



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
FEN DERGİSİ



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

Ekim 2020

Cilt: 46

Sayı : 2



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ

SELÇUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

Dergi Sahibi: **Prof.Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK**

Baş Editör: **Prof.Dr. Evren YILDIZTUGAY**

İletişim/Correspondence

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42130, Konya
Tel: +90 332 223 8853 Fax: +90 332 2412499

Web: <http://dergipark.gov.tr/sufefd>

E-posta: selcukfendergi@gmail.com

Yayın Tarihi / Publication Date

31.10.2020

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ SELCUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

Baş Editör (Editor in chief)

Prof.Dr. Evren YILDIZTUGAY
(S.Ü. Fen Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü)

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Prof.Dr. Haluk ÖZPARLAK, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Rawil F. FAKHRULLIN, Kazan Federal Üniversitesi, Mikrobiyoloji Bölümü, Kazan, Tataristan
Prof.Dr. Adriano MOLLICA, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya
Assoc.Prof.Dr. Mohamad Fawzi MAHOMOODALLY, Mauritius Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Bölümü, Moka, Mauritius
Prof.Dr. Marcello LOCATELLI, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya
Doç.Dr. Gökhan ZENGİN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Mustafa ÖZMEN, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Salih Zeki BAŞ, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Tuncer ACAR, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Serdar KARAKURT, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Raşit AYDIN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye
Assist.Prof.Dr. Amro K.F. DYAB, Minia Üniversitesi, Kimya Bölümü, Mısır
Assist.Prof.Dr. Simone CARRADORI, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya
Dr.Öğr.Ü. Sinan ALKAN, Selçuk Üniversitesi, Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği, Türkiye
Dr. Halit ÇAVUŞOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye

Danışma Kurulu (Advisory Board)

Prof.Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Yavuz BAĞCI, Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Rıza OĞUL, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Kemal AYDIN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Coşkun KUŞ, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Buğra SARAÇOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Gülşin ARSLAN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. İmren HATAY PATIR, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye

46(2)
2020

Yazışma Adresi

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42130, Konya
✉: selcukfendergi@gmail.com
Tel : 0 332 223 88 53 • Faks : 0 332 241 24 99

..... Y ı l d a İ k i K e z Y a y ı n l a n ı r



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ

SELCUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

e-ISSN: 2458-9411

CİLT:46, SAYI:2, EKİM 2020

VOLUME:46, ISSUE 2, OCTOBER 2020

İÇİNDEKİLER

Contents

- İnsektisitlerin Doğadaki Döngüsü ve Sucul Çevreye Etkileri.....29–40**
The Cycle of Insecticides on Nature and Its Effects on the Aquatic Environment
Figen Esin KAYHAN
- Üropatojenik *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profilleri ve Genişlemiş Spektrumlu Beta Laktamaz (GSBL) Özelliklerinin Değerlendirilmesi41–65**
Evaluation of Antibiotic Resistance Profiles and Extended Spectrum of Beta Lactamase (ESBL) Properties of Uropathogenic Escherichia coli Strains
Mehmet Akif BOZKIR, Ahmet UYSAL, Emine ARSLAN
- Sündiken Dağları'nın (Ankara, Bilecik, Eskişehir) Oedemeridleri (Coleoptera: Oedemeridae) ve Habitat Tercihleri66–84**
Oedemerids (Coleoptera: Oedemeridae) and Their Habitat Preferences of Sündiken Mountains (Ankara, Bilecik, Eskişehir)
Şirin Bahar CAN, Abdullah HASBENLİ
- Sayma Verisi Modelleri Üzerine Bir Karşılaştırma: E- Ticarete Yaşanan Sorunlar Türkiye Örneği..85–102**
A Comparasion on Count Data Models: Example of Problems That Occured in E-Commerce Over the Turkey
Duygu KILIÇ, Hülya BAYRAK
- Net Fotopiki Elde Etmek İçin Puls Şekli Ayırma Yönteminin Bir Uygulaması.....103–109**
An Application of Pulse Shape Discrimination Method to Obtain Pure Photopeak
Elif Ebru ERMİŞ, Cüneyt ÇELİKTAŞ
- Grafen Kaplı Kimyasal Sensörlerin Şişme Davranışları ve Matematiksel Modelleme.....110–117**
Mathematical Modelling and Swelling Behaviors of Graphene-coated Chemical Sensors
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ, Kemal BÜYÜKKABASAKAL, Ali DENİZ, Yaser AÇIKBAŞ, Rifat ÇAPAN, Matem ERDOĞAN
- Türkiye İçin Endemik Bir Bitki Olan *Cousinia foliosa* Boiss. & Balansa (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar.....118–125**
Anatomical and Palynological Studies on Cousinia foliosa Boiss. & Balansa (Asteraceae), Which is an Endemic Plant to Turkey
Deniz ULUKUŞ, Osman TUGAY

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

ISSN 2458-9411 (e-dergi) Dergi web sayfası <http://dergipark.gov.tr/sufefd>

Prof.Dr. Evren YILDIZTUGAY, Editör,

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi,

Biyoteknoloji Bölümü, 42130 Konya, TÜRKİYE

e-mail: selcukfendergi@gmail.com



Makale Gönderme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi

Makale Başlığı	
Yazar(lar)	

Makaleden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı **Adresi**
E-posta
Telefon **Faks**

Sunmuş olduğumuz makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları taahhüt ederiz:

- Bu makale tarafımı/ tarafımızdan yapılmış özgün bir çalışmadır.
- Yazar/Yazarlar olarak makalenin sorumluluğunu üstlenirim/üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere yollanmamıştır.
- Yazar/Yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve sonuçlarını onaylamıştır.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazar/yazarlara aittir.
- Yazar/Yazarlar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir.
- Satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için çoğaltma hakları vardır.

Bunun dışında, makalenin çoğaltılması, postalanması ve diğer yollardan dağıtılması, ancak bilim ve yayın kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü veya bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını bildiririz.

Makaleye ait tüm materyaller (kabul edilen veya reddedilen fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), bilim ve yayın kurulunca bir yıl süreyle saklanacak ve daha sonra imha edilecektir.

Bu belge, tüm yazar/yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Bütün imzalar, ıslak imza olmalıdır.

*Yazar(lar) Adı ve Soyadı	Adresi	Tarih	İmza

*Satır sayısı, yazar sayısı kadardır. Yetersizse artırılabilir.

Makalenin Editörler Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.

Makaleler, A4 (210 mmx297 mm) boyutunda 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında, solunda, altında ve üstünde 2.5'er cm boşluk bırakılmalı ve yazılar sağa-sola dayalı olmalıdır. Makalenin her sayfası ve satırları numaralandırılmalıdır. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve akademik unvan belirtilmemelidir. Türkçe hazırlanan makaleler Türk Dil Kurumu'nun son yazım kılavuzu dikkate alınarak yazılmalıdır.

Makale: Türkçe Başlık, Türkçe Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Metot, Araştırma Sonuçları, Tartışma, Teşekkür (varsa), **Kaynaklar** bölümlerinden oluşmalıdır. Bölüm adları koyu yazılmalıdır. Varsa her bir şekil ve tablolar makale içerisinde bahsedildikleri yerden sonra sırayla yerleştirilmelidir.

Başlık: Kısa ve açıklayıcı olmalı, 14 punto ve koyu, kelimelerin ilk harfi büyük olmalı, ortalanarak yazılmalı ve 15 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılamalı, 14 punto ve koyu yazılmalıdır.

Öz: Türkçe ve İngilizce özlere her biri 300 kelimeyi geçmemelidir. Türkçe ve İngilizce özlere sırasıyla "Öz" ve "Abstract" kelimeleri kullanılmalıdır. Öz, çalışmanın amacını, nasıl yapıldığını, sonuçları ve sonuçlar üzerine yazar(lar)ın yaptığı değerlendirmeleri içermelidir. **Öz ve Abstract kısımlarında kesinlikle referans kullanılmamalıdır.**

Anahtar Kelimeler: Özlere 1 satır altına, her anahtar kelimenin ilk harfi büyük diğerleri küçük harflerle, mümkünse başlıkta kullanılmayan, çalışmayı en iyi biçimde tanımlayacak en fazla 6 anahtar kelime yazılmalıdır.

Giriş: Bu bölümde; çalışma konusu, gerekçesi, konu ile doğrudan ilgili önceki çalışmalar ve çalışmanın amacı verilmelidir.

Materyal ve Metot: Bu bölümde makalede kullanılan materyal ve metot açıkça belirtilmelidir.

Araştırma Sonuçları: Elde edilen sonuçlar verilmeli, gerekirse çizelge, şekil ve grafiklerle desteklenerek bulgular açıklanmalıdır. Elde edilen bulgular tekrardan kaçınılması amacıyla ya çizelge ya da grafik olarak verilmelidir. İstatistik olarak önemli bulunan faktörler, uygulanan istatistik analiz tekniğine uygun karşılaştırma yöntemi ile yorumlanarak ilgili istatistikler üzerinde harflendirme yapılmalıdır. İstatistik analiz yönteminin doğru seçilmediği ve/ya analiz gereği gibi yapılmadığı durumlarda editörler kurulu makaleyi değerlendirme dışında tutabilir.

Tartışma: Bulgular çalışma ile ilgili güncel makalelerle tartışılmalı, ancak gereksiz tekrarlardan kaçınılmalıdır. Bulguların başka araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, nedenleri açıklanmalıdır.

Teşekkür: Mümkün olduğunca kısa olmalı ve yapılan katkı ifade edilerek verilmelidir.

Kaynaklar: Eserde yararlanılan kaynaklara ilişkin atıf metin içinde "(Yazarın soyadı, yıl)" yöntemine göre yapılmalıdır. Örnek: (Yıldızıtugay, 2006), (Yıldızıtugay ve Küçüködük, 2012). Yazara atıf yapılırsa sadece yayının yılı parantez içine alınmalıdır. Örnek: Yıldızıtugay (2006)'a göre ya da Bağcı ve Küçüködük (2000). Üç ya da daha fazla yazar için makale içindeki atıfta Türkçe makalelerde "ve ark." ; İngilizce makalelerde "et al." kullanılmalıdır. Örnek: (Yıldızıtugay ve ark., 2014), (Yıldızıtugay et al., 2014) veya Özfidan-Konakçı ve ark. (2015)'e göre. Aynı yazarın aynı yıl içinde 1'den fazla yayını varsa, yıldan sonra küçük harfler verilmelidir. Örnek: (Yıldızıtugay ve ark., 2014a). Aynı yazarın birden fazla yayınına atıf yapılacaksa yıldan sonra noktalı virgül (;) işareti ile ayırt edilmelidir. Örnek: (Yıldızıtugay, 2012; 2013; 2014). Birden fazla atıf yapılırsa atıflar arasında noktalı virgül (;) kullanılmalıdır. Örnek: (Yıldızıtugay ve Küçüködük, 2012; Yıldızıtugay ve ark., 2014; Yıldızıtugay, 2006).

Kaynaklar bölümünde metin içinde atıf yapılan tüm kaynaklar alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilir. Dergi isimleri italik yazılmalıdır. **Kongre kitaplarında Türkçe ya da yabancı dilde özeti yayınlanmış çalışmalara atıf yapılamaz.** Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Dergi:

Asada K (2006). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 50: 601-639.

Madhava Rao KV and Sresty TV (2000). Antioxidative parameters in the seedlings of pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] in response to Zn and Ni stresses. *Plant Sci* 157: 113-128.

Liu ZJ, Guo YK, Bai JG (2010a). Exogenous hydrogen peroxide changes antioxidant enzyme activity and protects ultrastructure in leaves of two cucumber ecotypes under osmotic stress. *J Plant Growth Regul* 29: 171-183.

Kitap:

Kılınç M, Kutbay HG (2008). Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.

Odum EP (1971). Fundamentals of Ecology, Third Edition, W.B. Saunders Company, London.

