinin üzerinde hayvanlarda nörotoksite, öğrenme ve hafıza kaybı bozukluklarına neden olduğu da gösterilmiştir [12].

Bu çalışmada, günlük yaşamımızda fazla miktarlarda tükettiğimiz, birçok gıda ürününün yapısında, gıda katkı maddesi olarak kullanılan Tartrazin'in *Allium cepa*

L.'daki muhtemel toksik etkileri fizyolojik, sitogenetik ve anatomik parametreler yardımıyla araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çimlenme ve Preparasyon

Bu çalışmada, deney materyali olarak yaklaşık olarak eşit büyüklükteki *A. cepa* L. tohumları (ortalama çap: 2.2 cm) kullanılmıştır. Tohumlar bir (1) kontrol ve üç (3) uygulama olarak toplam dört (4) gruba ayrılmış,  $85 \times 100$  çapında steril beherlerde  $24^\circ\text{C}$ 'de 72 saat süresince çimlendirilmiştir. Grup I (kontrol) çeşme suyu, Grup II 50 ppm Tartrazin, Grup III 100 ppm Tartrazin ve Grup IV ise 200 ppm Tartrazin ile muamele edilmiştir. Çimlenme sırasında tohumların kurumaması amacıyla, su ve Tartrazin seviyeleri düzenli olarak kontrol edilerek, gerekli ilaveler yapılmıştır. Uygulama periyodu sonunda, kök uçları  $\text{dH}_2\text{O}$  ile yıkanmış ve standart preparasyon teknikleri kullanılarak sitogenetik analizler için hazır hale getirilmiştir [13].

### 2.2. Fizyolojik Parametrelerin Ölçümü

Çimlenen tohumların kök ucu uzunlukları radikula oluşumu esas alınarak milimetrik cetvel yardımıyla, ağırlık kazanımları ise hassas terazi yardımıyla ölçülmüştür. Ağırlık kazanımı uygulama öncesi ve sonrasında elde edilen tohum ağırlık farkları dikkate alınarak belirlenmiştir. Diğer bir fizyolojik parametre olan çimlenme yüzdesi ise aşağıdaki Eşitlik 1 kullanılarak tespit edilmiştir [14].

$$\text{Çimlenme Yüzdesi (\%)} = \frac{\text{Çimlenen Tohum Sayısı}}{\text{Toplam Tohum Sayısı}} \times 100 \quad (1)$$

### 2.3. Sitogenetik Parametre Testleri

Kromozomal hasarların belirlenmesi amacıyla yaklaşık 1 cm uzunluğunda kesilen kök uçları 2 saat "Clarke" fiksatoründe (3:Etanol/1:Glacial Asetik Asit) fikse edilmiş, 15 dakika %96'lık etanolde yıkanmış ve  $+4^\circ\text{C}$ 'de %70'lik etanolde saklanmıştır. Sonraki aşamada, kök uçları  $60^\circ\text{C}$ 'de 17 dk 1N HCl içerisinde hidrolize edilmiş, 30 dk %45'lik asetik asit içerisinde bekletilmiş, süre sonunda 24 saat aseto-karmin ile boyanmış, %45'lik asetik asitte ezilmiş ve binoküler araştırma mikroskopunda X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır [15].

Mikronukleus (MN) sıklığını tespit etmek için her bir uygulama grubundan toplamda 1000 hücre sayılmış ve MN içeren hücreler araştırma mikroskopunda tespit edilerek X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır. MN'li hücrelerin tespitinde Fenech ve ark. [16]'nın kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kriterlere göre;

- MN çapı, nükleus boyutunun 1/3'ü kadar veya bu orandan daha küçük olmalıdır,
- MN yuvarlak veya oval bir şekle sahip olmalıdır,
- Mikronükleer sınırlar, nükleer sınırlardan net bir biçimde ayırt edilebilir olmalıdır.



Mitotik indeks (MI) yüzdesini belirlemek için ise hazırlanan preparatlardan her grup için 10.000 hücre sayılmış ve mitozaya giren hücrelerin yüzdesi Eşitlik 2 kullanılarak tespit edilmiştir [17].

$$\text{Mitotik İndeks (MI)} = \frac{\text{Mitoza Girmiş Hücre}}{\text{Toplam Hücre Sayısı}} \times 100 \quad (2)$$

## 2.4. Anatomik Gözlemler

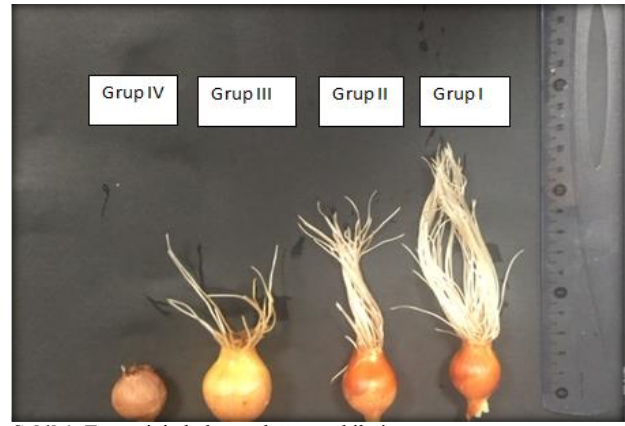
Anatomik hasarın tespiti amacıyla 50, 100 ve 200 ppm dozlarında Tartrazin ile 72 saat süresince çimlendirilen *A. cepa* L. tohumlarının kök uçlarından, süre sonunda dH<sub>2</sub>O ile yıkanarak enine kesitler alınmış ve metilen mavisi ile boyanmıştır. Boyanan kesitler araştırma mikroskopunda incelenerek X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır [18].

## 2.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel verilerin analizi için SPSS for Windows V 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA, 2013) paket programı kullanılmıştır. Gruplar arasında istatistiksel farklılıkların değerlendirilmesi "One-way ANOVA" ve "Duncan" testleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler ortalama  $\pm$  SD değerleri olarak verilmiş ve p değeri 0.05'den küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, gıda katkı boyar maddesi olan Tartrazin'in *A. cepa*'da çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı MN sıklığı, MI, kromozomal anormollükler ve anatomik hasar oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. 50-200 ppm aralığında Tartrazin uygulamasının tohum çimlenmesi, ağırlık artışı ve kök uzunluğu üzerine etkileri Tablo 1'de gösterilmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi %97'lik oranla kontrol grubunda (Grup I), en düşük ise %43'lük oranla Tartrazin'in 200 ppm dozuyla muamele edilen Grup IV'de gözlenmiştir. 200 ppm dozunda Tartrazin uygulamasının çimlenme yüzdesini kontrol grubuna oranla 2, 3 kat azalttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Tartrazin uygulaması doz artışına bağlı olarak tohum çimlenme yüzdesini azaltmış, bu azalmanın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Tartrazin uygulamasının *A. cepa*'da kök uzunluğu üzerine etkileri ise Şekil 1 ve Tablo 1'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, en fazla kök uzunluğunun kontrol grubunda, en az ise Tartrazin'in 200 ppm dozu ile muamele edilen Grup IV'de olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubunda ortalama 10,90 cm, Tartrazin uygulama gruplarında ise sırasıyla 8,22 cm, 6,29 cm ve 3,39 cm kök uzunluğu ölçülmüştür. Kök uzunluğunun Tartrazin dozundaki artışa bağlı olarak azaldığı, bu azalışın da istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Ağırlık artışının Tartrazin uygulama dozunun artması ile azaldığı gözlenmiş ve kontrol grubunda ortalama 8,14 gr ağırlık kazanımı, Grup IV'de ise ortalama 0,92 gr ağırlık kazanımı elde edilmiştir. 200 ppm dozunda Tartrazin uygulaması tohum ağırlık artışını kontrol grubuna göre 8,8 kat azaltmıştır.



Şekil 1. Tartrazin'in kök uzunluğuna etkileri

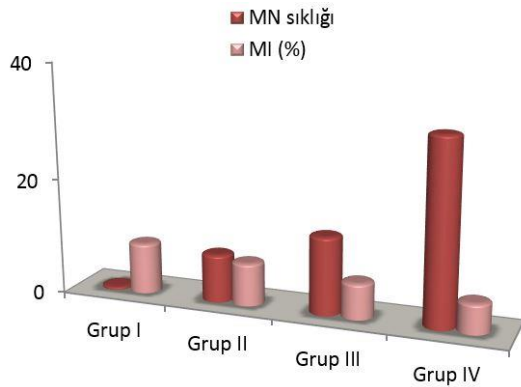
Literatürde Tartrazin'in bitkilerde çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık artışı üzerine etkilerinin incelendiği kapsamlı bir çalışma bulunmamasına rağmen, diğer kimyasal ajanlar ve ağır metal iyonları ile gerçekleştirilen benzer tarzda bazı çalışmalar bulunmaktadır. El-Barghatti ve Asoyri [19] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 1000 mg L<sup>-1</sup> fenol uygulamasının *A. cepa* L. tohum çimlenmesini kontrol grubuna kıyasla 18.38 kat azalttığı, Muscolo ve ark. [20] tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise *Fagus sylvatica* L. (Avrupa kayını) ve *Pinus nigra* subsp. *laricio* Maire. (Karaçam) örneklerinde fenolik maddelerin çimlenme oranını azalttığı, bu azalışında solunum enzimlerinin inhibisyonu ile ilişkili olduğunu rapor edilmiştir. Alüminyum uygulamasının bitkilerde kök hücre bölünmesini; çinko, bakır ve kurşun uygulamasının ise kök hücre uzamasını azalttığı rapor edilmiştir [21-23]. Düşük konsantrasyonlarda Pb uygulamasının *Zea mays* L. ve *A. cepa* L.'daki kök gelişimini azalttığı [24,25], kurşun ve civa uygulamasının *Cicer arietinum* L.'da doza bağlı olarak kök büyümesini engellediği belirlenmiştir [26]. Carlson ve Donald [27] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise Glifosfat uygulamasının *Cirsium arvense* L. 'de doza bağlı olarak kök büyümesini azalttığı saptanmıştır. Çavuşoğlu ve ark. [28], çinko ve kadmiyumun *P. vulgaris* L. tohumlarının ağırlık artışı üzerine etkilerini araştırmış, sonuçta çinko uygulamasının tohum ağırlığını kontrol grubuna göre 4.7 kat, kadmiyum uygulamasının ise 8.9 kat azalttığı belirlenmiştir. Tartrazin'in *A. cepa* L.'daki çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık artışında neden olduğu azalma, gelişme ve büyüme ile ilgili metabolik yollarda görevli enzimlerin Tartrazin tarafından inhibe edilmesi ile açıklanabilir [29,30].

Tablo 1. Tartrazin'in tohum çimlenmesi, ağırlık artışı ve kök uzunluğuna etkileri

| Gruplar  | Çimlendirilen tohum sayısı | Çimlenme yüzdesi (%) | Ağırlık artışı (Gr) | Kök uzunluğu (cm)             |
|----------|----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|
| Grup I   | 30                         | 97                   | +8,14 <sup>a</sup>  | 10,90 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup> |
| Grup II  | 30                         | 80                   | +5,03 <sup>b</sup>  | 8,22 $\pm$ 1,47 <sup>b</sup>  |
| Grup III | 30                         | 67                   | +2,58 <sup>c</sup>  | 6,29 $\pm$ 1,29 <sup>c</sup>  |
| Grup IV  | 30                         | 43                   | +0,92 <sup>d</sup>  | 3,39 $\pm$ 1,31 <sup>d</sup>  |

\* Veriler ortalama  $\pm$  standart sapma (SD) olarak gösterildi (n= 10). Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ( $p < 0,05$ ).

*A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde Tartrazin'in teşvik ettiği MN sıklığı ve MI oranları Şekil 2'de gösterilmiştir. Kontrol grubunda (Grup I) çok az sayıda MN oluşumuna rastlanırken, en fazla MN oluşumu Tartrazin'in 200 ppm dozu ile muamele edilen Grup IV'de gözlenmiştir. Kontrol grubunda ortalama 0,5 oranında MN oluşumu tespit edilirken, Tartrazin uygulanan Grup II'de ortalama 8,30, Grup III'de ortalama 13,40 ve Grup IV'de ise ortalama 31,60 oranında MN oluşumu belirlenmiştir. Söz konusu gruplarda gözlenen MN sayılarındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu da tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

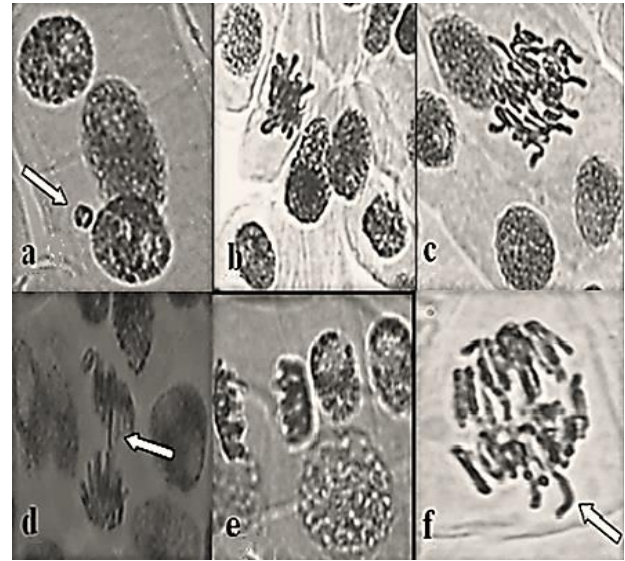


Şekil 2. Tartrazin'in MI yüzdesi ve MN oluşumu üzerine etkisi (MN 1000, MI ise 10000 hücre sayılarak hesaplandı)

Sonuç olarak, uygulanan Tartrazin'in artan dozu ile MN sıklığı arasında doğru bir orantı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Roychoudhury ve Giri [31] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Tartrazin ve Eritrozin gibi gıda katkı maddelerinin *A. cepa* L. üzerine genotoksik ve sitotoksik etkileri araştırılmış, sonuçta poliploidi hücre sayısı ve MN sıklığında artış belirlenmiştir. Fernandes ve ark. [32] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise farklı dozlarda Trifluralin uygulamasının *A. cepa* L.'da MN sıklığını artırdığı tespit edilmiştir. MI hücre proliferasyonuna işaret eden ve sitotoksitenin değerlendirilmesinde kullanılan hassas bir parametredir. Tartrazin uygulamasının MI yüzdesini önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Tartrazin uygulanan Grup II'de %7,39, Grup III'de %6,18 ve Grup IV'de ise %5,16 oranında MI tespit edilmiştir. 200 ppm dozunda Tartrazin uygulamasının, kontrol grubuna oranla MI yüzdesini 1,7 kat azalttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Tartrazin dozundaki artış ile MI yüzdesi arasında ters bir orantının olduğu gözlenmiştir. Çalışma bulguları literatürdeki bazı çalışmalar tarafından da desteklenmektedir. Gomes ve ark. [33] Sunset, Tartrazin Sarısı ve Bordo Kırmızısı gıda boyalarının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde MI oranını azalttığını rapor etmişlerdir. Dönbak ve ark. [34] tarafından gerçekleştirilen, benzer tarzdaki bir diğer

çalışmada ise gıdalarda antioksidan olarak kullanılan sodyum metabisülfid uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde MI oranını düşürdüğü rapor edilmiştir.

Tartrazin uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği kromozomal hasarlar Şekil 3 ve Tablo 2'de gösterilmiştir. Mikroskopik incelemeler sonucunda, Tartrazin uygulamasının kromatinin eşit olmayan dağılımı, fragment, yapışkan kromozom, köprü ve C-mitoz şeklinde kromozomal hasarlara neden olduğu belirlenmiştir. Tartrazin kromozomlar üzerine en büyük etkisi fragment oluşumu şeklinde gerçekleşmiştir. Kontrol grubunda (Grup I) birkaç yapışkan kromozom ve köprü dışında herhangi bir kromozomal hasara rastlanmamıştır. Tartrazin uygulanan gruplarda ise artan Tartrazin dozuna bağlı olarak, farklı oranda pek çok kromozomal hasar tespit edilmiştir. Ayrıca Tartrazin uygulanan gruplarda gözlenen kromozomal hasar sayılarındaki artışın, kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı olduğunda belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). İndigo Karmin, Turuncu G, Tartrazin gibi boyar maddelerin toksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde doza bağlı olarak, kromozomal hasarların arttığı rapor edilmiştir [35]. Rencüzoğulları [36] tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada gıda koruyucu maddesi sodyum metabisülfid ile muamele edilen *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde C-mitoz, anormal anafaz ve telofaz, yapışkan kromozom gibi hasarlar rapor edilmiştir.



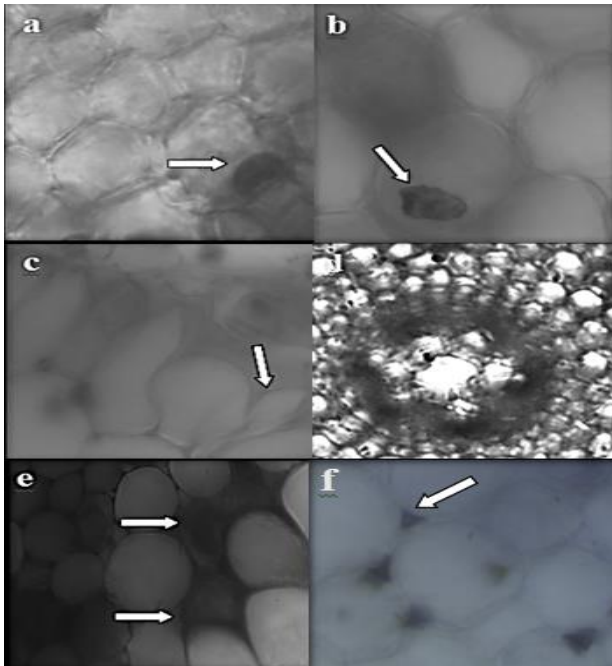
Şekil 3. Tartrazin tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar (a: MN, b: yapışkan kromozom, c: C-mitoz, d: köprü, e: kromatinin eşit olmayan dağılımı, f: fragment)

Tablo 2. Tartrazin tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar

| Gruplar  | FRG                     | YK                      | K                       | KED                     | CM                     |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Grup I   | 0,00±0,00 <sup>d</sup>  | 0,20±0,42 <sup>d</sup>  | 0,10±0,32 <sup>d</sup>  | 0,00±0,00 <sup>d</sup>  | 0,00±0,00 <sup>d</sup> |
| Grup II  | 8,40±2,84 <sup>c</sup>  | 7,20±2,44 <sup>c</sup>  | 6,20±1,99 <sup>c</sup>  | 3,30±1,49 <sup>c</sup>  | 2,00±0,82 <sup>c</sup> |
| Grup III | 19,10±3,76 <sup>b</sup> | 16,80±3,52 <sup>b</sup> | 12,70±3,06 <sup>b</sup> | 7,20±2,15 <sup>b</sup>  | 4,50±1,35 <sup>b</sup> |
| Grup IV  | 31,60±4,58 <sup>a</sup> | 26,10±3,57 <sup>a</sup> | 21,10±3,18 <sup>a</sup> | 15,90±3,18 <sup>a</sup> | 9,90±2,85 <sup>a</sup> |

\* Grup I: kontrol, Grup II: 50 ppm Tartrazin, Grup III: 100 ppm Tartrazin, Grup IV: 200 ppm Tartrazin. FRG: fragment, YK: yapışkan kromozom, K: köprü, KED: kromatinin eşit olmayan dağılımı, CM: c-mitoz. Kromozomal hasarlar her bir gruptaki, her bir kök ucundan 100 hücre, toplamda ise 1000 hücre analiz edilerek hesaplandı. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterildi (n = 10). Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Tartrazinin *A. cepa* L. kök ucu meristematik hücrelerinde teşvik ettiği anatomik hasarlar Şekil 4'de gösterilmiştir. Mikroskopik gözlemler sonucunda, Tartrazin uygulamasının kök ucu meristematik hücrelerinde yassılaştırmış hücre çekirdeği, korteks hücrelerinde bazı maddelerin birikimi, hücre deformasyonu, belirgin olmayan iletim doku, nekroz ve korteks hücre çeperlerinde kalınlaşma şeklinde anatomik hasarlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu hasarların hücrelerin tartrazinin toksik etkisine karşı koruyucu ya da tolerans geliştirici mekanizmaları sonucunda oluştuğu söylenebilir. Literatürde Tartrazin'in *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği anatomik değişimler ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmasa da, diğer kimyasal ajanların sebep olduğu anatomik değişimler ile ilgili bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Çavuşoğlu ve ark. [37] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Glyphosate uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu meristematik hücrelerinde; belirgin olmayan vasküler doku, belirgin olmayan epidermis tabakası, hücre deformasyonu, anormal hücre çekirdeği ve binükleuslu hücre oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir. Demirtaş ve ark. [38] tarafından gerçekleştirilen, benzer tarzdaki bir başka çalışmada ise Dinikanazol fungusitinin *A. cepa* L.'nin kök ucu hücrelerine olası anatomik etkileri araştırılmış, sonuçta kök uç hücrelerinde hücre deformasyonu, spesifik olmayan vasküler doku, hücre çekirdeğini düzleştiren ve nekroz gibi anatomik hasarlar tespit edilmiştir.



Şekil 4. Tartrazinin kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği anatomik hasarlar (a: yassılaştırmış hücre çekirdeği, b: korteks hücrelerinde bazı maddelerin birikimi, c: hücre deformasyonu, d: belirgin olmayan iletim doku, e: nekroz, f: korteks hücre çeperlerinde kalınlaşma)

Günlük yaşamımızda sıkça kullandığımız gıda maddelerinin yapısında yer alan Tartrazin'in belli bir konsantrasyona ulaştığında toksik etkilere sebep olabileceği, *A. cepa* L. test materyali kullanılarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Tartrazin gıda boyası maddesinin *A. cepa* L.'da fizyolojik, sitogenetik ve anatomik

hasarlara neden olduğu, söz konusu hasarların ise uygulanan Tartrazin dozuna bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, söz konusu gıda katkı maddesinin kullanılmasının zaruri olduğu ürünlerde, kullanılmadan önce mutlaka uygun doz seviyesinin ayarlanması ve toksik etkiler oluşturabilecek doz seviyelerinden kaçınılması gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma Giresun Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından FEN-BAP-C-200515-19 kodlu proje ile desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

- [1] Arslan G. Gıda katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [2] Boğa A, Binokay S. Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi.2010; 19(3): 141-54.
- [3] Doğruyol H. Gıdalardaki katkı maddeleri ve zararları. I. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2007.
- [4] Altuğ T. Gıda katkı maddeleri. İzmir: Meta Basım; 2001.
- [5] Chakravorty A. Structure chemistry of transition metal complexes of oximes. Coord Chem Rev. 1974; 13: 1-46.
- [6] Marmion D. Colorants for foods. Kirk-othmer encyclopedia of chemical technology. New York: John Wiley & Sons; 2007.
- [7] Azo Boyalar; 2017 [cited 25.12.2017]. Available from: <http://www.food-info.net/tr/colour/azo.html>.
- [8] Elhkim MO, Héraud F, Bemrah N, Gauchard F, Lorino T, Lambré C, et al. New considerations regarding the risk assessment on Tartrazine: an update toxicological assessment, intolerance reactions and maximum theoretical daily intake in France. Regul Toxicol Pharm. 2007; 47(3): 308-16.
- [9] Watabe T, Ozawa N, Kobayashi F, Kurata H. Reduction of sulphonated water-soluble azo dyes by micro-organisms from human faeces. Food Cosmet Toxicol. 1980; 18(4): 349-52.
- [10] Giri AK, Das SK, Talukder G, Sharma . Sister chromatid exchange and chromosome aberrations induced by curcumin and tartrazine on mammalian cells in vivo. Cytobios. 1990; 62(249): 111-17.
- [11] Sasaki YF, Kawaguchi S, Kamaya A, Ohshita M, Kabasawa K, Iwama K, et al. The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives. Mutat Res-Gen Tox En. 2002; 519(1): 103-19.
- [12] Gao Y, Li C, Yin H, An X, Jin H. Effect of food azo dye tartrazine on learning and memory functions in mice and rats, and the possible mechanisms involved, J Food Sci. 2011; 76(6): T125-9. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02267.x.

- [13] Qian XW. Mutagenic effects of chromium trioxide on root tip cells of *Vicia faba*. Journal of Zhejiang University-Science A. 2004; 5(12): 1570-76.
- [14] Atik M, Karagüzel O, Ersoy S. Sıcaklığın *Dalbergia sissoo* tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisi. *Mediterr Agric Sci*. 2007; 20(2): 203-10.
- [15] Staykova T A, Ivanova E N, Velcheva IG. Cytogenetic effect of heavy-metal and cyanide in contaminated waters from the region of southwest Bulgaria. *J Cell Mol Biol*. 2005; 4(1): 41-6.
- [16] Fenech M, Chang WP, Kirsch-Volders M, Holland N, Bonassi S, Zeiger E. HUMN project: detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocyte cultures. *Mutat Res-Gen Tox En*. 2003; 534(1):65-75.
- [17] Öztürk NS. İmazethapyr herbisitinin *Allium cepa* L. kök meristem hücreleri üzerine sitogenetik etkileri. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
- [18] Makbul S, Kandemir A, Turkmen Z, Beyazoglu O. Morphological and anatomical features of *Verbascum alyssifolium* Boiss. and *Verbascum calycosum* Hausskn. ex Murb.(Scrophulariaceae). *Herb J Sys Bot*. 2008; 15: 125-140.
- [19] El-Barghathi M, Asoyri H. Effect of phenol, naphthol and gibberalic acid on seed germination of *Allium cepa* L. (Onion). *J Sci App*. 2007; 1(1): 6-13.
- [20] Muscolo A, Panuccio MR, Sidari M. Respiratory enzyme activities during germination of *Pinus laricio* seeds treated with phenols extracted from different forest soils. *Plant Growth Regul*. 2001; 35: 31-5.
- [21] Morimura S, Takahashi E, Matsumoto H. Association of aluminium with nuclei and inhibition of cell division in onion (*Allium cepa*) roots. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*. 1978; 88(5): 395-401.
- [22] Bennet RJ, Breen CM, Bandu V. Aluminium toxicity and regeneration of the root cap: preliminary evidence for a Golgi apparatus derived morphogen in the primary root of *Zea mays*. *S Afr J Bot*. 1985; 51(5): 363-70.
- [23] She Z, Wang J, Guan H. Effect of aluminium and calcium on growth of wheat seedlings and germination of seeds, *Journal of plant nutrition*. 1993; 16(11): 2135-48.
- [24] Dou ZX. The pollution in soil and its effects on plants. *Agro Environ Prot*. 1988; 7(3):38-9.
- [25] Jiang W, Liu D. Effects of Pb<sup>2+</sup> on root growth, cell division, and nucleolus of *Brassica juncea* L. *Isr J Plant Sci*. 1999; 47(3): 153-6.
- [26] Çavusoglu K, Ergene A, Yalçın E, Tan S, Çavusoglu K, Yapar K. Cytotoxic effects of lead (Pb) and mercury (Hg) ions on root tip cells of *Cicer arietinum* L. *Fresen Environ Bull*. 2009; 18(9): 1654-61.
- [27] Carlson SJ, Donald WW. Glyphosate effects on Canada thistle (*Cirsium arvense*) roots, root buds, and shoots. *Weed Res*. 1988; 28(1): 37-45.
- [28] Çavusoglu K, Yalçın E, Ergene A. The cytotoxic effects of zinc and cadmium metal ions on root tip cells of *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). *SDU J Sci (e-journal)*. 2009; 4(1): 1-11.
- [29] Azmat R, Haider S, Riaz M. An inverse relation between Pb<sup>2+</sup> and Ca<sup>2+</sup> ions accumulation in *Phaseolus mungo* and *Lens culinaris* under Pb stress. *Pak J Bot*. 2009; 41: 2289-95.
- [30] Walsh LM, Keeny DR. Behavior and phytotoxicity of inorganic arsenicals in soils in: arsenical pesticides. American Chemical Society Symposium Series. 1975; 7: 35-52.
- [31] Roychoudhury A, Giri AK. Effects of certain food dyes on chromosomes of *Allium cepa*. *Mut Res Gen Toxicol*. 1989; 223(3): 313-19.
- [32] Fernandes TC, Mazzeo DEC, Marin-Morales MA. Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. *Pestic Biochem Phys*. 2007; 88(3): 252-59.
- [33] Gomes KMS, Oliveira MVGAD, Carvalho FRDS, Menezes CC, Peron AP. Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tartrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. *Food Sci Technol*. 2013; 33(1): 218-23.
- [34] Dönbak L, Rencüzoğulları E, Topaktas M. The cytogenetic effects of the food additive boric acid in *Allium cepa* L. *Cytologia*. 2002; 67(2): 153-57.
- [35] Türkoğlu Ş. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of *Allium cepa* L. *Mutat Res-Gen Tox En*. 2007; 626(1): 4-14.
- [36] Rencüzoğulları E, Kayraldız A, İla HB, Çakmak T, Topaktaş M. the cytogenetic effects of sodium metabisulfite, a food preservative in root tip cells of *Allium cepa* L. *Turk J Biol*. 2001; 25(4): 361-70.
- [37] Çavuşoğlu K, Yalçın E, Türkmen Z, Yapar K, Çavuşoğlu K, Çiçek F. Investigation of toxic effects of the glyphosate on *Allium cepa*. *J Ag Sci*. 2011; 17: 131-42.
- [38] Demirtas G, Çavusoglu K, Yalçın E. Anatomic, physiologic and cytogenetic changes in *Allium cepa* L. induced by diniconazole. *Cytologia*. 2015; 80(1): 51-7.



## **$^{163}\text{Dy}$ , $^{177}\text{Hf}$ , $^{181}\text{Ta}$ ve $^{207}\text{Pb}$ Hedef Elementlerin Proton Bombardmanı ile Oluşan İkincil Parçacıkların Enerji Spektrumu**

İskender DEMİRKOL<sup>\*1</sup>, Tahsin DAĞDELEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [idemirkol@bingol.edu.tr](mailto:idemirkol@bingol.edu.tr) ORCID No: 0000-0002-8065-6717

(Alınış: 26.03.2018, Kabul: 13.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
 Nükleer reaksiyon,  
 Enerji spektrumu,  
 Nükleer modeller,  
 Hızlandırıcı  
 kaynaklı sistem

**Özet:** Bu çalışmada  $^{163}\text{Dy}$ ,  $^{177}\text{Hf}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  ve  $^{207}\text{Pb}$  hedef elementlerin farklı enerjilerde proton bombardmanı ile oluşan ikincil parçacıkların enerji spektrumlarının (mb/MeV) tesir kesiti hesaplamaları farklı modellerle yapılmıştır. Hesaplamalarda geometri bağımlı hibrid model ve cascade exciton modeli kapsayan CEM03 ve ALICE/ASH bilgisayar programları kullanılmıştır. Deneysel tesir kesitleri literatürden ve Uluslararası Atom Enerjisi Kurumunun ENDF/B kütüphanelerinden temin edilmiştir. Deneysel veriler ile teorik hesaplamalar kıyaslanarak gerekli sonuçlar çıkarılmıştır.

## **The Energy Spectra of The Secondary Particles Formed by The Proton Bombardment in Different Energies of $^{163}\text{Dy}$ , $^{177}\text{Hf}$ , $^{181}\text{Ta}$ and $^{207}\text{Pb}$ Target Elements**

**Keywords**  
 Nuclear reaction,  
 Energy spectrum,  
 Nuclear models,  
 Accelerator driven  
 system

**Abstract:** In this study, the energy spectra cross sections of the secondary particles formed by the proton bombardment of  $^{163}\text{Dy}$ ,  $^{177}\text{Hf}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  and  $^{207}\text{Pb}$  target elements in different energies were calculated by different models. In the calculations, CEM03 and ALICE/ASH computer programs including geometry dependent hybrid model and cascade exciton model were used. Experimental cross sections were obtained from the literature and from the ENDF / B libraries of the International Atomic Energy Agency. The theoretical calculations were compared with experimental data and the necessary results were obtained.

### **1. GİRİŞ**

Deneysel sonuçlardan elde edilen veriler temel çekirdek fiziğinin anlaşılması için büyük bir önem arz etmektedir. Farklı enerjilerde tesir kesitlerinin ve spektral yayınlanmanın incelenmesi bir gereklilik arz etmektedir, çünkü yüksek enerjilerde nükleer reaksiyonların enerji bağımlılığı detaylı olarak bilinmemektedir [1-2]. Hızlandırılan proton demeti ağır elementlerden oluşan hedefe çarptığı zaman spallasyon sonucunda çok sayıda nötronlar ve yüklü parçacıklar oluşur [3-5]. Yüksek enerjili parçacıkla çekirdeğin etkileşimi sonucunda hedeften bazı nükleonlar ve hafif çekirdekler çıkar, çıkan bu nükleonlar da diğer çekirdeklerle etkileşime girerler.

Bu iki süreçte hedef çekirdeğin parçalanma ya da buharlaşması ile nötronlar üretilir, üretilen nötronlar da fisyon oluşturması için reaktörün korunda kullanılır. Hızlandırıcı kaynaklı sistemde (ADS) temel düşünce proton başına çıkan nötronların enerjisinin bilinmesi ve maksimum sayıda nötron elde edilmesidir [6-9]. Fisyon ve füzyon enerji reaktörlerinin tasarımında önemli faktörlerden biri de nötronlarla oluşturulan reaksiyon

tesir kesitleridir. Bu tür reaksiyonlarda materyallerin yapısal dayanıklılığı söz konusudur. Böyle problemlerin öneminin anlaşılması için tesir kesitlerinin ve yayınlanma spektrumlarının teorik olarak hesaplamalarının ve deneysel ölçümlerinin yapılması önemlidir.

Bu çalışmada; hedef element olarak seçilen  $^{163}\text{Dy}$ ,  $^{177}\text{Hf}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  ve  $^{207}\text{Pb}$  elementlerin protonlarla bombardıman edilmesi ile elde edilen parçacıkların enerji spektrumları ve tesir kesitleri hesaplanmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen veriler, çeşitli tesir kesiti hesaplamalarını yapmak için kullanılan programların geliştirilmesine ve yapılacak bazı deneysel çalışmalara katkı sağlaması bakımından önem arz etmektedir.

### **2. MATERYAL VE METOT**

Bu makalede  $^{163}\text{Dy}$ ,  $^{177}\text{Hf}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  ve  $^{207}\text{Pb}$  hedef elementleri kullanılarak, farklı enerjilerde proton bombardmanı ile oluşan ikincil parçacıkların (nötron ve protonlar) enerji spektrumları (mb/MeV) farklı modeller kullanılarak hesaplanmıştır.

## 2.1. Nükleer Modeller

Nükleer deneyler yardımı ile çeşitli enerji aralıklarına sahip nötronlar elde edilebilmektedir. Örneğin, proton ile herhangi bir element bombardıman edildikten sonra oluşan nötronun enerji spektrumları nükleer deneyler ile belirlenebilmektedir. Nötron oluşum tesir kesitleri ve parçacıkların enerji spektrumları Geometri Bağımlı Hibrid Model ve Cascade Exciton Model gibi çeşitli modellerin kullanımı ile oluşturulan kapsamlı programlarla hesaplanabilmektedir. Bu yöntemle deneysel veriye ihtiyaç duyulmadan sonuçlar elde edilebildiği için yapılan maddi harcamalar azaltılabilecektir.

Bu modeller henüz deneyi yapılmamış yüksek enerjili mermilerin bombardımanı sonrası oluşacak yeni parçacıkların tesir kesiti hesaplamalarını mümkün kılmaktadır. Bu nedenle modellerin kullanımını cazip hale gelmektedir. Bu programlar yüksek bir matematik işlemine sahip olan dinamiksel Liouville ve istatistiksel metodu kullanırlar ve uyarılmış hale gelen bir nükleer sistemin hamiltoniyeni olarak ifade edilirler.

$$H=H_0+V \quad (2.1)$$

Burada;  $H_0$  kararlı durumlara aittir. Kuantum mekaniğin zamana bağımlı perturbe teorisinin çözümü ile birinci mertebeden  $V$  bulunarak durum yoğunlukları hesabı yapılmaktadır. Bu sistemin çözümü denge öncesi modellere bir alt yapı oluşturmaktadır [10-12].

### 2.1.1. Geometri bağımlı hibrid model

Denge öncesi olayları inceleyen ve nükleer oluşumun içerisinde çekirdek-çekirdek saçılımının belirlenmesi ile işleyen exciton denkleminin bir versiyonu olan bu modeldeki matematiksel ifadeler;

$$\frac{d\sigma_v(\epsilon)}{d\epsilon} = \sigma_R P_v(\epsilon) \quad (2.2)$$

$$P_v(\epsilon)d\epsilon = \sum_{n=n_0}^n \sum_{\Delta n=+2}^{n_0} [n]_0 N_n(\epsilon, U)/N_n(E) \int g d\epsilon [\lambda_c(\epsilon)/\lambda_c(\epsilon)+\lambda_+(\epsilon)] D_n \quad (2.3)$$

denklemleri ile verilmiştir [13]. Denklem 2.2 ve 2.3'de kullanılan  $n\chi_v$ ;  $n$  exciton durumundaki  $v$  tipli parçacıkların sayısını,  $\sigma_R$ ; reaksiyon tesir kesitini,  $P_v(\epsilon)d\epsilon$ ; enerjisi  $\epsilon$  ile  $\epsilon + d\epsilon$  arasında sürekli bölgeye yayılan  $v$  tipli parçacıkların sayısını gösterir. Ayrıca;  $\lambda_+(\epsilon)$  bir parçacığın ( $\epsilon$ ) kanal enerjisiyle sürekli bölgeye yayılanma hızını gösterirken,  $g$ ; tek -parçacık düzey yoğunluğunu,  $\lambda_+(\epsilon)$  ise;  $\epsilon$  enerjili bir parçacığın çekirdek içi geçiş hızını,  $D_n$ ; bir  $n$ -exciton zincirinde başlangıç popülasyon kesitini göstermektedir. Denklem 2.3' deki köşeli parantezdeki nicelik; enerjisi  $\epsilon$  ile  $\epsilon + d\epsilon$  arasında olan parçacık sayısını, ikinci parantezdeki ifade reaksiyon bölgesine parçacıkların geçiş hızının toplam parçacık geçiş hızına oranını verir [13]. Tesir kesitine ek olarak parçacık-deşik durum yoğunluğunun önemi ve parçacık-çekirdek oluşumunun nükleer yüzeye bağımlılığı sürekli bölgedeki enerjilerde az da olsa bir farklılık olmaktadır.

### 2.1.2. Cascade exciton model

Çok yüksek enerjili olmayan mermi (parçacık) ile hedef (çekirdek) arasında gerçekleşen reaksiyonların denge-öncesi hesaplamalarını yapmakta kullanılan başka bir hesaplama yöntemi de Cascade Exciton Modeli (CEM) dir. Hedef çekirdeğe gönderilen mermi (parçacık) hedef çekirdeğin exciton işlemini oluşturduğu için oluşan nükleer sistem istatistiksel dengeye ulaşana kadar parçacık yayınlamaya başlar. Bu yayınlama mekanizması da oluşmuş bileşik çekirdeğin bozunmalarına ve direkt etkileşmelere göre incelenir. Nükleer yapının anlaşılması ve parçacık yayınlama mekanizmasının açıklanması denge ve denge-öncesi modellerin kullanılması ile mümkün olabilir [14-15]. Nükleer reaksiyonların birçok özellikleri, yüksek enerji ve nükleer seviyelerinde gerçekleşen ard arda geçiş işlemi dikkate alınarak incelenebilir. Reaksiyonlar, Cascade Model incelemesinde üç aşamada meydana meydana gelirler. Deneysel değerlere katkıda bulunan bu aşamalar sırasıyla nükleer seviyelerdeki geçiş, denge-öncesi ve denge durumu aşamalarıdır.

Parçacık spektrumu için;

$$\sigma(p)dp = \sigma_{in} \{N_{cas}(p) + N_{preq}(p) + N_{eq}(p)\} dp \quad (2.4)$$

ifadesi kullanılmaktadır ve bu denklemdeki inelastik saçılma tesir kesiti, ardı ardına geçiş model için de hesaplanabilmektedir. Ancak, bu denklem optiksel model hesaplamalarından bağımsız olduğu için model hesaplamalarında bir normalize katsayısına ve ek veriye ihtiyaç duyulmaz. Exciton Modeli uyarılmış bir çekirdeği; hh, ph ve pp etkileşmeleri hesaba katan yarı-parçacık gazı gibi değerlendirirken, Cascade Modeli reaksiyon geometrisini hesaba katar ve parçacıklar arasındaki etkileşmeleri ihmal eder.

Mermi parçacığın kinetik enerjisi nükleonun bağlanma enerjisinden fazla olduğu durumlarda Cascade Modeli aşamaları oluşmaktadır. Bu iki modelin (Cascade ve Exciton) birleştirilmesi geniş bir enerji bölgesinde yayılan parçacıkların nükleer reaksiyon özelliklerinin tanımlanması bakımından önem arz etmektedir. Bu model ile yapılan hesaplamalarda verilen enerjiler arasında dalgalanmalar gözlenmekte [16-17], çünkü bu modelde hızlandırılan mermi parçacıklar ve çekirdek iki farklı tür olarak düşünmekte ve parçacıklar arasındaki çarpışmalar ihmal edilmektedir.

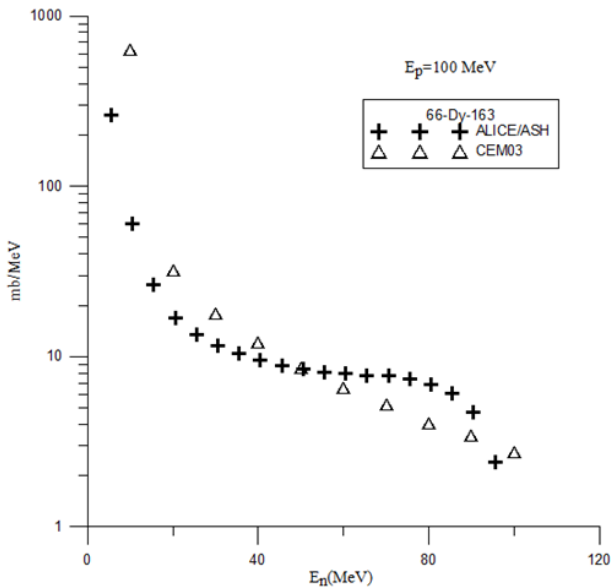
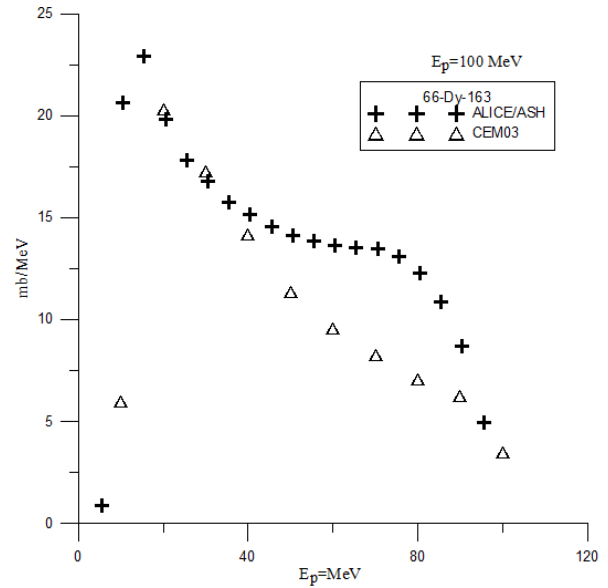
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. $p + {}^{163}\text{Dy}$ Reaksiyonu

${}^{163}\text{Dy}$  hedef elementin 100 MeV enerjili proton ile bombardımanı sonucunda oluşan ve ikincil parçacık olarak bilinen nötronların ve protonların enerji spektrumları ALICE/ASH ve CEM03 programları ile hesaplanmıştır. Elde edilen data Tablo 3.1'de verilmiş ve Şekil 3.1-2'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

**Tablo 3.1.** ALICE/ASH ve CEM03 programları kullanarak 100 MeV enerjili proton ile  $^{163}\text{Dy}$  elementinin bombardımanı ile oluşan nötronların ve protonların enerji spektrumu

| Çıkan nötron ve protonların enerji spektrumu (mb/MeV) |                             |                            |                            |                             |                            |                            |
|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $E_p$<br>(mermi enerjisi)                             | ALICE/ASH Programı          |                            |                            | CEM03 Programı              |                            |                            |
|   | Çıkan n ve p enerjisi (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | Çıkan n ve p enerjisi (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) |
| 100<br>MeV  | 5,5                         | 260,40                     | 0,87                       | 0-10                        | 634,80                     | 6,00                       |
|   | 15,5                        | 26,30                      | 22,94                      | 10-20                       | 31,98                      | 20,30                      |
|   | 25,5                        | 13,36                      | 17,80                      | 20-30                       | 17,90                      | 17,29                      |
|   | 35,5                        | 10,36                      | 15,78                      | 30-40                       | 12,06                      | 14,17                      |
|   | 45,5                        | 8,89                       | 14,58                      | 40-50                       | 8,55                       | 11,35                      |
|   | 55,5                        | 8,12                       | 13,85                      | 50-60                       | 6,59                       | 9,59                       |
|   | 65,5                        | 7,78                       | 13,55                      | 60-70                       | 5,21                       | 8,29                       |
|   | 75,5                        | 7,39                       | 13,12                      | 70-80                       | 4,05                       | 7,09                       |
|   | 85,5                        | 6,04                       | 10,89                      | 80-90                       | 3,43                       | 6,24                       |
|   | 95,5                        | 2,38                       | 4,96                       | 90-100                      | 2,74                       | 3,50                       |

**Şekil 3.1.**  $^{163}\text{Dy}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan nötronların enerji spektrumu**Şekil 3.2.**  $^{163}\text{Dy}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan protonların enerji spektrumu

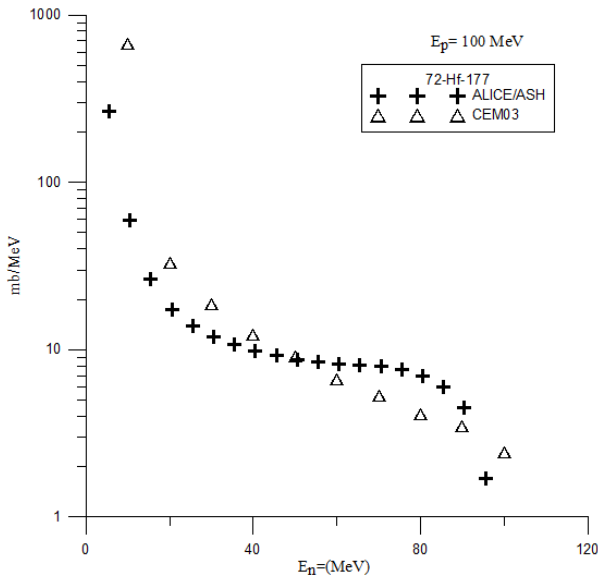
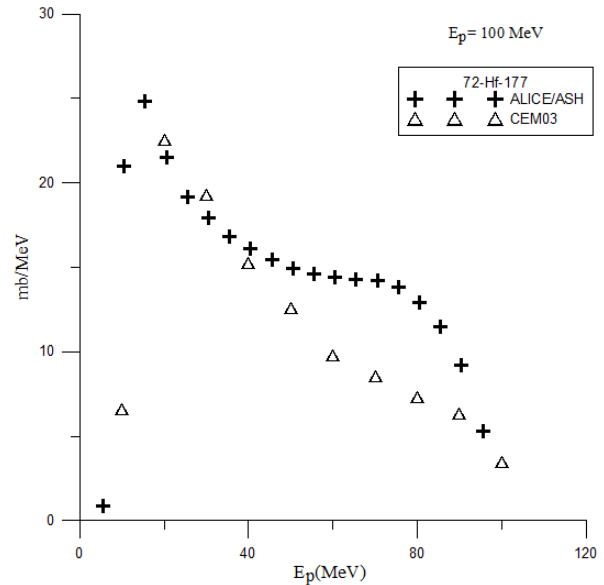
### 3.2. $p + ^{177}\text{Hf}$ Reaksiyonu

$^{177}\text{Hf}$  hedef elementin 100 MeV enerjili proton ile bombardımanı sonucunda oluşan ve ikincil parçacık olarak bilinen nötronların ve protonların enerji spektrumları ALICE/ASH ve CEM03 programları ile

hesaplanmıştır. Elde edilen datalar Tablo 3.2'de verilmiş ve Şekil 3.3-4'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

**Tablo 3.2.** ALICE/ASH ve CEM03 programları kullanarak 100 MeV enerjili proton ile  $^{177}\text{Hf}$  elementinin bombardımanı sonucunda oluşan nötronların ve protonların enerji spektrumu

| Çıkan nötron ve protonların enerji spektrumu (mb/MeV) |                             |                            |                            |                             |                            |                            |
|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $E_p$<br>(mermi enerjisi)                             | ALICE/ASH Programı          |                            |                            | CEM03 Programı              |                            |                            |
|   | Çıkan n ve p enerjisi (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | p<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | Çıkan n ve p enerjisi (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | p<br>Tesir kesiti (mb/MeV) |
| 100<br>MeV  | 5,5                         | 267,4                      | 0,8428                     | 0-10                        | 670                        | 6,58                       |
|   | 15,5                        | 26,42                      | 24,83                      | 10-20                       | 33,06                      | 22,58                      |
|   | 25,5                        | 13,82                      | 19,17                      | 20-30                       | 18,80                      | 19,31                      |
|   | 35,5                        | 10,75                      | 16,85                      | 30-40                       | 12,32                      | 15,28                      |
|   | 45,5                        | 9,228                      | 15,45                      | 40-50                       | 9,13                       | 12,61                      |
|   | 55,5                        | 8,44                       | 14,64                      | 50-60                       | 6,66                       | 9,79                       |
|   | 65,5                        | 8,107                      | 14,31                      | 60-70                       | 5,29                       | 8,54                       |
|   | 75,5                        | 7,614                      | 13,83                      | 70-80                       | 4,09                       | 7,34                       |
|   | 85,5                        | 6,03                       | 11,49                      | 80-90                       | 3,48                       | 6,32                       |
| 95,5  | 1,707                       | 5,29                       | 90-100                     | 2,45                        | 3,47                       |                            |

**Şekil 3.3.**  $^{177}\text{Hf}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan nötronların enerji spektrumu**Şekil 3.4.**  $^{177}\text{Hf}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan protonların enerji spektrumu

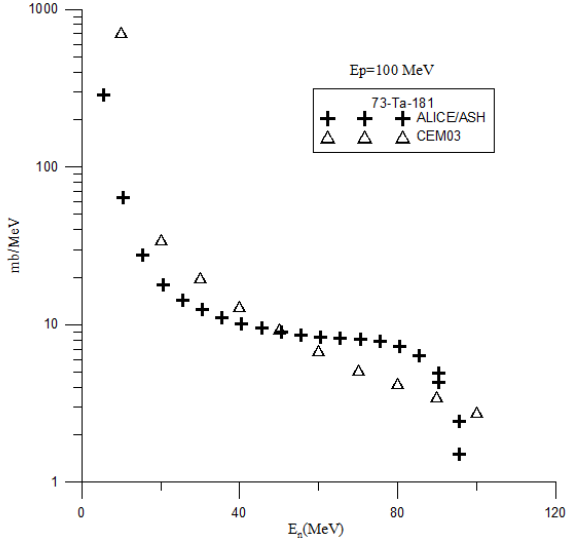
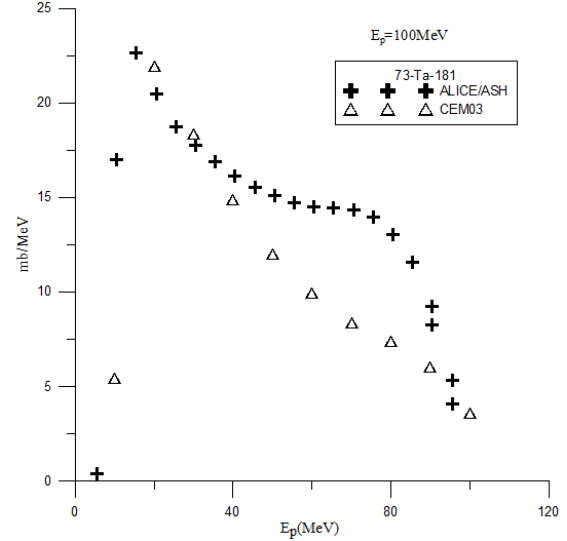
### 3.3. $p+^{181}\text{Ta}$ Reaksiyonu

$^{181}\text{Ta}$  hedef elementin 100 MeV enerjili proton ile bombardımanı sonucunda oluşan ve ikincil parçacık olarak bilinen nötronların ve protonların enerji spektrumları ALICE/ASH ve CEM03 programları ile hesaplanmıştır. Elde edilen datalar Tablol 3.3'de verilmiş ve Şekil 3.5-6'da grafiksel olarak gösterilmiştir.



**Tablo 3.3.** ALICE/ASH ve CEM03 programları kullanarak 100 MeV enerjili proton ile  $^{181}\text{Ta}$  elementinin bombardımanı sonucunda oluşan nötronların ve protonların enerji spektrumu

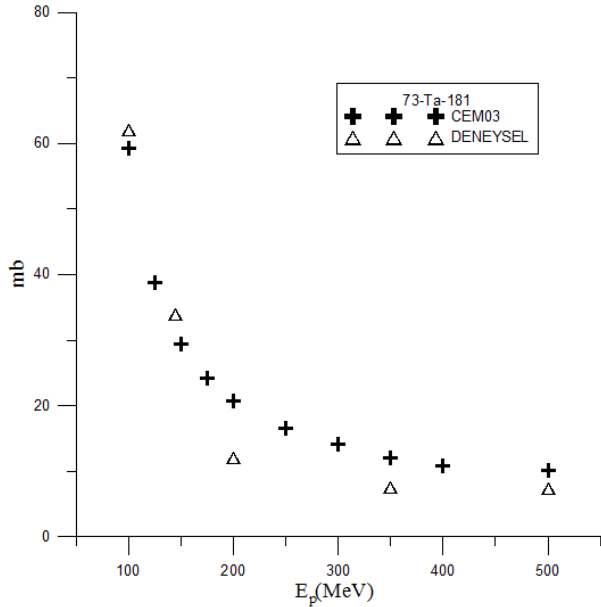
| $E_p$<br>(mermi enerjisi) | Çıkan nötron ve protonların enerji spektrumu (mb/MeV) |                            |                            | Çıkan nötron ve protonların enerji spektrumu (mb/MeV) |                            |                            |
|---------------------------|---|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
|                           | ALICE/ASH Programı                                    |                            |                            | CEM03 Programı  |                            |                            |
|                           | Çıkan n ve p enerjisi (MeV)                           | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | Çıkan n ve p enerjisi (MeV)                           | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) |
| 100<br>MeV                | 5,5   | 249,5                      | 1,10                       | 0-10  | 719,2                      | 5,43                       |
|                           | 15,5  | 25,66                      | 25,00                      | 10-20   | 34,74                      | 21,9                       |
|                           | 25,5  | 13,21                      | 18,29                      | 20-30   | 19,72                      | 18,3                       |
|                           | 35,5  | 10,31                      | 15,98                      | 30-40   | 13,01                      | 14,8                       |
|                           | 45,5  | 8,86                       | 14,68                      | 40-50   | 9,31                       | 12,03                      |
|                           | 55,5  | 8,10                       | 13,92                      | 50-60   | 6,80                       | 9,93                       |
|                           | 65,5  | 7,78                       | 13,62                      | 60-70   | 5,17                       | 8,35                       |
|                           | 75,5  | 7,30                       | 13,09                      | 70-80   | 4,21                       | 7,42                       |
|                           | 85,5  | 5,76                       | 10,67                      | 80-90   | 3,48                       | 6,03                       |
| 95,5                      | 1,51  | 4,07                       | 90-100                     | 2,79  | 3,61                       |                            |

**Şekil 3.5.**  $^{181}\text{Ta}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan nötronların enerji spektrumu**Şekil 3.6.**  $^{181}\text{Ta}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan protonların enerji spektrumu

Ayrıca CEM03 programı kullanarak  $^{181}\text{Ta}$  elementinin farklı proton enerjileri ile bombardıman sonucunda ortaya çıkan ikincil reaksiyon nötron verimi tesir kesiti (mb) Tablo 3.4 ve Şekil.3.7'de verilmiştir.

**Tablo 3.4.** CEM03 programında farklı enerjilerde  $p+^{181}\text{Ta}$  bombardıman sonucunda ortaya çıkan ikincil reaksiyon nötron verimi tesir kesiti (mb)

| Reaksiyon türü | Proton (mermi) enerjisi ( MeV) |           |           |           |           |       |
|----------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                | 100 (MeV)                      | 200 (MeV) | 300 (MeV) | 400 (MeV) | 500 (MeV) |       |
|                | Tesir kesiti (mb)              |           |           |           |           |       |
| CEM03          | (n,n)                          | 24,77     | 12,37     | 9,70      | 7,09      | 7,00  |
|                | (n,2n)                         | 40,28     | 22,45     | 16,56     | 13,35     | 11,70 |
|                | (n,3n)                         | 38,41     | 18,84     | 13,50     | 10,84     | 9,03  |
|                | (n,4n)                         | 54,50     | 23,43     | 14,89     | 12,40     | 9,95  |
|                | (n,5n)                         | 59,33     | 20,82     | 14,19     | 10,80     | 10,08 |
| Deneysel       | (n,5n)                         | 62,00     | 12,00     | 7,50      | -         | 7,30  |

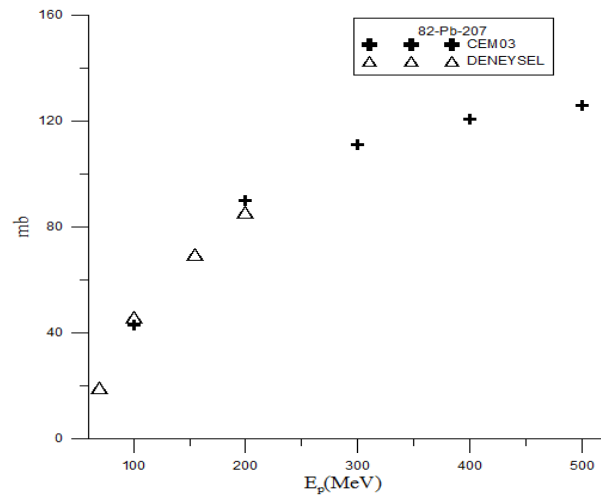
**Şekil 3.7.**  $^{181}\text{Ta}$  ( $p,5n$ ) reaksiyonunda ortaya çıkan nötron verim tesir kesiti (mb), deneysel değerler kaynak [18]' den alınmıştır

### 3.4. $p+^{207}\text{Pb}$ Reaksiyonu

$^{207}\text{Pb}$  hedef elementin 25 ve 100 MeV enerjili proton ile bombardımanı sonucunda oluşan ve ikincil parçacık olarak bilinen nötronların ve protonların enerji spektrumları ALICE/ASH ve CEM03 programları ile hesaplanmıştır. Elde edilen datalar Tablo 3.6'da verilmiş ve Şekil 3.9-10'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Ayrıca CEM03 programı kullanarak farklı enerjilerde protonlar ile  $^{207}\text{Pb}$  elementinin bombardımanı sonucu oluşan fisyon tesir kesiti Tablo 3.5'de verilmiş ve Şekil 3.8'de grafiksel olarak çizilmiştir.

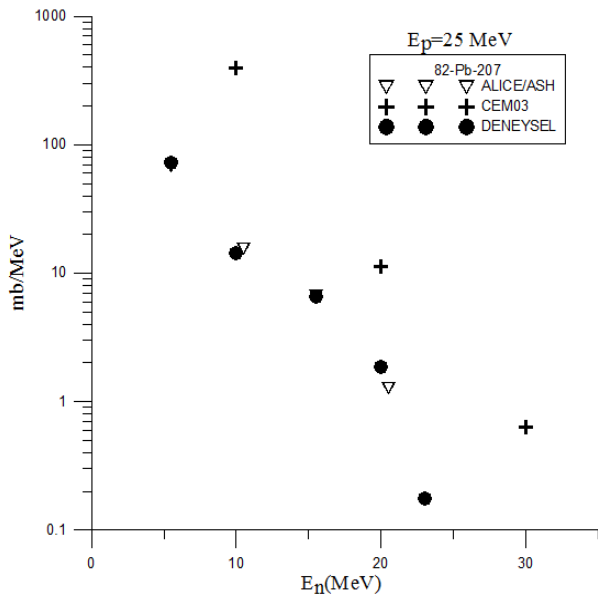
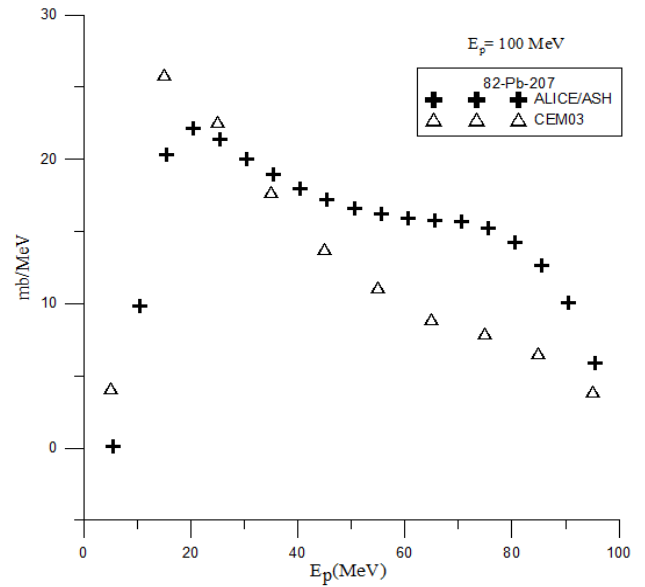
**Tablo 3.5.** CEM03 programı kullanarak farklı enerjilerde protonlar ile  $^{207}\text{Pb}$  elementinin bombardımanı sonucu oluşan fisyon tesir kesiti (mb)

| $E_p$ (MeV)                       | 100   | 200   | 300    | 400    | 500    |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| CEM03 - Fisyon tesir kesiti (mb)  | 43,06 | 89,88 | 111,07 | 120,91 | 125,85 |
| Deneysel fisyon tesir kesiti (mb) | 45,80 | 85,50 | 100,00 | 134,00 | 135,00 |

**Şekil 3.8.**  $^{207}\text{Pb}$  elementinin farklı enerjili protonlarla bombardımanı sonucunda oluşan fisyon tesir kesiti, deneysel değerler kaynak [19-20]' den alınmıştır.

**Tablo 3.6.** ALICE/ASH ve CEM03 programları kullanarak 25 ve 100 MeV enerjili proton ile  $^{207}\text{Pb}$  elementinin bombardımanı sonucunda oluşan nötronların ve protonların enerji spektrumu

| Çıkan nötron ve protonların enerji spektrumu (mb/MeV) |                              |                            |                            |                              |                            |                            |                            |
|---|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $E_p$<br>(mermi enerjisi)                             | ALICE/ASH Programı           |                            |                            | CEM03 Programı               |                            |                            | Deneysel                   |
|   | Çıkan n ve p enerjisi, (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | Çıkan n ve p enerjisi, (MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | P<br>Tesir kesiti (mb/MeV) | n<br>Tesir kesiti (mb/MeV) |
| 25<br>MeV   | 5,5                          | 68,03                      | 0,04                       | 0-10                         | 0,09                       | 1,26                       | 72,13                      |
|   | 10,5                         | 15,65                      | 5,38                       | 10-20                        | 0,002                      | 13,50                      | 13,14                      |
|   | 15,5                         | 6,64                       | 9,05                       | 20-30                        | 0,0001                     | 2,63                       | 6,61                       |
|   | 20,5                         | 1,28                       | 5,32                       | -                            | -                          | -                          | 1,06                       |
| 100<br>MeV  | 5,5                          | 303,80                     | 0,13                       | 0-10                         | 762,70                     | 4,15                       | -                          |
|   | 15,5                         | 22,99                      | 20,31                      | 10-20                        | 40,78                      | 25,90                      | -                          |
|   | 25,5                         | 14,96                      | 21,37                      | 20-30                        | 22,40                      | 22,62                      | -                          |
|   | 35,5                         | 11,75                      | 18,95                      | 30-40                        | 14,70                      | 17,76                      | -                          |
|   | 45,5                         | 10,08                      | 17,19                      | 40-50                        | 10,22                      | 13,82                      | -                          |
|   | 55,5                         | 9,24                       | 16,19                      | 50-60                        | 7,45                       | 11,13                      | -                          |
|   | 65,5                         | 8,90                       | 15,8                       | 60-70                        | 5,73                       | 8,94                       | -                          |
|   | 75,5                         | 8,21                       | 15,24                      | 70-80                        | 4,55                       | 7,92                       | -                          |
|   | 85,5                         | 6,30                       | 12,63                      | 80-90                        | 3,65                       | 6,54                       | -                          |
| 95,5  | 0,85                         | 5,87                       | 90-100                     | 2,35                         | 3,88                       | -                          |                            |

**Şekil 3.9.**  $^{207}\text{Pb}$  elementinin 25 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan nötronların enerji spektrumu, deneysel değerler kaynak [21]'den alınmıştır**Şekil 3.10.**  $^{207}\text{Pb}$  elementinin 100 MeV enerjili protonların bombardımanı ile oluşan protonların enerji spektrumu

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada mermi (parçacık) olarak 25-500 MeV enerji aralıklarında hızlandırılmış protonlarla bombardıman edilerek oluşan ikincil parçacıkların enerji spektrum hesaplamaları, fisyon tesir kesiti ve nötron verim tesir kesitleri CEM03 ve ALICE/ASH bilgisayar programlarıyla yapılmıştır.  $^{163}\text{Dy}$ ,  $^{177}\text{Hf}$ ,  $^{181}\text{Ta}$  ve  $^{207}\text{Pb}$  elementleri hedef madde olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki deney sonuçları ile karşılaştırılmış ve iki sonuç arasında iyi bir uyum gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler; tesir kesiti hesaplamalarına, radyoizotop üretim programları için gerekli veri tabanlarının güçlendirilmesine, üretim teknolojisinin geliştirilmesine ve bu alanda yapılacak birçok deneysel çalışmalara katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Demirkol İ., Analysis of Isotopic Yields of Primary Residues in 1 A GeV 208Pb+p Reactions, Chinese Journal of Physics.2006;44(6)-418-429.
- [2] Demirkol İ., Tel E., Arasoglu A., Özmen A., Sarer B., Acir A., Alkan M., The Neutron Production Cross Sections for Pb, Bi and Au Targets and Neutron Multiplicity for Nuclear Spallation Reaction Induced by 20- to 1600-MeV Protons, Nuclear Science and Engineering. 2004;147(1):83-91.
- [3] Enqvist T., Wlazlo W., Armbruster P., Benlliure J., Bernas M., Boudard A., Czajkowski S., Legrain R., Leray S., Mustapha B., Pravikoff M., Rejmund F., Schmidt K.H., Stephan C., Taieb J., Tassan-Got L., Volant C., Isotopic yields and kinetic energies of primary residues in 1 A GeV Pb-208+p reactions, Nuclear Physics A. 2001;686: 481-524.
- [4] Kaplan A., Aydın A., Tel E. and Sarer B., Equilibrium and Pre-Equilibrium Emissions In Proton - Induced Reactions on 203. 205Tl, Pramana-Journal of Physics. 2009;72 (2): 343-353.
- [5] Taieb J., Schmidt K.-H., Tassan-Got L., Armbruster P., Benlliure J., Bernas M., Boudard A., Casarejos E., Czajkowski S., Enqvist T., Legrain R., Leray S., Mustapha B., Pravikoff M., Rejmund F., Stéphan C., Volant C., Wlazlo W., Measurement Of A Complete Set Of Nuclides. Cross-Sections and Kinetic Energies In Spallation Of 238u 1a Gev With Protons, Nuclear Physics A. 2003;724: 413-430.
- [6] Rubbia C., et al., Fast Neutron Incineration in the Energy Amplifier as Alternative to Geologic Storage: The Case of Spain. Eurapan Organization For Nuclear Research. 1997;CERN/LHC/97-01 (EET).
- [7] Rubbia C. and Rubio J.A., A Tentative Programme towards a Full Scale Energy Amplifier.1996;CERN/LHC/96-11, Geneva, 36 p..
- [8] Gudowski W., Accelerator-driven Transmutation Projects, The Importance of Nuclear Physics Research for Waste Transmutation, Nuclear Physics A. 1999;654: 436c-457c.
- [9] Rubbia C., et al. Conceptual design of a fastNeutron operated high power energy amplifier, 1995;CERN/AT/95-44(ET)..
- [10] Hüfner J. and Chiang C. C., Nucl. Phys A. 1980;349, 466.
- [11] Bogolubov NN., (Moskov: Gostekhizdat), in Russian. 1946.
- [12] Vaishnena L.A., Vovchenko V.G., Gavrikov A.A.Kotov Yu.A., Murzin V.I., Poliakov V.V., Tverskoy M.G., Fedorov O.Ya., Chestnov Yu.A., Shvedchikov A.V., Shchetkovskii A.I., Isotopic effect in the energy dependence of the total fission cross section of lead and Bi-209 nuclei for protons with energies up to 1 GeV, Izv, Rossiiskoi Akademii Nauk, Ser.Fiz. 2010;74: 529.
- [13] Blannand M., Vonach H.K., Global Test of Modified Precompound Decay Models Physical Review C. 1983;28(4):1475-1492.
- [14] Blann M., Ann. Rev. Nucl. Sci. 1975;25: 123.
- [15] Aydın EG., Tel E., Kaplan A., Aydın A., Equilibrium and pre-equilibrium calculations of neutron production in medium-heavy targets irradiated by protons up to 100 MeV, Annals of Nuclear Energy.2008; 35:2306-231
- [16] Seidel K., Seeliger D., Reif R. and Toneev V. D., Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei. 1976;499:517.
- [17] Barashenkov V. S and V. Toneev D., (Atomizdat. in Russian 1972), RSIC CODE PACKAGE PSR-357.
- [18] Zhuikov B.L., Mebel M.V., Kokhanyunk V.M., Iljinov A.S., Zyuzin A.Y., Vincent S., Production of high-spin isomers in proton induced reactions at 100-500 MeV on 181Ta, Physical Review, Part C, Nuclear Physics.2003;054611: 68.
- [19] Shigaev O.E., Bychenkov V.S., Lomanov M.F., Obukhov A.I., Perfilov N.A., Shimchuk G.G., Jakovlev R.M., The definition of anisotropy and fission cross sections as a function of  $Z^2/A$  at the proton energy 200 MeV, Khlopin Radiev, Inst., Leningrad Reports. 1973;number 17.
- [20] Vaishnena L.A., and et all, Izv. Rossiiskoi Akademii Nauk, Ser.Fiz.2010;74:529.
- [21] Harder K., F.Binash A., Kaminsky E., Mordhorst W., Scobel M., Trabandt R., Angle and Energy Differential Cross Sections For the (p,xn Reactions of 25,5 MeV protons with Pb-204-208), Hamburg Univ., Inst.f. Experimental physic Reports.1987; 87.