Kitabın Bir Bölümü:

Babaoğlu M, Yorgancılar M, Akbudak MA (2001). Doku kültürü: temel laboratuvar teknikleri. (Editörler M. Babaoğlu, E. Gürel, S. Özcan), *Bitki Biyoteknolojisi Cilt I Doku Kültürü ve Uygulamaları*, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, s. 1-35.

Eteve G (1985). Breeding for tolerance and winter hardiness in pea. In Hebblethwaite PD, Heath MC, Dawkins TCK (Eds) *The pea Crop: A Basis for Improvement*. Butterworths, London. UK, pp. 131-136.

Yazarı Belirtilmeyen Kurum Yayınları:

TÜİK (2012). Tarım İstatistikleri Özeti. Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No: 3877, Ankara

İnternette Alınan Bilgi:

FAO (2013). Production and trade statistics. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-trade/en/> (Erişim tarihi:02.10.2013)

Şekiller ve Tablolar: Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Tablo" olarak belirtilmelidir. Tüm şekil ve tablolar makalenin içine yerleştirilmelidir. Şekil ve tabloların boyu tek sayfa düzeninde en fazla 16x20 cm ve çift sütun düzeninde ise genişliği en fazla 8 cm olmalıdır. Şekil ve tabloların boyutu baskıda çıkabilecek çözünürlükte olmalıdır. Araştırma sonuçlarını destekleyici nitelikteki resimler 600 dpi çözünürlüğünde "jpeg" formatında olmalıdır. Her tablo ve şekle metin içerisinde atıf yapılmalıdır. Tüm tablo ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalıdır (**Tablo 1** ve **Şekil 1**). Tablo ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa ve öz olmalıdır. Şekil ve tablo başlık yazıları 10 punto, şekil ve tabloların içindeki yazılar 9 punto, tablo altı yazılar 8 punto Times New Roman yazı karakterinde olmalıdır. Tablo ve şekillerde kısaltmalar kullanılmış ise hemen altına bu kısaltmalar açıklanmalıdır.

Birimler: Tüm makalelerde SI (System International d'Units) ölçüm birimleri kullanılmalıdır. Ondalık kesir olarak kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (m/s yerine m s⁻¹, J/s yerine J s⁻¹, kg m/s² yerine kg m s⁻² gibi). Sayı ile sembol arasında bir boşluk bırakılmalıdır (4 kg N ha⁻¹, 3 kg m⁻¹ s⁻², 20 N m, 1000 s⁻¹, 100 kPa, 22 °C gibi). Bu kuralın istisnaları düzlemsel açılar için kullanılan derece, dakika ve saniye sembolleridir (°, ' ve "). Bunlar sayıdan hemen sonra konmalıdır (10°, 45', 60" gibi). Litrenin kısaltması "l" olarak belirtilmelidir. Cümle sonunda değilse sembollerin sonuna nokta konulmamalıdır (kg. değil kg).

Formüller: Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüllerin yazılmasında Word matematik işlemcisi kullanılmalı, ana karakterler 12 punto, değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa "Eşitlik 1" biçiminde verilmelidir (...ilişkin model, Eşitlik 1' de verilmiştir).

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi

Fen Dergisi Editörlüğü

42130 Kampüs/KONYA

Faks: 0 332 241 24 99

E-mail: selcukfendergi@gmail.com

Web Sayfası: <http://dergipark.gov.tr/sufef>

İnsektisitlerin Doğadaki Döngüsü ve Sucul Çevreye Etkileri

Figen Esin KAYHAN ^{1*}

*Sorumlu yazar: fekayhan@marmara.edu.tr

¹ Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İSTANBUL
Orcid No: 0000-0001-7754-1356

Öz: Pestisitlerin neden olduğu çevre kirliliği, dünyadaki en önemli sorunlardan biridir. Pestisitlerin ekosistem seviyesi üzerindeki etkileri doğrudan ve dolaylı etkilerin ve geri bildirim mekanizmalarının bir kombinasyonudur. Bu derlemede temel sorunlar ve gelecek perspektifleri irdelenmiştir. Bununla birlikte, ekosistemdeki potansiyel toksisitenin öngörülmesinde sucul organizmalarda pestisit biyoakümülyasyon mekanizmasının anlaşılması hala kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Pestisitler, Sucul organizmalar, İnsektisitler

The Cycle of Insecticides on Nature and Its Effects on the Aquatic Environment

Abstract: Environmental pollution caused by pesticides is global problem in the World. The effects of pesticides on the level of ecosystems is a combination of direct and indirect effects and feedback mechanisms. The major problems and future perspectives are summerized in this review. However, understanding the mechanism of bioaccumulation of pesticides in aquatic organisms is still critical in predicting the potential toxicity in ecosystem.

Keywords: Pesticides, Aquatic organisms, Insecticides

1. Giriş

Yirminci yüzyıl ortalarından itibaren pestisit kullanımının artması sonucu, doğal çevre ve insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etki ortaya çıkmıştır. Pestisitler; ev, bahçe, sanayi ve tarım alanlarında çeşitli zararlıların kontrol edilmesinde kullanılan kimyasal maddelerdir. Pestisitler, ekonomik tarım ürünlerine zarar veren spesifik hedef organizmalara veya organizma gruplarına zararlı olacak şekilde üretilmiştir (Koç ve ark., 2009; Karaismailoğlu, 2016). Pestisitler genel bir terimdir ve insektisit (böcek öldürücüler), acarisit (akar öldürücüler),

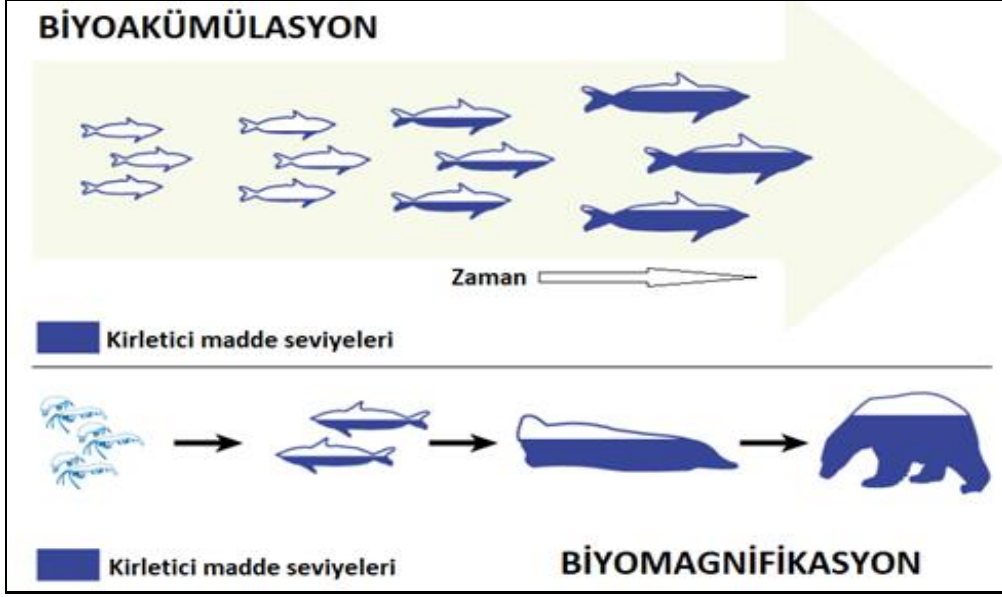
fungusit (mantar öldürücüler), nematosit (parazit öldürücüler), rodentisit (kemirgen öldürücüler), mollusisit (mollusk öldürücüler), bakterisit (bakteri öldürücüler) ve herbisit (ot öldürücüler) vs. gibi çeşitli gruplara ayrılırlar. Pestisitlerin etkileri, sahip oldukları kimyasal formülasyonlarına, uygulama miktarı ve süresine, ortamın sıcaklık, pH vs. gibi özelliklerine bağlı olarak değişir (Arisekar ve ark., 2019; Kapsi ve ark., 2019; Buah-Kwofie ve ark., 2018). Pestisitlerin kimyasal dayanıklılıkları, absorpsiyonları, yarılanma ömürleri ve toksisite dereceleri ekotoksikolojik yönden

önemlidir (Tiryaki ve ark., 2010). Pestisitlerin toprakta ve suda biriken kimyasal kalıntıları ise çevresel kirleticiler olarak adlandırılır. Pestisitler, kimyasal açıdan içerdikleri etken maddeye göre ayrılırlar. Bunlar; inorganik madde içerenler, organik madde içerenler, doğal organik pestisitler ve sentetik organik pestisitler olarak sınıflandırılabilir. Bu etken maddelerin özellikleri, ortamda kalıcı veya geçici olmalarıdır. Buna göre; organik fosforular (kalıcı olmayanlar), genellikle herbisit grubuna ait olan orta derecede kalıcı olanlar, uzun kalıcı olanlar (genellikle klorlu hidrokarbonlar) ve son olarak sürekli kalıcı (içeriğinde arsenik, kurşun veya civa) olanlardır (El-Nahas ve ark., 2017).

1.1. İnsektisitlerin Biyokonsantrasyonu, Biyoakümülyasyonu ve Biyomagnifikasyonu

Çevresel kirleticiler doğal ortamlarda canlılarla etkileşime girdikleri zaman bazı kavramlardan söz etmek gerekir. Bunlar; biyokonsantrasyon, biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon gibi kavramlardır. Biyokonsantrasyon sucul ortamda bulunan bir kimyasal bileşiğin organizmaya geçerek, birikmesidir. Biyoakümülyasyon ise giren bu kimyasalın giriş hızının atılma hızından daha yavaş olması sonucu kimyasal birikimi

olarak tanımlanabilir (Gaaied ve ark., 2019; Koç ve ark., 2009). Biyomagnifikasyon ise, canlıda biriken kimyasal bir maddenin besin zinciri yoluyla diğer türlere geçmesi ve konsantrasyonunun katlanarak fazlaşmasıdır. Sucul ortamda bulunan bir pestisit öncelikle sucul omurgasız ve omurgalı türlerin deri, solungaç ve sindirim sisteminden girerek vücutta hedef bir organda birikir. Bu sırada pestisitler birçok biyolojik membrandan geçerler. Eğer pestisit küçük bir molekül yapısına sahip ise pasif difüzyon yolu ile bünyeye alınır. Özellikle biyomagnifikasyon olayında sucul organizmanın yaşı, metabolizma hızı, büyüklüğü ve beslenme şekli pasif difüzyonu etkileyen faktörlerden sayılır (Atmaca, 2016; Wanga ve ark., 2019). Kimyasal bileşik vücuda alındığı zaman vücut sıvılarının yardımıyla metabolize olur ve atılır. Eğer vücuttan atılamamış ise yağ içeriği yüksek olan dokularda birikir ve bu dokularda uzun yıllar kalabilirler (Madej ve ark., 2018; Buah-Kwofie ve ark., 2018; Barbieri ve ark., 2019). Pestisitler biyokonsantrasyon yoluyla canlıların vücutlarında yoğunlaşabilir ve besin zinciri yoluyla daha üst trofik basamaklara aktarılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Biyoakümülyasyon ve Biyomagnifikasyon (<https://cimioutdoored.org/bioaccumulation-and-biomagnification-increasingly-concentrated-problems/>)