## Cytogenetic Characteristics of *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Sorex raddei* (Mammalia: Eulipotyphla) from Turkey: Constitutive Heterochromatin Distribution

Ahmet Yesari SELÇUK\*<sup>1</sup>, Haluk KEFELİOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Biology, Samsun, Turkey

\* Corresponding author: [ahmetyesari@gmail.com](mailto:ahmetyesari@gmail.com) ORCID No: 0000-0002-2785-2823

(Received: 14.10.2018, Accepted: 14.12.2018, Published Online: 31.12.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
 Bicolored Shrew,  
 C- banding,  
 Lesser White-  
 toothed Shrew,  
 Radde's Shrew

**Abstract:** In this study, heterochromatin distribution in the chromosomes of five small mammals of three different species (*Crocidura suaveolens*, *C. leucodon*, *Sorex raddei*) from four different localities of Turkey were investigated by using standard karyotype and C-banding method. *Crocidura suaveolens* karyotype included  $2n=40$  chromosomes, fundamental number of autosomal arms (NFa)= 46, X=submetacentric (SM), Y=acrocentric (A); *Sorex raddei* karyotype was  $2n=36$ , NFa=66, X=A, Y=A; *Crocidura leucodon* karyotype was  $2n=28$ , NFa=46, X=SM, Y=A. C-banding heterochromatin distribution in *C. suaveolens*, *C. leucodon*, *S. raddei* karyotypes was reported in this study for the first time in Turkey populations.

## Türkiye'den *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Sorex raddei* (Mammalia: Eulipotyphla) Türlerinin Sitogenetik Özellikleri: Konstitütif Heterokromatin Dağılımı

15

**Keywords**  
 Çift renkli  
 böcekçil,  
 C-bantlama,  
 Beyaz dişli  
 böcekçil,  
 Raddei böcekçili

**Özet:** Bu çalışmada Türkiye'nin üç farklı lokalitesinden elde edilen üç farklı türe ait (*Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Sorex raddei*) 5 küçük memeli hayvanın standart karyotipi ve C band yöntemi kullanılarak kromozomlardaki heterokromatin dağılımı araştırılmıştır. *Crocidura suaveolens* karyotipi  $2n=40$ , temel kromozom kol sayısı (NFa)= 46, X=submetasentrik (SM), Y=akrosentrik (A); *Sorex raddei* karyotipi  $2n=36$ , NFa=66, X=A, Y=A; *Crocidura leucodon* karyotipi  $2n=28$ , NFa= 46, X=SM, Y=A şeklindedir. *C. suaveolens*, *C. leucodon*, *S. raddei* karyotiplerinde C-bant heterokromatin dağılımı Türkiye populasyonlarında ilk defa bu çalışma ile tanımlanmıştır.

### 1. INTRODUCTION

The family Soricidae includes two subfamilies, Coricidurinae and Soricinae [1]. Altogether, three *Crocidura* species (*Crocidura suaveolens*, *C. leucodon* and *C. arispa*) and five *Sorex* species (*Sorex araneus*, *S. minutus*, *S. raddei*, *S. volnuchini* and *S. satunini*) distribution in Turkey [2]. While *Crocidura* genus shows rare karyotypic variations intraspecifically [3], *Sorex* genus was found to have higher intraspecific chromosome variation rate [4,5]. Karyological studies conducted on *C. suaveolens* (White-toothed Shrew) and *C. leucodon* (Bicolored Shrew) species reported the standard karyotype, which was found in different locations in Turkey by a great number of researchers [6,7,8]. However, karyological studies (Standard karyotype, [4]; G-banding, [5]) conducted on *S. raddei* (Radde's Shrew) a species, which is distributed in

Northern Anatolia and Caucasia, are very limited in number. Since *Sorex* species show high levels of variation in terms of diploid chromosome number and chromosome morphology, they are used as models in karyological studies [9].

Although standard karyotypes of *C. suaveolens*, *C. leucodon*, *S. raddei*, have been determined by many researchers, detailed karyotype morphology of these species is usually not known in detail in Turkey, yet. The objective of this study is to compare the standard karyotypes of these species with previous studies and to determine the pattern of constitutive heterochromatin distribution (C-banding) for the first time in Turkish population and to contribute to future karyological studies.

## 2. MATERIAL AND METHOD

Chromosome preparations were obtained from the femoral bone marrow cells of colchicine treated animals [10]. Two samples (two males) of *Crocidura suaveolens* species and one male from *Crocidura leucodon* species were obtained from the province of Samsun (N41°35'20'' E36°02'14'' and N41°22'53'' E36°00'17'', Northern Anatolia), one sample (male) of *Sorex raddei* species was obtained from the province of Artvin (N41°15'08'' E42°21'10'') and one sample (male) of *Sorex raddei* species was obtained from the province of Ardahan (N41°11'38'' E42°50'59'') Northeastern Anatolia, Caucasia region) by using live animal traps. Diploid chromosome number (2n) and fundamental number of autosomal arms (NFa) and sex chromosomes of small mammals used in the study were defined as metacentric (m), acrocentric (a), submetacentric (sm), and subtelocentric (st). The constitutive heterochromatin distribution was determined using techniques from Summer [11]. From each

specimen 10 to 20 slides were prepared and at least 10 well-spread metaphase plates were analyzed.

Karyotype preparates and chromosome-fixative solution, which did not undergo diffusion procedure, are being kept at Ondokuz Mayıs University Cytogenetic Laboratory under -20 degrees for future studies.

## 3. RESULTS

*Crocidura suaveolens* karyotype was in the form of  $2n=40$  and  $NFa=46$ . The karyotype has two pairs of subtelocentric (chromosome no: 1-2), one pair of submetacentric (chromosome no:3), one pair of small metacentric (chromosome no: 4) and 15 pairs of different sizes of acrocentric chromosome (chromosome no: 5-19) (Figure 1). X chromosome has large submetacentric and Y chromosome has acrocentric. In *C.suaveolens* karyotype, constitutive heterochromatin is obvious in centromere region in autosomal chromosomes. While X chromosome shows C-positive band, C-heterochromatin region is very obvious and enlarged in Y chromosome (Figure 2).

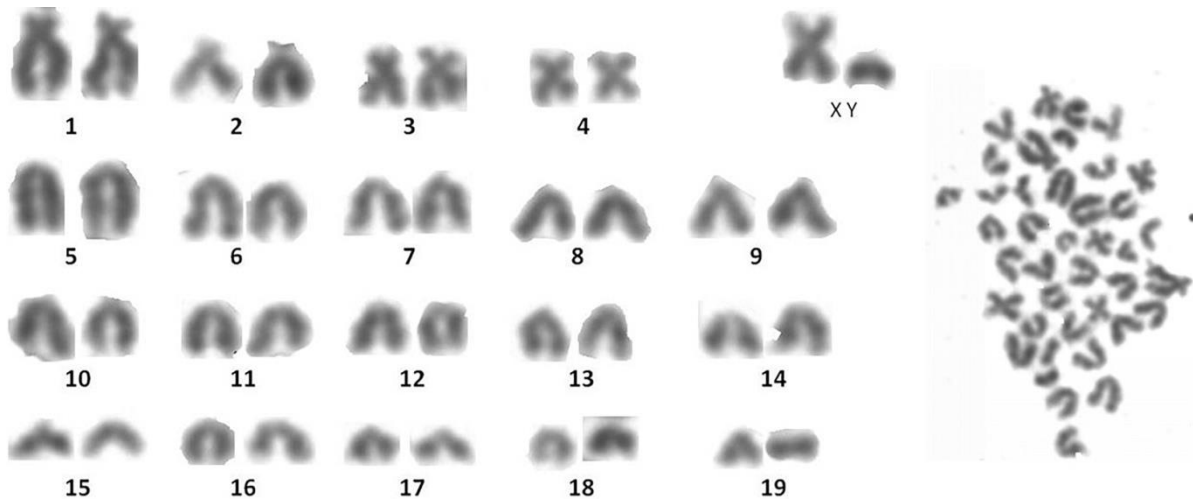


Figure 1. Karyotype of *Crocidura suaveolens* (male) from Samsun (North Anatolia).

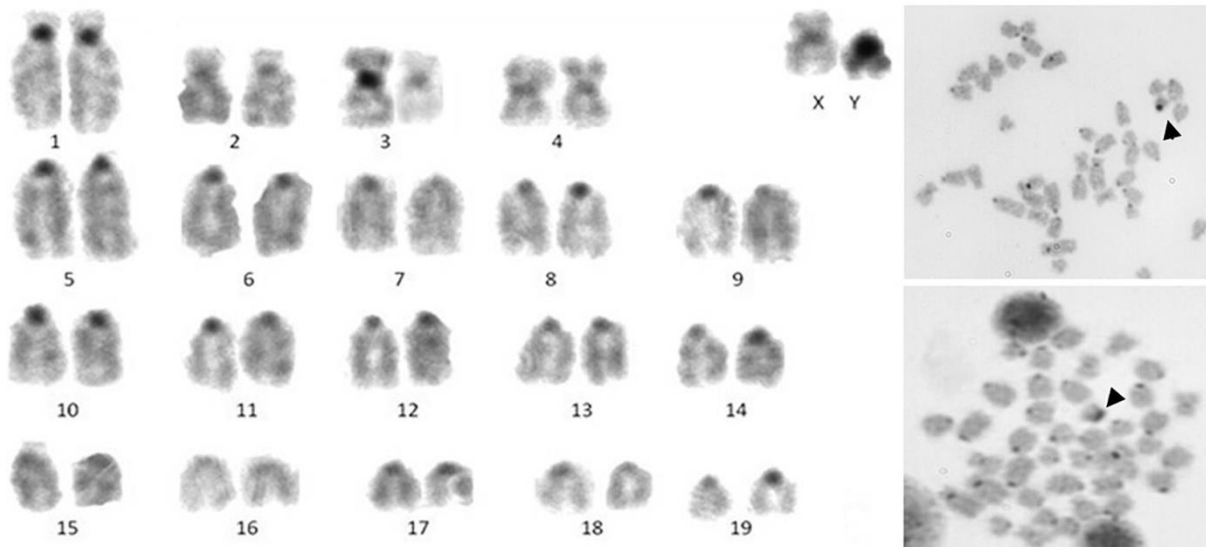
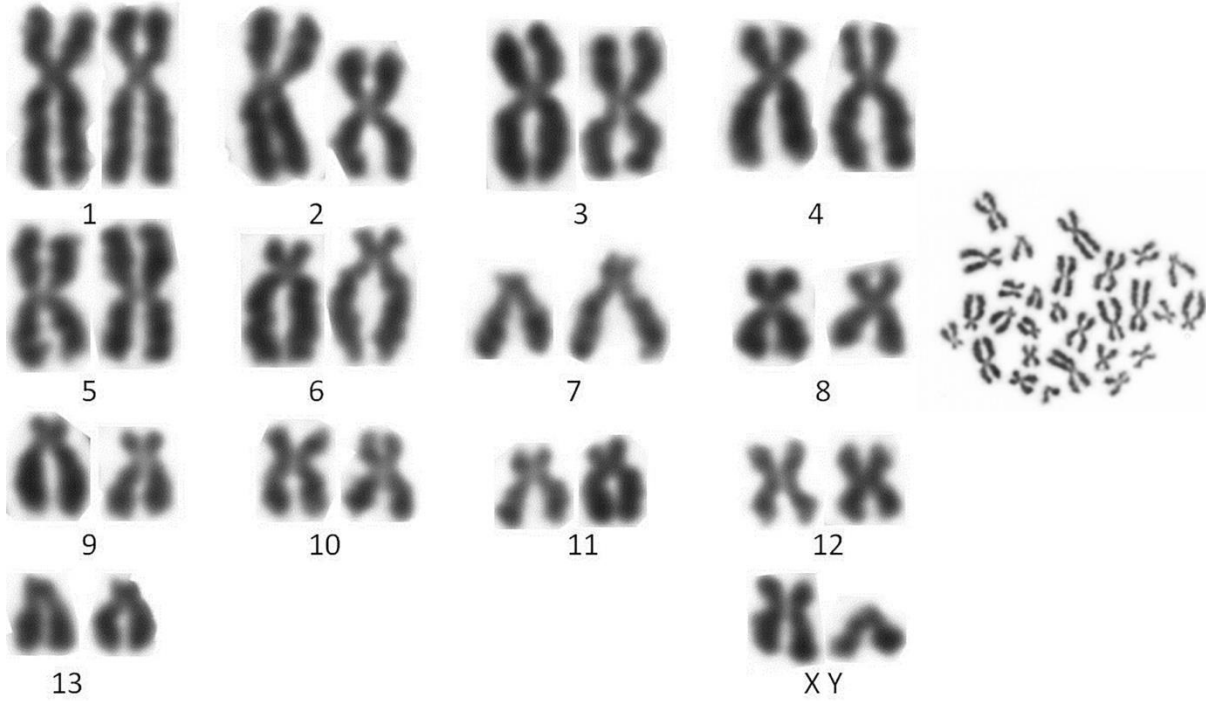


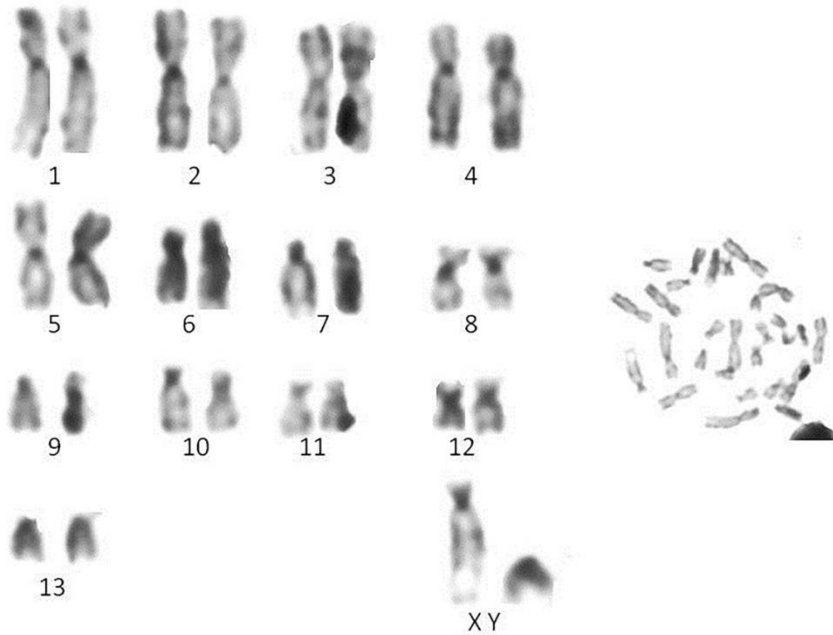
Figure 2. C-banded karyotype of *Crocidura suaveolens* (male) from Samsun, Arrow: C-positive Y chromosome

*Crocidura leucodon* karyotype is in the form of  $2n=28$  and  $NFa=52$ . In the karyotype, all autosomal chromosomes have two arms. X chromosome has submetacentric and Y chromosome has acrocentric (Figure 3). In *C. leucodon* karyotype, constitutive heterochromatin is in centromere region in autosomal

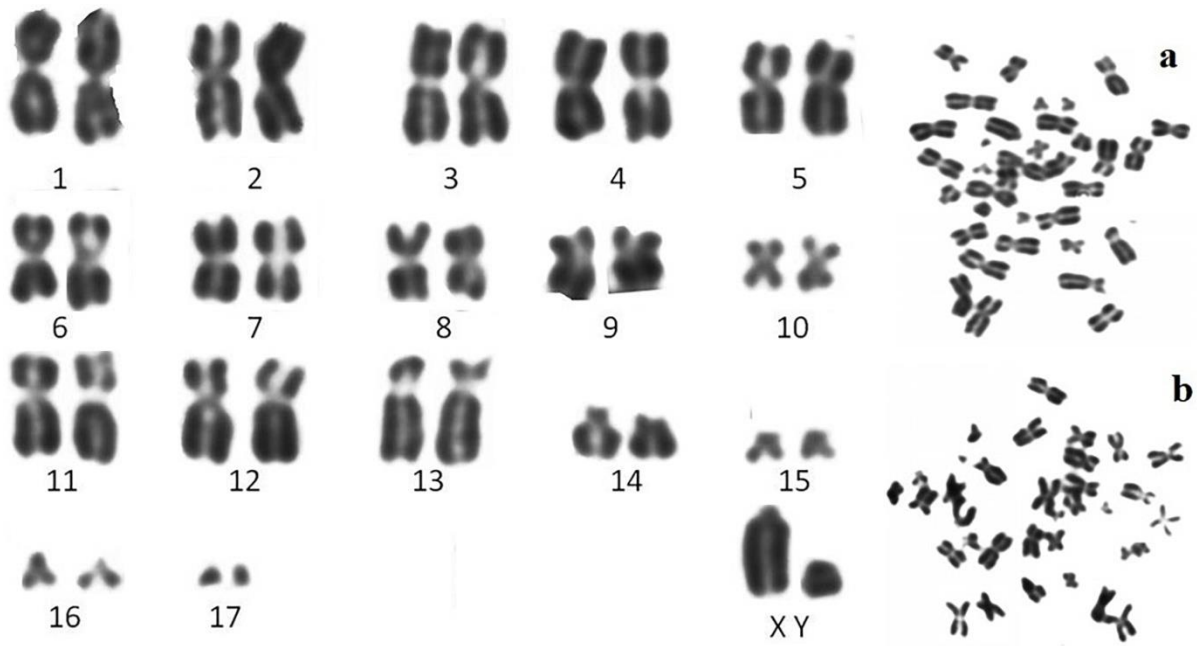
chromosome (chromosome no: 1,2,3,4,5,8,10,11,12). Since karyotype is not good, C-band structures of some chromosomes cannot be determined. X and Y chromosome have C-positive band characteristic (Figure 4).



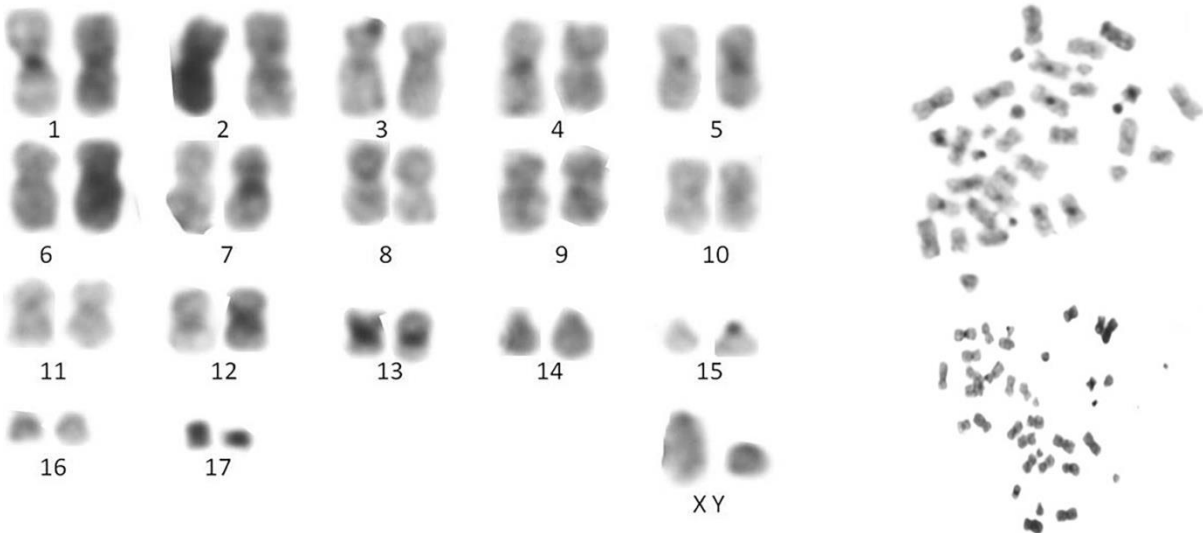
**Figure 3.** Karyotype of *Crocidura leucodon* (male) from Samsun (North Anatolia).



**Figure 4.** C-banded karyotype of *Crocidura leucodon* (male) from Samsun.



**Figure 5.** Karyotype of *Sorex raddei* from North east Anatolia, Caucasia region, a: Artvin, b: Ardahan



**Figure 6.** C-banded karyotype of *Sorex raddei* (male) from Ardahan

Karyotypes of Artvin and Ardahan samples of *Sorex raddei* species are in the form of  $2n=36$  and  $NFa=66$ . The chromosome set has 10 pairs of different sizes of metacentric (chromosome no:1-10), three pairs of submetacentric (chromosome no:11-13), three pairs of subtelocentric (chromosome no:14-16) and one pair of acrocentric chromosome (chromosome no:17). X chromosome is large acrocentric and Y chromosome is acrocentric (Figure 5). In *S.raddei* karyotype, positive constitutive heterochromatins are in centromere region in autosomal chromosomes. While X chromosome is obviously C- positive, Y chromosome has a weakly C- positive (Figure 6).

#### 4. DISCUSSION

*Crocidura* genus rarely shows polymorphism in autosomal chromosomes [3]. In addition, *Crocidura suaveolens* group, which is also distributed palearctic region, is characterized by stable diploid chromosome number ( $2n=40$ ) [12]. Diploid chromosome number of

*C. suaveolens* and *C. leucodon* has been reported by various researchers from a great number of localities in Turkey as  $2n=40$  and  $2n=28$ , respectively [6,7,13]. The most extensive of these studies was conducted by Tez [7] in 36 different localities of Turkey and *C. suaveolens* and *C. leucodon*'s diploid chromosome number and chromosome morphology were found to be quite stable. Diploid chromosome number and autosome morphology found in this study are in parallel with the results of studies both conducted on populations in Palearctic region [3,12,14,15,16,17,18,19] and also with studies conducted in Turkey. While *C. suaveolens* is stable in terms of autosomal chromosome set, the morphology of sex chromosomes (X chromosome submetacentric or acrocentric; Y chromosome submetacentric or acrocentric; [3]) can differ. According to Tez [7], while X chromosome of *C. suaveolens* is submetacentric in Turkish population, it is acrocentric in Tajikistan population [20]. In this study, X chromosome is large submetacentric. In addition, karyological studies conducted on Europe populations of *C. suaveolens* and



*C. leucodon* populations [3,14,19] report B chromosome (Supernumerary chromosome) in the chromosome set. However, both in this study and in previous studies conducted on Turkish populations, B chromosome was not seen. In *C. leucodon* species, as in *C. suaveolens*, variations can be seen in sex chromosomes. Y chromosome was found to be submetacentric, subtelocentric or acrocentric in Bulgaria population [19]. In Turkish population, only acrocentric Y chromosome was found [7,8,in this study]. With this study, constitutive heterochromatin distribution for *C. suaveolens* and *C. leucodon* were found for the first time in Turkish population.

In karyological studies conducted in localities of Caucasia and Trabzon (Turkey) [5]; Trabzon [4]; Caucasia [15,21]; Perelman *et al.* unpublished study, unknown locality [22]; Artvin and Ardahan (Turkey) (in this study), *S. raddei* species has been found to have a quite stable chromosome number ( $2n=36$ ) and  $NFa=66$ . In *S. raddei* karyotype, X chromosome is acrocentric in Turkey and Caucasia samples [5,15,23,in this study]. In a study conducted by Biltueva *et al.* [5], while Y chromosome was found to be acrocentric in Trabzon (Turkey) and Caucasia *S. raddei* sample, as in this study, Y chromosome was found to be submetacentric in samples obtained from Caucasia by Sokolov & Tembotov [21] and from Trabzon (Turkey) by Zima *et al.* [4]. In this study, C band characteristics of *S. raddei* chromosome set have been defined for the first time.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We thank Artvin Çoruh University Science-Technology Application and Research Centre, Molecular Biology and Genetic Laboratory staff for their help and also Mehmet Akif BİLİR for his contributions in field works. The sample used in this study were obtained from the field study conducted as part of 'National Biological Variety Inventory and Monitoring Project (UBENIS)' conducted by the Ministry of Forestry and Water Management. We would like to thank the Ministry of Forestry and Water Management Amasya and Samsun branch Office employees for their contributions in the field surveys. Ondokuz Mayıs University Local Ethics Committee for Animal Experiments (permit number: B.30.2.ODM.0.20.09.00-050.04-97).

#### REFERENCES

- [1] Dubey S, Zaitsev M, Cosson JF, Abdulkadier A, Vogel P. Pliocene and Pleistocene diversification and multiple refugia in a Eurasian shrew (*Crocidura suaveolens* group). *Mol Phylogenet Evol.*, 38(3):635-47, 2006.
- [2] Krystufek B, Vohralik V. Mammals of Turkey and Cyprus, Introduction, Checklist, Insectivora. Koper, Slovenia: Knjižnica Annales Majora; 2001.
- [3] Maddalena T, Ruedi M. Chromosomal evolution in the genus *Crocidura* (Insectivora: Soricidae). In: Merritt, J.F., Kirkland, G.L.Jr. & Rose, R.K. (eds): *Advances in the biology of Shrews*. Carnegie Museum Natural History Special Publication, 18: 335-344, 1994.
- [4] Zima J, Lukáčová L, Macholán M. Chromosomal evolution in shrews. In: Wójcik J.M. & Wolsan M. (eds.), *The evolution of shrews*. Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża, 175-218, 1998.
- [5] Biltueva L, Perelman PL, Polyakov VA, Zima J, Dannelid E, Borodin MP, Graphodatsky SA. Comparative chromosome analysis in three *Sorex* species *S. raddei*, *S. minutus* and *S. caecutiens*. *Acta Theriol.*, 45(1): 119-130, 2000.
- [6] Kefelioğlu H, Tez C. The Distribution problem of *Crocidura russula* (Hermann, 1780) (Mammalia: Insectivora) in Turkey. *Turk J Zool.*, 23: 247 – 251, 1999.
- [7] Tez C. Taxonomy and Distribution of the White-Toothed Shrews (*Crocidura*) (Soricidae: Insectivora: Mammalia) of Turkey. *Turk J Zool.*, 24: 365-374, 2000.
- [8] Arslan A, Zima J. Karyotypes of the mammals of Turkey and neighbouring regions: review. *Folia Zool.*, 63: 1-62, 2014.
- [9] Wojcik MJ, Ratkiewicz M, Searle B. Evolution of the common shrew *Sorex araneus*: chromosomal and molecular aspect. *Acta Theriol.*, 47(1): 139-167, 2002.
- [10] Ford CE, Hamerton JL. A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technol.*, 31: 247-251, 1956.
- [11] Summer AT. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Exp Cell Res.*, 75: 304-306, 1972.
- [12] Dubey S, Salamin N, Ruedi M, Barrière P, Colyn M, Vogel P. Biogeographic origin and radiation of the Old World crocidurine shrews (Mammalia: Soricidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. *Mol Phylogenet Evol.*, 48: 953-963, 2008.
- [13] Catzeflis F, Maddalena T, Hellwing S, Vogel P. Unexpected findings on the taxonomic status of East Mediterranean *Crocidura russula* auct. (Mammalia, Insectivora). *Mamm Biol.*, 50: 185-201, 1985.
- [14] Meylan A, Hausser J. Position cytotaxonomique de quelques musaraignes du genre *Crocidura* au Tessin (Mammalia, Insectivora). *Rev. suisse zool.*, 81: 701-710, 1974.
- [15] Zima, J. & Král, B. Karyotypes of European mammals II. *Acta Sc. Nat. Brno.*, 18(8): 1-62, 1984.
- [16] Tembotova FA. On the systematics of white-toothed shrews in the Caucasus. *Mammalian fauna and ecology in the Caucasus Nalchik.*, 163-189 (in Russian), 1987.
- [17] Graphodatsky AS, Radjabli SI, Sharshov AV, Zaitsev MV. Karyotypes of five *Crocidura* species of the USSR fauna. *Citologiya.*, 30: 1247-1252. (in Russian with English summary), 1988.
- [18] Ivanitskaya E. Constitutive heterochromatin and nucleolar organizer regions in karyotypes of some shrews (Soricidae, Insectivora). *Genetika.*, 25: 1188-1198 (in Russian), 1989.

- [19] Atanasov IN, Chassovnikarova GT. Karyotype Characteristics of *Crocidura leucodon* Herman, 1780 and *Crocidura suaveolens* Pallas, 1811 (Mammalia: Insectivora: Soricidae) in Bulgaria. *Acta Zool Bulgar.*, 61(2):71-78, 2008.
- [20] Orlov VN, Radjabli SI, Malygin VM, Chotolchu N, Kovalskaja JuM, Bulatova NS, Baskevic ML. The karyotypes of the mammals of Mongolia: Geografiya i dinamika rastitelnogo i zivotnogo mira MNR, Nauka, Moskva, pp. 149-164 (in Russian), 1978.
- [21] Sokolov VE, Tembotov AK. Vertebrates of the Caucasus. Mammals. Insectivores. Nauka, Moskva, (in Russian), 1989.
- [22] O'Brien SJ, Menninger JC, Nash WG. Atlas of mammalian chromosomes. Wiley-Liss, Hoboken, NJ., 2006.
- [23] Biltueva L, Vorobieva N, Perelman P, Trifonov V, Volobouev V, Panov V, Ilyashenko V, Onischenko S, O'Brien P, Yang F, Ferguson-Smith M, Graphodatsky A. Karyotype Evolution of Eulipotyphla (Insectivora): The Genome Homology of Seven *Sorex* Species Revealed by Comparative Chromosome Painting and Banding Data. *Cytogenet Genome Res.*, 135: 51–64, 2011.



## Adana İli Tufanbeyli İlçesi Meralarının Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Selahattin ÇINAR<sup>\*1,2</sup>, Rüştü HATIPOĞLU<sup>3</sup>, Mustafa AVCI<sup>4</sup>, İlker İNAL<sup>5</sup>, Celal YÜCEL<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe ve Tarla Bitkileri Bölümü, Bişkek, Kırgızistan

<sup>2</sup> Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kilis, Türkiye

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

<sup>4</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye

<sup>5</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [scinar01@hotmail.com](mailto:scinar01@hotmail.com) – ORCID No: 0000-0002-9049-0044

(Alınış: 21.07.2018, Kabul: 14.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
Mera,  
Botanik kompozisyon,  
Ailesi,  
Ömür uzunluğu

**Özet:** Bu araştırma, Adana İli Tufanbeyli ilçesinin yüksek kesiminde bulunan 5 farklı merada, botanik kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla 2010 yılında yürütülmüştür. Araştırmada, her merada toplam 12 lup hattındaki 1200 noktada ölçüm yapılarak meralardaki bitkilerin türleri, cins ve familyaları, baskın olan türler, bitki ile kaplı alan oranları, yaygın olan türler ve türlerin ömür uzunlukları belirlenmiştir. Vejetasyon etütlerinde mera alanlarında familya, cins ve tür sayıları sırasıyla 9-14, 24-45 ve 25-51 arasında değiştiği, bitki ile kaplılık oranlarının ortalama %95.3 olduğu, meralarda buğdaygiller familyasının yaygın olarak bulunduğu,, baskın olan türlerin 2/3'ünün çok yıllık olduğu, en yaygın türlerin *Eryngium campestre*, *Chrysopogon gryllus*, *Bromus danthoniae*, *Hordeum bulbosum*, *Astragalus bicolor*, *Sanguisorba minor*, *Dorycnium graecum* ve *Trifolium arvense* olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları bize mevcut bulgulara ilave olarak incelenen meraların mera durumları ile mera kalite derecelerinin belirlenerek mera ıslahına yönelik yeni araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

21

## A Research on The Determination of Botanical Composition of Pastures in District Tufanbeyli, Adana

**Keywords**  
Pasture,  
Botanical composition,  
Family,  
Life form

**Abstract:** This research was conducted to determine botanical composition of the native pastures in the five villages in the high section of district Tufanbeyli, Adana, in the year of 2010. In this study, 1200 species were measured at 12 lup lines in each pasture, species, genus and families of dominant plants, dominant species, area covered with plant, species and species of common species were determined. In the vegetation surveys are determined the number of families, genera and species changed between 9-14, 24-45 and 25-51 respectively, the rate of coverage with plants was 95.3%, on average 2/3 of perennial, predominant species of grasses family the most common species are *Eryngium campestre*, *Chrysopogon gryllus*, *Bromus danthoniae*, *Hordeum bulbosum*, *Astragalus bicolor*, *Sanguisorba minor*, *Dorycnium graecum* and *Trifolium arvense*. According to the results of the research, pasture quality grades should be determined. After this, it can be said that new researches for pasture improvement should be done.

### 1. GİRİŞ

Çayır ve meralar, hayvanların gereksinim duyduğu kaba yemin sağlandığı kaynakların en başında gelmektedir. İyi bir yem kaynağı olmak dışında erozyonu önlemesi, gen kaynağı olması, hayvanlar için sosyal bir alan olması bakımından da önemli işlevleri olan alanlardır.

Türkiye topraklarının 14.6 milyon ha'nı oluşturan [1] çayır meralar, tekniğine uygun olarak kullanılmadığından dolayı büyük bir kısmı bitki örtülerini kaybetmiş, ot verimleri ve ot kaliteleri düşmüştür [2]. Bu durum ülke hayvancılığını ve ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Bu durumun

giderilebilmesi için mera alanlarının ıslah edilerek ot verimi ve kalitesinin yükseltilmesi gerekmektedir. Mera ıslahında yapılması gereken ilk işlem bitki örtüsünün tanınmasıdır. Bu ise vejetasyon etüdü ile mümkün olabilmektedir. Bugüne kadar ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan vejetasyon etütlerinde, bitki ile kaplı alanın Erkun [3] % 53.0 - % 66.0, Erkun [4] % 34.0, Özmen [5] % 14.0-37.0, Gökkuş [6] % 17.0, Çınar [7] % 78.5, Uslu [8] % 82.0, Şen [9] % 71.9 - % 95.0, İnal ve ark.[10] % 68.9-95.9, Çınar ve ark. [11] % 84.4-99.0 arasında değiştiği, meraların verimlerini oluşturan bitkilerin çoğunluğunu hayvanların yararlanmadığı, istilacı-işgalci türlerin oluşturduğu saptanmıştır [3,12,13,7,9,11,14].

Bu araştırma ile, Adana ili Tufanbeyli ilçesine bağlı 5 köyün doğal meralarının botanik kompozisyonun belirlenerek meradaki bitki örtüsünün genel durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilgili meralarda bulunan familya, cins ve türler, türlerin etkileri, bitki ile kaplı alan oranları, familyaların kapladığı alanlar, baskın olan türler, türlerin ömür uzunlukları belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada vejetasyon etütleri, Adana ili Tufanbeyli ilçesine bağlı Güzelim (569 da), Pınarlar (592 da), Akpınar (2597 da), Karsavuran (2575 da) ve Doğanbeyli (1910 da) köylerine tahsisli 5 farklı merada, 15 Mayıs-30 Haziran 2010 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü alanlarda rakım 1360-1470 m arasında değişmektedir. İncelenen meralar; kuraklık indeksi, baki ve rakım bakımından nispeten aynı homojen alanda yer almaktadır [15].

Araştırmanın yürütüldüğü mera alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu olan Tufanbeyli Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü verilerine göre, uzun yıllar ortalama sıcaklığı 8.3 °C, ortalama yıllık yağış toplamı 519 mm olan ilçe merkezinde, 2010 yılı verileri uzun yıllar ortalama iklim verilerine paralel bir seyir izlemiştir. Uzun yıllar ortalamalarına ve 2010 iklim verilerine göre en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuz-Ağustos, en yağışlı ay ise Aralık ayı olmuştur [16].

Araştırmada vejetasyon ölçümleri nokta kuadrat yönteminin modifiye edilmiş bir şekli olan lup yöntemi kullanılmıştır [17]. Lup ölçümleri; her bir merada vejetasyon ve toprak açısından oldukça homojen olan 3 farklı kesimde (blokta) ve her blokta merkez olarak kabul edilen bir noktadan itibaren 4 ana yöneye doğru uzanan 20 m'lik 4 hat boyunca yapılmıştır. Her 20 m'lik hat üzerinde toplam 100 ve her blokta 400 olmak üzere her bir merada toplam 1200 lup ölçümü yapılmıştır. İncelenen meralarla ilgili olarak; bitki ile kaplama alan oranı (%), alana göre botanik kompozisyon oranları (%), Gökkuş ve ark. [18]'nin belirttiği yöntemlere göre saptanmıştır.

Vejetasyon etütlerinde bitki teşhisleri, Edgecombe [19], Garms ve ark. [20], Davis [21], Polunin ve Huxley [22], Huxley ve Taylor [23], Weymer [24], Demiri [25], Öztan ve Okatan [26]'a göre, türlerin ömür uzunlukları ve etki durumları ise Anonim [27]'e göre yapılmıştır.

Araştırmadan elde edilen verilere MSTAT-C istatistik paket programı yardımıyla tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak varyans analizi uygulanmıştır. Bitki ile kaplı alan verilerine varyans analizi uygulanmadan önce açı transformasyonu uygulanmıştır [28].

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

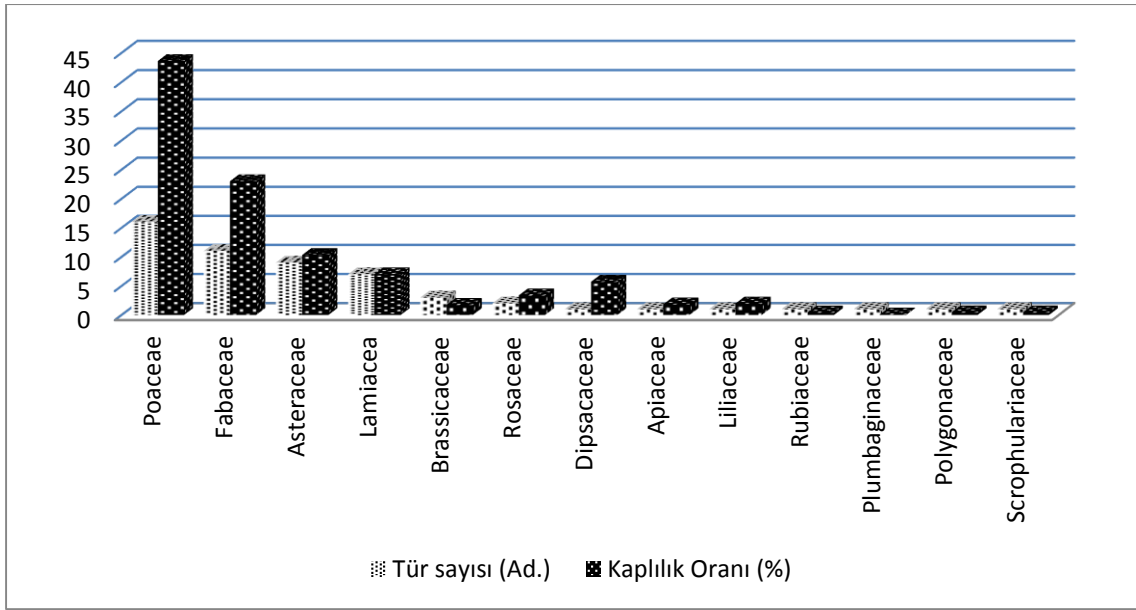
### 3.1. Meralarda Tespit Edilen Familya, Cins, Tür Sayıları ve Bitki ile Kaplı Alan Oranları

Araştırmada incelenen mera alanlarında tespit edilen familyalar, familyaların mera alanındaki kaplama oranları, cins ve tür sayıları, bitki ile kaplı alan oranları Tablo 1, Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

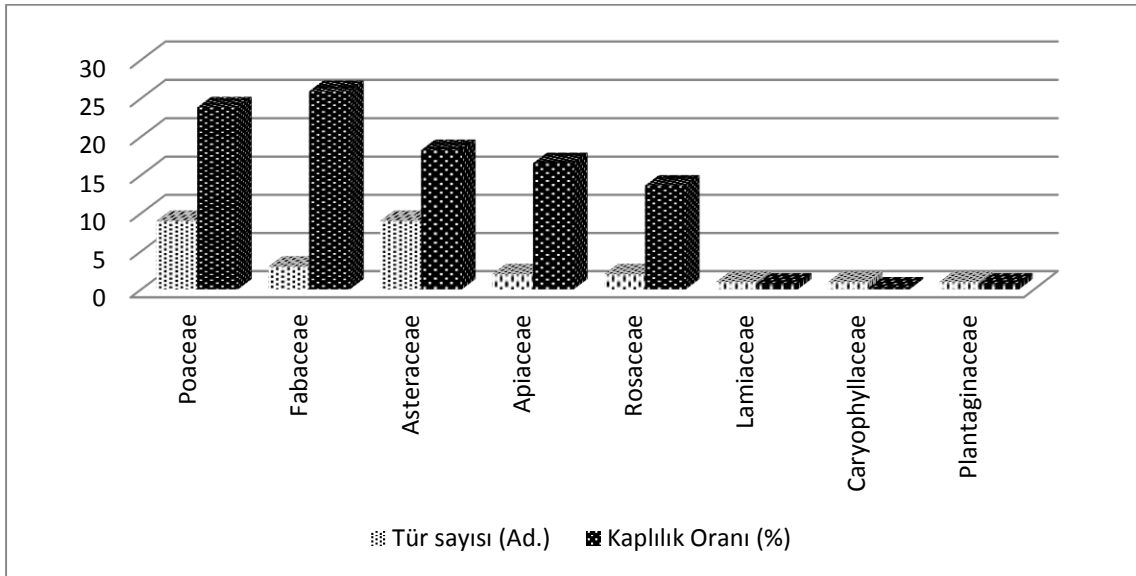
**Tablo 1.** İncelenen Köy Meralarının Bitki ile Kaplı Alan Oranları, Familya, Cins ve Tür Sayıları

| Köy        | Bitki ile Kaplı Alan Oranı (%) | Familya (Ad.) | Cins (Ad.) | Tür (Ad.) |
|------------|--------------------------------|---------------|------------|-----------|
| Güzelim    | 94.9 b*                        | 13            | 45         | 51        |
| Pınarlar   | 97.8 a                         | 8             | 26         | 28        |
| Akpınar    | 90.3 c                         | 11            | 35         | 41        |
| Karsavuran | 95.5 b                         | 9             | 24         | 25        |
| Doğanbeyli | 97.9 a                         | 14            | 37         | 45        |
| Ortalama   | 95.3                           | 11            | 33.4       | 38        |

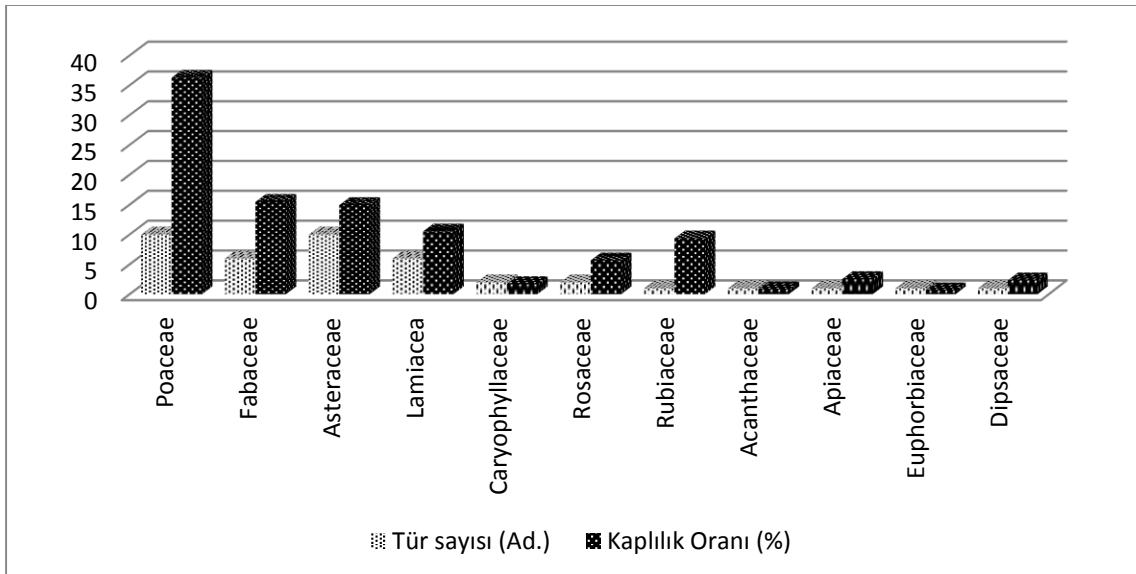
\*) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $P \leq 0.05$  hata sınırları içerisinde birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.



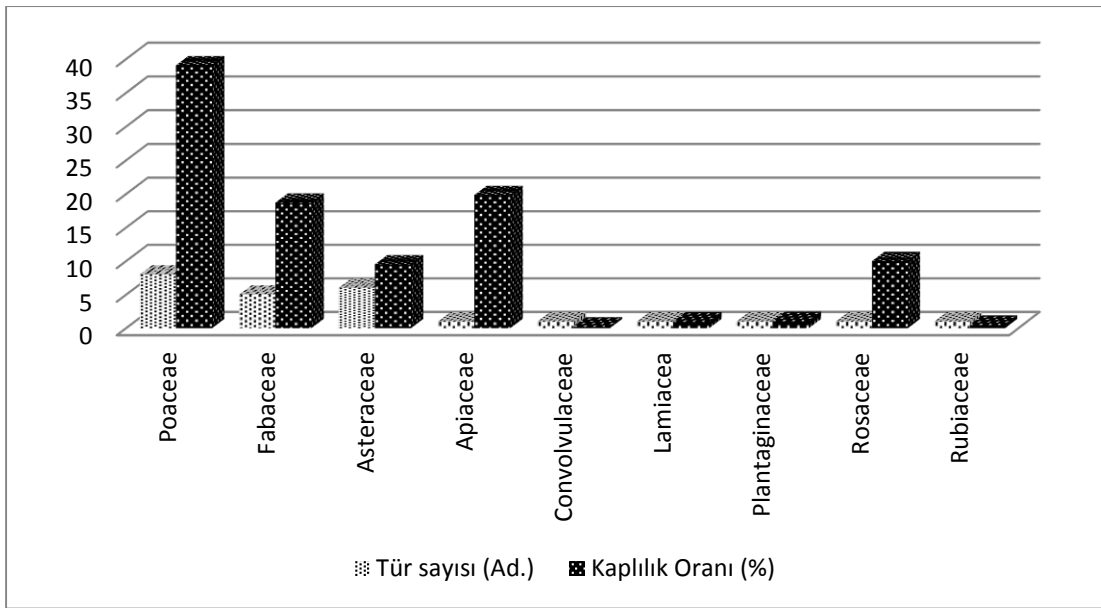
Şekil 1. Güzelim Köyü Merasındaki Familyalar, Tür Sayıları ve Familyalara Ait Bitki ile Kaplı Alan Oranları



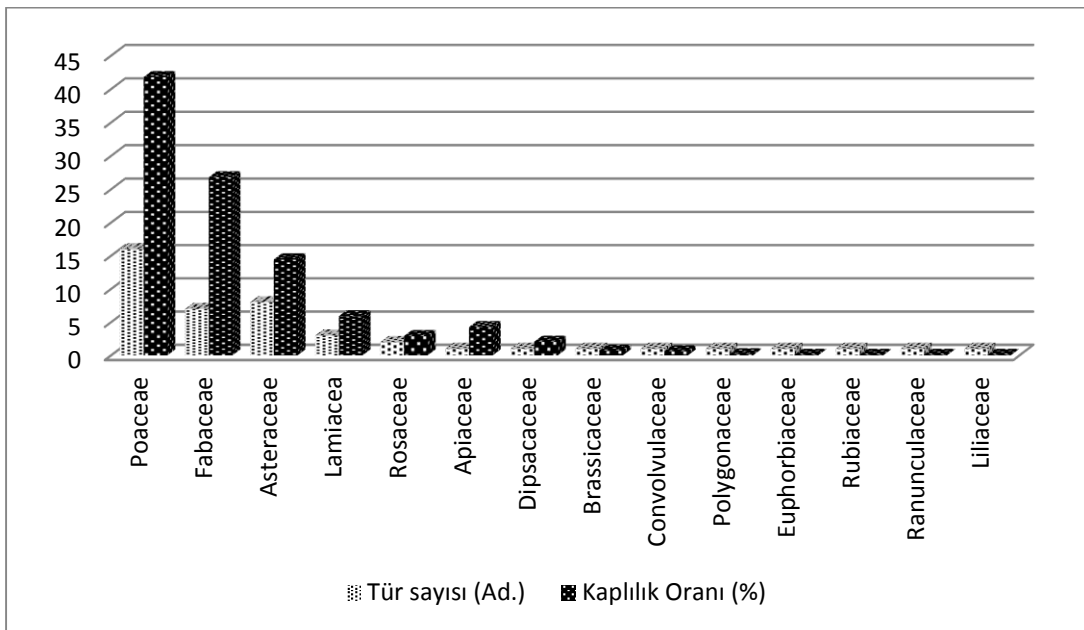
Şekil 2. Pınarlar Köyü Merasındaki Familyalar, Tür Sayıları ve Familyalara Ait Bitki ile Kaplı Alan Oranları



Şekil 3. Akpınar Köyü Merasındaki Familyalar, Tür Sayıları ve Familyalara Ait Bitki ile Kaplı Alan Oranları



Şekil 4. Karsavuran Köyü Merasındaki Familyalar, Tür Sayıları ve Familyalara Ait Bitki ile Kaplı Alan Oranları



Şekil 5. Doğanbeyli Köyü Merasındaki Familyalar, Tür Sayıları ve Familyalara Ait Bitki ile Kaplı Alan Oranları

İncelenen mera alanlarında familya, cins ve tür sayısının sırasıyla 8-14, 24-45 ve 25-51 arasında değiştiği belirlenmiştir. Mera alanlarında bitki ile kaplı alan oranı % 90.3 – 97.99 arasında değiştiği ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). En yüksek bitki ile kaplı alan oranı (% 97.9) Doğanbeyli köyü merasında, en düşük oran (% 90.3) ise Akpınar köyü merasında saptanmıştır. Pınarlar köyü merasının bitki ile kaplılık oranı da Doğanbeyli köyü merasının bitki ile kaplılık oranından istatistiksel olarak farksız olduğu ortaya çıkmıştır. Doğanbeyli ve Pınarlar köyü meralarında bitki ile kaplı alan oranının diğer köy meralarına göre daha yüksek olması, bu meralarda eğimin daha az olması ve taban mera özelliği taşınmaları ile açıklanabilir.

Güzelim köyü merasında 13 familyaya ait 51 tür tespit edilmiştir. Tür sayısı bakımından buğdaygiller familyasını (16) sırasıyla baklagiller (*Fabaceae*) (11),

papatyagiller (*Asteraceae*) (9), balıbabagiller (*Lamiaceae*) (7), turpgiller (*Brassicaceae*) (3), gülgiller (*Rosaceae*) (2) familyaları izlemiştir. Mera alanında tespit edilen diğer 7 familyadan ise merada 1'er türe rastlanmıştır. Kaplılık oranı bakımından buğdaygil familyasını (% 43.6), baklagiller (% 23.0), papatyagiller (%10.3), balıbabagiller (%7.0) ve tarakotugiller (%5.7) familyaları izlemiştir (Şekil 1).

Pınarlar köyü merasında 8 familyaya ait 28 tür tespit edilmiştir. En çok türe sahip olan familyalar sırasıyla buğdaygiller (9), papatyagiller (9), baklagiller (3), maydanozgiller (2) ve gülgiller (2) olarak belirlenmiştir. Diğer 3 familyadan ise birer türe rastlanmıştır. Kaplama oranı açısından ise baklagiller familyasını (% 25.9) sırasıyla buğdaygiller (%23.8), papatyagiller (% 18.3), maydanozgiller (% 16.6) ve gülgiller (%13.6) familyaları izlemiştir (Şekil 2).

Akpınar köyü merasında 11 familyaya ait 41 tür tespit edilmiştir. En çok türe sahip olan familyalar sırasıyla buğdaygiller (10), papatyagiller (10), baklagiller (6), ballıbabagiller (6), karanfilgiller (2) ve gülgiller (2) olarak belirlenmiştir. Diğer 5 familyadan ise birer türe rastlanmıştır. Kaplama oranı açısından ise buğdaygiller familyasını (% 36.3) sırasıyla baklagiller (% 15.4), papatyagiller (% 14.9), ballıbabagiller (% 10.5) ve kökboyasıgiller (Rubiaceae) (% 13.6) familyaları izlemiştir (Şekil 3).

Karsavuran köyü merasında 9 familyaya ait 25 tür tespit edilmiştir. En çok türe sahip olan familyalar sırasıyla buğdaygiller (8), papatyagiller (6) ve baklagiller (5) olarak belirlenmiştir. Diğer 6 familyadan ise birer türe rastlanmıştır. Kaplama oranı açısından ise buğdaygiller familyasını (% 39.1) sırasıyla maydanozgil (% 19.8), baklagiller (% 18.7) ve gülgiller (% 10.0) familyaları izlemiştir (Şekil 4).

Doğanbeyli köyü merasında 14 familyaya ait 45 tür tespit edilmiştir. En çok türe sahip olan familyalar sırasıyla buğdaygiller (16), papatyagiller (8), baklagiller (7), ballıbabagiller (3) ve gülgiller (2) olarak belirlenmiştir. Kompozisyonda yer alan diğer 9 familyaya ait ise her birinden 1'er türe rastlanmıştır. Kaplama oranı açısından ise buğdaygiller familyasını (% 41.8) sırasıyla baklagiller (% 26.8), papatyagiller (% 14.5) ve ballıbabagiller (% 5.90) familyaları izlemiştir (Şekil 5).

Ülkemizde doğal meralarda yapılan benzer çalışmalarda tür sayısını, Bakır [29] 82, Erkun [4] 121, Koç ve Gökkuş [32] 152, Çınar [7] 77, Şen [9] 111, İnal ve ark. [10] 37, Aydın ve ark. [30] 53, Çınar ve ark. [11] 41, Gür ve Altın [37] 149-177 olarak bildirmişlerdir. Araştırmalar arasındaki tür sayısının farklılığı, meralar arasındaki iklim, toprak yapısı, yöney ve su durumunun farklılığı ile açıklanabilir.

İncelenen meralar için saptanan bitki ile kaplı alan oranı değerleri, Çınar [7]'in Çukurova'nın yüksek kesimlerinde, Çınar ve ark. [11]'nin Hatay Kırıkhan'da, Şen (2010) 'in Kilis'te ve İnal ve ark. [10]'nın Çukurova'nın taban meralarında saptadıkları bitki ile kaplı alan oranı değerleri ile benzerlik gösterirken, Erkun [3], Özmen [5], Tükel [13] ve Büyükburç [31]'un Orta Anadolu meralarında, Gökkuş [6], Koç ve Gökkuş [32], Doğu Anadolu meralarında, Aydın ve ark. [30] Mardin'de saptadıkları bitki ile kaplılık oranı değerlerinin çok üzerindedir. Bu duruma neden olarak, söz konusu araştırmalarda kullanılan vejetasyon ölçme yöntemlerinin farklılığı yanında, incelenen meralar arasındaki toprak, iklim, yağış, otlatma baskısı ve otlayan hayvanların cinsinin farklı olması gösterilebilir.

### 3.2. Baskın Olan Türler

Araştırmada incelenen farklı mera alanlarında türlerin botanik kompozisyondaki oranları açısından baskın olan 10 türe ait veriler Tablo 2'de görülmektedir.

**Tablo 2.** Araştırılan mera alanlarında baskın olan türler, familyaları, ömürleri, etkileri ve botanik kompozisyondaki oranları

| <b>Güzelim</b>             |                |                     |             |                                      |
|----------------------------|----------------|---------------------|-------------|--------------------------------------|
| <b>Tür</b>                 | <b>Familya</b> | <b>Ömrü</b>         | <b>Etki</b> | <b>Botanik Kompozisyon Oranı (%)</b> |
| <i>Trifolium arvense</i>   | Fabaceae       | Tek yıllık          | İstilacı    | 11.15                                |
| <i>Aegilops ovata</i>      | Poaceae        | Tek yıllık          | İstilacı    | 5.97                                 |
| <i>Cynodon dactylon</i>    | Poaceae        | Çok yıllık          | Çoğalıcı    | 5.80                                 |
| <i>Scabiosa argentea</i>   | Dipsacaceae    | İki yada çok yıllık | İstilacı    | 5.71                                 |
| <i>Hordeum bulbosum</i>    | Poaceae        | Çok yıllık          | Azalıcı     | 5.53                                 |
| <i>Bromus danthoniae</i>   | Poaceae        | Tek yıllık          | İstilacı    | 5.27                                 |
| <i>Aegilops markgrafii</i> | Poaceae        | Tek yıllık          | İstilacı    | 3.87                                 |
| <i>Bromus tectorum</i>     | Poaceae        | Tek yıllık          | İstilacı    | 3.51                                 |
| <i>Medicago sativa</i>     | Fabaceae       | Çok yıllık          | Azalıcı     | 3.03                                 |
| <i>Poa bulbosa</i>         | Poaceae        | Çok yıllık          | Çoğalıcı    | 2.81                                 |
| <b>Pınarlar</b>            |                |                     |             |                                      |
| <i>Astragalus bicolor</i>  | Fabaceae       | Çok yıllık          | İstilacı    | 13.55                                |
| <i>Sanguisorba minor</i>   | Rosaceae       | Çok yıllık          | Azalıcı     | 12.61                                |
| <i>Eryngium campestre</i>  | Apiaceae       | Çok yıllık          | İstilacı    | 10.82                                |
| <i>Dorycnium graecum</i>   | Fabaceae       | Çok yıllık          | Çoğalıcı    | 10.05                                |
| <i>Eryngium bithynicum</i> | Apiaceae       | Çok yıllık          | İstilacı    | 5.88                                 |
| <i>Bromus danthoniae</i>   | Poaceae        | Tek yıllık          | İstilacı    | 5.03                                 |
| <i>Centaurea iberica</i>   | Asteraceae     | Tek yada iki yıllık | İstilacı    | 4.35                                 |
| <i>Cynodon dactylon</i>    | Poaceae        | Çok yıllık          | Çoğalıcı    | 4.01                                 |

|                               |            |            |          |      |
|-------------------------------|------------|------------|----------|------|
| <i>Centaurea solstitialis</i> | Asteraceae | Tek yıllık | İstilacı | 3.50 |
| <i>Lolium rigidum</i>         | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 3.40 |

**Akpınar**

|                              |            |            |          |      |
|------------------------------|------------|------------|----------|------|
| <i>Galium verum</i>          | Rubiaceae  | Çok yıllık | İstilacı | 9.88 |
| <i>Aegilops ovata</i>        | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 8.03 |
| <i>Bromus danthoniae</i>     | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 6.83 |
| <i>Astragalus trojanus</i>   | Fabaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 6.73 |
| <i>Hordeum bulbosum</i>      | Poaceae    | Çok yıllık | Azalıcı  | 6.73 |
| <i>Festuca ovina</i>         | Poaceae    | Çok yıllık | Çoğalıcı | 6.64 |
| <i>Gundelia tournefortii</i> | Asteraceae | Çok yıllık | İstilacı | 6.00 |
| <i>Dorycnium graecum</i>     | Fabaceae   | Çok yıllık | Çoğalıcı | 4.80 |
| <i>Marrubium parviflorum</i> | Lamiacea   | Çok yıllık | İstilacı | 3.96 |
| <i>Potentilla recta</i>      | Rosaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 3.96 |

**Karsavuran**

|                                   |            |            |          |       |
|-----------------------------------|------------|------------|----------|-------|
| <i>Eryngium campestre</i>         | Apiaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 20.24 |
| <i>Bromus danthoniae</i>          | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 14.22 |
| <i>Hordeum bulbosum</i>           | Poaceae    | Çok yıllık | Azalıcı  | 14.05 |
| <i>Dorycnium graecum</i>          | Fabaceae   | Çok yıllık | Çoğalıcı | 11.60 |
| <i>Poterium songisorba</i>        | Rosaceae   | Çok yıllık | Azalıcı  | 10.29 |
| <i>Picnemon acarna</i>            | Asteraceae | Tek yıllık | İstilacı | 4.37  |
| <i>Ononis spinosa</i>             | Fabaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 2.88  |
| <i>Dactylis glomerata</i>         | Poaceae    | Çok yıllık | Azalıcı  | 2.62  |
| <i>Hordeum murinum</i>            | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 2.62  |
| <i>Taeniatherum caput-medusae</i> | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 2.18  |

**Doğanbeyli**

|                              |            |            |          |       |
|------------------------------|------------|------------|----------|-------|
| <i>Chrysopogon gryllus</i>   | Poaceae    | Çok yıllık | Azalıcı  | 14.81 |
| <i>Trifolium arvense</i>     | Fabaceae   | Tek yıllık | İstilacı | 12.94 |
| <i>Cynodon dactylon</i>      | Poaceae    | Çok yıllık | Çoğalıcı | 8.68  |
| <i>Teucrium polium</i>       | Lamiacea   | Çok yıllık | Çoğalıcı | 4.93  |
| <i>Trifolium campestre</i>   | Fabaceae   | Tek yıllık | İstilacı | 4.09  |
| <i>Eryngium campestre</i>    | Apiaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 4.09  |
| <i>Festuca ovina</i>         | Poaceae    | Çok yıllık | Çoğalıcı | 4.00  |
| <i>Gundelia tournefortii</i> | Asteraceae | Çok yıllık | İstilacı | 3.32  |
| <i>Ononis spinosa</i>        | Fabaceae   | Çok yıllık | İstilacı | 2.89  |
| <i>Aegilops markgrafii</i>   | Poaceae    | Tek yıllık | İstilacı | 2.73  |

Tablo 2'de görüldüğü gibi Güzelim köyü merasında baskın olan türlerin 7'si buğdaygil, 2'si baklagil, 1'i ise tarakotugil familyasından, 5'i tek yıllık, 4'ü çok yıllık 1'i iki veya çok yıllık, 2'si azalıcı, 2'si çoğalıcı, kalan 6 tür ise istilacıdır. Botanik kompozisyondaki en yüksek orana sahip olan türler sırasıyla *Trifolium arvense*, *Aegilops ovata* ve *Cynodon dactylon* dur. Pınarlar köyü merasında baskın olan türlerin 3'ü buğdaygil, 2'si baklagil, 2'si papatyagil, 2'si maydanozgil ve 1 adedide gülgiller familyasından, 3'ü tek yıllık, 6'sı çok yıllık 1'i ise tek yada iki yıllık, 1'i azalıcı, 2'si çoğalıcı, kalan 7 tür ise istilacıdır. Botanik kompozisyondaki en yüksek orana sahip olan türler sırasıyla *Astragalus bicolor*,

*Sanguisorba minor* ve *Eryngium campestre* olduğu belirlenmiştir. Akpınar köyü merasında baskın olan türlerin 4'ü buğdaygil, 2'si baklagil, 1'i papatyagil, 1'i ballıbabagil, 1'i kökboyasıgil ve 1 adedide gülgiller familyasından, 2'si tek yıllık, 8'i çok yıllık, 1'i azalıcı, 2'si çoğalıcı, kalan 7 tür ise istilacıdır. Botanik kompozisyondaki en yüksek orana sahip olan türler sırasıyla *Galium verum*, *Aegilops ovata* ve *Bromus danthoniae* olduğu tespit edilmiştir. Karsavuran köyü merasında baskın olan türlerin 5'i buğdaygil, 2'si baklagil, 1'i papatyagil, 1'i maydanozgil ve 1 adedide gülgiller familyasından, 4'ü tek yıllık, 6'sı çok yıllık, 3'ü azalıcı, 1'i çoğalıcı, kalan 6 tür ise istilacıdır. Botanik



kompozisyondaki en yüksek orana sahip olan türler sırasıyla *Eryngium campestre*, *Bromus danthoniae* ve *Hordeum bulbosum* olduğu saptanmıştır. Doğanbeyli köyü merasında ise baskın olan türlerin 4'ü buğdaygil, 3'ü baklagil, 1'i papatyagil, 1'i maydanozgil ve 1 adedinde ballıbabagiller familyasından, 3'ü tek yıllık, 7'si çok yıllık, 1'i azalıcı, 3'ü çoğalıcı, kalan 6 tür ise istilacıdır. Botanik kompozisyondaki en yüksek orana sahip olan türler sırasıyla *Chrysopogon gryllus*, *Trifolium arvense* ve *Cynodon dactylon* olduğu belirlenmiştir.

Aydın ve ark. [30] Mardin meralarında yürüttüğü araştırmada baskın olan türleri *Trifolium campestre*, *Helianthemum ledifolium*, *Bromus sp.*, *Achillea aleppica*, *Anthemis wiedemanniana*, Çınar ve ark. [11] Hatay ili meralarında baskın olan türleri *Cynodon dactylon*, *Hordeum murinum*, *Alhagi mannifera*, Seydoşoğlu ve ark.[33] Diyarbakır meralarında yürüttükleri araştırmada baskın olan türleri *Aegilops neglecta*, *Aegilops triuncialis*, *Onobrychis caput-galli*, *Eryngium campestre* ve *Hordeum murinum* olarak bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular ile yukarıda belirtilen bulgular genel olarak uyumlu değildir. Bunun nedeninin incelenen meralar arasındaki toprak, iklim, yağış, otlama baskısı ve otlayan hayvanların cinsinin farklı olması gösterilebilir.

### 3.3. Türlerin Ömür Uzunluğuna Göre Durumu

İncelenen mera alanlarındaki türlerin ömür uzunluğuna göre durumu Tablo 3'te görülmektedir.

**Tablo 3.** Meralardaki türlerin ömür uzunluklarına göre oranları (%)

| Mera/Ömür       | Tek yıllık | Çok yıllık | İki yıllık | Tek yada iki yıllık | İki yada çok yıllık |
|-----------------|------------|------------|------------|---------------------|---------------------|
| Güzelim köyü    | 33.0       | 63.0       | 2.0        | 2.0                 | 0.0                 |
| Pınarlar köyü   | 32.0       | 64.0       | 0.0        | 4.0                 | 0.0                 |
| Akpınar köyü    | 17.0       | 80.0       | 0.0        | 0.0                 | 3.0                 |
| Karsavuran köyü | 20.0       | 76.0       | 0.0        | 4.0                 | 0.0                 |
| Doğanbeyli köyü | 27.0       | 67.0       | 2.0        | 2.0                 | 2.0                 |
| Ortalama        | 25.8       | 70.0       | 2.0        | 3.0                 | 2.5                 |

Tablo 3'de görüldüğü üzere mera alanlarında tek yıllık bitkilerin oranları % 17.0-33.0, çok yıllık bitkilerin oranları % 63.0-80.0, iki yıllık bitkilerin oranları % 0.0-2.0, tek yada iki yıllık bitkilerin oranları % 0.0-4.0, iki yada çok yıllık bitkilerin oranları % 0.0-3.0 arasında değişmiştir. Mera alanlarında yer alan türlerin yaklaşık 2/3'ünün çok yıllık, 1/4 ünün ise tek yıllık olduğunu söyleyebiliriz. Çok yıllık türler doğal meralarda daha çok görülmekte [34], buna karşın tek yıllık türler ise rekabetin daha az şiddetli olduğu sığ ve zayıf topraklarda, doğal bitki örtüsü bozulmuş alanlarda daha çok görülmektedir [35,6].

Aydın ve ark. [30] Mardin Derik ilçesinde meranın % 68.0 'inin çok yıllık, % 32.0'sinin tek yıllık, Çaçan ve ark. [36] Bingöl meralarında yapmış olduğu araştırmada meranın % 35.0'inin çok yıllık, % 65.0'inin tek yıllık türlerden, Gür ve Altın [37] Trakya meralarında yapmış oldukları bir araştırmada meranın % 47 sini çok yıllık, % 36'sını tek yıllık, % 0.5'inin iki yıllık türlerden oluştuklarını bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular Aydın ve ark. [30] ile uyumlu yukarıda belirtilen diğer araştırmalar ile uyumlu değildir. Bunun nedeninin farklı ekoloji, botanik kompozisyon, otlama baskısından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Sonuç olarak; Adana ili Tufanbeyli ilçesine bağlı 5 farklı köy merasında yapılan vejetasyon etütlerine göre; meralarda ortalama 11 familya, 33 cins ve 38 türün tespit edildiği, tür sayısı ve kaplılık açısından en fazla buğdaygil familyasının yaygın olduğu, meraların ortalama %95'inin bitki ile kaplı olduğu, en yaygın türlerin *Eryngium campestre*, *Chrysopogon gryllus*, *Bromus danthoniae*, *Hordeum bulbosum*, *Astragalus bicolor*, *Sanguisorba minor*, *Dorycnium graecum* ve *Trifolium arvense* olduğu, baskın olan türlerin çoğunluğunun tek yıllık olduğu, meralarda buğdaygil ve istilacı türlerin hakim olduğu ve meralarda bulunan türlerin 2/3'ünün çok yıllık olduğu belirlenmiştir.