Bu birikimler besin zincirinde hareket ederken her aşamada daha büyük bir konsantrasyona ulaşmaktadır (Strungaru ve ark., 2019). Örneğin; organoklorlu insektisitler, DDT (dikloro difenil trikloretan), dieldrin ve aldrin bu şekilde besin zincirine girerler. Bu bileşikler yağda çözünmeleri nedeniyle kolayca dokulara nüfuz ederler ve orada kalırlar. Bazı organizmalarda besin zincirinin son halkasında normalin 80.000 katına kadar artış görülmüştür (Chawla ve ark., 2018). İngiltere’de yapılan bir araştırmada Avrupa Yılan balığı’nda (*Anguilla anguilla*) bu insektisitlerin varlığı tespit edilmiştir (Jurgens ve ark., 2015). Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kimyasallar, yüzey akıntıları, atmosferik birikim ve yağışlar yoluyla sucul ortama girer ve özellikle sedimentte ve çeşitli sucul organizmalarda birikir. Dünyanın her

yerindeki sucul ekosistemlerde çok çeşitli pestisitler bulunur ve bu kimyasalların formülyasyonlarının ortamda yaşayan organizmaları nasıl etkilediğiyle ilgili bilgi halâ eksiktir. Yapılan araştırmalarda, sucul ekosistemlerde en sık atrazin, ametrin ve bromasil tespit edilirken, büyük miktarda DDE (dikloro difenildikloro etilen) ve DDD’de (dikloro difenil dikloroetan) sedimentte bulunmuştur (Perez-Parada ve ark., 2018). İnsektisitlerin bazıları normal sıcaklıkta gaz formuna dönerler ve atmosfere karışırlar. Bu sayede etki alanından daha uzak yerlere de taşınabilirler. DDT ve toksafen gibi bazı pestisitlerin kullanımı uzun süreden beri yasaklı olmasına rağmen, kutupların yüksek kısımları gibi yeryüzünün ücra bölgelerinde bile hala tespit edilebilmektedir. Bu durum pestisitlerin global hava sirkülasyonu ile taşındığını göstermektedir (Arisekar ve ark., 2019). Toprağa kuvvetle bağlanan

insektisitler daha kalıcıdır. Bir kimyasalın toksisitesi, organizmadaki kimyasal konsantrasyonuna ve organizmadaki hedef reseptör konsantrasyonuna da bağlıdır. Doğada organizmaya giren insektisit gerçek miktarı bu nedenle kritik öneme sahiptir ve biyolojik sonuçları belirlemektedir (Varol ve Sünbül, 2017). Canlı tarafından alınan doz ve çevre konsantrasyonu bu nedenle her zaman doğrudan doğruya orantılı değildir veya türlerden türlere karşılaştırılabilir değildir (Chawla ve ark., 2018). İnsektisitlerin toksik özellikleri nedeniyle sadece hedeflenen organizmalara değil uygulama alanına yakın ve uzak bölgelerdeki farklı türler üzerinde de etkili olabileceği yönünde önemli riskler mevcuttur. Hedef olmayan organizmalar; mikroorganizmalar, omurgasız türler, amfibiler ve balıklar gibi farklı trofik düzeylerde bulunan ve sucul ekosistemlerin besin ağlarını oluşturan türler sayılabilir. Buldukları ortamda dayanıklı olan insektisitler (biyolojik olarak yavaş parçalanan) ve lipofilik insektisitler biyolojik ekosistemde daha uzun süre kaldıkları için daha uzun süre etkili olurlar (Beers ve ark., 2016). Kirleticilerin yayılması genişledikçe yüzey ve yeraltı suları kontamine olmakta, tatlısu ekosistemleri ve balıkçılık zarar görmekte ve denizlerde ölü bölgeler yaratmaktadır. Ekosistemde bulunan pestisit kalıntıları önceden kontamine olmuş bir canlının av

olarak tüketilmesiyle, sedimentteki birikim nedeniyle ve su kolonundaki süspansiyon halinde bulunan kalıntıların solungaçlar ve ağızla alınmaları nedeniyle de sucul türlerde yayılım gösterirler (Kayhan ve ark., 2017). Organizmalardaki dağılımları ise pestisit kimyasal yapısına ve formülasyonuna bağlıdır. Bazı pestisitler suda doğrudan erirler. Bazı pestisitler ise çözünmeden çökerler. Pestisit kalıntılarının sudaki konsantrasyonu, ortamın sıcaklığı, bünyede daha önceden ilaç kalıntısının olup olmaması ve organizmanın fizyolojisi ve metabolizma özellikleri absorpsiyonda önemli kriterlerdir (Perez-Parada ve ark., 2018). Organoklorlu bileşikler (OCP), sadece karbon-hidrojen içeren organik maddelerin klorlanmasıyla elde edilmektedir. Organoklorlu pestisitler genellikle insan ve hayvan dokularında birikmeye meyillidir. Pestisitlerle kontamine olmuş sulara yaşayan türler bu kalıntıları solungaç, deri ve ağız yolu ile absorbe ederler ve kas dokularında uzun süreli biriktirebilirler. OCP'ler özellikle deniz suyunda yüksek oktanol/su oran sabitiyle yüksek lipofilik karakterde oldukları için balık ve kabuklu türlerin (molluska, krustaseler, ekinodermiler gibi) deniz suyundan bu maddeleri absorbe etme ve yağlı dokularında biriktirme riskleri yüksektir (Gupta ve ark., 2018). OCP'ler bünyelerinde karbon, hidrojen ve klorin buldukları için lipoproteinlere

bağlanırlar ve bu nedenle enzimatik işlemlerle dokudan uzaklaştırılmaları zordur. OCP'lerin biyolojik yıkımları uzun sürer ve bu nedenle organizmalarda daha uzun süre kalırlar (Madej ve ark., 2018). Ayrıca sularda bol bulunurlar ve buldukları yerden daha uzaklara taşınmalarına imkan veren uçuculuğa da sahiptirler. Birikimde maddenin lipofilik karakteri ve nasıl metabolize edileceği rol oynar. Halk sağlığı açısından su ürünlerindeki pestisit kirliliği önemlidir. Sucul türlerin yaşı, cinsiyeti, boyutu ve yağ içeriği gibi faktörlerde biyobirikimde rol oynar. Özellikle midyeler ortamdaki suyu filtreleme özellikleri nedeniyle sudaki çevresel kirleticilerin tespiti açısından biyoindikatör türlerdir. Pestisit kimyasal yapısı, tüketim süresi ve miktarı, organizmanın yağ dokusunda birikimini etkiler. Kimyasal yapısında yüksek klorin barındıran pestisitler, daha az klorin içeren pestisitlere oranla daha fazla absorbe edilirler ve birikirler. Düşük oranda klorin içeren pestisitler organizmadan daha çabuk atılırlar. Bir balıktaki pestisit konsantrasyonu, aynı pestisit sudaki konsantrasyonundan 1000-10.000 kat daha fazla olabilir. OCP'ler genellikle kronik toksisite gösterirler. Bunun sebebi bu bileşiklerin hidrofobik yapıda olmaları, kalıcılıklarının sağlam olması, yavaş metabolize olmaları ve düşük çözünürlük göstermeleridir (McHugha ve ark., 2010; Clasen ve ark., 2018; Gupta ve ark., 2018;

Barbieri ve ark., 2019). OCP grubunda en yaygın kullanılan insektisitler şunlardır: DDT, Aldrin, Dieldrin, Lindan, Heptaklor, Klordan, Endrin, Hezoklorobenzen, Toksofen ve Mireks.

1.2. İnsektisitlerin Biyolojik Zararları

Sucul türlerde organoklorlu pestisitlerin dağılımında ve birikiminde, organizmanın yağ içeriği, kimyasal kalıcılığı ve çözünürlüğü gibi özellikleri önemlidir. Örneğin midyelerde pestisitlerin kimyasal özellikleri biyobirikimde etkilidir. Midye örneklerinde en sık rastlanan pestisit DDT'dir. Günümüzde halen DDT'ye rastlanıyor olmasının sebebi DDT'nin su ekosisteminde yarılanma ömrü 5 yıl iken, midyelerde bunun on-yirmi yıl gibi uzun sürelerle çıkıyor olmasıdır. Bunun sebebi DDT türevi olan DDE'nin klorunu en az altı yılda kaybetmesi, yüksek metabolizmaya sahip organizmalarda parçalanma işleminin nispeten yavaş olması, antifouling boya kullanımının artması ve yasadışı pestisit kullanımının sürekli devam ediyor olmasıdır (Storelli ve ark., 2004; Licata ve ark., 2004; Liu ve ark., 2007; Kalyoncu ve ark., 2009). İzmir Körfezi'nde yapılan bir araştırmada avlanan barbun, dil, çipura ve kefal balıklarında organoklorlu insektisitlerden olan DDE'yi tespit etmişlerdir. Çalışmada pestisit birikiminin tarımsal faaliyetler sonucu genellikle kış ve ilkbahar aylarında arttığını ve balıkların yaşlarına göre farklı oranlarda pestisit kalıntısı bulduklarını rapor

etmişlerdir (Uluocak ve Egemen, 2005). Erkmén ve Kolankaya (2006) sazan balıkları ile yaptıkları bir çalışmada sırasıyla α , β -HCH, p,p'-DDT, p,p'-DDE, β -endosulfan, heptachlor epoksíde ve endrin keton organoklorlu bileşiklerini en fazla içerdiklerini tespit etmişlerdir. Meriç Delta'sında yapılan bu çalışmada kullanılması yasak olan bu pestisitlerin balıklarda bulunması yasal olmayan kullanımı akla getirmektedir (Erkmén ve Kolankaya, 2006). Bulgaristan'ın Karadeniz kıyısında yapılan bir araştırmada ise barbun balıklarında yüksek DDT seviyeleri rapor edilmiştir. Barbun balığının bentik bir balık türü olması da bu sonuçlarda etkili olabilir. Elde edilen yüksek DDT seviyeleri Bulgaristan'da yasadışı pestisit kullanımının yaygın olabileceğini ve Karadeniz'e kirlilik yükü taşıdığını göstermektedir (Georgieva ve ark., 2012). Ülkemiz denizlerinden Marmara Denizi, Prens adaları çevresi ve İstanbul Boğazı'nda yapılan bir araştırmada elde edilen *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerde (Kara midye) yüksek seviyelerde DDT bulunmuştur. Aslında midyelerde yağ doku fazla miktarda bulunmamasına rağmen ölçülen yüksek içerik tarım ilaçlarına yüksek miktarda maruziyeti göstermektedir. Çünkü organoklorlu bileşikler suda değil, yağda çözünürler (Okay ve ark., 2011). Pestisit konsantrasyonlarının sucul organizmalarda farklı düzeylerde çıkması, o canlının doku oluşum safhalarında tükettiği enerjiye ve

yağ içeriğinin yumurtlama zamanı gibi dönemlerde azalmasına da bağlı olduğu zannedilmektedir (Chromcova ve ark., 2015). Organoklorlu pestisit derişimleri ile yağ oranları arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu durum sucul türün metabolizma hızına ve beslenme alışkanlıklarına bağlıdır (Clasen ve ark., 2018; Kayhan, 2008). Pestisitler gibi çevresel kirleticiler kimyasallar ergin balıklara direkt olarak öldürme dışında üremeyi durdurma, hastalığa yatkınlık, immün sistemi ve antioksidan sistemleri baskılama gibi farklı şekillerde etki ederler (Kotil ve Yön, 2015; Pfeiffer ve ark., 2018). Bu durumda balıklar mevsimsel sıcaklık ve açlık durumları gibi doğal değişimlerden daha yoğun etkilenirler (Atamanalp ve Yanık, 2001; Gobas ve ark., 2018). Larvalar ve yavru balıklar ise pestisit maruziyetinden daha fazla olumsuz etkilenirler (Bertucci ve ark., 2018). Örneğin; Somon balıklarının çevresel kirleticilere yoğun şekilde maruz kalan bölgelerden geçtikten sonra göç davranışlarının ve yumurtlama zamanlarının değiştii gözlenmiştir (Taylor ve ark., 2016). Pestisitlerin histopatolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine de olumsuz etkileri çalışmalarda mevcuttur (Clasen ve ark., 2018; Gaaied ve ark., 2019; Volschenka ve ark., 2019). Boran ve ark. (2010), gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) juvenilleri üzerine, maneb ve karbaril'in akut etkilerini araştırdıkları çalışmalarında balıkların solungaç lamellerinde ödem gözlemişler ve