Mevcut bulgulara ilave olarak incelenen meraların mera durumları ve mera kalite derecelerinin belirlenerek mera ıslahına yönelik yeni araştırmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Araştırma TUBİTAK tarafından desteklenen 106G017 nolu projenin Adana ilinde yürütülen bölümünün bir kısmıdır. Projeyi destekleyen TUBİTAK'a teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- [1] Anonim., Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı ([www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)) 15.5.2018
- [2] Gökkuş A., Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri Çayır Mera ve Yem Bitkileri ve Hayvancılığı Geliştirme Projesi Eğitim Semineri. 20-22 Şubat 1991, Erzurum.
- [3] Erkuñ V., Hakkari ve Van İllerinde Mer'a Araştırmaları. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Gn. Müd. Yayınları No:13 Ankara.1971
- [4] Erkuñ V., Bala İlçesi Mer'aları Üzerinde Araştırmalar. Tarım Bakanlığı Hayvancılığı Geliştirme Gn. Müd. Yayınları Ankara.1972.
- [5] Özmen T., Konya İli Meralarının Bitki Örtüsü Üzerinde Araştırmalar. Yayınlanmamış Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.1977
- [6] Gökkuş A., Değişik İslah Yöntemleri Uygulanan Erzurum Tabii Meralarının Kuru Ot ve Ham Protein Verimleri ile Botanik Kompozisyonları Üzerinde Araştırmalar (Yayınlanmamış Doktora tezi) A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum.1984.

- [7] Çınar S., Adana İli Tufanbeyli İlçesi Hanyeri Köyü Merasında Verim ve Botanik Kompozisyonun Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 70 s. Adana.2001.
- [8] Uslu S.Ö., Kahramanmaraş İli Türkoğlu İlçesi Araplar Köyü Yeniyapan Merasında Botanik Kompozisyonun Tespiti ve Farklı Gübre Uygulamalarının Meranın Verim ve Botanik Kompozisyonuna Etkileri Üzerinde Araştırmalar, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adana. 2005.
- [9] Şen Ç., Kilis İli Bazı Köylerindeki Meralarda Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 96 s. 2010.
- [10] İnal İ., Avcı M., Çınar S., Yücel C., Hatipoğlu R., Çukurova Bölgesi Sahil Meralarının Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. IX. Tarla Bitkileri Kongresi Sunulu Bildiri, 3. Cilt. s. 1664-1667. 12-15 Eylül Bursa. 2011.
- [11] Çınar S., Hatipoğlu R., Avcı M., İnal İ., Avağ A., Hatay İli Kırıkhan İlçesi Taban Meralarının Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi (JAFAG), 31(2), 52-60.2014.
- [12] Yılmaz T., Konya ili Sorun Alanlarında Oluşan Meraların Bitki Örtüsü Üzerine Araştırmalar. Tarım Bakanlığı Toprak-Su Gn. Müd. Konya Toprak Su Bölge Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 46, Konya.1977.
- [13] Tükel T., Ulukışla'da Korunan Tipik bir Step Dağ Mer'ası ile Eş Orta Malı Meraların Bitki Örtüsü ve Verim Güçlerinin Saptanması Üzerine Araştırmalar Yayınlanmamış Doçentlik Tezi. Adana. 1981.
- [14] Çınar S., Hatipoğlu R., Avcı M., Bazı Yabancı Ot Mücadele Yöntemlerinin Akdeniz Bölgesi Meralarında Ot Verimi Botanik Kompozisyon Ve Ot Kalitesi Üzerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, Journal of Agricultural Science, A.Ü.Ziraat Fakültesi, 21(1), 39-49.2015.
- [15] Avağ A., M Uzun., M.M Özgöz., E Aksakal., S Dumlu., H Yıldız., A Mermer., A Koç., A Gökkuş., R Hatipoğlu., E Ünal., Ö Urla., M Aydoğdu., F Dedeoğlu., KA Özyayın., O Aydoğmuş., S Ünal., Z Mutlu., Ç Palta., DA Çarkacı., T Yıldırım., Ş Aksoyak., M Tezel., C Aygün., A.L Sever., İ Erdoğan., İ Kara., A Atalay., T Yavuz., M Avcı., S Çınar., İ İnal., C Yücel., M Sürmen., U Şimşek. Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi Kapsamında Yapılan Muhafaza ve Dijital Herbarium Çalışmaları. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 3. Cilt. s. 1983-1986. 12-15 Eylül 2011.Bursa.
- [16] Anonim., Meteorological data for Adana, [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com). 18.5.2018
- [17] Anonim., Range Research: Basic problems and techniques, National Academy of Science. National Research Council Pub.890.1962.
- [18] Gökkuş A., Koç A. ve Çomaklı B., Çayır-Mera Uygulama Kılavuzu. (Geliştirilmiş 3. Baskı). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:142, Ankara. 2000.
- [19] Edgecombe W., Weeds of Lebanon. Faculty of Agriculture Sciences American University of Beirut, Lebanon, Publication No:24.1964.
- [20] Garms H., Eigener W., Melderis A., Pope T., and Durrell G., The Natural History of Europe. Paol Hamilyn Limited, London.1968.
- [21] Davis P.H., Flora of Turkey and the East Aegean Islands. University of Edinburgh Press, Volume 1-3, Edinburgh.1970
- [22] Polunin O., and Huxley A., Flowers of the Mediterranean Chatto and Windus, London.1974.
- [23] Huxley A., and Taylor W., Flowers of Greece and the Aegean. Chatto and Windus Ltd. Printed Great Britain by Richard Clay Ltd Bunges, Suffolk.1977.
- [24] Weymer H., Lernt Pflanze Kennen. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.1981.
- [25] Demiri M., Flora Ekskursionistee Shqiperise. T.,Shtepia Botuese e Librit Shkollor Tirane.1983.
- [26] Öztan Y. ve Okatan A., Çayır Mera Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkilerinin Tanıtım Klavuzu. Cilt II. K.Ü. Orman Fakültesi. Karadeniz Üniversitesi Basımevi Genel Yayın No: 95 Fakülte Yayın No: 8 Trabzon.1985.
- [27] Anonim., Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı.2008.
- [28] Yurtsever N., Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Ankara.1984.
- [29] Bakır Ö., Orta Doğu Teknik Üniversitesi Arazisinde Bir Mer'a Etüdü. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:232 Ankara.1970.
- [30] Aydın A., Çaçan E., Başbağ M., Mardin İli Derik İlçesinde Yer Alan Bir Meranın Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bil. Dergisi Özel sayı 2:1625-1630.2014.
- [31] Büyükburç U., Ankara İli Yavrucak Köyü Meralarını Gübreleme ve Dinlendirme Yolu İle Islahı Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Çayır-Mera Zootečni Araştırma Enstitüsü Yayınları No:79, Ankara.1980.
- [32] Koç A., ve Gökkuş A., Güzelyurt Köyü Mera Vejetasyonunun Botanik Kompozisyonu ve Toprağı Kaplama Alanı ile Bırakılacak En Uygun Anız Yüksekliğinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi. Cilt 18 sayı 6. (498-500) TUBİTAK. Ankara.1994.
- [33] Seydoşoğlu S., Saruhan V., Mermer A., Diyarbakır İli Silvan İlçesi Taban Meralarının Vejetasyon Yapısı Üzerine Bir Araştırma, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 2:1-7.2015.
- [34] Wester L composition of native grasslands in the San Joaquin Valley, California, 28:231-241. 1981.
- [35] Edwards G.R., Parsons A.J., Newman J.A., Wright I.A., The spatial pattern of vegetation in cut and grazed grass/White clover pastures. Grass and Forage Science, 51: 219-231. 1996.
- [36] Çaçan E., Aydın A., Başbağ M., Korunan ve Otlatılan İki Farklı Doğal Alanın Botanik Kompozisyon Açısından Değerlendirilmesi, Türk

Tarım ve Doğa Bil. Dergisi Özel sayı 2:1734-1741.2014.

- [37] Gür M., Altın M., Trakya yöresinde farklı kullanım geçmişine sahip meraların florastik kompozisyonlarının bazı özellikleri, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30:60-67.2015.



## Kanola (*Brassica napus L.*)'nın Hayvan Besleme Alanında Kullanılan Ürünleri ve Bu Ürünlerin Üretimi

Emre ŞAHİN<sup>\*1</sup>, Hüseyin NURSOY<sup>1</sup>, Fatma TERLEMEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD., Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [esahin@bingol.edu.tr](mailto:esahin@bingol.edu.tr) – ORCID No: 0000-0001-7625-1883

(Alınış: 03.04.2018, Kabul: 14.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

### Anahtar Kelimeler

Kanola,  
 Kanola yağı,  
 Soya fasülyesi,  
 Kanola küspesi,  
 Kanola protein  
 konsantreleri

**Özet:** İlk varyetelerinin içerdiği yüksek miktardaki antinutrisyonel faktörler nedeniyle, insan ve hayvan beslenmesi için uygun olmayan kanola ve ürünleri yapılan genetik çalışmalarla tüketime uygun hale getirilmiştir. Kanolanın iklim koşullarına dayanıklılığı, besin madde içeriğinin yüksekliği ve protein konsantreleri gibi yan ürün oluşturma potansiyelinin olması üretim ve kullanımını giderek artırmaktadır. Kanola, en iyi bitkisel protein kaynağı olarak kabul edilen soya ile karşılaştırıldığında iyi bir amino asit, yağ ve mineral dengesine sahip olduğu görülmektedir. Son zamanlarda geliştirilen farklı fraksiyonasyon yöntemleri ile özellikle kanola küspenin sahip olduğu olumsuz özellikler ortadan kaldırılmıştır. Bununla birlikte ürün çeşidi ve kullanım sahasında geliştirilmiştir.

## The Products of Canola (*Brassica napus L.*) Used in Animal Nutrition and Production of These Products

30

### Keywords

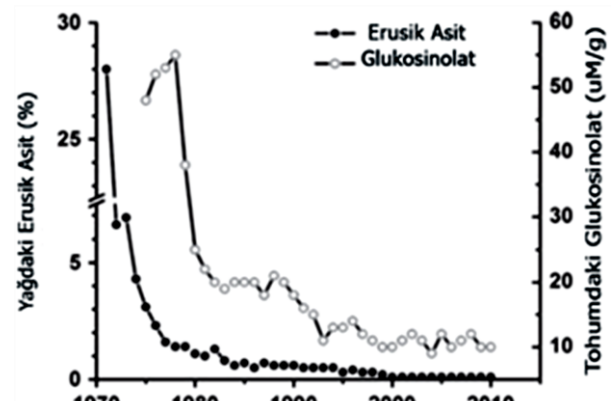
Canola,  
 Canola oil,  
 Soybean,  
 Canola meal,  
 Canola protein  
 concentrates

**Abstract:** Canola and its products, which are not suitable for human and animal feeding, due to the high amount of antinutritional factors contained at the first varieties, have been developed and adapted to consumption in subsequent years through genetic studies. Canola's climate resistance, high nutrient content, and the potential for by-product formation, such as protein concentrates, increase production and use. Canola is seen to have a good amino acid, oil and mineral balance compared to soy, which is considered to be the best source of vegetable protein. With the recently developed different fractionation methods, the negative characteristics of canola meal have been eliminated. However, it has been developed in product range and field of use.

### 1. GİRİŞ

*Brassica* (turpgiller) bitkileri, muhtemelen ilk kullanılan yeşillikler ve sebzeler olmakla birlikte sahip oldukları tat dolayısı ile de ilk kullanılan baharatlar ve çeşnilerdir [1]. Dünyada üretilen ikinci önemli yağlı tohum bitkisi olan kanola İngilizce "Canadian Oil Low Acid" (Düşük Asitli Kanada Yağı) sözcüklerinden türeyen kanola [2], Kanadalı bitki üreticileri tarafından geliştirilmiş kolza adı altında toplanan *Brassica* türlerinin genetik olarak modifiye edilmiş bir varyasyonudur. Bu modifiye *B. napus* ya da *B. rapa*'dan elde edilen yağ % 2'den düşük erusik asit ve küspesi ise düşük seviyede glukosinolat içerir. [1-3]. İkinci Dünya Savaşı sırasında buharlı deniz motorlarında kullanılması için Doğu Kanada'da kolza tohumu yağı üretimi devlet tarafından desteklenmiştir. Polonya'dan getirilen *B. rapa* ve Arjantin'den getirilen

*B. napus* Kanada'da üretilen türlerin ilk varyeteleridir. Savaşın bitiminden sonra Kanada'nın kolza üretimi önemli miktarlara ulaşmıştır.



Şekil 1. Erusik asit ve glukosinolatın yıllara göre azalışı [1].

*B. napus* Kuzey Kanada'da *B. rapa* ise Güney Kanada'da başlıca yağlı tohum ürünü haline gelmiştir [1]. Yağındaki erusik asidin fazla olmasının anlaşılmasından dolayı yapılan ıslah çalışmaları ile 1969 da düşük erusik asitli *B. napus* türü üretme çalışmalarına başlanmış ve erusik asit 1979'da % 5'e, 1985'te % 2'ye kadar indirilmiştir (Şekil 1). Kolza tohumu küspesinin içerdiği glukosinolat hayvan beslemede protein kaynağı olarak kullanımını sınırlamış ve 1974'te düşük glukosinolatlı kolza tohumu üretilmiştir [1]. Bu iki antinutrisyonel maddenin az olduğu varyeteye "double low" adı verilmiştir [3]. 1980'lerde kanolanın sahip olduğu düşük doymuş yağ asidi seviyesi onun Amerika marketlerine girmesini sağlamanın yanında kanola küspesi de hayvan yemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1992'de herbisitlere karşı dirençli türü üretilmiş ve 90'ların sonuna doğru çoğu kanola bu tipte üretilmiştir [1]. Kanola, 1960'lı yıllardan itibaren Türkiye'de önem kazanan yağlı tohumlu bitkilerden biridir. Ekim alanlarında ve üretim miktarlarında yıldan yıla önemli değişimler görülmektedir [4]. Kanada'daki ıslah çalışmaları ile kolzanın erusik asit ve glukosinolat içeriği düşürülerek kanola adıyla kullanıma sunulmasından sonra, Trakya bölgesi başta olmak üzere Türkiye'de alternatif bir yağ bitkisi olarak ekimi 2001 yılından sonra desteklenmeye başlanmış [5], 2006 yılında 53.898 da. arazide kanola ekimi yapılmış ve bundan da 12615 ton ürün elde edilmiştir. Türkiye'de 2017 yılı içerisinde ise 165195 dekar arazide kanola ekimi yapılmış ve 60000 ton ürün (tohum) elde edilmiştir [6].

Kanola, uygun iklim koşullarında buğday ile ekim nöbetine girebilmekte ve bunun yanında yemeklik yağ ve biyodizel üretiminde önemli bir açığın kapatılmasına yardımcı olacak alternatif bir bitkidir. İklim isteği yönünden buğdaya benzerlik gösterdiğinden ekim alanları her bölgede bulunmaktadır [4] ve hemen hemen aynı periyot içerisinde (Eylül-Temmuz) ekilip hasat edilebilmektedir [7]. Kanola bitkisi kışlık ve yazlık olarak ekilebilirken genel olarak 15 Eylül-15 Ekim tarihleri arasında ekilmektedir. İyi bir çimlenmenin olabilmesi için toprak sıcaklığının 10-12 °C olması gerekirken kışlık olarak ekilen kanola -15 °C sıcaklığa kadar dayanabilmektedir [4]. Rozet yapraklı (6-8 yapraklı) dönemde kışa girdiği taktirde; soğuklara karşı çok dayanıklı olması, doğal yağışlarla yetinerek ek bir sulama ihtiyacı göstermemesi, en geç temmuz ayı içerisinde hasat olgunluğuna gelmesi, hasadının tahıl biçerdöveri ile kolaylıkla yapılabilmesi ve kuru tarım koşullarında tahıllardan daha fazla verim vermesi onu önemli kılmaktadır [7]. Kanola yetiştiriciliğinde yüksek verim eldesi için münavebe yapılması gereklidir. Kanola farklı münavebe modellerine alınabilir. Model 1: Kuru şartlar altında kumsal arazide Buğday + Kanola + Baklagil, Model 2: Kuru şartlarda kara toprak arazide Buğday + Kanola + Fiğ gibi baklagil yem bitkisi, Model 3: Sulu şartlarda Buğday + Kanola + Şeker Pancarı [8] Model 4: Ayçiçeği + Kanola + Buğday [9]. Kanola, havaların sıcak veya yağışlı gitmesine ve çeşidin erkenciliğine bağlı olarak çiçeklenmeden 40 ile 50 gün sonra hasat olgunluğuna gelir. Trakya'da 10 Haziran, Akdeniz'de 10 Mayıs'tan itibaren kanola hasadı

yapılabilmektedir. Kanola hasat olumuna geldiğinde bitkilerin sap, yaprak ve kapsülleri tamamen kuruyup sararır. Kırmızısı sarı bir renk oluşur. Tohum kahverengiye dönüşmüşse hasat zamanı gelmiş demektir [9]. Kuru ot üretimi için en iyi hasat zamanı çiçeklenmenin yarı yarıya olduğu zamandır [10].

## 2. KANOLA ENDÜSTRİSİ ÜRÜNLERİ VE BESİN MADDE İÇERİKLERİ

Kanolanın yağ ve selüloz içeriği soya fasülyesinden daha fazladır (Tablo 1). Kanola öncelikli olarak yağ için işlenir. Yağ içeriği insan tüketimi için uygundur ve linoleik asidin linolenik aside oranı yaklaşık olarak ikidir (Tablo 2). Buna karşın kanola yağının içerdiği istenmeyen maddeler yağın kullanımını azaltır. Yağı çıkarıldıktan sonra dengeli bir aminoasit içeriği olan küspesi elde edilir. Ancak kanola küspesi glukosinolat, fitat ve fenolik bileşikler gibi antinutrisyonel maddeler içerir. Küspenin fraksiyonasyonu (çözünen, çözünmeyen ve fiber protein vb.) mükemmel bir amino asit içeriği (Tablo 3) sağlamanın yanında fitat gibi diğer antinutrisyonel faktörlerin de ortadan kaldırılmasını sağlar [11, 12].

**Tablo 1.** Kanola tohumu ve soya fasülyesinin içeriklerinin karşılaştırılması [11, 12].

|                 | Kanola Tohumu (%) | Soya Fasülyesi (%) |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| Nem             | 6-9               | 11-14              |
| HY <sup>a</sup> | 38-50             | 16-22              |
| HP <sup>b</sup> | 36-44             | 45-56              |
| HS <sup>a</sup> | 11-16             | 6 <sup>c</sup>     |
| HK <sup>b</sup> | 7-8               | 3,3-6,4            |

<sup>a</sup> Kuru Maddede, <sup>b</sup> Yağsız Kuru Maddede, <sup>c</sup> Kabuksuz, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, HK: Ham Kül

**Tablo 2.** Kanola Yağı ve Tohumunun Bileşimi [12].

|                                     | Kanola Yağı | Kanola Tohumu |
|-------------------------------------|-------------|---------------|
| KM %                                | 100         | 93            |
| HP %                                | 0           | 20            |
| HY %                                | 100         | 43            |
| HS %                                | 0           | 7,2           |
| Kanatlı TMEn, kkal kg <sup>-1</sup> | 9210        | 4487          |
| Domuz ME, kkal kg <sup>-1</sup>     | 8410        | 5087          |
| Ruminant NEg, kkal kg <sup>-1</sup> | 3890        | 2213          |
| Ruminant NEI, kkal kg <sup>-1</sup> | 5650        | 3274          |
| Linoleik Asit %                     | 21          | 9             |
| Linolenik Asit %                    | 12          | 5,1           |

KM: Kuru Madde, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, TMEn: Gerçek Metabolize Olabilir Enerji, ME: Metabolik Enerji, NEg: Net Enerji Kazanımı, NEI: Net Enerji Laktasyon

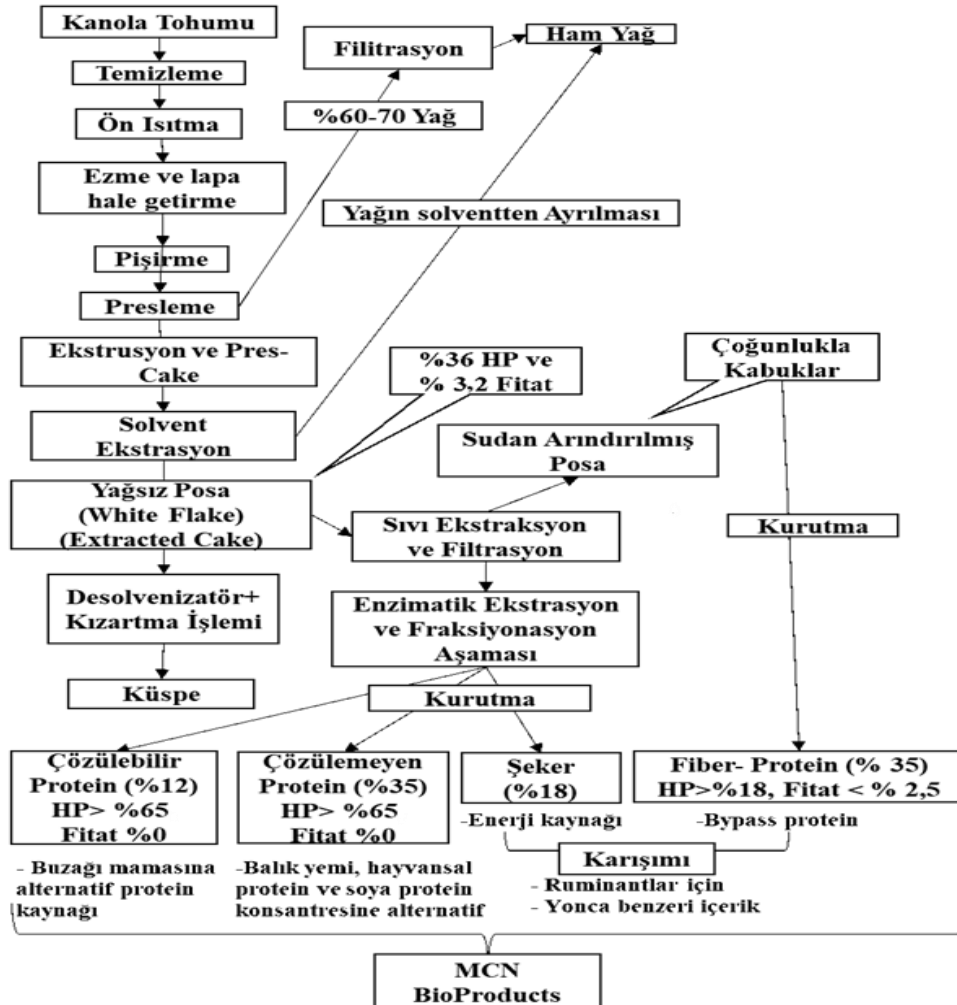
**Tablo 3.** Kanola ve Soya Fasülyesinin Esansiyel Amino Asit İçeriğinin Karşılaştırılması (% KM) [12].

| Esansiyel Amio Asit | Kanola Tohumu | Soya Fasülyesi |
|---------------------|---------------|----------------|
| İsolöysin           | 4,2           | 4,2            |
| Löysin              | 7,3           | 7,0            |
| Lizin               | 5,8           | 5,8            |
| Metiyonin           | 2,3           | 1,1            |
| Fenilalanin         | 4,1           | 4,5            |
| Treonin             | 4,5           | 3,8            |
| Triptofan           | 1,4           | 1,3            |
| Valin               | 5,2           | 4,3            |

## 2.1. Kanola Yağı

Kanola yağının solvent ekstraksiyon yöntemiyle elde edilmesi Şekil 2’de şematize edilmiştir. Temizleme; Kanola tohumu ilk olarak yabancı maddelerden arındırılmak için temizleme işlemine tabi tutulur. Temizleme işlemi aspirasyon, toz ve diğer hafif materyalin uzaklaştırılması, fazla büyük ve fazla küçük partiküllerin ayrılması olarak üç aşamadan oluşur. Ayrılan materyal hayvan yemi olarak kullanılabilir. Ön ısıtma; Kanola tohumu pul haline getirilmeden önce sıvı kuru hava ya da buhar kullanılarak ısı 30-40 °C civarına getirilir. Bu aşamada nem içeriğinin % 7-9.5 arası olması arzu edilir. Pul haline getirme; Kanola tohumlarının karşılıklı silindirelerle ezilerek pul haline getirilmesi işlemidir. İlk aşamada pul kalınlığı 0.4-0.7 mm ikinci aşamada ise 0.2-0.3 mm olur. Bu işlem hücre duvarını parçalayarak yağ ayrılmasını kolaylaştırır ve presleme sonrası hekzanın kullanıldığı solvent ekstraksiyon aşamasında verimliliği artırır. Pişirme; Pişirme işlemi dolaylı olarak buharla ısıtılan yüzeye sahip ocaklarda yapılır. İşlem sıcaklığı 75-100 °C arasında ve yaklaşık olarak 15-20 dk. boyunca sürdürülür. Yağın rengine negatif etki, yağdaki sülfür seviyesi miktarının artması ve protein dejenerasyonu gibi sonuçlardan kaçınmak için pişirme süresi dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir.

Pişirme aynı zamanda mirosinaz ve fosfolipaz adlı iki enzimi inhibe eder. Presleme; Presleme aşamasında amaç tohumun % 42 seviyesinde olan yağın ekspeller aracılığı ile % 16-20 seviyesine indirmektir. Preslenip ayrılan yağ filitreleme işlemine tabi tutulur ve yer çekiminin etkisiyle diğer maddelerden ayrılarak tohum yağının bir kısmı elde edilmiş olur. Presleme aşaması içerisinde uygulanan ve ekspander tarafından yapılan ekstrüzyon işlemi sonucu pres-cake adı verilen materyal oluşur. Bu materyal solvent ekstraksiyon aşamasındaki verimliliği artırır. Solvent Ekstraksiyon; Presleme aşamasından gelen materyal (80-100 °C) solvent olarak kullanılan hekzanın uçmaması için soğutulur. Ekstraktörün içerisine gelen materyal hekzanla (50-60 °C) yıkanır. Yıkama işleminden sonra hekzan içerisindeki yağ hekzanın evaporatörde uçurulmasıyla hekzandan ayrılır. Böylelikle presleme işleminden sonra materyalde kalan yağ çıkartılmış olur [13]. Kanolanın ilk formatından başlanarak farklılaştırılması yağdaki erusik asitin (C22:1) % 2’nin, tohumdaki glukosinolatın 30 mmol g<sup>-1</sup> seviyesinin altına düşürülmesi kalitenin artması ile sonuçlanmıştır. Kanola yağının tipik bileşimi Tablo 4’te gösterilmiştir [13]. Tekli doymamış yağ asitlerinin miktarı ayçiçeği ve soya yağına göre fazla iken çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı düşüktür (Tablo 5) [14].



Şekil 2. Kanola yağı, küspesi ve diğer ürünlerin elde edilme yöntemleri [12].

**Tablo 4.** Kanola Yağının Bileşimi [13].

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Triaçilgliserol (%)              | 94,4-99,1 |
| Fosfolipit (%)                   | < 3,2     |
| Uçucu Yağ Asitleri (%)           | 0,4-1,2   |
| Sabunlaştırılmayan Madde (%)     | 0,5-1,2   |
| Tokoferol (mg kg <sup>-1</sup> ) | 700-1200  |
| Klorofil (mg kg <sup>-1</sup> )  | 5-50      |
| Sülfür (mg kg <sup>-1</sup> )    | 3-25      |
| Demir (mg kg <sup>-1</sup> )     | <2        |

**Tablo 5.** Kanola, Soya Fasulyesi ve Ayçiçeği Yağındaki Başlıca Yağ Asidi Miktarlarının Karşılaştırılması [14]

|                                 | Kanola Yağı, % | Soya Yağı, % | Ayçiçek Yağı, % |
|---------------------------------|----------------|--------------|-----------------|
| C14:0, Miristik Asit            | 0,1            | 0,1          | --              |
| C16:0, Palmitik Asit            | 3,6            | 10,8         | 6,2             |
| C18:0, Stearik Asit             | 1,5            | 4            | 4,7             |
| C20:0, Araşidonik Asit          | 0,6            | --           | 0,2             |
| C22:0, Behenik Asit             | 0,3            | --           | 0,1             |
| C24:0, Lignoserik Asit          | 0,2            | --           | 0,1             |
| <b>Toplam Doymuş YA</b>         | <b>6,3</b>     | <b>14,9</b>  | <b>11,3</b>     |
| C16:1, Palmitoleik Asit         | 0,2            | 0,3          | 0,2             |
| C18:1, Oleik Asit               | 61,6           | 23,8         | 20,4            |
| C20:1, Ekosenoik Asit           | 1,4            | 0,2          | --              |
| C22:1, Erusik Asit              | 0,2            | --           | --              |
| <b>Toplam Tekli Doymamış YA</b> | <b>62,4</b>    | <b>24,3</b>  | <b>20,6</b>     |
| C18:2n-6, Linoleik Asit         | 21,6           | 53,3         | 68,8            |
| C18:3n-3, Alfa Linolenik Asit   | 9,6            | 7,6          | --              |
| <b>Toplam Çoklu Doymamış YA</b> | <b>31,3</b>    | <b>60,8</b>  | <b>68,8</b>     |

## 2.2 Kanola Küşpesi

Solvent ekstraksiyondan sonra oluşan materyal (posa, White flake, marc) desolvenizatör-kızartıcıya gönderilir. Burda materyal içerisinde kalan az miktardaki solvent (hekzan) 20-30 dk süresince 130 °C buhar kullanılarak ayrılır. Ardından kızartma aşamasına geçilir ve glukosinolat gibi antinutrisyonel faktörlerin azalması sağlanır. Kızartma işleminden sonra kurutulup soğutulan küspe depolamak için ya pelet haline getirilir ya da granülize edilir [12]. Kanola küspesinin besin içeriği bitkinin yetiştiği süre içerisindeki çevresel koşullardan, hasat zamanından ve bitkinin kültür çeşidi ile küspe işleme aşamalarından etkilenebilir. Kanola küspesinin temel kimyasal kompozisyonu Tablo 6'da gösterilmiştir [1]. Küspenin içerdiği % 35 düzeyindeki proteinin aminoasit balansının dengede olması onu istenen ve fonksiyonel olan kesin bir protein kaynağı haline getirebilmektedir (Tablo 7). Düşük seviyedeki glukosinolattan dolayı hayvanlar için kullanılacak uygun bir yem maddesidir. Besin içeriği baz alındığında, kanola küspesi soya küspesinin % 75'i değerinde olmasının yanında kanola küspesinin maliyeti soya küspesinden daha azdır [12]. Kanola küspesi lizin bakımından yetersiz olmasına karşın metiyonin ve sistin bakımından zengindir [1]. Kanola küspesinin karbonhidrat yapısı biraz komplekstir. Toplamda % 15 oranında nişasta, serbest şeker ve çözülebilir nişasta olmayan polisakkarit (NOP) içermesi sindirilebilir enerjiye belirgin bir katkı sağlar (Tablo 8). Soya küspesinin aksine kanola küspesi kabuk içermektedir. Bundan dolayı kanola küspesinin ham lif içeriği (% 11.7) soya küspesinden fazladır. İlimli miktarda Asit

Deterjan Fiber (ADF) içermesine rağmen düşük seviyede Nötral Deterjan Fiber (NDF) içerir. Küspenin düşük NDF:ADF oranı ruminant beslemede yarar sağlar [1]. Kanola küspesi özellikle iyi bir selenyum (1,1 mg kg<sup>-1</sup>) ve fosfor kaynağıdır. Fosfor fitat olarak bulunur ve toplam fosfor değerlendirilebilirliği % 30-50 arasında değişir. Küspenin farklı hayvanlar için enerji değerleri Tablo 9'da verilmiştir. Enerji değerleri özellikle küspenin protein, yağ ve lif miktarına göre farklılık gösterir. Küspe kolin, biyotin, folik asit, niyasin, riboflavin ve tiyamin bakımından zengindir [1]. Glukosinolatlar alifatik ve indolil olmak üzere iki ana tipten oluşur. Alifatik olanlar glukosinolatların % 85'ini oluştururken indolil olanlar geri kalan kısmı oluşturur. Kanola küspesinin toplam glukosinolat içeriği yaklaşık olarak 7,2 µmol g<sup>-1</sup>'dir [15]. Glukosinolatların yıkım ürünleri olan tiyosiyonat, izosiyonat, goitrin ve nitrillerdir. Bu maddelerin hayvanlar üzerine değişik negatif etkileri vardır. Bu zararlı maddelerin çoğunluğu tiroit hormon üretimini etkilerken bir diğer kısım da karaciğeri etkiler [1].

**Tablo 6.** Kanola Küspesinin Kimyasal Kompozisyonu (% KM) [1].

| Bileşik                              | Ortalama |
|--------------------------------------|----------|
| HP                                   | 36       |
| Rumen bypass protein                 | 35       |
| Yağ                                  | 3,5      |
| Linoleik Asit                        | 0,6      |
| Kül                                  | 6,1      |
| HS                                   | 12       |
| Tanen                                | 1,5      |
| Sinapin                              | 1        |
| Fitik Asit                           | 3,3      |
| Glukosinolat (µmol g <sup>-1</sup> ) | 7,2      |

HP: Ham Protein, HS: Ham Selüloz

**Tablo 7.** Kanola Küspesinin Amino Asit Kompozisyonu, (% HP) [12].

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Alanin            | 4,37  |
| Arjinin           | 5,78  |
| Asparat+asparjin  | 7,25  |
| Sistin            | 2,39  |
| Glutamat+glutamin | 18,15 |
| Glisin            | 4,91  |
| Histidin          | 3,10  |
| İzolöysin         | 4,33  |
| Löysin            | 7,06  |
| Lizin             | 5,55  |
| Metiyonin         | 2,06  |
| Metiyonin+sistin  | 4,45  |
| Fenilalanin       | 3,83  |
| Prolin            | 5,97  |
| Serin             | 4     |
| Treonin           | 4,38  |
| Triptofan         | 1,33  |
| Tirozin           | 3,22  |
| Valin             | 5,46  |

**Tablo 8.** Kanola Küspesinin Karbonhidrat Kompozisyonu (% KM) [1].

|                      |      |
|----------------------|------|
| Nişasta              | 5,1  |
| Şeker                | 6,7  |
| Sukroz               | 6,2  |
| Fruktoz+glikoz       | 0,5  |
| Selüloz              | 4,5  |
| Oligosakkarit        | 2,2  |
| NOP                  | 15,7 |
| Suda Çözünen         | 1,4  |
| Suda Çözünmeyen      | 14,4 |
| Ham Lif              | 11,7 |
| ADF                  | 16,8 |
| Asit Deterjan Lignin | 5,1  |
| NDF                  | 20,7 |
| Total Diyet Lifi     | 32,3 |

**Tablo 9.** Kanola Küspesinin Hayvanlara Göre Metabolik Enerji Değerleri [1].

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| Kanatlı | 2070 kkal kg <sup>-1</sup> |
| Domuz   | 2900 kkal kg <sup>-1</sup> |
| Siğir   | 2480 kkal kg <sup>-1</sup> |

### 2.3. Kanola Protein Konsantreleri ve Yan Ürünleri

Düşük değerli yan ürün ve atık oluşturmadan yüksek kaliteli ürünler elde etmek için yağlı tohumlara sıvı ekstraksiyon, fraksiyonasyon ve enzim uygulanması (defitinizasyon) güncel bir tekniktir. Fraksiyonasyon ile özellikle ruminantların beslenmesi için kullanılan lif-protein olarak adlandırılan yem bileşeni, defitinizasyon ile bir çok hayvanda kullanılabilen defitinize yüksek proteinli fraksiyon elde edilir [16].

Küspe yapımı aşamasında tohumun kabukları ayrılmadığı için lif içeriği yüksektir. Bu yüzden kanatlı ve domuz gibi tek midelilerde kullanımı kısıtlıdır. Örneğin tanen gibi fenolik antinutrisyoneller lif içerisinde buldukları için monogastrik hayvanların performansını etkileyebilirler. Kuspe yapılırken kızartma aşaması protein çözünürlüğünü ve lizin tavuklardaki sindirilebilir seviyesini azaltır [17]. Küspenin içerisinde bulunan fitik asit protein, amino asit ve minerallerle kompleks olarak monogastriklerde besinlerin sindirilebilirliğini düşürmektedir [16].

MCN BioProducts şirketi, tescillemiş olduğu kanola protein konsantresi işlemini geliştirmiştir.

1) Çözünmeyen kanola protein konsantresi (insoluble canola protein, IP) 2) Çözünen kanola protein konsantresi (soluble canola protein, SP) olmak üzere iki ürünü solvent ekstraksiyonundan geçirilmiş materyalden (posa, marc) elde etmiştir (Şekil 2). Ürün % 65'ten fazla protein, 5 µmol g<sup>-1</sup> glukosinolat içerir, fitin barındırmaz ve amino asit içeriklerinin balansı iyi bir şekilde sağlanmıştır. Ürünler, yüksek besin değerli ve yüksek sindirilebilirliği olan bitki orjinli protein konsantrelerine ihtiyaç duyan karnivorlar, balıklar ve diğer hayvan türlerinin yemlerinde kullanılabilir [2]. Posa ilk olarak suyla bulamaç haline getirilir ve ardından MCN sıvı fraksiyon yöntemine göre protein konsantresi ve yan ürünler elde edilir. Bu işlem kabuklu yan ürün olan fiber-protein (FP), şeker (Can-Sugar) ve mineralleri de meydana getirir. Bu yan ürünler ayrılarak ya da birbiri ile karıştırılarak kurutulup kullanılabilir. Tablo 10'da işlem sonu oluşan 3 ürünün besinsel ve antibesinsel içeriği gösterilmektedir. Kabuk fraksiyonu (Fiber-Protein) ayrıldıktan sonra defitinizasyon aşamasına geçilir. Bu aşama, protein konsantrelerinde ve yan ürün olan şeker-mineralde fitik asidin sıfır seviyesine inmesini sağlar. Glukosinolatlar ve diğer çözünebilir antinutrisyonel faktörler her iki protein konsantresinde de yakanır [2].

**Tablo 10.** Sulu Fraksiyonasyon Yöntemiyle Elde Edilen Ürünlerin Kompozisyonları (% KM) [2].

|                                      | Çözünmeyen Protein | Çözünen Protein | Fiber Protein-Şeker |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Protein                              | 69,7               | 63,1            | 21,9                |
| PDI                                  | 4,8                | 72,3            | --                  |
| Ham Lif                              | 3,98               | 0,45            | 16,9                |
| Kül                                  | 10,4               | 10,2            | 10,2                |
| Fitik Asit                           | 0,00               | 0,00            | 0,6                 |
| Glukosinolat (µmol g <sup>-1</sup> ) | 3,53               | 4,01            | 3,58                |

PDI:Numunedeki total çözünebilir proteinlerin yüzdesi

#### 2.3.1. Kanola Fiber-Protein ve Can-Sugar

Fiber Protein (FP), kanola küspesinin içinde bulunan kanola kabuklarında ve diğer fibröz materyalde bulunur ve tespit edilebilir bir kokuya sahip değildir. Can-Sugar; şeker, nitrojen bileşikleri ve mineraller gibi suda çözünebilir maddelere sahiptir. FP iyi bir lezzete sahip olmamasından dolayı, Can-Sugar ile birlikte kimyasal kompozisyonları benzer olan yonca peletlerine katılmaya başlanmıştır (Tablo 11). FP ve Can-Sugar 2:1 oranında karıştırılıp 150 g kg<sup>-1</sup> miktarda yonca peletlerine katılması lezzetliliği ve laktasyon performansını belirgin bir şekilde etkilemediği görülmüştür [18].

**Tablo 11.** Fiber-Protein, Can-Sugar, standart yonca peleti ve 150g kg<sup>-1</sup> fiber-protein / Can-Sugar (2:1 oranında) karıştırılıp peletlenmiş yoncanın kimyasal kompozisyonu (g kg<sup>-1</sup>) [18].

|             | Fiber-Protein | Kanola Şekeri | Standart Yonca Peleti | Karıştırılmış Yonca Peleti |
|-------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------------|
| KM          | 918           | 876           | 972                   | 972                        |
| HK          | 43            | 193           | 80                    | 83                         |
| OM          | 957           | 807           | 920                   | 917                        |
| HP          | 309           | 156           | 162                   | 186                        |
| NDF         | 556           | 1             | 375                   | 373                        |
| ADF         | 463           | 1             | 254                   | 258                        |
| NPN         | 43            | 130           | 32                    | 47                         |
| Hemiselüloz | 93            | 0             | 121                   | 115                        |
| HS          | 222           | 0             | 195                   | 189                        |

KM:Kuru Madde, HK: Ham Kül, OM: Organik Madde, HP: Ham Protein, NDF; Nötral Deterjan Fiber, ADF: Asit Deterjan Fiber, NPN: Protein Olmayan Azot, HS: Ham Selüloz



### 3. SONUÇ

Kanola dünyada soya fasulyesinden sonra ikinci protein kaynağı olarak kullanılmakta Türkiye’de de giderek yaygınlaşmaktadır. Geliştirilmekte olan işleme teknolojileri ve genetik çalışmalarla birlikte ilerleyen yıllarda kanola küspesinin kanatlı ve domuz gibi monogastrik hayvanların rasyonlarında sınırlı olan kullanma oranı artırılabilir belki de soya küspesinin yerini alabilecektir.

### KAYNAKLAR

- [1] Daun JK, Eskin N, Hickling D, Canola: chemistry, production, processing, and utilization, American Oil Chemists' Press, Urbana, 2011.
- [2] Maenz DD, Canola protein concentrate for use as a high-valued animal feed ingredient, in Feed and Industrial Raw Material: Feed. 2007: China. p. 274-276.
- [3] Downey RK, Rapeseed to canola: Rags to riches. In, NABC Report 18: Agricultural Biotechnology: Economic Growth Through New Products, Partnerships and Workforce Development, NABC, USA, 2006.
- [4] Tıraş M, Türkiye’de Kanola Tarımı, Doğu Coğrafya Dergisi. 14(21): pp. 159-172, 2009.
- [5] Aybal NÖ, Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) yavrularının yemlerinde protein kaynağı olarak kanola (*Brassica* spp.) küspesi kullanma olanakları, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,(Doktora), Isparta, 2007.
- [6] TÜİK, Yağlı Tohumlar, 2017.
- [7] Baydar H, Isparta Koşullarında Kanola (*Brassica napus* L.) Çeşitlerinin, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 9(3), 2005.
- [8] Süzer S, Kanola (Kolza) Tarımı, Hasad Yayıncılık, AŞ İstanbul. 2008.
- [9] Gizlenci Ş, Acar M, Dok M [İnternet]. Kanola Tarımı,[Erişim Tarihi: 01.03.2018]. Erişim adresi: <https://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Kanola%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>.
- [10] Kılıç Ü, Using canola forage as roughage source in ruminant nutrition (a review), Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi. 49(2): pp. 125-135, 2009.
- [11] Salunkhe D, Chavan J, Adsule R, Kadam S, Sunflower, World Oilseeds: Chemistry, Technology and Utilization; Salunkhe, DK, Van Nostrand, R., Eds. pp. 97-139, 1992.
- [12] Newkirk R, Meal nutrient composition. In, Canola, Elsevier, pp. 229-244, 2011.
- [13] Przybylski R, Mag T, Eskin NAM, McDonald BE, Canola oil. In, Bailey's industrial oil and fat products, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2005.
- [14] Przybylski R Eskin NM, Oil composition and properties. In, Canola, Elsevier, pp. 189-227, 2011.
- [15] Newkirk R, Classen H, Edney M, Effects of prepress-solvent extraction on the nutritional value of canola meal for broiler chickens, Animal Feed Science and Technology. 104(1-4): pp. 111-119, 2003.
- [16] Maenz DD, Newkirk RW, Classen HL, Tyler RT, Fractionation and processing of oilseed meal. 2004, Google Patents.
- [17] Newkirk R, Classen H, Scott T, Edney M, Commercial desolventization-toasting conditions reduce the content and digestibility of amino acids in canola meal, Poultry Sci. 79: pp. 64, 2000.
- [18] Heendeniya R, Christensen D, Maenz D, McKinnon J, Yu P, Utilization of canola seed fractions for ruminants: Effect of canola fibre-protein and can-sugar inclusion in dehydrated alfalfa pellets on palatability and lactation performance of dairy cows, Canadian journal of animal science. 90(2): pp. 279-283, 2010.



## Polipropilen Liflerin Perlit Esaslı Geopolimerlerin Mekanik Davranışına Etkisi

Mehrzad MOHABBİ YADOLLAHİ<sup>1</sup>, Sadık VAROLGÜNEŞ\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [svarolgunes@bingol.edu.tr](mailto:svarolgunes@bingol.edu.tr) – ORCID No: 0000-0001-9580-9889

(Alınış: 07.12.2018, Kabul: 17.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
 Geopolimer,  
 Basınç Mukavemeti,  
 Eğilme Mukavemeti,  
 Polipropilen Lif

**Özet:** Altyapı çalışmaları dünya çapında büyüdükçe, Normal Portland Çimento (NPC) talebi de katlanarak artmaktadır. Çalışmalar, bir ton çimento üretiminin, kireç taşının kalsinasyonu ve fosil yakıtın yanması nedeniyle bir ton CO<sub>2</sub>' i atmosfere saldıgını ortaya koymuştur. Çimento üretimi son derece enerji-yoğun bir süreç olmasının yanında enerji elde etmek için fosil kaynakları tüketen ve sera gazı üreten bir süreçtir. Davidovits (1978), bağlayıcıların, alkali sıvının uçucu kül, yüksek fırın cürufu, pirinç kabuğu külü gibi alümino-silikat materyalleri ile polimerik reaksiyonu ile üretilebileceği yeni bir yol önermiştir. Ayrıca kaya bazlı puzolanlardan üretilen geopolimerlerin güçlü kimyasal bağlar oluşturma yetenekleri vardır. Elyaf takviyeli geopolimer, mukavemet özelliklerini geliştirmek amacıyla, mikro takviye olarak, karışımına fiberlerin sokulduğu, görece yeni bir kompozit malzemedir. Bu çalışmanın amacı eğilme ve basınç mukavemeti yüksek olan ve normal çimentoya alternatif olan bir yapısal bağlayıcı geliştirmektir. Bunun için bu çalışmada polipropilen liflerin, perlit tabanlı geopolimerlerin mekanik davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu eksikliklerin giderilmesi ile geopolimerlerin yararlı çevre dostu bir malzeme olduğu da vurgulanmış olacaktır.

36

## The Effect of Polypropylene Fibers on Mechanical Behavior of Perlite Based Geopolymers

**Keywords**  
 Geopolymer,  
 Compressive  
 Strength,  
 Flexural Strength,  
 Polypropylene Fiber

**Abstract:** As infrastructure work grows worldwide, the demand for Ordinary Portland Cement (NPC) is growing exponentially. Studies have shown that one ton of cement production releases one ton of CO<sub>2</sub> into the atmosphere due to the calcination of limestone and the combustion of fossil fuel in production process. Cement production is not only an energy-intensive process, but also a process that consumes fossil resources and produces greenhouse gases to obtain energy. Davidovits (1978) proposed a novel route in which binders can be produced by polymeric reaction and by activation of aluminosilicate materials such as fly ash, blast furnace slag, and rice husk ash. In addition, geopolymers produced from rock-based pozzolans have the ability to form strong chemical bonds. The fiber-reinforced geopolymer is a relatively new composite material that composite fiber is introduced into the mixture as micro reinforcement in order to improve the strength properties. The aim of this study is to develop a structural bond with high flexural and compressive strength and an alternative to normal cement. In this study, the effect of polypropylene fibers on the mechanical behavior of perlite-based geopolymers was investigated. With the elimination of these deficiencies, it will be emphasized that geopolymers are a useful environmentally friendly material.

### 1. GİRİŞ

Kentleşme, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler bir yandan toplumlar için daha iyi yaşam koşulları sağlarken, öte yandan doğal kaynakların tükenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına çevre sorunlarının artmasına neden olmaktadır [1]. Binalar, küresel iklim değişikliği ve enerji ile ilgili diğer çevresel konular üzerinde büyük etkisi olan enerji tüketen yapılarıdır. Binalar toplam birincil enerji tüketiminin yaklaşık yüzde 40'ından ve elektrik tüketiminin yüzde 70 inden sorumludur. ABD' de bina kaynaklı enerji tüketimi

sonucunda CO<sub>2</sub>'nin yaklaşık yüzde 40 ı, SO<sub>2</sub>' nin yüzde 50 si ve NO<sub>x</sub> emisyonlarının yüzde 20 si üretilmektedir [2-3]. Normal Portland Çimentosundan yapılan beton, günümüzde insanlığın en çok kullandığı meta olarak ikinci sıradadır. 2008 yılında küresel çimento üretimi 2,6 milyar ton olarak gerçekleşmiş ve küresel antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonları içindeki % 5-8 lik payını korumuştur [4]. Kopenhag Anlaşmasına göre, ülkeler küresel ortalama sıcaklık artışını 2°C' nin altında tutmayı kabul etmişlerdir. 2 °C' yi aşan artışlar, iklim değişikliğine neden olan, su temini, tarımsal üretkenlik, deniz seviyesinin yükselmesi, insanın yaşayabilme ve küresel

güvenlik gibi baş edilemez sonuçları içeren tehlikeli bir antropojenik müdahaleyi tetikleyebilir [5-6]. Yüksek alkalinite ve amorf alümino-silikat materyalleri ile olan çözeltiler arasındaki reaksiyonlar, inorganik polimer çimento veya geopolimer olarak da bilinen bir inorganik bağlayıcıyı üretir [7]. Geopolimerler yeşil bir materyal olarak düşünülebilir, çünkü minimum işlenmiş doğal materyallere veya endüstriyel ürünlere dayanır, böylece karbon ayak izini azaltır. Geopolimerler günümüzde hızlı mukavemet kazanımı, korozyon direnci, kimyasal stabilite, düşük büzülme oranı ve donma çözülme direnci açısından büyük ilgi görmektedir. Geopolimerler normal Portland çimentosu ve betonuna alternatif olarak kabul edilmektedir. Geopolimer terimini, jeolojik yapı elemanları olan Al ve Si temelli olması nedeniyle ilk kez Davidovits literatüre kazandırmıştır. Geopolimerleri nasıl değerlendirmeliyiz? Beton için yeni bir malzeme, yeni bağlayıcı veya yeni çimentolar mıdır?

Araştırmacılar tarafından, düşük sıcaklıklı alümino-silikat cam, alkali aktif çimento ve hidroseramik gibi farklı terminolojiler kullanılmış olsa da, “geopolimer” bu teknolojinin genel kabul gören adıdır [3,8-10]. Geopolimerlerin moleküler yapısı bir alümino-silikat ağından oluşur ve bu da alüminosilikat ve alkali-polisisilat arasındaki nispeten yüksek alkali ortamda kimyasal reaksiyonun bir ürünüdür [11]. Doğal puzolanlar, partiden partiye değişen çok çeşitli kimyasal bileşimlere sahip jeolojik tortulardır, ancak bunlar genellikle hâlihazırda SiO<sub>2</sub>'de yüksek oranda bulunurlar. [12]. Puzolanlar, düşük çevresel etkiye sahip yüksek performanslı çimentolu yapı malzemelerini sentezlemek için alkali bir ortamda sodyum silikat ile aktive edilebilir ve yoğunlaştırılabilir [13]. Bu çalışma yazarın daha önce yayınlamış olduğu perlit aktivasyonu hakkındaki yayınının devamıdır [14].

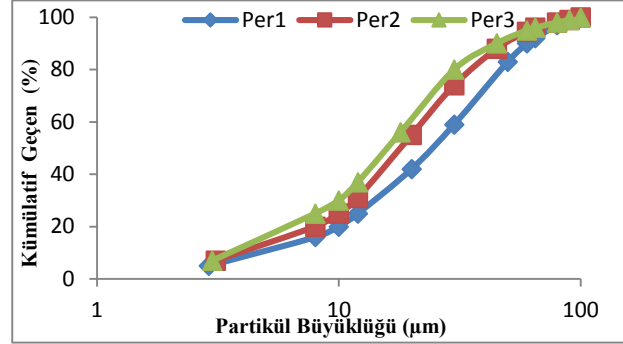
## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Fiber Takviyeli Geopolimer Yapımında Kullanılan Hammaddeler

#### 2.1.1. Perlit

Çalışmada kullanılan hammadde perlitir. Bu çalışmada, geopolimer üretimi için volkanik tabanlı alüminosilikat malzemesi olan Perlit Kaneh Azar Co.' dan (Tebriz, İran) elde edilmiştir. Hazırlanan doğal perlit değirmende öğütülmüştür. Perlit tozunun partikül büyüklüğü dağılımının geopolimer özelliklerini önemli ölçüde etkileyebileceği bilindiğinden “hidrometre analizi” kullanılarak bir partikül boyutu dağılımı analizi gerçekleştirilmiştir [11]. Çalışmada üç farklı partikül büyüklüğü kullanılmıştır. Geopolimerlerin basınç dayanımı da temel olarak puzolan ince partiküllerinin içeriğine bağlıdır. Öğütülmüş perlitin partikül büyüklüğü dağılımları Şekil 1’ de gösterilmiştir. Öğütülmüş perlitin spesifik yüzey alanları sırasıyla Per1, Per2 ve Per3 için 3100, 3580 4300 m<sup>2</sup>/kg ve öğütülmüş perlit yoğunluğu 2,379 gr/cm<sup>3</sup>tür. Ölçümler BET N2 adsorpsiyonu ile yapılmıştır. Parçacık boyutu yaklaşık 3 ile 90µm arasında değişmekte olup, her bir dizinin tekdüzelik

faktörü sırasıyla 3,8- 3,78-3,16’dır. X-ışını toz kırınımı (XRD), faz bileşimlerini ve numunelerin kristalliliğini karakterize etmek ve tanımlamak için kullanılmıştır. XRD analizleri sonucunda Tebriz perlit için numunelerinin tamamen amorf malzemeler olduğu tespit edilmiştir [14].



Şekil 1. Öğütülmüş Perlit için partikül büyüklüğü dağılımları

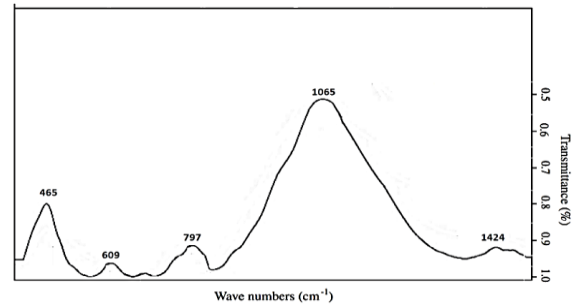
XRF ile belirlenen perlitin kimyasal bileşimi Tablo 1’ de [15] ve Perlitin fiziksel bileşimi ve özellikleri Tablo 2’de sunulmuştur. Şekil 2’de gösterilen mevcut kimyasal bağların belirlenmesi için FTIR analizi yapılmıştır.

Tablo 1. Öğütülmüş Tebriz Perlit Kimyasal Özellikleri

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO | MgO | K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | Ti <sub>2</sub> O | Mn <sub>2</sub> O | Diğer | LOI  |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------|------|
| 79,6             | 11,5                           | 0,8                            | 0,8 | 0,5 | 5,3                                | 0,2             | 0,1               | 0,06              | 1,13  | 1,13 |

Tablo 2. Tebriz Perlitine ait bazı fiziksel özellikler

| Parametre        | Data        |
|------------------|-------------|
| Renk             | Beyaz       |
| Yumuşama Noktası | 800-1000°C  |
| Erime Noktası    | 1315-1390°C |
| pH               | 6,6-8,0     |



Şekil 2. Genleştirilmemiş Tebriz Perlit için FTIR spektrumu

Alümino-silikat bağları, yani Si-O-Al, FTIR analizi ile sağlanmıştır [14]. Yaklaşık 1065 cm<sup>-1</sup> lik titreşim Si-O & Al-O bağlarının kanıtıdır. Benzer şekilde, 465, 609, 797cm<sup>-1</sup> lik dalga boyları sırası ile Al-O & Si-O, Si-O-Si and Si-O-Si bağları ile ilgilidir. Ayrıca, 1424 cm<sup>-1</sup> lik dalga boyu O-C-O/CO<sub>3</sub> yani CaCO<sub>3</sub> bağları ile ilgilidir. [16].

### 2.1.2. Sodyum hidroksit

Geopolimer üretiminde alkali çözelti olarak kullanılan yaygın malzemeler sodyum metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) ve sodyum hidroksittir ( $\text{NaOH}$ ). Yaygın olarak sodyum hidroksitler, katı halde topaklar ve pullar halinde temin edilebilir. Bu çalışmada sıvı sodyum hidroksit kullanılmış, fiziksel ve kimyasal özellikleri üretici tarafından temin edilmiş ve Tablo 3 te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Sodyum Hidroksit Çözeltisi Konsantrasyonu

| KİMYASAL FORMÜL      | NaOH*H <sub>2</sub> O |
|----------------------|-----------------------|
| NaOH                 | 32-33 %               |
| H <sub>2</sub> O     | 67-68 %               |
| Görünüm              | Jel                   |
| Özgül Ağırlık (20°C) | 1,35                  |

### 2.1.3. Sodyum silikat

Sodyum silikat cam suyu olarak bilinir ve jel formunda bulunur. Bu çalışmada,  $\text{SiO}_2$  ile  $\text{Na}_2\text{O}$  arasındaki oran 1,95 ile 2,30 dur. Kullanılan sodyum silikatın kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Sodyum Silikat Solüsyonunun Yoğunluğu

| Kimyasal Formül      | Renksiz Na <sub>2</sub> O*SiO <sub>2</sub> |
|----------------------|--|
| SiO <sub>2</sub>     | 22-24 %                                    |
| Na <sub>2</sub> O    | 11-12 %                                    |
| H <sub>2</sub> O     | 64-67 %                                    |
| Görünüm              | Jel  |
| Özgül Ağırlık (20°C) | 1,38-1,397                                 |

### 2.1.4. Süper plastikleştirici

Bu çalışmada, Glenium C303 süper plastikleştirici olarak kullanılmış ve özellikleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Glenium C 303 Teknik Özellikleri

| Adı                                   | Glenium C 303          |
|---------------------------------------|------------------------|
| Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> ) (20°C) | 1,023-1,063            |
| Klorin % (En 480-10)                  | < 0,1                  |
| Renk                                  | Yeşil                  |
| Homojenlik                            | Homojen                |
| Kimyasal İçerik                       | Sentetik Polimer Bazlı |

### 2.1.5. Polipropilen lifler

Polipropilen liflerin özellikleri Tablo 6 da verilmiştir.

**Tablo 6.** Çalışmada kullanılan Polipropilen Liflerin Özellikleri

| Özellikler                         | A tipi Lif   |
|------------------------------------|--------------|
| Şekil                              | Stabil Fiber |
| Boyut (mm)                         | 15           |
| Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,92         |
| Elastisite Modülü (GPa)            | 3,15         |
| Çekme Dayanımı (MPa)               | 620          |
| En Büyük Uzama (%)                 | 22           |
| Elektrik Geçirgenliği              | Düşük        |

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Erime Noktası (°C) | 160    |
| Yanma Noktası (°C) | 590    |
| Isıl İletkenlik    | Düşük  |
| Alkali Direnci     | Yüksek |
| Asit Direnci       | Yüksek |
| Tuz Direnci        | Yüksek |

## 2.2. Deneysel Teknikler ve Numune Hazırlama

Tebriz perlitinin aktivasyon özelliklerinin basınç dayanımı üzerindeki etkisini belirlemek için Tablo 7 de gösterilen üç incelik sınıfı için dokuz karışım oranı tasarlanmıştır. Palomo ve arkadaşları tarafından bildirilen pilot bir çalışmaya göre, doğal puzolanlara, çözelti halinde, alkalın ve sodyum silikat karışımı katılarak yapılmış geopolimerlere oranla alkalın hidroksit solüsyonu katılarak yapılmış geopolimerlerdeki basınç mukavemetinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir [17]. İlk olarak alkali hidroksit çözeltisi eklenerek Al-Si bağları kırılmış ve böylece Al-Si bağlarının çözülmesine neden olunmuştur. Daha sonra, cam suyu ile yani sodyum silikat ile yeni reaksiyonlara girmiş ve yeni alüminosilikat bağlarının oluşumuna neden olunmuştur. Bununla birlikte, karışık bir çözelti olarak alkalın ve sodyum silikatın eklenmesi, iki karşıt reaksiyon yaratır. Bu nedenle, karışım, doğal puzolanlara hidroksit çözeltilerinin eklenmesi ve önce 15 dakika karıştırılması ile hazırlanmıştır. Karışıma Sodyum Silikat katıldıktan sonra 3 dakika daha karıştırılmaya devam edilmiştir [18]. Ortaya çıkan harç 50\*50\*50 mm<sup>3</sup> lük çelik kalıplara aktarılmıştır ve daha sonra 2 dk boyunca sarsma tablası ile sarsılmıştır. Daha sonra, ilk kurutma aşamasında numuneler, fırında 65 °C de 48 saat bekletilmiştir. Kalıpların açık olan yüzeyleri kür aşamasında polietilen film ile kaplanmıştır. Bu işlem, kür sırasında alkali ile aktive edilmiş numunelerde aşırı su buharlaşmasını önler ve polimerizasyon için suyun gerekli olması nedeniyle önemli bir adımdır. 48 saat sonra kalıptan çıkarma işlemi yapılmış ve daha sonra numuneler ASTM C39'a göre basınç testine hazır hale getirildikten sonra oda (yaklaşık 25 °C) şartlarında, kaplanmış olduğu film tabakası sökülerek 28 inci güne kadar laboratuvarında bırakılmıştır. Basınç dayanımı, 1mm/dk'lık bir yer değiştirme oranına sahip test cihazı ile test edilerek değerlendirilmiştir. Numunelerin iki ucu, düz ve paralel yüzeyler elde etmek için zımpara kâğıdı ile pürüzsüz hale getirilmiş, ardından numune uç yüzeyleri ve cilalı paslanmaz çelik arasındaki sürtünmeyi (ve dolayısıyla kesme gerilmesini) en aza indirmek için ince bir yağlama tabakası uygulanmıştır. Kurutulmuş bütün geopolimer karışımlar için ASTM C39'a göre basınç dayanımı test edilmiştir. Yazarın önceki çalışmasındaki her test karşılık bu çalışmadaki 3 numunenin sonuçlarının ortalaması kullanılmıştır [19-21].

**Tablo 7.** Polipropilen İçermeyen Tebriz Perlit Bazlı Geopolimerlerin Karışım Oranları

| Karışım Tasarımı | Perlit (g) | NaOH Solüsyonu (g) | Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> Solüsyonu (g) | H <sub>2</sub> O (g) | Süper Plastikleştirici (g) | MS** | Na <sub>2</sub> O (%) | Su/Bağlayıcı |
|------------------|------------|--------------------|--|----------------------|----------------------------|------|-----------------------|--------------|
| 1                | 1214,08    | 142,68             | 109,59   | 258,38               | 48,56                      | 0,52 | 4                     | 0,36         |
| 2                | 1152,81    | 237,08             | 182,11   | 164,19               | 46,11                      | 0,52 | 7                     | 0,40         |
| 3                | 1096,27    | 322,08             | 247,40   | 80,02                | 43,85                      | 0,52 | 10                    | 0,44         |
| 4                | 1205,65    | 234,74             | 220,42   | 137,80               | 48,22                      | 0,60 | 7                     | 0,36         |
| 5                | 1144,11    | 317,93             | 298,52   | 24,25                | 45,76                      | 0,60 | 10                    | 0,40         |
| 6                | 1302,08    | 107,20             | 136,20   | 197,29               | 52,08                      | 0,60 | 4                     | 0,44         |
| 7*               | 1186,83    | 260,94             | 352,63   | 14,24                | 47,47                      | 0,68 | 10                    | 0,36         |
| 8                | 1173,49    | 122,93             | 138,91   | 270,46               | 46,94                      | 0,68 | 4                     | 0,40         |
| 9                | 1127,00    | 206,61             | 233,47   | 161,53               | 45,07                      | 0,68 | 7                     | 0,44         |

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Perlit Bazlı Fiber Geopolimerlerin Basınç Dayanımı ve Eğilme Momenti

Perlit bazlı geopolimer basınç dayanımını belirlemek için bu çalışmada hidrolik çimentonun basınç dayanımı için ASTM C109 standart test yöntemi kullanılmıştır.

**Tablo 8.** Tebriz Perliti Yük-Gerilme İlişkileri

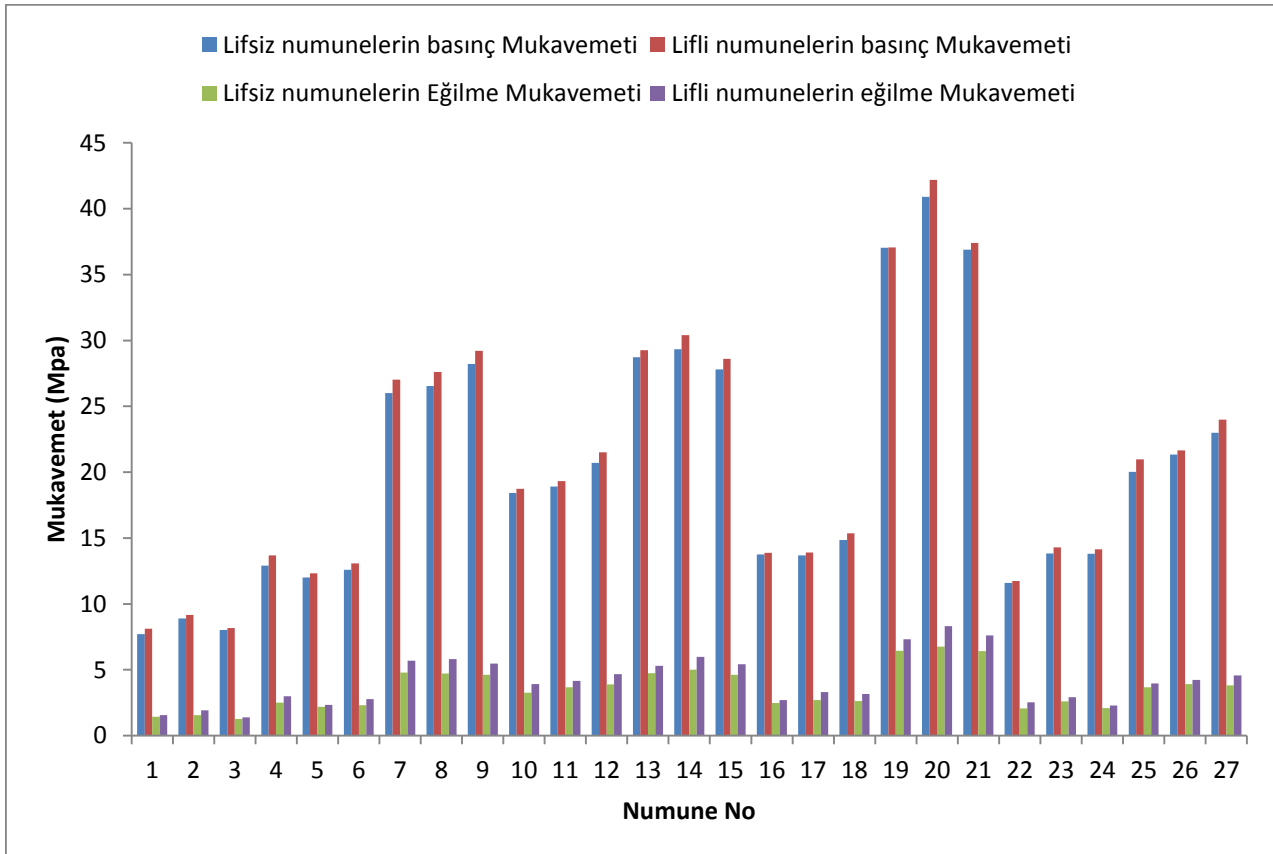
| No | *Numune No | Kullanılan perlitin inceliği | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük Basınç Dayanımı (MPa) | Polipropilen fiber içeren 28 günlük Basınç Dayanımı (MPa) | Basınç Mukavemetinde Polipropilen Lif eklenmesiyle oluşan Artış Yüzdesi | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük eğilme mukavemeti (MPa) | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük eğilme mukavemeti (MPa) | Eğilme Mukavemetinde Polipropilen Lif eklenmesiyle oluşan Artış Yüzdesi |
|----|------------|------------------------------|--|---|---|--|--|---|
| 1  | Geo 1-1    | Per1                         | 7,70   | 8,11  | 5,32%   | 1,43   | 1,57   | 9,79%   |
| 2  | Geo 1-2    | Per2                         | 8,90   | 9,16  | 2,92%   | 1,57   | 1,93   | 22,93%  |
| 3  | Geo 1-3    | Per3                         | 8,01   | 8,16  | 1,87%   | 1,26   | 1,39   | 10,32%  |
| 4  | Geo 2-1    | Per1                         | 12,90  | 13,68   | 6,05%   | 2,51   | 2,98   | 18,73%  |
| 5  | Geo 2-2    | Per2                         | 12,01  | 12,32   | 2,58%   | 2,18   | 2,34   | 7,34%   |
| 6  | Geo 2-3    | Per3                         | 12,60  | 13,07   | 3,73%   | 2,30   | 2,78   | 20,87%  |
| 7  | Geo 3-1    | Per1                         | 26,01  | 27,02   | 3,88%   | 4,80   | 5,70   | 18,75%  |
| 8  | Geo 3-2    | Per2                         | 26,54  | 27,60   | 3,99%   | 4,71   | 5,81   | 23,35%  |
| 9  | Geo 3-3    | Per3                         | 28,21  | 29,22   | 3,58%   | 4,61   | 5,48   | 18,87%  |
| 10 | Geo 4-1    | Per1                         | 18,43  | 18,74   | 1,68%   | 3,26   | 3,91   | 19,94%  |
| 11 | Geo 4-2    | Per2                         | 18,90  | 19,32   | 2,22%   | 3,66   | 4,17   | 13,93%  |
| 12 | Geo 4-3    | Per3                         | 20,70  | 21,52   | 3,96%   | 3,90   | 4,66   | 19,49%  |
| 13 | Geo 5-1    | Per1                         | 28,73  | 29,27   | 1,88%   | 4,74   | 5,29   | 11,60%  |
| 14 | Geo 5-2    | Per2                         | 29,33  | 30,40   | 3,65%   | 5,01   | 5,99   | 19,56%  |
| 15 | Geo 5-3    | Per3                         | 27,80  | 28,60   | 2,88%   | 4,61   | 5,42   | 17,57%  |
| 16 | Geo 6-1    | Per1                         | 13,75  | 13,88   | 0,95%   | 2,49   | 2,71   | 8,84%   |
| 17 | Geo 6-2    | Per2                         | 13,69  | 13,89   | 1,46%   | 2,70   | 3,31   | 22,59%  |
| 18 | Geo 6-3    | Per3                         | 14,84  | 15,35   | 3,44%   | 2,62   | 3,16   | 20,61%  |
| 19 | Geo 7-1    | Per1                         | 37,03  | 37,06   | 0,08%   | 6,43   | 7,31   | 13,69%  |

**Tablo 8.** Tebriz Perliti Yük-Gerilme İlişkileri - devamı

| No             | *Numune No | Kullanılan perlitin inceliği | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük Basınç Dayanımı (MPa) | Polipropilen fiber içeren 28 günlük Basınç Dayanımı (MPa) | Basınç Mukavemetinde Polipropilen Lif eklenmesiyle oluşan Artış Yüzdesi | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük eğilme mukavemeti (MPa) | Polipropilen fiber içermeyen 28 günlük eğilme mukavemeti (MPa) | Eğilme Mukavemetinde Polipropilen Lif eklenmesiyle oluşan Artış Yüzdesi |
|----------------|------------|------------------------------|--|---|---|--|--|---|
| 20             | Geo 7-2    | Per2                         | 40,91  | 42,18   | 3,10%   | 6,77   | 8,31   | 22,75%  |
| 21             | Geo 7-3    | Per3                         | 36,90  | 37,41   | 1,38%   | 6,42   | 7,61   | 18,54%  |
| 22             | Geo 8-1    | Per1                         | 11,60  | 11,73   | 1,12%   | 2,06   | 2,53   | 22,82%  |
| 23             | Geo 8-2    | Per2                         | 13,83  | 14,30   | 3,40%   | 2,61   | 2,91   | 11,49%  |
| 24             | Geo 8-3    | Per3                         | 13,80  | 14,14   | 2,46%   | 2,09   | 2,29   | 9,57%   |
| 25             | Geo 9-1    | Per1                         | 20,03  | 20,97   | 4,69%   | 3,66   | 3,97   | 8,47%   |
| 26             | Geo 9-2    | Per2                         | 21,33  | 21,66   | 1,55%   | 3,91   | 4,23   | 8,18%   |
| 27             | Geo 9-3    | Per3                         | 23,00  | 23,98   | 4,26%   | 3,82   | 4,56   | 19,37%  |
| Min değer      |            |                              |  |   | 0,08%   |  |  | 7,34%   |
| Maksimum değer |            |                              |  |   | 6,05%   |  |  | 23,35%  |
| Ortalama Değer |            |                              |  |   | 2,79%   |  |  | 16,29%  |

\*Numune No açıklaması: örneğin Geo1-1 deki ilk numara mix dizaynı, ikinci numara ise numunedeki materyalin inceliği ile ilgilidir ve Şekil 2 de gösterilmiştir.