lamellar füzyon, epitel şişmesi ve nekrozlar gözlediklerini rapor etmişlerdir. *Cyprinus carpio*'nun solungaç ve böbrek dokuları üzerine deltametrinin akut uygulanması sonucu histopatolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, balıkların solungaçlarında nekroz, dökülmeler, anevrizma, kanamalar, ödem ve hiperplazi rapor edilmiştir (Cengiz, 2006). Balıklar solunumlarında oksijeni tüketirler ve tüm canlılar gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) zararlı etkilerine karşı antioksidan savunma sistemlerini kullanırlar. Oksijen, elektron çekme gücü sebebiyle reaktif bir moleküldür. Aerobik canlıların metabolizma olayları için gerekli olan oksijen aynı zamanda toksik bir form olan serbest radikallere dönüşürler (Clasen ve ark., 2018; El Nahas ve ark., 2017). Fagositik hücreler, en aktif serbest radikal üretici hücrelerdir. Serbest radikaller için çekici hedefler, fosfo ve glikolipitler, DNA, doymamış yağ asitleri ve membran proteinleridir. Herhangi bir stres durumunda oksidan moleküller çok artar ve antioksidan savunma sistemi buna yetişemez. Bu durumda hücreler ROS'ların zararlı etkilerini bertaraf etmek için bazı savunma sistemlerini devreye sokarlar. Süperoksit dismutaz (SOD), Katalaz (CAT) ve Glutasyon S transferans (GST) gibi defans sistemleri ROS'lara karşı savaşırlar. Balıklarda bulunan başlıca savunma sistemleri; CAT, SOD ve GSH-Px enzimleridir. Çevresel kirleticilerde

balıklarda oksidatif stres oluşturur ve normal halini tehlikeye sokarlar (Kaymak ve ark., 2014; Plhalova ve ark., 2018). Sepici ve ark. (2009)'na göre cyfluthrin'in (piretroit grubu) subletal dozlarına 48 saat süreyle maruz kalan sazan balığı (*Cyprinus carpio*) yavrularının beyin dokularında malondialdehit seviyeleri artmıştır. Benzer şekilde dianizon'un toksik etkisine maruz bırakılan *Rutilus rutilus* (Kızılgöz balığı) balığında CAT seviyesinde önce artış daha sonra azalma gözlenmiştir (Keramati ve ark., 2010). Balık dokularında bulunan çevresel kirleticiler histopatolojik yöntemlerle de izlenebilir. Özellikle solungaçlar ortamdaki kirlenici ile ilk karşılaşan organ olmaları sebebiyle önemli biyobelirteçlerdir (Akbulut ve ark., 2014). Keza karaciğer ve böbreklerde histopatolojik ve biyokimyasal parametrelerin incelenmesi açısından hedef organlardır (Akbulut ve ark., 2017). Nwani ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada klorpirifos bazlı termifos pestisitinin farklı dozları *Clarias gariepinus* (Afrika kedi balığı) balıklarına 5, 10 ve 15 gün süreyle uygulanmıştır. Balıkların beyaz kan hücre sayılarında artma, eritrosit sayılarında ve hematokrit seviyelerinde ise azalma gözlenmiştir.

Sonuç

Her ne kadar kaliteli tarımsal üretimin ayrılmaz bir parçası olsa da pestisitlerin neden olduğu kirlilik, dünyadaki en önemli ekolojik sorunlardan biridir.

Pestisit ve ağır metaller gibi kimyasal orjinli çevresel kirleticiler hedef olan veya olmayan tüm sucul türleri maruziyetin süresi ve konsantrasyon seviyelerine bağlı olarak mutlaka etkiler. Bu tip kirleticilerin sucul türlerde birikimi, besin zincirinde üst trofik seviyelere aktarılması ve ekosistem üzerindeki etkileri toplumun her kesimi tarafından ciddiye alınması gereken bir durumdur. Bununla birlikte, suda yaşayan organizmalarda pestisitlerin biyoakümülyasyon mekanizmasının anlaşılması ve ekosistemdeki potansiyel toksisite hasarının öngörülmesi de kritik öneme sahiptir. Risk oranı yüksek olan pestisit çeşitlerinin kullanımı ciddi şekilde kontrol edilmeli ve kısıtlanmalıdır. En azından doğru miktarlarda uygulanması ve aşırı doza sebep olunmaması için denetlenmelidir. Gelecekte pestisit kirliliğine bağlı sorunların devam etmemesi için sulak alanlara yakın bölgelerde mevcut

kirlilik durumunun belirlenmesi ve su kalitesi izleme çalışmalarının rutin olarak yapılması sağlanabilir. Sulak alanların pestisitler tarafından kirlenmesi sadece sucul türler için değil içme sularına karışmaları halinde insanlar için de ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Bazı ülkelerde uygulanmakta olan “pestisit haritası” ülkemiz tarımsal alanları için de çıkartılarak yaygın şekilde kullanılan pestisit türlerinin bir tablosu elde edilebilir. Çeşitli kimyasallar kullanılarak yapılan tarımsal faaliyetlerde kimyasal kullanmadan zararlılarla mücadele yöntemleri yaygınlaştırılabilir. Çevre dostu pestisit formülasyonlarının geliştirilmesi ve uygulanması teşvik edilebilir. Bu derlemede kimyasal orjinli kirleticilerden olan pestisitlerin sucul türler üzerinde meydana getirdiği temel sorunlar irdelenmeye çalışılmıştır.

Kaynaklar

- Akbulut C, Kaymak G, Esmer H.E, Yön N.D, Kayhan FE (2014). Balıklarda ağır metal ve pestisitler tarafından indüklenen oksidatif stres mekanizmaları. *Ege J. Fish Aqua Sci.* 31(3): 155–160.
- Akbulut C, Öztürk B, Uzun A, Yon ND (2017). Tribenuron methyl exposure inhibits oogenesis in zebrafish *Danio rerio* (Hamilton, 1822). *Indian Journal of Fisheries* 3: 127–131.
- Arisekar U, Shakila RJ, Jeyasekaran G, Shalini R, Rani V (2019). Accumulation of organochlorine and pyrethroid pesticide residues in fish, water, and sediments in the Thamirabarani river system of southern peninsular India. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* 11: 100194.
- Atamanalp M, Yanık T (2001). The toxic effects of pesticides on Cyprinidae. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18: 3–8.

- Atmaca E (2016). Pestisitlerin su canlıları üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri J. Vet. Sci. Pharmacol. Toxicol.-Special Topics* 2(2): 50–57.
- Barbieri MV, Postigo C, Guillem-Argiles N, Monllor-Alcaraz LS, Lopez de Alda M (2019). Analysis of 52 pesticides in fresh fish muscle by QuEChERS extraction followed by LC-MS/MS determination. *Science of The Total Environment* 653: 958–967.
- Beers EH, Mills NJ, Shearer PW, Horton DR, Gontijo LM (2016). Nontarget effects of pesticides on natural enemies: Lessons from the field and laboratory. *Biological Control* 102: 44–52.
- Bertucci F, Jacoba H, Mignucci A, Gache C, Roux N, Besson M, Berthe C, Metian M, Lecchini D (2018). Decreased retention of olfactory predator recognition in juvenile surgeon fish exposed to pesticide. *Chemosphere* 208: 469–475.
- Boran H, Altinok I, Capkin E (2010). Histopathological changes induced by maneb and carbaryl on some tissues of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Tissue and Cell* 42(3): 158–164.
- Buah-Kwofie A, Humphries MS, Pillay L (2018). Bioaccumulation and risk assessment of organochlorine pesticides in fish from a global biodiversity hotspot: Simangaliso Wetland Park, South Africa. *Science of The Total Environment* 621: 273–281.
- Cengiz EI (2006). Gill and kidney histopathology in the freshwater fish *Cyprinus carpio* after acute exposure to deltamethrin. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 22(2): 200–204.
- Chawla P, Kaushik R, Swaraj VJS, Kumar N (2018). Organophosphorus pesticides residues in food and their colorimetric detection. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* 10: 292–307.
- Chromcova L, Blahova J, Zivna D, Plhalova L, Casascelli Di Tocco F, Divisova L, Prokes M, Faggio C, Tichy F, Svobodova Z (2015). NeemAzal T/S toxicity to early-life stages of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Veterinarni Medicina* 60(1): 23–30.
- Clasen B, Loro VL, Murussi CR, Tiecher TL, Moraes B, Zanella R (2018). Bioaccumulation and oxidative stress caused by pesticides in *Cyprinus carpio* reared in a rice-fish system. *Science of The Total Environment* 626(1): 737–743.
- El Nahas EF, Abdel-Razek AS, Helmy NM, Mahmoud S, Ghazy HA (2017). Impaired antioxidant gene expression by pesticide residues and its relation with other cellular biomarkers in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Burullus. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 137: 202–209.
- Erkmen B, Kolankaya D (2006). Determination of organochlorine pesticide residues in water, sediment and fish samples from the Meriç Delta, Turkey. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 86: 161–169.
- Gaaied S, Oliveira M, Le Bihanic F, Cachot J, Banni M (2019). Gene expression patterns and related enzymatic activities of detoxification and oxidative stress systems in zebrafish larvae exposed to the 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid herbicide. *Chemosphere* <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.125>
- Georgieva S, Stancheva M, Makedonski L (2012). Organochlorine pesticides and PCBs in marine fish. *Ovidius University Annals of Chemistry* 23: 92–98.
- Gobas FAPC, Lai HF, Mackay D, Padilla LE, Jackson SH (2018). AGRO-2014: A time dependent model for assessing the fate and food-web bioaccumulation of organic

- pesticides in farm ponds: Model testing and performance analysis. *Science of The Total Environment* 639: 1324–1333.
- Gupta RC, Sachanalda M, Mukherjee M, Doss RB, Malik JK, Milatovic D (2018). Organophosphates and Carbamates. *Veterinary Toxicology (Third Edition)* 495–508.
<https://cimioutdoored.org/bioaccumulation-and-biomagnification-increasingly-concentrated-problems/>
- Jurgens MD, Chaemfa C, Hughes D, Johnson AC, Jones KC (2015). PCB and organochlorine pesticide burden in eels in the lower Thames River (United Kingdom). *Chemosphere* 118: 103–111.
- Kalyoncu L, Ağca İ, Aktümsek A (2009). Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey. *Chemosphere* 74: 885–889.
- Kapsi M, Tsoutsis C, Paschalidou A, Albanis T (2019). Environmental monitoring and risk assessment of pesticide residues in surface waters of the Louros River (N.W. Greece). *Science of The Total Environment* 650: 2188–2198.
- Karaismailoğlu MC (2016). The evaluation of the genotoxic and cytotoxic effects of Pyriproxyfen insecticide on *Allium cepa* somatic chromosomes with mitotic activity, chromosome abnormality and micronucleus frequency. *Turkish Journal of Life Sciences* 1(2): 65–69.
- Kayhan FE (2008). Biochemical evidence of free radical-induced lipid peroxidation for chronic toxicity of endosulfan and malathion in liver, kidney and gonadal tissues of wistar albino rats. *Fresenius Environmental Bulletin* 17: 1340–1343.
- Kayhan FE, Kaymak G, Akbulut C, Yön Ertuğ ND (2017). 2,4-D (Diklorofenoksi asetikasit)'in zebra balığı (*Danio rerio* Hamilton, 1822) solungaçlarında antioksidan enzimler ve lipid peroksidasyon seviyesi üzerine akut etkilerinin belirlenmesi. *Trakya University Journal of Natural Sciences* 18(2): 143–148.
- Kaymak G, Kayhan FE, Yön ND, Sesal NC, Akbulut C (2014). Evaluation of oxidative stress after exposure to different doses of deltamethrin and cadmium in swordtail fish gills. *Pakistan Journal of Zoology* 46(5): 1471–1474.
- Keramati V, Jamili S, Ramin M (2010). Effect of diazinon on catalase antioxidant enzyme activity in liver tissue of *Rutilus rutilus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 5(5): 368–376.
- Koç ND, Kayhan FE, Sesal C, Muslu MN (2009). Dose dependent effects of endosulfan and malathion on adult Wistar albino rat ovaries. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12(6): 498–501.
- Koç ND, Muslu MN, Kayhan FE, Çolak S (2009). Histopathological changes in ovaries of zebrafish (*Danio rerio*) following administration of deltamethrin. *Fresenius Environmental Bulletin* 18(10): 1872–1878.
- Kotil T, Yön ND (2015). The effects of permethrin on rat ovarian tissue morphology. *Experimental and Toxicologic Pathology* 67: 279–285.
- Licata P, Trombetta D, Cristani M, Martino D, Naccari F (2004). Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy). *Environment International* 30: 805–810.