Sonuçlar, Tablo 8' de verilmiştir. Basınç dayanımı ve eğilme momenti mühendislik uygulamalarındaki bariz önemi nedeniyle geopolimerlerin en çok incelenen özelliğidir.

**Şekil 3.** 28 günlük lifli ve lifsiz numunelerin basınç ve eğilme dayanımları

#### 4. SONUÇLAR

Sunulan araştırma sonuçlarına dayanarak, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Tüm karışım ve numuneler için polipropilen liflerin eklenmesiyle basınç dayanımı ve eğilme mukavemeti artmaktadır.
- Polipropilen lif eklendikten sonra her biri 3 adet farklı inceliğe sahip numuneden oluşan 9 gruptaki toplam 27 adet numune için **basınç mukavemetinde ortalama olarak % 2,79 artış** meydana gelmiştir.
- Polipropilen lif eklendikten sonra her biri 3 adet farklı inceliğe sahip numuneden oluşan 9 gruptaki toplam 27 adet numune için basınç mukavemetinde maksimum artış Geo 2-1 numunesinde gözlenmiştir ve % 6,05 olarak kaydedilmiştir.
- Polipropilen lif eklendikten sonra her biri 3 adet farklı inceliğe sahip numuneden oluşan 9 gruptaki toplam 27 adet numune için **eğilme mukavemetinde ortalama olarak % 16,29 artış** meydana gelmiştir.
- Polipropilen lif eklendikten sonra her biri 3 adet farklı inceliğe sahip numuneden oluşan 9 gruptaki toplam 27 adet numune için basınç mukavemetinde maksimum artış Geo 3-2 numunesinde gözlenmiştir ve % 23,35 olarak kaydedilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Canan F, KürümVaroğlu F. Mimari Tasarımda Yerel-Ekoloji İlişkisi "Gökçeada Penceresinden Bakmak", Local-Ecological Relation in Architectural Design "From The Viewpoint of Gökçeada". Yapı dergisi. 2017;422:122-7.
- [2] Komnitsas KA. Potential of geopolymer technology towards green buildings and sustainable cities. *Procedia Engineer*. 2011;21:1023-32.
- [3] Davidovits J. Geopolymers - Inorganic Polymeric New Materials. *J Therm Anal*. 1991;37(8):1633-56.
- [4] Scrivener KL, Kirkpatrick RJ. Innovation in use and research on cementitious material. *Cement and Concrete Research*. 2008;38(2):128-36.
- [5] van Deventer JSJ, Provis JL, Duxson P. Technical and commercial progress in the adoption of geopolymer cement. *Miner Eng*. 2012;29:89-104.
- [6] Rockstrom J, Steffen W, Noone K, Persson A, Chapin FS, Lambin EF, et al. A safe operating space for humanity. *Nature*. 2009;461(7263):472-5.
- [7] Kamseu E, Cannio M, Obonyo EA, Tobias F, Bigozzi MC, Sglavo VM, et al. Metakaolin-based inorganic polymer composite: Effects of fine aggregate composition and structure on porosity evolution, microstructure and mechanical properties. *Cement Concrete Comp*. 2014;53:258-69.
- [8] Davidovits J. Fast-Curing Cement. *Chem Eng News*. 1989;67(27):4-5.
- [9] Davidovits J. Geopolymers and Geopolymeric Materials. *J Therm Anal*. 1989;35(2):429-41.
- [10] Gimeno D, Davidovits J, Marini C, Rocher P, Tocco S, Cara S, et al. Development of silicate-based cement from glassy alkaline volcanic rocks: interpretation of preliminary data related to chemical-mineralogical composition of geologic raw materials. *Bol Soc Esp Ceram V*. 2003;42(2):69-78.

- [11] Allahverdi A, Mehrpour K, Kani EN. Investigating the possibility of utilizing pumice-type natural pozzolan in production of geopolymer cement. *Ceram-Silikaty*. 2008;52(1):16-23.
- [12] Bondar D, Lynsdale CJ, Milestone NB, Hassani N, Ramezani-pour AA. Effect of adding mineral additives to alkali-activated natural pozzolan paste. *Constr Build Mater*. 2011;25(6):2906-10.
- [13] He JA, Zhang GP, Hou SA, Cai CS. Geopolymer-Based Smart Adhesives for Infrastructure Health Monitoring: Concept and Feasibility. *J Mater Civil Eng*. 2011;23(2):100-9.
- [14] Yadollahi MM, Benli A. Stress-strain behavior of geopolymer under uniaxial compression. *COMPUTERS AND CONCRETE*. 2017;20(4):381-9.
- [15] M. Torab-Mostaedi\* HG, M. Ghannadi-Maragheh I, S. J. Ahmadi I and H. Taheri I. Removal of cadmium and nickel from aqueous solution using expanded perlite. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2010;27(2).
- [16] Cătănescu I, Georgescu M, Melnescu A. Synthesis and Characterization of Geopolymer Binders From Fly Ash. *Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*. 2012;74(1).
- [17] Palomo A, Fernández-Jiménez A, Criado M. "Geopolymers": same basic chemistry, different microstructures. *Materiales de Construcción*. 2004;54(275):77-91.
- [18] Bondar D, Lynsdale CJ, Milestone NB, Hassani N, Ramezani-pour AA. Effect of type, form, and dosage of activators on strength of alkali-activated natural pozzolans. *Cement Concrete Comp*. 2011;33(2):251-60.
- [19] Yadollahi MM, Demirboga R, Polat R. Effect of heat treatment temperature on ground pumice activation in geopolymer composites. *Sci Eng Compos Mater*. 2014;21(3):377-82.
- [20] Yadollahi MM, Benli A, Demirboga R. Effects of elevated temperature on pumice based geopolymer composites. *Plast Rubber Compos*. 2015;44(6):226-37.
- [21] Yadollahi MM, Benli A, Demirboga R. The effects of silica modulus and aging on compressive strength of pumice-based geopolymer composites. *Constr Build Mater*. 2015;94:767-74.



# Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

www.dergipark.gov.tr/tdfd



## Gençlerde Diyafragmatik Solunum Egzersizinin Bazı Mental ve Fiziksel Sağlık Düzeylerine Etkisi

Fatih ÇAKAR<sup>\*1</sup>, Halil ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Aydın SEVER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [fcakar@bingol.edu.tr](mailto:fcakar@bingol.edu.tr) – ORCID No: 0000-0002-7551-4087

(Alınış: 05.12.2018, Kabul: 27.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

**Anahtar Kelimeler**  
Diyafragmatik solunum,  
Uyku kalitesi,  
Yaşam kalitesi,  
Anksiyete,  
Depresyon

**Özet:** Bu çalışma, pulmoner rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılan diyafragmatik solunum egzersizlerinin, herhangi bir rahatsızlığı bulunmayan genç bireylerde; uyku ve yaşam kalitesine, depresyon ve anksiyeteye etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Araştırma Nisan 2018 - Mayıs 2018 tarihleri arasında, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programı öğrencisi 45 sağlıklı birey üzerinde uygulandı. Bireylere egzersiz öncesi Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği, Beck Depresyon Envanteri, Beck Anksiyete Ölçeği ve Euro-QOL 5-D ölçeği uygulandı ve değerler kaydedildi. Daha sonra bireylere haftada 3 seans olmak üzere toplamda 8 hafta diyafragmatik solunum egzersizleri yaptırıldı. 8 Hafta sonunda bireylere aynı testler uygulandı. Yapılan istatistiksel değerlendirmede, egzersiz öncesi ve sonrası uyku kalitesi, depresyon, anksiyete ve yaşam kalitesi kıyaslandığında anlamlı bir iyileşme olduğu gözlemlendi ( $P < 0,05$ ). Solunum frekansı düzeylerinde uygulama öncesine göre istatistiksel yönden önemli bir azalmanın olduğu saptanırken ( $P < 0,05$ ), kalp frekansında anlamlı bir azalma görülmedi.

42

## Effect of Diaphragmatic Breathing Exercise on Some Mental and Physical Health Levels in Adolescents

### Keywords

Diaphragmatic breathing,  
Sleep quality,  
Quality of life,  
Anxiety,  
Depression

**Abstract:** This study aimed to determine the effect of diaphragmatic breathing exercises commonly used in pulmonary rehabilitation on sleep and quality of life, depression and anxiety in young people with no discomfort. The research was conducted on 45 healthy individuals among students of Health Services Vocational School Physiotherapy Program at Bingöl University from April 2018 to May 2018. Pittsburgh Sleep Quality Scale, Beck Depression Inventory, Beck Anxiety Inventory and Euro-QOL 5-D Scale were administered to individuals before the exercise and values were recorded. Next, the individuals were given diaphragmatic breathing exercises included three sessions per week for 8 weeks in total. At the end of 8 weeks, the same tests were applied to the individuals. Statistical evaluation revealed a significant improvement in sleep quality, depression, anxiety and quality of life before and after exercise ( $P < 0.05$ ). A statistically significant decrease in respiratory frequency levels was reported compared to the pre-administration period, and no significant decrease in heart frequency was observed. There was a statistically significant decrease in respiratory frequency levels ( $P < 0.05$ ) and no significant reduction in heart rate.

### 1. GİRİŞ

İnsanoğlu fiziksel, ruhsal, sosyal ve entelektüel gereksinimleri ile bir bütünlük arz etmektedir. İnsanın sağlığının yerinde olabilmesi ancak bu gereksinimlerin düzenli bir biçimde karşılanmasına bağlıdır. Bu temel gereksinimlerden birisi uyku olarak bildirilmektedir [1]. Uyku, bireyin yaşam kalitesini önemli düzeyde etkileyen ve bu özelliği ile sağlıklı yaşamın önemli bir değişkeni olarak görülmektedir [2]. Uyku kalitesi; birey

uyandıktan sonra kendisini daha zinde ve formda hissetmesi ve böylelikle yeni bir güne hazır olarak girmesidir. Ayrıca, bireyin yaşam stili, çevresel etkenler, sosyal yaşam, ekonomik durum, iş ve stres gibi değişik faktörlerden önemli düzeyde etkilenmektedir [3,4]. Günümüzde uyku kalitesi, uyku ile ilgili araştırmalarda ve klinik uygulamalarda üzerinde önemli derecede çalışılan bir kavram olarak görülmektedir. Bu durumun nedenleri arasında, uyku ile ilgili şikâyetlerin oldukça yaygın düzeyde olması, uyku kalitesinin önemli



derecede bozukluğuna bağlı olarak çok sayıda hastalığın bir belirtisi olabilmesi ve uyku sağlığı ile fiziksel ve psikolojik uygunluk, yaşam kalitesi arasında önemli düzeyde ilişkilerin bulunması gelmektedir [5]. Birçok solunum kasının arasında diyaframın solunum fonksiyonlarını etkileyen önemli bir faktör olduğu bilinmektedir [6]. Solunum egzersizleri ile uyku sırasında solunum sistemine binen yük azaltılıp maksimal ventilasyon ile vücudun daha iyi oksijenizasyonu sağlanarak uyku kalitesi artırılmış olur. Solunum egzersizlerinden olan diyafragmatik solunumda, soluk verme sırasında diyafram, abdominal kaslar tarafından yukarıya doğru itilmesine bağlı olarak diyaframın etkinliğini artırmaktadır. Diyafragmatik solunumda, aksesuar kaslara karşı diyafram kaslarının kullanılmasından dolayı solunum yükü azalmakta, akciğerlerin havalanma oranı artmakta ve bundan dolayı solunumda iyileşme görülmektedir [7].

Yaşam kalitesinin, birey için önem taşıyan olaylarla ilgili kişinin memnuniyetini ifade eden bir ruh hali olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte yaşam kalitesi Dünya Sağlık Örgütü tarafından kişinin amaçları ve hayattan bekledikleriyle ilişkili olarak yaşamını sürdürdükleri çevrede ve kültürde kendilerini nasıl hissettiği ve nerede gördüğü şeklinde tanımlanmaktadır [8]. Depresyon, yüksek oranda kronikleşme, intihar riski ve iş gücü kaybı gibi nedenlere bağlı olarak gerek bireysel ve gerekse toplum düzeyinde önemli bir sağlık sorunu olarak görülmektedir [9]. Kısaca depresyon, bireyin sosyal ilişkisine, akademik ve meslekî başarısına, diğer bir ifade ile hayat kalitesine önemli düzeyde zarar veren önemli bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlık hem çocukların ve hem de ergin insanların tembel, mutsuz ve toplum içinde uyumsuz birey olmalarına neden olmaktadır. Ayrıca toplumda iş gücünü önemli düzeyde azaltmakta, üretkenliği büyük oranda engellemekte ve zararlı alışkanlıkların birey tarafından kazanılmasını kolaylaştırarak toplumda intihara yönelmelerin artışına imkân tanımaktadır. Bundan dolayı, özellikle depresyonun tanımlanması, önlenmesi, tedavisi ve yineleme risk faktörlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir [9,10]. Depresyon değişen yaş gruplarında başlayabilse de özellikle ortalama 20'li yaşların ortalarında olmaktadır. Bundan dolayı depresyon erken çocukluk döneminden ileri yaşlara doğru her yaş grubunda görülebilmektedir [11]. Depresyonda sıklık ve yaygınlık durumu hakkındaki ilk görüş, yaşın artmasına bağlı görülme oranında da artışın olmasıdır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, depresyonun gençler arasında sıklığında ve yaygınlığında önemli düzeyde artışın olduğu ifade edilmektedir [12]. Anksiyete, otonomik sinir sisteminin hiperaktivitesine bağlı olarak şekillenen ve buna somatik belirtilerin eşlik ettiği, korku hissi gibi belirtilerle kendini gösteren patolojik bir durum olarak belirtilmektedir [13]. Düzenli olarak yapılan fiziksel aktivite ve egzersiz, fiziksel sağlık, yaşamdan hoşnutluk ile uyumlu olacağı belirtilmektedir [14,15]. Klinik ve epidemiyolojik çalışmalarda, fiziksel aktivite ve egzersizin, anksiyete ve depresyonun semptomlarını azaltmada önemli bir etken olduğu ve aralarında anlamlı bir ilişkinin bulunduğu gösterilmiştir

[16, 17]. Yapılan çalışmalarda birçok klinik veri, aerobik aktivitenin ve solunum fonksiyonlarının iyileştirilmesi depresyon semptomlarında azalma sağladığını göstermektedir [18]. Düzenli şekilde fiziksel aktivitenin yapılması, hem hastalıklı ve hem de sağlıklı bireylerde yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde giderek artan bir etken olarak görülmektedir. Egzersiz, psikolojik sorunu olmayanlarda, anksiyete ve depresyon gibi psikiyatrik hastalık durumlarının önlenmesinde, yada bu hastalıkların tedavisinde önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir [19,20].

Bu doğrultuda çalışmamız; genç sağlıklı bireylerde diyafragmatik solunum egzersizlerinin akciğer solunum frekansı, kalp atım hızı ile birlikte uyku kalitesi, depresyon, anksiyete ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmek ve egzersizin bu problemlerin konservatuar tedavisindeki yerini araştırmak amacıyla yapıldı.

## 2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulunun 12.04.2018 tarih ve 23 sayılı etik onayı yazısı alındıktan sonra, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi programı öğrencilerinden 18-21 yaş aralığında 13 erkek ve 32 kız olmak üzere toplam 45 öğrenci çalışmaya dahil edildi (Tablo 1). Fiziksel ve sosyal açıdan egzersiz programına devam edebilme açısından herhangi bir engel teşkil eden durum bulunmama kriterine özen gösterildi.

**Tablo 1.** Araştırma grubunun demografik özellikleri

| N=45            | Erkek | Kız   |
|-----------------|-------|-------|
| <b>Cinsiyet</b> | 13    | 32    |
| <b>Yaş</b>      | 20-21 | 18-21 |

Uygulamaya başlamadan önce, bireylere diyafragmatik solunum egzersizinin eğitimi verildi. Uygulanan eğitim programında; bireylere sırt üstü yatar pozisyonda bir elini karnlarına, diğer elini göğüslerine yerleştirmeleri istendi, burundan yavaşça nefes alarak abdominal hareketi artırarak göğüs kafesi hareketini azaltmaları önerildi. Bireye inspirasyon devam ederken dikkatini daha ziyade abdominal bölgedeki eline vermesi söylendi. İspirasyon süresince akciğerlere hava doldukça abdominaldaki elinin yukarı yükselmesi gerektiği belirtildi. Bununla birlikte göğüs üzerindeki elin fazla hareket etmemesi gerektiği konusunda uyarıldı. Bireyler inspirasyon yapmadan önce abdominal bölgedeki elinin bu bölgeye basıncı uygulaması, inhalasyonda uyguladığı basıncı azaltması öğretildi. Bireylerin, egzersizi doğru yapmaya kadar eğitime devam edildi.

Egzersiz öncesinde Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği (PUKİ ) ile uyku kalitesi, Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ) ile depresyon düzeyi, Beck Anksiyete Ölçeği (BAÖ) ile anksiyete düzeyi ve Euro-QOL 5-D (EQ-5D) ile de yaşam kalitesi ön değerlendirme yapıldı. Solunum frekansı sayısı (SFS) ve kalp atım frekansı (KAF) kaydedildi. Öğrenciler haftada 3 seans ve toplamda 24 seans olmak üzere 8 haftalık egzersiz programına alındı.

Egzersiz uygulaması sonunda PUKİ, BDE, BAÖ, EQ-5D ile SFS ve KAF değerleri kaydedildi.

Tüm istatistiksel analizler SPSS Statics 24 paket programı kullanılarak yapıldı. Uygulama öncesi ve sonrası verilerin değerlendirilmesinde eşleştirilmiş t-testi kullanıldı. Veriler, ortalama  $\pm$  standart sapma olarak gösterildi ve istatistiksel anlamlılık ( $p < 0.05$ ) kabul edildi [21].

Çalışmada kullanılan PUKİ, Buysse ve ark. [22], tarafından geliştirilen, ülkemizde de geçerlik ve güvenilirlik çalışması Ağargün ve ark. [23], tarafından yapılan uyku kalitesini ölçen bir ölçektir. Kullanılan ölçeğin Cronbach alfa değeri 0.79 olarak bulunmuştur (Cronbach alfa= 0.79). PUKİ, 19 maddeyi içeren bir öz bildirim ölçeğidir. Ölçeğin her bir ögesi eşit olarak 0-3 puan aralığında değerlendirilir. Sorulara 0-3 puan verilir ve yüksek dereceler kötü uyku kalitesini yansıtır. Ölçek, uyku kalitesi, uyku gecikmesi, uyku bozuklukları, uyku hapi kullanımı ve gündüzleri işlevsellik kaybını değerlendiren 5 soru ve buna ilaveten 7 alt ölçekten oluşmaktadır. Alt ölçeklerin eklenmesiyle 0-21 arasında değişen toplam PUKİ derecesi elde edilir.

EQ-5D Ölçeği, EQ-5D Euro-QoL [24], çalışma grubu tarafından geliştirilen ve Türkçe için güvenilirlik ve geçerlilik ile toplum norm değerlerinin belirlenmesi çalışmasını ise Eser ve ark. [25,26], tarafından modifiye edilerek hazırlanan yöntem kullanıldı. EQ-5D, beş boyut (hareketlilik, öz bakım, olağan faaliyetler, ağrı ve depresyon / anksiyete) ve EQ-5D Görsel Analog Ölçeği (EQ-VAS) dahil olmak üzere genel sağlık tercihi temelli bir ölçümdür. Her bir boyut, hepsinin 5 yanıt seçeneğine sahip olduğu, 1'in sorun yaşamadığı ve 5'in aktiviteyi yapamayacağı veya aşırı ağrı veya endişe / depresyon yaşadığı bir soruyla temsil edilir. Beş sorudan hesaplanan EQ-5D skorunun teorik aralığı 0 (ölümden daha kötü bir durum) ile 1 (mümkün olan en iyi sağlık durumu) arasındadır. O günkü genel sağlık ölçüsü olan EQ-VAS skoru, 0 (hayal edebileceğiniz en kötü sağlık) değeriyle 100 (hayal edebileceğiniz en iyi sağlık) arasındadır.

Depresyon düzeyi ölçümü için, Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Hisli [27], tarafından yapılan BDÖ kullanıldı. Ölçek 21 sorudan oluşan bir depresyon derecelendirme yöntemidir. Her yanıtta elde edilen 0-3 arasındaki puanların toplanması ile değerlendirilen ölçek, 1-10 arası normal, 11-16 arası orta derecede duygu durumu bozukluğu, 17-20 arası klinik depresyon; 21-30 arası orta düzeyde depresyon; 31- 40 arası ciddi düzeyde depresyon; 41-63 arası ağır depresyon biçiminde değerlendirilmektedir.

Anksiyete düzeyinin belirlenmesi için Beck ve arkadaşları tarafından 1988 yılında geliştirilen ve Türkiye'de geçerlik ve güvenilirliği Ulusoy ve ark.[28] tarafında yapılan BAÖ kullanıldı. BAÖ, bireylerin yaşadığı anksiyete belirtilerinin sıklığının belirlenmesi amacıyla kullanılan kendini değerlendirme ölçeğidir. Bu

ölçek 21 maddeden oluşan, 0-3 arası puanlanan likert tipi bir ölçektir.

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, uygulama sonrası solunum frekansında, uygulama öncesine göre anlamlı bir azalmanın olduğu gözlemlendi. Kalp atım frekansında artışın olduğu ancak istatistiksel olarak önemli olmadığı saptandı. Uyku ve yaşam kalitesinde, uygulama öncesine göre önemli düzeyde iyileşmenin olduğu gözlemlendi. Depresyon ve anksiyete düzeylerinde uygulama sonrasında uygulama öncesine göre önemli düzeyde azalmanın olduğu gözlemlendi (Tablo 2).

Anksiyeteli bireylerde solunum güçlüğüne bağlı olarak işlevsellikte azalma ölüm kaygısına bağlı olarak kendini kötü hissetme gibi durumlar karşısında bireyde ilaç kullanım ihtiyacı da artmaktadır [29]. Pulmoner rahatsızlık durumlarında birçok ruhsal bozukluklar ortaya çıkmakta olup en sık rastlananlar anksiyete ve depresyon olduğu bildirilmektedir [30]. Depresyon kişinin iş, aile ve sosyal hayatını olumsuz şekilde etkileyen ve yaşam kalitesini önemli oranda düşüren bir durumdur. Yaşamın önemli ihtiyaçlarından biri olan uyku, kaliteli bir yaşam için zaruri bir ihtiyaçtır [31]. Uyku, sağlıklı yaşamak isteyen birey için olmazsa olmaz ihtiyaçlardan birisi olup hayata gözümüzü açtığımız andan itibaren uyku vasıtası ile büyüme, gelişme, öğrenme ve dinlenmemiz sağlanır [32]. Çocukların sağlıklı bir fonksiyonel gelişim gösterebilmesi için yeterli miktarda uyku ve dinlenme ihtiyacını yerine getirilmesi gereklidir [33]. Evde yapılan solunum rehabilitasyonunun etkinliği ve kullanılabilirliği, ev egzersizlerinin günlük yaşamda kolayca karışabileceği ve uzun dönemde etkilerinin devam edebileceği görülmektedir [34]. Ancak, solunumu verimli kılmak için bir hastaneye gitmek zor ve ekstra zaman gerektirdiği için daha kolay ve düşük maliyetli bir program geliştirmeye ihtiyaç duyuluyor bu da günlük yaşamdaki solunum egzersizlerine olan ihtiyacı arttırmaktadır [35].

Yapılan birçok çalışmada; egzersiz ve depresyonun birbiriyle ilişkisi olduğu görülmüş ve düzenli egzersizin depresyon ve anksiyete gibi ruhsal sıkıntılara faydalı olduğu bildirilmektedir [36]. Carr ve ark. [37], tarafından yapılan bir çalışmada egzersizin solunum kaslarının güçlendirdiği, dayanıklılığını arttırdığı, ventilasyonu ve doku oksijenasyonunu artırdığı, solunum dengesizliğini iyileştirdiği, günlük iş ve yaşam kalitesini artırdığı gözlemlenmiştir. Kisner ve ark. [38], tarafından yapılan bir çalışmada diyafragmatik solunumun, solunum çabasını azalttığını, solunum etkinliğini artırdığını, nefes darlığını azalttığını ve egzersiz toleransını artırdığı tespit edilmiştir. Vitacca ve ark. [39], tarafından yapılan bir çalışmada diyafragmatik solunumun, solunum sayısını azaltarak dakika ventilasyonunun artışına neden olduğu bulunmuştur. Çiçek ve Akbayrak [40], tarafından yapılan çalışmada Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) hastalarda düzenli olarak yapılan diyafragmatik solunum egzersizlerinin dispneyi azalttığını ve dakika solunum

sayısını azaltarak ventilasyonun etkinliğini artırdığını gözlemişlerdir. Han ve ark.[41], yaptıkları bir araştırmada solunum egzersizlerinin akciğer fonksiyonlarının artırılmasına önemli katkısının olduğunu saptamışlardır.

süredir kullanılan yöntemlerdir. Tedavide ilaç kullanımı, birey üzerindeki yan etkileri ve toplumun ilaç kullananlara olumsuz bakış açısı sebebiyle her zaman tercih edilmemektedir. Bireylerin bu tedavi yöntemine uzak durması, tedavide aksamalara yol açmaktadır.

**Tablo 2.** Egzersiz uygulaması öncesi ve sonrası PUKİ, EQ-5D, BDÖ, BAÖ, KAF ve SFS düzeyleri

| Parametreler  | Egzersiz Öncesi (N=45) | Egzersiz Sonrası (N=45) | P      |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------|
| PUKİ          | 7,3778 ± 3,91552       | 6,2000 ± 3,03465        | P<0,05 |
| (EQ-5D)       | 0,6722 ± 0,18192       | 0,7471 ± 0,21164        | P<0,05 |
| BDÖ           | 16,0000 ± 7,43762      | 11,6000 ± 8,80960       | P<0,05 |
| BAÖ           | 19,0667 ± 12,86185     | 14,4444 ± 11,66493      | P<0,05 |
| KAF (Atım/Dk) | 75,2222 ± 10,15983     | 76,4667 ± 9,99909       | p>0,05 |
| SFS (Dk)      | 20,2667 ± 5,21100      | 16,8222 ± 5,88252       | P<0,05 |

Passos ve ark. [42]'nin yaptığı bir çalışmada KOAH'lı hastalarda solunum egzersizlerinin egzersiz kapasitesi, solunum kas gücünü ve uyku kalitesini artırdığını gözlemişlerdir. Yang ve ark. [43], araştırmalarında egzersiz eğitimi programlarının, farklı hastalıklar ve orta yaşlı ve yaşlı erişkinlerdeki diğer popülasyonlarda uyku kalitesini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Kronik kalp rahatsızlığı olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, kısa süreli olsa yapılan fiziksel egzersizin bu hastalarda psikolojik olarak yararlı olduğu gözlenmiş ve bu hastalarda yaşam kalitesinde iyileşme saptanmıştır [44]. Collins ve ark. [45], tarafından kronik kalp rahatsızlığı olan bireylerde yapılan bir çalışmada aerobik kapasite ve yaşam kalitesinde uygulama öncesine göre artışın önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Mehnerta ve ark. [46], kanser teşhisi konulan 30 kişilik hasta grubunda egzersizin bu kişilerde anksiyete ve depresyon düzeyini düşürdüğünü gözlemişlerdir. Şen Özden [47], çalışmasında astımlı hastalarında aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerinin olduğu egzersiz programlarının hastalığın klinik semptomlarını düzelttiği, fonksiyonel kapasite ve bireyde yaşam kalitesini geliştirdiğini saptamıştır. Ulubay ve ark.[48], KOAH'lı olgularda egzersiz uygulamasının hastalığın semptomlarını azalttığı ve yaşam kalitesinde önemli bir artışa neden olduğu gözlemişlerdir. Çalışmada depresyon ölçeği değerleri [36, 44, 46], anksiyete ölçeği düzeyi [36,46], yaşam kalitesi düzeyi [37, 44, 45, 47, 48], uyku kalitesi değerlerinin [42,43] ve solunum frekansı sayısındaki değişimin [38, 39, 40, 41, 42] araştırmacıların bulguları ile aynı yönlü olduğu gözlenmiştir.

Anksiyete, depresyon, uyku ve yaşam kalitesi sağlıklı ve hasta bireylerin yaşam kalitesini önemli düzeyde etkileyen faktörlerden bazılarıdır. Anksiyete, depresyon düzeyi yüksek ve uyku-yaşam kalitesi düşük düzeyde olan bireylerde, sosyal yaşamda uyumsuzluk, iş hayatında başarısızlık ve okul derslerine ilgisiz kalma gibi olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu olumsuz etkiyi azaltmada ilaç kullanımı ve psikoterapi uzun

Bundan dolayı hastalığın tedavisinde alternatif tedavi yöntemlerinin aranması kaçınılmaz bir durum olarak görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada, günümüzün önemli sağlık sorunlarından olan anksiyete depresyon, uyku ve yaşam kalitesi şikâyetlerinin hafifletilmesine önemli katkısı olduğu gözlenmiş olup, KOAH'lı ve diğer hastalarda pulmoner rehabilitasyonun psikolojik faktörler üzerine olumlu etkilerinin olduğu birçok çalışma yapılmış olsa da, sağlıklı bireylerde bu egzersizin etkisinin araştırıldığı çalışma sayısı azdır. Bu tür uygulamaların yalnızca hastaların iyileştirilmesi için değil, sağlıklı bireylerinde depresyon ve anksiyete gibi kişinin yaşam kalitesini ve çalışmada düzenli olumsuz şekilde etkileyen, sosyal hayatta problemleri bir birey olmalarına neden olan duruma karşı korunmada katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Önler, E. Cerrahi Birimlerde Yatan Hastalarda Uyku Kalitesi. Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi. 2008;16(62):114-121.
- [2] Şentürk, S. Yoğun bakım hemşirelerinin tükenmişlik düzeyleri ile uyku kalitesi arasındaki ilişkinin incelenmesi. Bozok Tıp Dergisi. 2014;4(3):48-56.
- [3] Bingöl, N. Hemşirelerin uyku kalitesi, iş doyumu düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi; 2006.
- [4] Engin, E. Ege üniversitesi tıp fakültesi hastanesi yoğun bakım hemşirelerinin uyku düzen özellikleri ile iş doyumu arasındaki ilişkinin incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi, 1999.
- [5] Keshavarz Akhlaghi AA, Ghalebani MF. Sleep quality and its correlation with general health in preuniversity students of Karaj. Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences. 2009;3(1):44-49.