- Liu W, Chen J, Lin X, Fan Y, Tao S (2007). Residual concentrations of micropollutants in benthic mussels in the coastal areas of Bohai Sea, North China. *Environmental Pollution* 146: 470–477.
- Madej K, Kalenik TK, Piekoszewski W (2018). Sample preparation and determination of pesticides in fat-containing foods. *Food Chemistry* 269: 527–541.
- McHugha B, Poole R, Corcoran J, Anninou P, Boyle B, Joyce E, Foley MB, Mc Govern E (2010). The occurrence of persistent chlorinated and brominated organic contaminants in the European eel (*Anguilla anguilla*) in Irish waters. *Chemosphere* 79(3): 305–313.
- Nwani CD, Ugwu DO, Okeke OC, Onyishi GC, Ekeh FN, Atama C, Eneje LO (2013). Toxicity of the chlorpyrifos-based pesticide Termifos: effects on behaviour and biochemical and haematological parameters of African catfish *Clarias gariepinus*. *African Journal of Aquatic Science* 38(3): 255–262.
- Okay OS, Karacık B, Henkelmann B, Schramm KW (2011). Distribution of organochlorine pesticides in sediments and mussels from the stanbul Strait. *Environmental Monitoring and Assessment* 176: 51–65.
- Perez-Parada A, Goyenola G, Mello FT, Heinzen H (2018). Recent advances and open questions around pesticide dynamics and effects on freshwater fishes. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 4: 38–44.
- Pheiffer W, Wolmarans N.J, Gerber R, Yohannes YB, Pieters R (2018). Fish consumption from urban impoundments: What are the health risks associated with DDTs and other organochlorine pesticides in fish to township residents of a major inland city. *Science of The Total Environment* 628(629): 517–527.
- Plhalova P, Blahova J, Divisova L, Enevova V, Casuscelli di Tocco F, Faggio C, Tichy F, Vecerek V, Svobodova Z (2018). The effects of subchronic exposure to NeemAzal T/S on zebrafish (*Danio rerio*). *Chemistry and Ecology* 34(3): 199–210.
- Sepici-Dinçel A, Benli A.Ç.K, Selvi M, Sarıkaya R, Şahin D, Özkul IA, Erkoç, F (2009). Sublethal cyfluthrin toxicity to carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings: biochemical, hematological, histopathological alterations. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(5): 1433–1439.
- Storelli MM, Storelli A, Barone G, Marcotrigiano GO (2004). Polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in *Lophius budegassa* from the Mediterranean Sea (Italy). *Marine Pollution Bulletin* 48: 743–748.
- Strungaru SA, Plavan G, Ciobica A, Nicoara M, Robea MA, Solcan C, Petrovici A (2019). Toxicity and chronic effects of deltamethrin exposure on zebrafish (*Danio rerio*) as a reference model for freshwater fish community. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 171: 854–862.
- Taylor JJ, Sopinka NM, Wilson SM, Hinch SG, Pattersone DA, Cooke SJ, Willmore WG (2016). Examining the relationships between egg cortisol and oxidative stress indeveloping wild sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 200: 87–93.
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S (2010) Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(2):154–169.
- Uluocak BH, Egemen Ö (2005). İzmir ve Aliğa Körfezi'nde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması. *EÜ Su Ürünleri Dergisi* 22: 149–160.

- Varol M, Sünbül MR (2017). Organochlorine pesticide, antibiotic and heavy metal residues in mussel, crayfish and fish species from a reservoir on the Euphrates River, Turkey. *Environmental Pollution* 230: 311–319.
- Volschenka CM, Ikenak Y, Yohannes YB, Nakayama SM, Ishizuka M, Smith E, Van Vuren JMJ, Greenfield R (2019). Baseline bio-accumulation concentrations and resulting oxidative stress in *Synodontis zambezensis* after an acute laboratory exposure to 4,4'-DDT. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 156: 44–55.
- Wanga X, Zhonga W, Xiaoa B, Liua Q, LYanga L, Covacib A, Zhu L (2019). Bioavailability and biomagnification of organophosphate esters in the food web of Taihu Lake, China: Impacts of chemical properties and metabolism. *Environment International* 125: 25–32.



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ

Araştırma Makalesi

Geliş (Received) :22/04/2020
Kabul (Accepted) :26/06/2020

Üropatojenik *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profilleri ve Genişlemiş Spektrumlu Beta Laktamaz (GSBL) Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Mehmet Akif BOZKIR¹, Ahmet UYSAL^{2*}, Emine ARSLAN³

*Sorumlu yazar: ahuysal@selcuk.edu.tr

¹Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Laboratuvar Anabilim Dalı, KONYA

Orcid No: 0000-0003-3008-7592 / makif@selcuk.edu.tr

²Selçuk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Programı, KONYA

Orcid No: 0000-0002-9297-4050 / ahuyasal@selcuk.edu.tr

³Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KONYA

Orcid No: 0000-0002-0782-506X / earslan@selcuk.edu.tr

Öz: Bu çalışmada; idrar yolu enfeksiyonlarından izole ve tanımlanmış 135 *Escherichia coli* suşu; yirmi farklı antibiyotige duyarlılıkları ve genişlemiş spektrumlu beta laktamaz enzimi (GSBL) üretimleri açısından değerlendirildi. Antibiyotik duyarlılıklarının belirlenmesi için, disk difüzyon yöntemi kullanıldı. Suşların % 65.1'nin en az bir veya daha fazla antibiyotige dirençli olduğu ve suşlar arasında 69 farklı direnç profili olduğu belirlendi. Suşlar arasındaki en yüksek direnç oranı % 50.4 ile ampisiline karşı olduğu, bunu % 40.7 tetrasiklin, % 40 nalidiksik asit, % 31.1 ofloksasin ve moksifloksasin, % 28.9 ile amoksisilin/klavulanik asit ve siprofloksasin'in takip ettiği görüldü. Suşlar meropenem karşı % 100 duyarlı olarak gözlemlendi, bunu % 1.48 oranı ile imipenem ve % 2.2 oranı ile amikasinin takip ettiği görüldü. GSBL üretiminin belirlenmesi için çift disk sinerji yöntemi kullanıldı. Fenotipik olarak GSBL pozitif suş sayısı 16 (% 11.8) olarak tespit edildi. GSBL pozitif suşların genotipik olarak GSBL genlerinin tespiti amacı ile multipleks PZR yöntemi kullanıldı. Bu yöntem ile *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaSHV*, *blaOXA* beta laktamaz genleri araştırıldı. GSBL pozitif suşlarda en yaygın genin % 93.7 oranı ile *blaTEM* geni olduğu ortaya koyuldu. Üropatojenik *Escherichia coli* enfeksiyonları dünya çapında ciddi bir sorun haline gelmiştir. Hem sentetik hem de doğal antibiyotiklere karşı artan dirençli suşlar, yeni ve daha ciddi hastalıkların ortaya çıkmasıyla enfeksiyonun tekrarlamasına ve kronikleşmesine neden olmaktadır. Bu sebeple üropatojenik *E. coli* suşlarının antibiyotik direnç özellikleri ile ilgili sürveyans çalışmaları yapılmalı ve yeni terapötik çözümlerin geliştirilmesine olanak sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik direnci, *blaTEM*, GSBL, İdrar yolu enfeksiyonu, UPEC.

Evaluation of Antibiotic Resistance Profiles and Extended Spectrum of Beta Lactamase (ESBL) Properties of Uropathogenic *Escherichia coli* Strains

Abstract: In this study; 135 *Escherichia coli* strains, isolated and identified from urinary tract infections, were evaluated for their sensitivity to twenty different antibiotics and for their production of extended spectrum of beta lactamase enzyme (ESBL). Disc diffusion method was used to determine antibiotic susceptibilities. It was determined that 65.1% of the strains were resistant to at least one or more antibiotics and there were 69 different resistance profiles among the strains. It was seen that the highest resistance rate among strains was 50.4% against ampicillin, followed by 40.7% tetracycline, 40% nalidixic acid, 31.1% ofloxacin and moxifloxacin, 28.9% amoxicillin / clavulanic acid and ciprofloxacin. Strains were observed to be 100% sensitive to meropenem, followed by imipenem with a rate of 1.48% and amikacin with a rate of 2.2%. Double disk synergy method was used to determine the production of ESBL. It was determined that phenotypically, the number of ESBL positive strains was 16 (11.8%). Multiplex PCR method was used to detect the ESBL genes genotypically in ESBL positive strains. With this method, *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaSHV*, *blaOXA* beta lactamase genes were investigated. It was revealed that the most common gene in ESBL positive strains was the *blaTEM* gene with a rate of 93.7%. Uropathogenic *Escherichia coli* infections have become a serious problem worldwide. Strains that are increasingly resistant to both synthetic and natural antibiotics cause the infection to recur and become chronic with the emergence of new and more serious diseases. For this reason, surveillance studies on the antibiotic resistance properties of uropathogenic *E. coli* strains should be conducted and new therapeutic solutions should be developed.

Keywords: Antibiotic resistance, *blaTEM*, ESBL, Urinary tract infection, UPEC

1. Giriş

Patojen mikroorganizmaların varlığı insan hayatını sürekli tehdit eden bir unsur haline gelmiştir. Bu mikroorganizmaların oluşturduğu enfeksiyonlar insanların yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Enfeksiyonlarla mücadele etmenin yolu antibiyotiklere dayanmaktadır. Antibiyotiklerin keşfi tıpta devrim yaratmış ve birçok yönden insan sağlığını ve refahını daha iyi hale getirmiştir. Antibiyotik kullanılmadan önce *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) bakterisinde ölüm oranı oldukça yüksek olup, çoğu yara enfeksiyonu amputasyonla tedavi edilmiştir. Örneğin, Birinci Dünya Savaşı'ndaki amputasyonların yaklaşık % 70'i yara enfeksiyonlarının sonucudur (Hirsch, 2008; Li ve Webster, 2018). Antibiyotiklerin tanıtılması, enfekte olmuş hastaların kaderini ve çeşitli hastalıkların ve cerrahi prosedürlerin tedavi şeklini önemli ölçüde değiştirmiştir (Li ve Webster, 2018).

Antibiyotikler bakterilere karşı tartışmasız en başarılı tedavi şeklidir. Uzun bir süre önce keşfedilmeleri ve ticari kullanıma girmelerinden bu yana, antibiyotikler her gün sayısız insan hayatını kurtarmıştır. Modern tıp, antibiyotik tedavisinin etkinliğine bağlıdır. İdrar yolu, deri ve yumuşak doku enfeksiyonları, zatürre ve endokardit, menenjit ve sepsis gibi hayatı tehdit eden çeşitli

enfeksiyonların tedavisi için gerekli olduğu kadar, sezaryen ve organ nakilleri gibi ileri tıbbi prosedürleri sürdürmek için de gereklidir. Ancak antibiyotiklerde zamanla etkilerini kaybetmektedir. Çünkü bakterilerin antibiyotiklere karşı savunma mekanizmaları vardır ve her geçen gün bu mekanizmalarını geliştirmektedirler. İşte bu durum antibiyotik direnci olarak açıklanmaktadır. Bakteriler, çevrelerinde meydana gelen değişikliklere hızlı uyum sağlayabilen canlılardır. Antibiyotik direnci de bunun bir örneğidir. Belirli bir antibiyotiğe karşı direnç, söz konusu antibiyotiğin tedavi dozunda dirençli bakterileri öldüremediğini veya çoğalmalarına engel olamadığını ifade etmektedir. Antibiyotik direnci, yaygın ve artan antibiyotik kullanımından kaynaklanmakta (Levy, 2002; Holvoet ve ark., 2013; Vital ve ark., 2018) ve giderek artan bir şekilde küresel bir sağlık kaygısı haline gelmektedir. Çünkü bu durum mevcut tedavi seçeneklerini sınırlandırmaktadır, bu da daha fazla hastaneye yatış, yüksek tedavi maliyetleri ve artan mortalite ve morbidite oranları ile sonuçlanmaktadır (Vital ve ark., 2018).

Escherichia coli, doğada yaygın olarak bulunabilen, fakültatif, anaerob, Gram negatif, laboratuvar koşullarında kolayca ve ucuz bir şekilde yetiştirilebilen, çubuk şeklinde bir bakteridir. Biyoloji

mühendisliği ve endüstriyel mikrobiyolojide farklı çalışmalar için model organizma olarak kabul edilmiştir (Lee, 1996; Sharma ve ark., 2016). *E. coli* suşlarının çoğu bağırsaklarda bulunur ve patojenik bakterilerin kolonileşmesini önleyerek konakçıya fayda sağlamaktadır (Sharma ve ark., 2016). Antibiyotik direnci prevalansının arttığı en dikkat çekici *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinden biri, *Escherichia coli*'dir. İdrar yolu enfeksiyonu dünya çapında ciddi bir sağlık tehdidi olarak görülmektedir. İdrar yolu enfeksiyonu (İYE)'ye neden olan *E. coli* suşları üropatojenik *E. coli* (UPEC) olarak adlandırılmaktadır (Sharma ve ark., 2016). İYE için en sık neden olan etken *E. coli* olarak kabul edilmiştir ve bu izolatların çoğu ampisilin, amoksisilin-klavulanik asit, norfloksasin, sefuroksim, seftriakson ve ko-trimoksazol gibi antibiyotiklere dirençli olarak kabul edilmiştir (Niranjan ve Malini, 2014; Sharma ve ark., 2016). UPEC, toplum kökenli ve nozokomiyal İYE'lerin baskın nedenidir (Emody ve ark., 2003; Ejrnaes ve ark., 2011; Zamani ve Salehzadeh, 2018). *E. coli*, dünya genelinde 130-175 milyon idrar yolu enfeksiyonu ve ABD'de her yıl 127.500 sepsis vakasından sorumludur ve bu da yüksek morbidite ve mortalite oranları ile sağlık bakım maliyetlerinde büyük bir yük oluşturmaktadır (Russo ve Johnson, 2003; Surgers ve ark., 2019). Bakteriler, dirence neden olan genetik yapıları farklı bakteri

türlerine de aktarabilir, bu da antibiyotik direncinin bakteriler arasında yaygınlaşmasına önemli katkı sağlamaktadır. Genişlemiş spektrumlu beta-laktamazlar (GSBL), özellikle *Enterobacteriaceae* familyası bakterilerinde bulunan, klavulanik asit tarafından inhibe edilirken birinci, ikinci ve üçüncü kuşak sefalosporinlere direnç sağlayan plazmitler tarafından sıklıkla kodlanan heterojen bir enzim grubudur (Bush ve Jacoby, 2010; Shaikh ve ark., 2015; Maslikowska ve ark., 2016; Danino ve ark., 2018; Moawad ve ark., 2018). Klinik bakterilerde GSBL kodlayan genlerin çoğu plazmitlerin üzerinde yer almaktadır (Brolund, 2014; Moawad ve ark., 2018). Bu plazmitler ayrıca, aminoglikozitler ve florokinolonlar dahil olmak üzere diğer ilaç sınıflarına direnci kodlayan genleri taşıyabilirler (Perez ve Bonomo, 2012; Moawad ve ark., 2018). GSBL genlerinin iletimi, ortaya çıkan bakteri klonları veya yatay gen transferi ile gerçekleşebilir ve direnç genleri içeren plazmitler, bakteriler arasında yayılabilir (Brolund, 2014; Moawad ve ark., 2018). Bu yüzden *E. coli* tarafından üretilen genişletilmiş spektrumlu beta-laktamazlar özellikle önemlidir (Tissera ve Lee, 2013; Vital ve ark., 2018).

Bu çalışmada idrar yolları enfeksiyonlarından (İYE) izole ve tanımlanmış 135 *Escherichia coli* suşunun çeşitli antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının

araştırılması, genişlemiş spektrumlu beta laktamaz (GSBL) enzim üretim potansiyellerinin fenotipik ve genotipik olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bakteri Suşları

Bu çalışmada; Konya İli merkezinde ve çevre ilçelerde bulunan bazı kamu ve özel hastanelerden temin edilen 135 adet idrar yolu enfeksiyonundan izole edilmiş *Escherichia coli* izolatu toplandı. Çeşitli besi ortamlarında bulunan bu izolatlar hızlı bir şekilde Selçuk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri M.Y.O. Araştırma Laboratuvarına getirildi ve saflık kontrolleri yapıldı. Saflaştırılan izolatlar çalışma yapılana kadar uygun saklama ortamlarında -80°C’de muhafaza edildi.

2.2. Kullanılan Besi Yerleri, Kimyasal Maddeler

Çalışmada kullanılacak suşların izolasyonlarının yapılmasında ve kültürlerinin hazırlanmasında kullanılan; Triptik Soy Broth (TSB) besiyeri ticari olarak Difco (Becton Dickinson, NJ

USA)’dan; suşların *E. coli* olduğunu doğrulamak için Chromocult TBX (Tryptone Bile X-glucuronide) Agar ve antibiyogram çalışmasında kullanılan Mueller-Hinton Agar (MHA), % 96’lık Etil alkol ticari olarak Merck (Darmstadt, Germany) firmasından; Dulbecco’s Phosphate Buffered Saline (PBS) tabletleri Oxoid (England) firmasından temin edildi.

Antibiyogram ve GSBL çalışmalarında kullanmak üzere Amoksisilin/klavulanik asit (AMC), Imipenem (IPM), Ofloxacin (OFX), Sefuroksim (CXM), Aztreonam (ATM), Sefotaksim (CTX), Ertapenem (ETP), Nalidiksik asid (NA), Kanamisin (K), Sefepim (FEP), Seftazidim (CAZ), Meropenem (MEM), Gentamisin (CN), Tetrasiklin (TE), Amikasin (AK), Siprofloksasin (CIP), Ampisilin (AM), Norfloksasin (NOR), Kloramfenikol (C), Moksifloksasin (MXF) antibiyotik diskleri Bioanalyse (Tıbbi Malzeme San. Tic. Ltd. Şti, Türkiye) firmasından tedarik edilmiştir. Bu antibiyotiklerin disk içerikleri Tablo 1’de verildi.

Tablo 1. Kullanılan antibiyotik diskleri, konsantrasyonları ve inhibisyon zon çaplarının değerlendirilmesi.

Antibiyotik Diskleri	Kısaltması	Disk İçeriği (µg)	Zon Çapı (mm)		
			R (Dirençli)	I (Orta duyarlı)	S Duyarlı
Amoksisilin/klavulanik asit	AMC	20/10	≤18		≥19
Imipenem	IPM	10	≤16	17-21	≥22
Ofloksacin	OFX	5	≤21	22-23	≥24
Sefuroksim	CXM	30	≤18		≥19
Aztreonam	ATM	30	≤20	21-25	≥26
Sefotaksim	CTX	30	≤16	17-19	≥20
Ertapenem	ETP	10	≤24		≥25
Nalidiksik asid	NA	30	≤13	14-18	≥19
Kanamisin	K	30	≤13	14-17	≥18
Sefepim	FEP	30	≤23	24-26	≥27
Seftazidim	CAZ	30	≤18	19-21	≥22
Meropenem	MEM	10	≤15	16-21	≥22
Gentamisin	CN	10	≤13	14-16	≥17
Tetrasiklin	TE	30	≤14	15-18	≥19
Amikasin	AK	30	≤14	16-17	≥18
Siprofloksasin	CIP	5	≤21	22-24	≥25
Ampisilin	AM	10	≤13		≥14
Norfloksasin	NOR	10	≤18	19-21	≥22
Kloramfenikol	C	30	≤16		≥17
Moksifloksasin	MXF	5	≤21		≥22

2.3. Multipleks PZR için Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Multipleks PZR, 96 örnek kapasiteli Thermo Master Cycler Gradient PZR cihazında gerçekleştirildi. MgCl₂ (25mM), Taq DNA polimeraz (5U/ µl), 10X Taq

Buffer, 10mM deoksinükleotid trifosfat (dNTP) set (dATP, dCTP, dGTP, dTTP) (Fermentas) kullanıldı. Multipleks PZR çalışmasında kullanılan primerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. GSBL ve biyofilm genlerini belirlemek için kullanılan primerler.

Primerler	Primer sekansları 5' → 3'	Genler	Büyükliği (baz çifti)	Referans
CTX-M IV F CTX-M IV R	GACAAAGAGAGTGCAACGGATG TCAGTGCGATCCAGACGAAA	<i>blaCTX-M IV</i>	501 bç	(Uysal ve ark., 2018)
TEM F TEM R	AGTGCTGCCATAACCATGAGTG CTGACTCCCCGTCGTGTAGATA	<i>blaTEM</i>	431 bç	
OXA F OXA R	ATTATCTACAGCAGCGCCAGTG TGCATCCACGTCTTTGGTG	<i>blaOXA</i>	296 bç	
SHV F SHV R	GATGAACGCTTTCCCATGATG CGCTGTTATCGCTCATGGTAA	<i>blaSHV</i>	214 bç	

2.4. Suşların Chromocult TBX (Tryptone Bile X-glucuronide) Agar besiyeri ile identifikasyonu

Klinik örneklerden izole edilen suşların *E. coli* olup olmadıklarını doğrulamak için, izolatlar Chromocult TBX (Tryptone Bile X-glucuronide) Agar besiyerine tek koloni pasajı yapıldı. 24 saatlik inkübasyondan sonra saflığı doğrulandı. Saf kültür olarak üremiş olan kolonilerden triptik soy broth besiyerine ekim yapılarak 24 saat inkübe edildi ve 1:20 oranında gliserol içeren triptik soy broth besiyerinde -80°C’de muhafaza edildi. Stokta saf kültür olarak bulunan kolonilerin üremesi için hazırlanan ve steril edilen TSB besiyerine aseptik koşullarda ekim yapılarak 37°C’de 24 saat inkübasyon sağlandı. Chromocult TBX Besiyeri bileşimindeki kromojen substrat 5-bromo-4-kloro-3-indolil-β-D-glukuronid (X-β-D-glukuronid) *E. coli*’deki β-D-glukuronidaz enzimi ile 5-bromo-4-kloro-3-indolil ve β-D-glukuronid’e parçalanır, sonuç olarak *E. coli* kolonileri mavi-yeşil renkli olarak görülür. Yapılan bu test ile *E. coli* olduğu doğrulanan suşlar tez çalışmasında kullanıldı (Uysal ve Durak, 2012).