- [6] Hodges PW, Sapsford R, Pengel LHM. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and urodynamics*. 2007;26(3):362-371.
- [7] Larson JL, Johnson JH, Angst DB. *Rehabilitation Nursing Process and Application*. SP Hoeman (Ed). Second Edition. St Louis: Mosby; 1996. p. 361-400.
- [8] Zorba E. Yaşam kalitesi ve fiziksel aktivite. 10th International Sports Sciences Congress. Bolu: 2008. p. 82-85.
- [9] Aylaz R, Kaya B, Dere N, Karaca Z, Bal Y. Sağlık yüksekokulu öğrencileri arasındaki depresyon sıklığı ve ilişkili etkenler/Depressive symptom frequency among health high school students and the associated factors. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*. 2007;8(1):46.
- [10] Havva K, Sümeysa K. Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin depresyon düzeylerini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi / Gümüşhane University Journal of Health Sciences*. 2013;2(2):214-229.
- [11] Kaya M, Genç M, Kaya B, Pehlivan, E. Tıp Fakültesi ve Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinde depresif belirti yaygınlığı, stresle başa çıkma tarzları ve etkileyen faktörler. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 2007;18(2):137-146.
- [12] İnanç N, Savaş HA, Tutkun H, Herken H, Savaş E. Gaziantep Üniversitesi MedikoSosyal Merkezi'nde psikiyatrik açıdan incelenen öğrencilerin klinik ve sosyodemografik özellikleri. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*. 2004;5:222-230.
- [13] Arslan B, Arslan A, Kara S, Öngel K, Mungan MT. Gebelik anksiyete ve depresyonunda risk faktörleri: 452 olguda değerlendirme. *İzmir Tepecik Eğitim Hastanesi Dergisi*. 2011;21(2):79-84
- [14] Paffenbarger RS JR, Lee IM, Leung R. Physical activity and personal characteristics associated with depression and suicide in American college men. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 1994;89:16-22.
- [15] Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archives of Internal Medicine*. 2002;162(11):1286-1292.
- [16] Wyshak G. Women's college physical activity and self-reports of physician-diagnosed depression and of current symptoms of psychological distress. *J Women's Health Gender Based Med*. 2001;10:363-370.
- [17] Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose - response effects on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6):587-97.
- [18] Dimeo F, Bauer M, Varahram I, Proest G, Halter U. Benefits from aerobic exercise in patients with major depression: a pilot study. *British Journal of Sports Medicine*. 2001;35(2):114-117.
- [19] Camacho TC, Roberts RE, Lazarus NB, Kaplan GA, Cohen RD. Physical activity and depression: evidence from the Alameda County Study. *American Journal of Epidemiology*. 1991;134(2):220-231.
- [20] Leppämäki SJ, Partonen T T, Hurme J, Haukka JK, Lönnqvist JK. Randomized trial of the efficacy of bright-light exposure and aerobic exercise on depressive symptoms and serum lipids. *The Journal of Clinical Psychiatry*. 2002;63(4):316-321.
- [21] Sumbuloğlu K, Sumbuloğlu V. *Biyoistatistik*. Özdemir Basım Yayım ve Dağıtım Ltd. Şti. 6. Baskı: Ankara; 1995.
- [22] Buysse DJ, Reynolds III CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*. 1989;28(2):193-213.
- [23] Ağargün MY, Kara H, Anlar O. Pittsburgh uyku kalitesi indeksi'nin geçerliliği ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 1996;7:107-111.
- [24] EuroQol Group. EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*. 1990;16:199-208.
- [25] Eser E, Dinç G, Cambaz S. EURO-QoL (EQ-5D) indeksinin toplum standartları ve psikometrik özellikleri: Manisa kent toplumu örnekleme. 2.Sağlıkta Yaşam Kalitesi Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. İzmir: Meta Basımevi; 2007. p. 78.
- [26] Eser E. Sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin kavramsal temeli ve ölçümü. *Sağlıkta Birikim Dergisi*. 2006;5:1-5.
- [27] Hisli N. Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliliği, güvenilirliği. *Psikoloji Dergisi*. 1989;7:3-13.
- [28] Ulusoy M, Şahin N, Erkmen H. Turkish Version of The Beck Anxiety Inventory: psychometric Properties. *Journal of Cognitive Psychotherapy*. 1998;12(2):163
- [29] Saryal B, Acıcan T. Güncel bilgiler ışığında kronik obstrüktif akciğer hastalığı. *Bilimsel Tıp Yayınevi*; Ankara: 2003. p. 9-20
- [30] Çelik P, Esen A, Akın M, İçelli İ, Yorgancıoğlu A. Kronik obstrüktif akciğer olgularında depresyon. *Solunum Hastalıkları*. 1998;(9):25-32.
- [31] Oğuzhançoğlu KN. Tıbbi durumlar ve depresyon. *Duygudurum Dizisi*. 2001;3:116-125.
- [32] Fadiloğlu Ç, İlkbay Y, Yıldırım Y. Huzurevinde kalan yaşlılarda uyku kalitesi. *Turkish Journal of Geriatrics*. 2006;9(3):165-169.
- [33] Abdulkadiroğlu Z, Bayramoğlu F, İlhan N. Uyku ve uyku bozuklukları. *Genel Tıp Derg*. 1997;7:161-166.
- [34] Wijkstra PJ, Strijbos JH, Koeter GH. Home-based rehabilitation for patients with COPD: organization, effects and financial implications. *Monaldi archives for chest disease= Archivio Monaldi per le malattie del torace*. 2000;55(2):130-134.
- [35] Öksüz E, Malhan S. *Sağlığa Bağlı Yaşam Kalitesi Kalitemetri*. Ankara: Başkent Üniversitesi; 2005.
- [36] Salmon P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clinical Psychology Review*. 2001;21(1):33-61.

- [37] Carr M, Jones J. Physiological effects of exercise on stroke survivors. *Top Stroke Rehabil.* 2003;9:57-64.
- [38] Kisner C, Colby LA. Management of pulmonary conditions. In: *Therapeutic exercise: foundations and techniques*, 5th ed. Philadelphia: FA Davis Company; 2007. p. 851-882.
- [39] Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *European Respiratory Journal.* 1998;11(2):408-415.
- [40] Çiçek HS, Akbayrak N. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan bireylerde solunum egzersizlerinin kan gazları ve solunum fonksiyon testlerine etkisi. *Gülhane Tıp Dergisi.* 2004;46(1):1-9
- [41] Han JW, Kim YM. Effect of breathing exercises combined with dynamic upper extremity exercises on the pulmonary function of young adults. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2018;31(2):405-409.
- [42] Passos GS, Poyares D, Santana MG, Tufik S, Tú M. Effect of Acute Physical Exercise on Patients With Chronic Primary Insomnia. *Journal of Clinical Sleep Medicine.* 2010;6(03):270-275.
- [43] Yang PY, Ho KH, Chen HC, Chien MY. Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review. *Journal of Physiotherapy.* 2012;58(3):157-163.
- [44] Lloyd-Williams F, Mair FS, Leitner M. Exercise training and heart failure: a systematic review of current evidence. *Br J Gen Pract.* 2002;52(474):47-55.
- [45] Collins E, Langbein WE, Dilan-Koetje J, Bammert C, Hanson K, Reda D, Edwards L, et al. Effects of exercise training on aerobic capacity and quality of life in individuals with heart failure. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care.* 2004;33(3):154-161.
- [46] Mehnert A, Veers S, Howaldt D, Braumann KM, Koch U, Schulz KH. Effects of a physical exercise rehabilitation group program on anxiety, depression, body image, and health-related quality of life among breast cancer patients. *Oncology Research and Treatment.* 2011;34(5):248-253.
- [47] Şen Özden A. Orta ve ağır şiddetli astımlı hastalarda egzersizin fonksiyonel kapasiteye etkisi. *Doktora Tezi.* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi; 2009.
- [48] Ulubay G, Ulaşlı SS, Akıncı B, Görek A, Akçay Ş. KOAH'lı olgularda depresyon durumu, solunum fonksiyon testi, egzersiz performansı ve yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Türk J Tubercul Torax.* 2009;57(2):169-76.



## Kendine Benzer Eğri Olmayan Bazı Özel Eğriler

Mustafa ALTIN<sup>\*1</sup>, Müge KARADAĞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Malatya, Türkiye

\* Sorumlu yazar: [maltin@bingol.edu.tr](mailto:maltin@bingol.edu.tr) – ORCID No: 0000-0001-5544-5910

(Alınış: 18.10.2018, Kabul: 30.12.2018, Online Yayınlanma: 31.12.2018)

### Anahtar

### Kelimeler

Kendine Benzer  
Eğriler,  
Kardioid,  
Saykloid,  
Limaçon,  
Astroid,  
Eş açılı spiral

**Özet:** Görüntü işleme ve örüntü tanıma uygulamalarında yer bulan kendine benzer eğriler birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmada Öklid uzayında Kardiooid, Saykloid, Limaçon, Astroid, Eş açılı spiral eğrilerinin kendine benzer eğri olup olmadıkları incelenmiştir. Ayrıca bu eğrilerin kendine benzer eğri olmaması için gerekli şartlar elde edilmiştir.

## Some Special Curves Non Self-Similar

48

### Keywords

Self-Similar  
Curves,  
Kardioid,  
Saykloid,  
Limaçon,  
Astroid,  
Spiral

**Abstract:** Self-similar curves used in image processing and pattern recognition have been studied by many researchers. In this study, we examine whether kardioid, saykloid, limaçon, Astroid, Spiral curve in Euclidean space are self-similar curves. We have also obtained the necessary conditions so that these curves do not have a self-similar curve.

## 1. GİRİŞ

Eğriler teorisi, diferansiyel geometriyi en iyi temsil eden ve belki de onu en ilginç kılan çalışma alanıdır. Eğrilerin özellikleri incelendiğinde farklı ve önemli sonuçlar elde edilir. Bu teori; fizik, lineer ve nonlineer diferansiyel denklemler ve mühendislik alanlarında farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. Özellikle ele alınan nesnenin zamana göre değişiminin analiz edilmesini gerektiği durumlarda değişim bilgisi eğrilerle ölçülebilmektedir. Görüntü işleme ve örüntü tanıma uygulamalarında ise, görüntüdeki nesnelerin yer değişimi ve piksel değerlerinin değişimleri gibi ihtiyaç duyulan bilgiler eğriler yardımıyla etkili bir şekilde tespit edilebilmektedir[1]. Diferansiyel geometrideki eğriler teorisinde bazı özel eğriler bulunmaktadır. Bu özel eğriler hakkında daha fazla bilgiye [2-9] da ulaşılabilir. Bu özel eğrilerin bazıları aşağıda sıralanmıştır;

*Kardioid eğrisi:* 1741'de Royal Society'nin Felsefe İşlemlerinde Castillon tarafından ilk kez kullanılmıştır. Kardioid eğrisinin yay uzunluğunu ise 1708'de La Hire tarafından bulunmuştur.

*Limaçon eğrisi:* Pascal'ın limaçonu olarak da adlandırılır. Limaçon sözcüğü salyangoz anlamına gelen Latince limaksından gelir. İlk önce Underweysung der Messung (1525) 'te çizim yöntemi olan Dürer tarafından araştırılmıştır. Blaise Pascal'ın babası olan Étienne Pascal tarafından yeniden keşfedilmiş ve 1650'de Gilles-Peronne Roberval tarafından adlandırılmıştır.

*Astroid eğrisi:* Astroid sözcüğü Yunanca'da yıldız gibi nesnelere andıran asteroid kelimesinden gelir. 1691'de Romer ve Jean Bernoulli tarafından incelenmiştir. Ayrıca 1715'te Leibniz ve 1748'de D'Alembert tarafından çalışılmış, son olarak da Littrow tarafından 1838'de adlandırılmıştır.

**Saykloid eğrisi:** İlk olarak 1630'lu yıllarda Desargues tarafından önerilen dişli dişleri sikloidlerden yapılmıştır. Bu sikloid ayrıca 1634'te Roberval, 1658'de Wren, 1673'te Huygens ve 1696'da Johann Bernoulli tarafından incelenmiştir.

**Logaritmik spiral:** Eşaçılı spiral olarak da isimlendirilir. 17. yüzyılda René Descartes ve Jakob Bernoulli ilk kez incelemiş ve tanımlamıştır. Ayrıca Bernoulli bu spirale, spira mirabilis (mucizevi spiral) adını vermiştir.

Son yıllarda; birçok özelliğe ve öneme sahip olan eğrilerin, farklı uzaylarda kendine benzer olma durumları çalışılmaya başlanmıştır. Bu farklı uzaylardan özellikle Öklid uzayında kendine benzer eğriler birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Öklid uzayında kendine benzer eğriler hakkında daha fazla bilgiye [10-12] de ulaşılabilir.  $\mathbb{R}^n$  de kendine benzer Frenet eğrilerle ilgili detaylı kavramlar da 2009 yılında Radostina P. Encheva ve Georgi H. Georgiev tarafından incelenmiştir [13].

Bu çalışmamızda Öklid uzayında Kardiooid, Saykloid, Limaçon, Astroid, Eş açılı spiral eğrilerinin kendine benzer eğri olma durumlarını incelenmiştir ve bu durumları incelerken kendine benzer eğri olma şartlarında tanımsız olan değerler bulunmuştur. Son olarakta kendine benzer eğri olma şartlarının tanımlı olduğu aralıklarda kendine benzer eğri olmadıkları gösterilmiştir.

## 2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER

**Tanım 2.1. :**  $I, \mathbb{R}$  nin bir açık aralığı olmak üzere  $\alpha : I \rightarrow \mathbb{R}^n$  biçimin de tanımlı düzgün bir  $\alpha$  dönüşümüne  $\mathbb{R}^n$  de bir eğri denir[14].

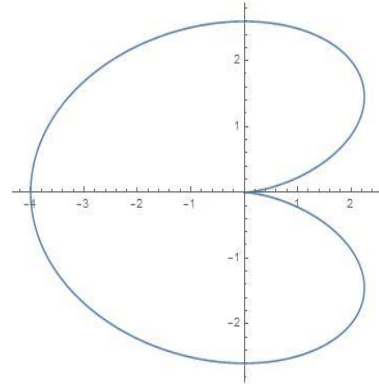
Şimdi sırayla alt başlıklarda birkaç özel düzlemsel eğrinin tanım aralıkları, tanımlandığı fonksiyonları ve şekilleri verilecektir.

İlk olarak bu birkaç özel eğriden Kardiooid eğrisi verilecek olursa; Kardiooid eğrisi, kutupsal koordinat sisteminde  $r = a \cos t$  denklemiyle ifade edilir. Ayrıca düzlemsel Kardiooid eğrisi  $I = \{ t \mid 0 \leq t \leq 2\pi \}$  olmak üzere

$$\alpha : I \rightarrow E^2 \quad (2.1)$$

$$t \rightarrow \alpha(t) = (a(2 \cos t - \cos 2t), a(2 \sin t - \sin 2t))$$

biçiminde bir fonksiyon ile tanımlanır ve  $a=1$  için Şekil 1.'deki gibi görülür.



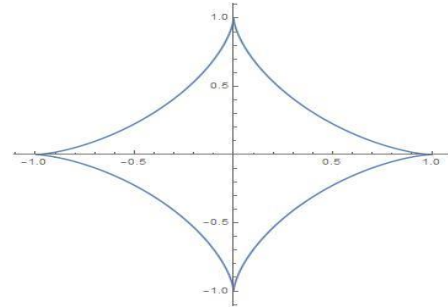
Şekil 1. Kardiooid eğrisi

Özel eğriler içinde Kardiooid eğrisinden sonra Astroid eğrisi incelenecek olursa, Astroid eğrisi,  $2a$  uzunluğunda bir doğru parçasının iki ucu mafsallı olarak koordinat eksenleri üzerinde hareket ederken orta noktasının geometrik yeri olarak adlandırılmaktadır. Astroid eğrisinin Kartezyen denklemi  $x^{2/3} + y^{2/3} = a^{2/3}$  şeklindedir ve bu düzlemsel eğri;  $I = \{ t \mid 0 \leq t \leq 2\pi \}$  olmak üzere

$$\alpha : I \rightarrow E^2 \quad (2.2)$$

$$t \rightarrow \alpha(t) = (a \cos^3 t, a \sin^3 t)$$

fonksiyonu ile de tanımlanıp,  $a=1$  için Şekil 2.'deki gibi gösterilir.



Şekil 2. Astroid eğrisi

Yine özel eğrilerden olan Limaçon eğrisi incelenecek olursa,  $a$  yarıçaplı merkezil bir çember üzerindeki hareketli bir  $Q$  noktası için,  $\overline{QP} \cdot \overline{QP'} = k^2$  denkleminde uyan  $P$  ve  $P'$  noktalarının geometrik yerine Limaçon eğrisi denir. Limaçon eğrisinin Kartezyen denklemi,

$$(x^2 + y^2 - 2ax)^2 = b^2(x^2 + y^2)$$

şeklinde verilir. Bu eğri kutupsal koordinat sisteminde ise aşağıdaki gibi tanımlanır

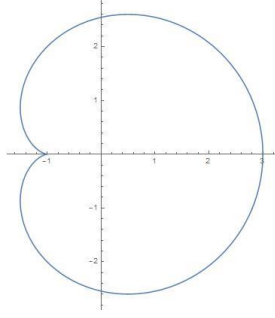
$$r = b + 2a \cos(\theta).$$

Ayrıca düzlemsel Limaçon eğrisini  $I = \{ t \mid 0 \leq t \leq 2\pi \}$  olmak üzere

$$\alpha : I \rightarrow E^2 \quad (2.3)$$

$$t \rightarrow \alpha(t) = (k \cos t + a \cos 2t, k \sin t + a \sin 2t)$$

fonksiyonu ile de ifade edilebilir ve  $a=1, k=2$  için, düzlemsel Limaçon eğrisi Şekil 3.'de görülmektedir.



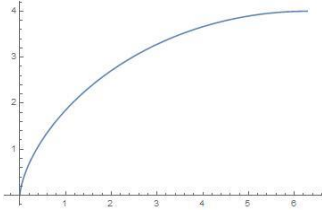
Şekil 3. Limaçon eğrisi

Yukarıda açıklanan özel eğrilere ek olarak Saykloid eğrisi tanımlanacak olursa,  $a$  yarıçaplı bir çemberin  $0x$  eksenini üzerinde yuvarlanması halinde çember üzerindeki sabit bir  $P$  noktasının yörüngesi Saykloid (Cycloid) olarak adlandırılır veya düzlemsel Saykloid eğrisi  $I = \mathbb{R}$  iken aşağıdaki fonksiyon ile tanımlanır

$$\alpha: I \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$t \rightarrow \alpha(t) = (at - a \sin t, a - a \cos t). \quad (2.4)$$

Ayrıca, düzlemsel Saykloid eğrisinin  $a=2$  sabit değeri ile  $xy$  düzlemindeki görüntüsü Şekil 4.'de verilmektedir.



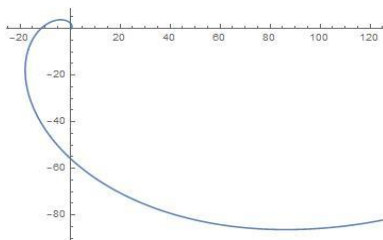
Şekil 4. Saykloid eğrisi

Son olarak da bu özel eğriler içinde Eşaçılı Spiral eğrisi tanımlanırsa, Eş açılı spiral (equiangular spiral) eğrisinin Kutupsal koordinatlardaki denklemi,  $\varphi = \text{sabit}$  ve  $k = \cot \varphi$  iken  $r = ae^{k\theta}$  dir. Bu tanım kullanıldığında, düzlemsel Eşaçılı spiral eğrisi,  $I = \{t | 0 \leq t < 2\pi\}$  olmak üzere, parametrik olarak aşağıdaki gibi tanımlanır

$$\alpha: I \rightarrow E^2$$

$$t \rightarrow \alpha(t) = (ae^{kt} \cos t, ae^{kt} \sin t). \quad (2.5)$$

Ayrıca  $a=1, k=1$  için Eşaçılı spiral eğrisi Şekil 5.'de görülmektedir.



Şekil 5. Eşaçılı Spiral

Düzlemsel bir eğrinin Frenet vektörleri ve 1. eğriliği ( $\kappa$ ) eşitlikleri incelenecek olursa; burada düzlemsel bir eğrinin 2. eğriliğinin sıfır yani  $\tau=0$  olduğu açıktır. Ayrıca  $\alpha(t) = (x(t), y(t))$  düzlemsel bir eğri olsun. Bu düzlemsel eğrinin, 1. eğriliği ( $\kappa$ ), teğet vektörü  $T$  ve normal vektörü  $N$  sırasıyla aşağıdaki gibidir [15,16].

$$\kappa(t) = \frac{x'(t)y''(t) - x''(t)y'(t)}{\left((x'(t))^2 + (y'(t))^2\right)^{3/2}},$$

$$T(t) = \frac{1}{\sqrt{\left((x'(t))^2 + (y'(t))^2\right)}} (x'(t), y'(t)), \quad (2.6)$$

$$N(t) = \frac{1}{\sqrt{\left((x'(t))^2 + (y'(t))^2\right)}} (-y'(t), x'(t)).$$

$\alpha(t): I \rightarrow E^n$  türevlenebilir bir eğri iken, bir eğrinin kendine benzer bir eğri olabilmesi için gerekli olan aşağıdaki şart sağlanırsa

$$\bar{\kappa}(t) + \lambda \alpha(t)^\perp = 0 \quad (2.7)$$

$\alpha(t)$  eğrisine kendisine benzer bir eğridir denir, burada  $\alpha^\perp(t) = \alpha(t) - \frac{\langle \alpha'(t), \alpha(t) \rangle}{\|\alpha'(t)\|^2} \alpha'(t)$  şeklindedir (10).

Ayrıca  $\alpha: I \rightarrow E^n$  birim hızlı parametrik bir eğri iken  $\alpha(t)$  eğrisinin eğrilik vektörü  $\bar{\kappa}: I \rightarrow E^n$ ;  $\bar{\kappa}(t) = \alpha''(t)$  şeklindedir ve  $\|\bar{\kappa}\|: I \rightarrow [0, \infty)$ ;  $\kappa = \|\bar{\kappa}(t)\| = \|\alpha''(t)\|$  fonksiyonuna  $\alpha(t)$  eğrisinin eğriliği denir. Eğer

$\alpha: I \rightarrow E^n$  keyfî parametrelili parametrik bir eğri ise  $\alpha$  eğrisinin eğrilik vektörü

$$\bar{\kappa}: I \rightarrow E^n; \bar{\kappa}(t) = \frac{1}{\|\alpha'(t)\|^2} \left( \alpha''(t) - \frac{\langle \alpha'(t), \alpha''(t) \rangle}{\|\alpha'(t)\|^2} \alpha'(t) \right) \text{ dir (3).}$$

Özel olarak, düzlemsel  $\alpha(t) = (x(t), y(t)) \subset E^2$  eğrisinin kendine benzer eğri olma durumu incelendiğinde (2.6) ve (2.7) eşitlikleri yardımıyla, düzlemsel  $\alpha(t)$  eğrisinin kendine benzer eğri olması için ya doğru olması ya da

$$A(A + \lambda BC) = 0 \quad (2.8)$$

şartını sağlaması gerekmektedir, burada

$$x'(t)y''(t) - x''(t)y'(t) = A$$

$$(x'(t))^2 + (y'(t))^2 = B \quad (2.9)$$

$$x'(t)y(t) - x(t)y'(t) = C$$

dir (11).



### 3. KENDİNE BENZER OLMAYAN BAZI EĞRİLER

Bu bölümde, 2. bölümde tanımlanan Kardioid, Astroid, Limaçon, Saykloid Eşaçılı Spiral eğrilerinin kendine benzer olup olmadıklarını araştırılacaktır. Bu araştırma sonucunda hangi şartlar altında kendine benzer eğri olmadıkları hesaplanacaktır.

İlk olarak (2.1) deki düzlemsel Kardioid eğrisi incelenirse, düzlemsel Kardioid eğrisinin kendine benzer bir eğri olup olmamasıyla ilgili aşağıdaki teorem verilebilir.

**Teorem.3.1:** (2.1) fonksiyonu ile tanımlanan düzlemsel Kardioid eğrisi  $\cos t \neq 1$  iken kendine benzer eğri değildir.

**İspat:** (2.1) eşitliğindeki Kardioid eğrisinin  $x(t), y(t)$  fonksiyonları ve bu fonksiyonların 1. ve 2. türevleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} y &= a(2 \sin t - \sin 2t) \\ x' &= a(-2 \sin t + 2 \sin 2t) \\ y' &= a(2 \cos t - 2 \cos 2t) \\ x'' &= a(-2 \cos t + 4 \cos 2t) \\ y'' &= a(-2 \sin t + 4 \sin 2t) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Böylece (2.10) da bulunan eşitlikler, (2.9) eşitliklerinde yerine yazılabilir. İlk olarak (2.9) eşitliğindeki  $A = (x'y'' - x''y')$  ifadesi hesaplanacak olursa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\begin{aligned} A &= a^2(4 \sin^2 t - 8 \sin t \sin 2t - 4 \sin 2t \sin t + 8 \sin^2 2t) \\ &\quad - a^2(-4 \cos^2 t + 4 \cos t \cos 2t + 8 \cos t \cos 2t - 8 \cos^2 2t) \\ &= a^2(4 \sin^2 t + 4 \cos^2 t - 12(\sin t \sin 2t + \cos t \cos 2t) \\ &\quad + 8 \sin^2 2t + 8 \cos^2 2t) \\ &= a^2(12 - 12 \cos t(2 \sin^2 t + \cos^2 t - \sin^2 t)) \\ &= 12a^2(1 - \cos t) \end{aligned}$$

İkinci olarak (2.9) eşitliğindeki  $B = (x')^2 + (y')^2$  ifadesi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} B &= a^2(4 \sin^2 t - 8 \sin t \sin 2t + 4 \sin^2 2t) \\ &\quad + (a^2(4 \cos^2 t - 8 \cos t \cos 2t + 4 \cos^2 2t)) \\ &= a^2(4 + 4 - 8 \cos t) \\ &= 8a^2(1 - \cos t) \end{aligned}$$

Son olarak (2.9) eşitliğindeki  $C = x'y - xy'$  eşitliği de aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} C &= a^2(-4 \sin^2 t + 2 \sin t \sin 2t + 4 \sin 2t \sin t - 2 \sin^2 2t) \\ &\quad - a^2(4 \cos^2 t - 4 \cos t \cos 2t - 2 \cos 2t \cos t + 2 \cos^2 2t) \\ &= -6a^2(1 - \cos t) \end{aligned}$$

Sonuç olarak; üste hesaplanan  $A, B, C$  eşitlikleri, (2.9) eşitliğinde kullanılırsa  $\cos t \neq 1$  iken  $A(A + \lambda B C) = 0$  şartının sağlanması için

$$\lambda = \frac{1}{4a^2(1 - \cos t)}$$

elde edilir. Bu durum da  $\lambda$  sabiti  $\cos t = 1$  iken tanımsız olacağından kendine benzerlik durumundan bahsedilemez. Ancak  $\cos t \neq 1$  iken  $\lambda$  sabit olmayacağından Kardioid eğrisine kendine benzer eğri değildir denir.

İkinci olarak (2.2) de verilen düzlemsel Astroid eğrisinin hangi durumlarda kendine benzer eğri olmadığı incelenecektir. Şimdi aşağıdaki teorem verilebilir.

**Teorem.3.2:** (2.2) fonksiyonu ile ifade edilen düzlemsel Astroid eğrisi  $\sin 2t \neq 0$  iken kendine benzer eğri değildir.

**İspat:** (2.2) deki düzlemsel Astroid eğrisinin  $x(t) = a \cos^3 t, y(t) = a \sin^3 t$  fonksiyonlarının 1. ve 2. türevleri hesaplandığında aşağıdaki eşitlikler elde edilir

$$\begin{aligned} x' &= -3a \cos^2 t \sin t \\ y' &= 3a \sin^2 t \cos t \\ x'' &= 6a \sin^2 t \cos t - 3a \cos^3 t \\ y'' &= 6a \sin t \cos^2 t - 3a \sin^3 t \end{aligned} \quad (2.11)$$

Ayrıca düzlemsel eğrilerin kendine benzer eğri olma şartı olan (2.8) eşitliğinde kullanılmak üzere (2.9) ve (2.11) eşitliklerinden

$$\begin{aligned} A &= -9a^2 \cos^2 t \sin^2 t \\ B &= 9a^2 \sin^2 t \cos^2 t \\ C &= -3a^2 \cos^2 t \sin^2 t \end{aligned}$$

elde edilir. Yukarıda hesaplanan  $A, B, C$  eşitliklerini  $\sin 2t \neq 0$  iken (2.8) de yerine yazılırsa  $\lambda$  değeri aşağıdaki gibi bulunur

$$\lambda = -\frac{1}{3a^2 \cos^2 t \sin^2 t}$$

Bu durum da  $\lambda$  sabiti  $\sin 2t = 0$  iken tanımsız olacağından kendine benzerlik durumundan bahsedilmez. Ancak  $\sin 2t \neq 0$  iken  $\lambda$  sabit

olmayacağından Astroid eğrisine kendine benzer eğri değildir denir.

Üçüncü olarak (2.3) de verilen düzlemsel Limaçon eğrisinin hangi durumlarda kendine benzer eğri olma şartını sağladığını ve kendine benzer eğri olmadığı gösterilecektir. Böylece aşağıdaki teorem verilebilir.

**Teorem.3.3:** (2.3) fonksiyonu ile tanımlanan, Limaçon eğrisi  $k \neq 0$ ,  $\frac{k^2+2a^2}{3ak} \neq -\cos t \neq \frac{k^2+4a^2}{4ak}$  iken kendine benzer eğri değildir.

**İspat:** (2.3) düzlemsel Limaçon eğrisinin  $x=k \cos t + a \cos 2t$ ,  $y=k \sin t + a \sin 2t$  fonksiyonları için (2.9) daki  $A, B, C$  eşitlikleri, önceki ispatlara benzer işlemlerle aşağıdaki gibi bulunur.

$$A = k^2 + 8a^2 + 6ak \cos t$$

$$B = k^2 + 4a^2 + 4ak \cos t$$

$$C = -k^2 - 2a^2 - 3ak \cos t .$$

Elde edilen  $A, B, C$  eşitlikleriyle,  $\cos t \neq \frac{k^2+8a^2}{6ak}$  iken (2.8) deki kendine benzer eğri olma şartı olan  $A(A+\lambda BC)=0$  ifadesinin sağlanması için

$$\lambda = \frac{k^2 + 8a^2 + 6ak \cos t}{(k^2 + 4a^2 + 4ak \cos t)(k^2 + 2a^2 + 3ak \cos t)}$$

olmalıdır. Bu durum da  $\lambda$  sabiti  $\cos t = \frac{k^2+2a^2}{3ak}$ ,

$\cos t = \frac{k^2+4a^2}{4ak}$  iken tanımsız olacağından kendine benzerlik durumundan bahsedilemez. Ancak  $\frac{k^2+2a^2}{3ak} \neq -\cos t \neq \frac{k^2+4a^2}{4ak}$  iken  $\lambda$  sabit olmayacağından Limaçon eğrisine kendine benzer eğri değildir denir.

Eğer  $k=0$  ise Limaçon eğrisi çemberdir ve kendisine benzer bir eğridir.  $k \neq 0$  ve yukarıdaki şartlar sağlandığında Limaçon eğrisi kendisine benzer bir eğri değildir.

Dördüncü olarak (2.4) de verilen düzlemsel Saykloid eğrisinin hangi durumlarda kendine benzer eğri olmadığını göstermek için gerekli olan teorem aşağıda verilecektir.

**Teorem.3.4:** (2.4) fonksiyonu ile gösterilen, düzlemsel Saykloid eğrisi  $\cos t \neq 1$ ,  $\cot\left(\frac{t}{2}\right) \neq \frac{2}{t}$  iken kendine benzer bir eğri değildir.

**İspat:** (2.4) Saykloid eğrisinin  $x(t) = at - a \sin t$ ,  $y(t) = a - a \cos t$  fonksiyonlarını kullanıp, yukarıdaki

ispat yöntemlerine benzer işlemler yapıldığında ve  $\cos t \neq 1$  iken kendine benzer eğri olma şartı olan (2.8) deki  $\lambda$  değeri aşağıdaki gibi bulunur

$$\lambda = \frac{1}{2(2a^2(1-\cos t) - a^2 t \sin t)}$$

$\lambda$  sabitinin paydasında yer alan  $2(1-\cos t) - t \sin t$  ifadesi sıfır olduğunda  $\lambda$  sabiti tanımsız olur. Yani

$$2(1-\cos t) \neq t \sin t \quad (2.12)$$

olmalıdır. (2.12) eşitsizliğinde gerekli aritmetik işlemler yapıldığında  $\cot\left(\frac{t}{2}\right) \neq \frac{2}{t}$  elde edilir.

Bu da teoremin ispatını vermektedir.

Son olarak da (2.5) de verilen düzlemsel Eşaçılı spiral eğrisinin kendine benzer eğri olmadığını göstermek için aşağıdaki teorem verilecektir.

**Teorem.3.5:** (2.5) fonksiyonu ile tanımlanan, eşaçılı spiral eğrisi kendine benzer bir eğri değildir.

**İspat:** (2.5) eşaçılı spiral eğrisinin  $x(t) = ae^{kt} \cos t$ ,  $y(t) = ae^{kt} \sin t$  fonksiyonları için benzer işlemler yapıldığında (2.8) eşitliğindeki  $\lambda$  değeri aşağıdaki gibi bulunur

$$\lambda = \frac{1}{a^2 e^{2kt}}$$

Bu durum da  $\lambda$  sabit olmayacağından Eşaçılı spiral eğrisine kendine benzer eğri değildir denir.

## KAYNAKLAR

- [1] Hanbay K, Alpaslan N, Talu MF, Hanbay D. Principal curvatures based rotation invariant algorithms for efficient texture classification. *Neurocomputing* 199; 77–89, 2016.
- [2] Beyer WH. *Standard Mathematical Tables*. Boca Raton: FL: CRC Press; 216 p, 1987.
- [3] Gray A. *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*, 2nd ed. Boca Raton: FL: CRC Press; 50-52 p, 1997.
- [4] Lawrence JD. *A Catalog of Special Plane Curves*. New York: Dover Publications Inc.; 192-197, 1972.
- [5] Lockwood EH. "The Cycloid." Ch. 9. In: *A Book of Curves*. Cambridge, England: Cambridge University Press; 80–92, 1967.
- [6] MacTutor History of Mathematics Archive [Internet]. Available from: <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Curves/Cycloid.html>
- [7] Smith DE. *Special Topics of Elementary Mathematics*. In: *History of Mathematics*, Vol 2. New York: Dover Publications Inc.; 327p, 1958.

- [8] Wells D. The Penguin Dictionary of Curious and Interesting Geometry. Londra: Penguin; 44-47 p, 1991.
- [9] Yates RC. Cycloid. In: A Handbook on Curves and Their Properties. Ann Arbor, MI: J. W. Edwards; 65–70p, 1952.
- [10] E. Ethemoglu. E<sup>n</sup> deki Kendine Benzer Yüzeylerin Bir Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi; 2013.
- [11] Etemoglu E, Arslan K, Bulca B. Self similar surfaces in Euclidean space. Selcuk J Appl Math.;14(1):71–81, 2013.
- [12] Anciaux H. Construction of Lagrangian Self-similar Solutions to the Mean Curvature Flow in Cn. Geom Dedicata.;120(1):37–48, 2006.
- [13] Uribe-Vargas R. On Vertices, focal curvatures and differential geometry of space curves. Bull Brazilian Math Soc.;36(3):285–307, 2005.
- [14] Hacısalihoğlu H.H. Differensiyel Geometri. Ankara: Gazi Üniversitesi Basın Yayın Yüksekokulu Basımevi; 1-895 p, 1983.
- [15] O'Neill B. Elementary Differential Geometry. Academic Press Inc; 1-520 p, 1966.
- [16] J.W. Rutter. Geometry of Curves. 1 st. New York: Chapman and Hall/CRC; 384 p, 2000.