2.5. Disk Difüzyon Yöntemi

İdentifikasyonları tamamlanan ve saflaştırılan bakteriler; çeşitli antibiyotiklere duyarlı veya dirençli olup olmadıklarını belirlemek için Kirby-Bauer agar disk difüzyon tekniği kullanıldı. TSB besiyerine

ekim yapılarak yeterli *E. coli* suşlarının gecelik taze kültürleri hazırlandı. Hücre yoğunluğunu, 0.5 McFarland (1x10⁸ Koloni oluşturan birim (kob) /ml bulanıklığında olacak şekilde) skalasına göre ayarlamak için steril % 0.9 serum fizyolojik kullanıldı. Hücre yoğunluğu (bulanıklığı) 0.5 McFarland ile eşleşecek şekilde standardize edilen kültür; steril eküvyon çubuğu ile MHA besiyeri plakalarına yayma ekim yöntemi ile inoküle edildi. Tablo 2.1.’de içerikleri belirtilen antibiyotik diskler, inokülasyondan 10-15 dakika sonra plakalara steril pens ile diskler arasında 25-30 mm mesafe bırakılacak şekilde aseptik şartlarda yerleştirildi. Plakalar 37°C’de 18-24 saat süreyle inkübe edildi. İnhibisyon bölgesi çapları en yakın milimetreye kadar, aydınlık ortamda cetvelle ölçüldü (Uysal ve ark., 2018).

Zon çapları değerlendirilmesinde European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST, 2019) ve Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI, 2011) kriterleri esas alınarak suşlar duyarlı, orta duyarlı ve dirençli olarak belirlendi.

2.6. Çift Disk Sinerji Yöntemi

Disk diffüzyon yönteminde olduğu gibi MHA besiyeri plakalarına *E. coli* inoküle edilmiş ve plakalardaki antibiyotik dizilimi şöyle olmuştur; plakaların ortasına Amoksisilin/Klavulanik asit yerleştirilmiş ve sırasıyla çevresine aralarında 30 mm mesafe

birakılarak; Aztreonam, Sefotaksim, Nalidiksik asit, ve Seftazidim yerleştirildi. İnkübasyondan sonra antibiyotiklerden herhangi birinin inhibisyon bölgesinin kenarının klavulanik asit içeren diske doğru açık bir şekilde uzaması (fantom oluşturması), GSBL üretimi için pozitif olarak yorumlandı (Uysal ve ark., 2018).

2.7. *E. coli* Suşlarının DNA İzolasyonu ve GSBL Genlerinin Multipleks ve PZR Yöntemi ile Belirlenmesi

Fenotipik olarak GSBL pozitif ve biyofilm pozitif suşların; bu aktivitelerden sorumlu genlerinin belirlenmesi amacı ile öncelikli olarak DNA'ları izole edildi. İzolasyon için Moore ve ark. (2004) tarafından belirlenen kaynatma yöntemi bazı modifikasyonlarla uygulandı. Bu işlemlerin ardından elde edilen DNA'ların saflık ve miktar kontrolleri nanodrop cihazı ile belirlendi.

GSBL genleri olan *blaCTX-M IV*, *blaSHV*, *blaOXA* ve *blaTEM* multipleks PZR yöntemi ile belirlendi. Multipleks reaksiyonu 1.5 mM MgCl₂, her dNTP'den 100 pmol, her primerden 10 pmol, 2 unit Taq DNA polimeraz (Fermentas) ve 2 µl kalıp DNA ile 10µl hacim içerikli 1x PZR içeren bir deney tamponuyla gerçekleştirildi. Hazırlanan tüpler daha sonra termal döngüleme (termal cycler, Thermo Master Cycler) cihazına yüklenip, istenen programa

ayarlandı. Multipleks PZR işlemine ait ısı döngü ve süre diyagramı Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. GSBL genlerinin belirlenmesi için Multipleks PZR işlemine ait ısı döngü ve süre diyagramı.

Basamak	Döngü sayısı	Sıcaklık (°C)	Süre
Başlangıç Denatürasyon	1	94	5 dk
Denatürasyon	30	94	1 dk
Bağlanma	30	56	1 dk
Uzama	30	72	1dk
Son Uzama	1	72	5 dk

PZR ürünleri, 100 mV'de 1 saat boyunca % 2 (w/v) agaroz jel içinde elektroforez ile ayrıldı ve bir jel görüntüleme sistemi kullanılarak görüntülendi. PZR ampikonlarının boyutu, moleküler ağırlık boyutu markerine (Gene Ruler Ladder SM0371, Fermentas) karşılaştırılarak hesaplandı (Uysal ve ark., 2018).

3. Araştırma Sonuçları

3.1. *E. coli* Suşlarının Kullanılan Antibiyotiklere Duyarlılıkları

Bu çalışmada teşhisleri yapılan 135 *E. coli* suşunun farklı 20 antibiyotiğe karşı duyarlılığı CLSI ve EUCAST kriterlerine göre değerlendirildi. UPEC suşlarının antibiyogram sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. İdrar yolu enfeksiyonlarından izole edilen *E. coli*'lerin kullanılan antibiyotiklere karşı dirençli (R), orta duyarlı (I) ve duyarlı (S) suş sayıları ve % oranları.

ANTİBİYOTİKLER	R		I		S	
	%	n	%	n	%	n
AMC	28.9	39	0	0	71.1	96
IPM	1.48	2	0	0	98.5	133
OFX	31.1	42	0.74	1	68.1	92
CXM	25.2	34	0	0	74.8	101
ATM	18.5	25	5.19	7	76.3	103
CTX	20.7	28	3.7	5	75.6	102
ETP	5.19	7	0	0	94.1	128
NA	40	54	2.96	4	57	77
K	17	23	30.4	41	52.6	71
FEP	20.7	28	5.19	7	74.1	100
CAZ	18.5	25	3.7	5	77.8	105
MEM	0	0	0	0	100	135
CN	20.7	28	24.4	33	54.8	74
TE	40.7	55	2.96	4	56.3	76
AK	2.22	3	9.63	13	88.1	119
CIP	28.9	39	4.44	6	66.7	90
AM	50.4	68	0	0	49.6	67
NOR	27.4	37	0.74	1	71.9	97
C	13.3	18	0	0	86.7	117
MXF	31.1	42	0	0	68.9	93

Bu tabloya göre kullanılan suşlardan Beta laktam grubundan, Amoksisilin/klavulanik asite (AMC) karşı 39 suş (% 28.9) dirençli, geri kalan 96 suş (% 71.1) ise duyarlı olarak tespit edilirken; Ampisiline (AM) karşı 68 suş (% 50.4) dirençli, 67 suş (% 49.6) duyarlı olarak belirlendi. Suşlar içerisinde en yüksek direnç oranı ise yine Ampisilin antibiyotiğine aittir.

Karbapenem grubundan, İmipeneme (IPM) karşı iki suş (% 1.48) dirençli, Ertapeneme (ETP) karşı yedi suş (% 5.19) dirençli olarak rapor edildi. Bu gruba ait Meropeneme (MEM) karşı herhangi bir

direnç tespit edilmedi ve suşların tamamı duyarlı olarak gözlemlendi.

İkinci kuşak sefalosporin olan Sefuroksime (CXM) karşı 34 suş (% 25.2) dirençli; üçüncü kuşak sefalosporinlerden biri olan Sefotaksime (CTX) karşı 28 suş (% 20.7) dirençli, beş suş (% 3.7) orta duyarlı ve 102 suş (% 75.6) ise duyarlı olarak tespit edildi. Üçüncü kuşak bir diğer sefalosporin olan Seftazidime (CAZ) karşı 25 suş (% 18.5) dirençli, beş suş (% 3.7) orta duyarlı, 105 suş (% 77.8) ise duyarlı olarak belirlenirken; dördüncü kuşak sefalosporin olan Sefepime (FEP) karşı 28 suş (% 20.7) dirençli, yedi suş (% 5.19) orta duyarlı, 100

suş (% 74.1) ise duyarlı olarak gözlemlendi (Tablo 4). Tabloda da görüldüğü üzere UPEC suşlarının sefalosporin grubu antibiyotikler arasında en yüksek direnci (% 25.2) Sefuroksime, ikinci sırada ise % 20.7 direnç oranı ile Sefepim ve Sefotaksime karşı gösterdiği ortaya koyuldu.

Aminoglikozid grubu antibiyotiklerden Amikasine (AK) karşı üç suş (% 2.22) dirençli, 13 suş (% 9.63) orta duyarlı ve 119 suş (% 88.1) ise duyarlı olarak gözlemlenmiştir. Aynı gruptan Gentamisine (CN) karşı 28 suş (% 20.7) dirençli, 33 suş (% 24.4) orta duyarlı ve 74 suş (% 54.8) ise duyarlı olarak tespit edilmiştir. Grubun bir diğer üyesi olan Kanamisine (K) karşı 23 suş (% 17) dirençli, 41 suş (% 30.4) orta duyarlı, 71 suş (% 52.6) ise duyarlı olarak belirlendi.

Tetrasikline (TE) karşı 55 suş (% 40.7) dirençli, dört suş (% 2.96) orta duyarlı ve 76 suş (% 56.3) ise duyarlı olarak belirlendi. Bu antibiyotiğe karşı görülen direnç oranı suşlar arasındaki en yüksek ikinci oran olarak rapor edildi (Tablo 4).

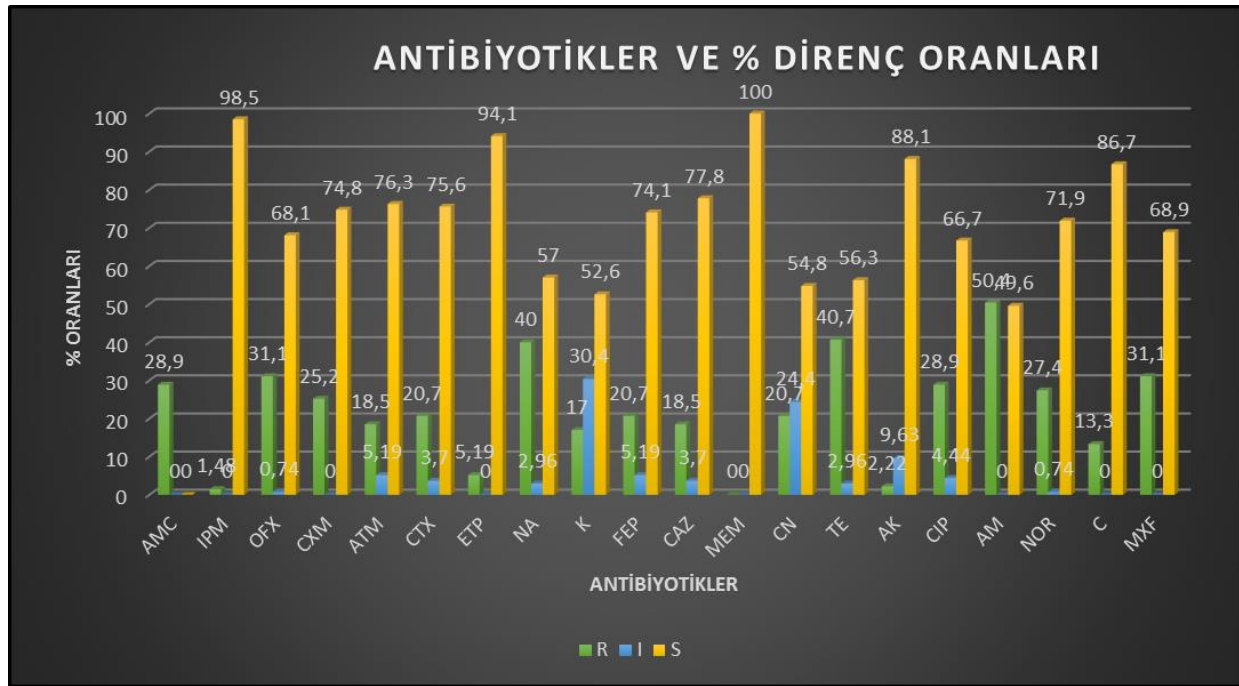
Kinolon grubu antibiyotiklere verilen tepkiler değerlendirildiğinde; Ofloksasine (OFX) karşı 42 suş (% 31.1) dirençli, bir suş (% 0.74) orta duyarlı ve 92 suş (% 68.1) duyarlı olarak belirlenirken; grubun diğer bir üyesi olan Nalidiksik aside (NA) karşı 54 suş (% 40) dirençli, dört suş (% 2.96) orta duyarlı ve 77 suş (% 57) duyarlı olarak

belirlendi. Norfloksasine (NOR) karşı 37 suş (% 27.4) dirençli, bir suş (% 0.74) orta duyarlı ve 97 suş (% 71.9) ise duyarlı olarak tespit edilmiştir. Moksifloksasin'e (MXF) karşı 42 suş (% 31.1) dirençli, 93 suş (% 68.9) duyarlı olarak kabul edildi (Tablo 4).

İkinci kuşak kinolon grubu antibiyotiklerden olan Siprofloksasine (CIP) karşı 39 suş (% 28.9) dirençli, altı suş (% 4.44) orta duyarlı ve 90 suş (% 66.7) ise duyarlı olarak belirlendi.

Monobaktam grubundan ise Aztreonam'a (ATM) karşı 25 suş (% 18.5) dirençli, yedi suş (% 5.19) orta duyarlı ve 103 suş (% 76.3) ise duyarlı olarak saptandı.

Amfenikoller grubundan olan Kloramfenikol'a (C) karşı 18 suş (% 13.3) dirençli, 117 suş (% 86.7) duyarlı olarak belirlenmiştir. *E. coli* suşlarının dirençli, orta duyarlı ve duyarlı sayılarının % oranları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. UPEC suşlarının dirençli, orta duyarlı ve duyarlı sayılarının % oranları.

Buradan elde edilen verilere göre Amoksisilin/Klavulanik asit ve idrar yolu enfeksiyonlarına neden olan *E. coli* Siprofloksasin (% 28.9) olduğu söylenebilir. suşlarının en çok direnç gösterdiği *E. coli* suşlarının çoklu antibiyotik antibiyotiklerin sırasıyla; Ampisilin (% 50.4), direnç indeksi ve dirençli olduğu Tetrasiklin (% 40.7), Nalidiksik asit (% 40), antibiyotiklere göre direnç profili Tablo 5’de Ofloksasin ve Moksifloksasin (% 31.1), verilmiştir.

Tablo 5. *E. coli* suşlarının direnç profilleri, suş sayıları, çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksi, GSBL özelliklerinin dağılımı.

Direnç Tipi (Rezisto tip)	DİRENÇ PROFİLİ	SUŞ SAYI SI	SUŞ NO	ÇAD İndeksi	GSBL
1	ETP	3	AE 8, 22,39	0.05	
2	CIP	1	AE 25	0.05	
3	C	1	AE 27	0.05	
4	NA	1	AE 33	0.05	
5	CN	2	AE 40,58	0.05	
6	TE	3	AE 46,67,100	0.05	
7	MXF	1	AE 78	0.05	
8	AK	1	AE 113	0.05	
9	AMC	1	AE 131	0.05	
10	AM	1	AE 135	0,05	

Üropatojenik *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profilleri ve Genişlemiş Spektrumlu Beta Laktamaz (GSBL) Özelliklerinin Değerlendirilmesi

11	AM, TE	4	AE 32*,62,63 ,111	0.1	*TEM, OXA
12	AMC,AM	3	AE 53,79,121	0.1	
13	NA,TE	1	AE 99	0.1	
14	AM,NA,TE	2	AE 34,115	0.15	
15	AMC,AM,C	1	AE 125	0.15	
16	AM,AMC,NA	1	AE 133	0.15	
17	IPM,CN,TE,AK	1	AE 3	0.2	
18	AMC,TE,AM,C	1	AE 19	0.2	
19	NA,TE,AM,C	1	AE 30	0.2	
20	CXM,CTX,FEP,AM	2	AE 31, AE90*	0.2	*TEM
21	OFX,NA,TE,AM	1	AE 61	0.2	
22	AMC,NA,TE,AM	1	AE 126	0.2	
23	AMC,CN,TE,AM	1	AE 127	0.2	
24	AMC,NA,CN,TE,AM	1	AE 72	0.25	
25	OFX,NA,CIP,NOR,MXF	1	AE 74	0.25	
26	NA,K,CN,TE,C	2	AE 101, 110	0.25	
27	OFX,NA,K,TE,AM	1	AE 117	0.25	
28	CXM,ATM,CTX,NA,FEP,AM	1	AE 71	0.3	TEM
29	AMC,NA,K,TE,AM,MXF	1	AE 103	0.3	
30	AMC,OFX,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 108	0.3	
31	OFX,NA,K,CN,CIP,C,MXF	1	AE 37	0.35	
32	OFX,CXM,NA,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 51	0.35	CTXM, TEM
33	CXM,ATM,FEP,CAZ,TE,AM,MXF	1	AE 57	0.35	TEM
34	CXM,ATM,CTX,FEP,CAZ,TE,AM	1	AE 69	0.35	TEM, OXA
35	OFX,NA,TE,CIP,AM,NOR,MXF	2	AE 94,96	0.35	
36	AMC,OFX,NA,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 129	0.35	
37	OFX,K,CN,TE,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 35	0.4	
38	OFX,NA,CN,TE,CIP,AM,NOR,MXF	2	AE 50,52	0.4	
39	AMC,OFX,NA,K,TE,AM,C,MXF	1	AE 82	0.4	
40	AMC,CXM,ATM,CTX,FEP,CAZ,TE,AM	1	AE 112	0.4	
41	AMC,OFX,NA,TE,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 122	0.4	
42	AMC,OFX,CXM,NA,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 130	0.4	
43	OFX,CXM,CTX,CN,TE,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 21	0.45	TEM, OXA
44	AMC,CXM,NA,FEP,CN,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 24	0.45	
45	OFX,NA,K,TE,CIP,AM,NOR,C,MXF	1	AE 48	0.45	
46	OFX,NA,CN,TE,CIP,AM,NOR,C,MXF	1	AE 91	0.45	
47	AMC,CXM,ATM,CTX,FEP,CAZ,TE,AM,C	1	AE 98	0.45	CTXM, TEM
48	AMC,CXM,ATM,CTX,NA,FEP,CAZ,TE,AM	1	AE 104	0.45	
49	CXM,ATM,CTX,NA,FEP,CAZ,CN,AM,C	1	AE 116	0.45	TEM
50	OFX,CXM,NA,FEP,CAZ,CN,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 2	0.5	
51	AMC,OFX,CXM,NA,CN,TE,CIP,AM,NOR,MXF	1	AE 18	0.5	

52	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, FEP, CAZ, TE, AM	1	AE 28	0.5	
53	OFX, NA, K, CN, TE, CIP, AM, NOR, C, MXF	2	AE 36,95	0.5	
54	AMC, OFX, NA, K, CN, TE, CIP, AM, NOR, C, MXF	1	AE 41	0.55	
55	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, FEP, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 49	0.55	TEM
56	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, FEP, CAZ, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 59	0.6	TEM, OXA
57	AMC, IPM, OFX, CXM, ATM, CTX, ETP, NA, K, FEP, CAZ, TE, AM	1	AE 4	0.65	TEM
58	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, FEP, CAZ, CN, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 9	0.65	
59	OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, TE, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 45	0.65	
60	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, CAZ, TE, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 76	0.65	
61	AMC, OFX, CXM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, TE, CIP, AM, NOR, C, MXF	1	AE 10	0.7	
62	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, TE, CIP, AM, NOR, MXF	2	AE 60*,92	0.7	*TEM, OXA
63	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 83	0.7	
64	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, ETP, NA, FEP, CAZ, CN, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 114	0.7	
65	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, ETP, NA, FEP, CAZ, TE, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 128	0.7	
66	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, MXF	3	AE 54, 102*,124	0.75	*TEM
67	OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, C, MXF	1	AE 86	0.75	TEM
68	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, CAZ, TE, AK, CIP, AM, NOR, C, MXF	1	AE 134	0.75	
69	AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, ETP, NA, K, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, MXF	1	AE 23	0.8	

İdrar yolu enfeksiyonlarından izole edilen suşlar arasında birbirinden farklı 69 direnç profili tespit edildi. Bunlar içerisinde en yaygın profillerin durumları şöyledir: AE 32, 62, 63, 111 no'lu suşların iki farklı antibiyotiğe (AM, TE) karşı gözlenen direnç profili baskın profil olarak belirlendi. Bu profilin suşlar arasındaki dağılımı % 2.96 ve ÇAD indeksi ise 0.1 olarak tespit edilmiştir. ETP'ye direnç gösteren üç suş (AE 8, 22, 39) belirlendi. Bu suşların çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksi 0.05 ve profilin suşlar arasındaki dağılımı ise % 2.2 olarak saptandı. AE 46, 67, 100 no'lu suşların bir antibiyotiğe (TE) direnç gösterdiği ve bu profilin suşlar arasındaki dağılımının % 2.22 olduğu görüldü. İki farklı antibiyotiğe (AMC, AM) karşı gösterilen direnç profili üç suşta

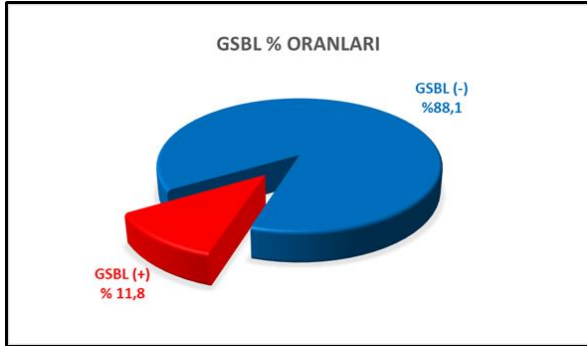
gözlemlendi (% 2.22). Bu profili gösteren AE 53, 79, 121 no'lu suşlar olup ÇAD indeksleri 0.1 olarak belirlendi. On beş farklı antibiyotiğe (AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, NA, K, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, MXF) karşı gösterilen direnç profili üç suşta gözlemlendi (% 2.22). Bu profili gösteren AE 54, 102, 124 no'lu suşlar olup ÇAD indeksleri 0.75 olarak belirlendi. Sayıca en çok antibiyotiğe direnç gösteren, AE 23 no'lu suş olup, 16 antibiyotiğe (AMC, OFX, CXM, ATM, CTX, ETP, NA, K, FEP, CAZ, CN, TE, CIP, AM, NOR, MXF) dirençli olduğu belirlendi. ÇAD indeksi 0.8 olarak tespit edildi ve bu değer suşlar içerisindeki en yüksek değer olduğu belirtildi.

Suşların geneline bakıldığında, tek antibiyotiği kapsayan 10, iki antibiyotiği

kapsayan üç, üç antibiyotiği kapsayan üç, dört antibiyotiği kapsayan yedi, beş antibiyotiği kapsayan dört, altı antibiyotiği kapsayan üç, yedi antibiyotiği kapsayan altı, sekiz antibiyotiği kapsayan beş, dokuz antibiyotiği kapsayan yedi, 10 antibiyotiği kapsayan dört, 11 antibiyotiği kapsayan iki, 12 antibiyotiği kapsayan bir, 13 antibiyotiği kapsayan dört, 14 antibiyotiği kapsayan beş, 15 antibiyotiği kapsayan üç, 16 antibiyotiği kapsayan bir direnç profili belirlendi (Tablo 5).

3.2. *E. coli* Suşlarının GSBL Üretimini Fenotipik ve Genotipik Olarak Belirlenmesi

E. coli suşların GSBL pozitif veya negatif olduğunun tespiti için çift disk sinerji yöntemi kullanıldı. Sonuç olarak suşların 16 adedi (% 11.8) GSBL pozitif ve 119 adedi (% 88.1) GSBL negatif olduğu gözlemlendi (Şekil 2).



Şekil 2. *E. coli* suşlarının GSBL pozitif ve negatif % oranları.

GSBL üreten suş sayıları düşük olmasına rağmen (% 11.8), bu suşlar beklendiği gibi en az iki veya daha fazla antibiyotiğe dirençliydi. AE 32 numaralı suş

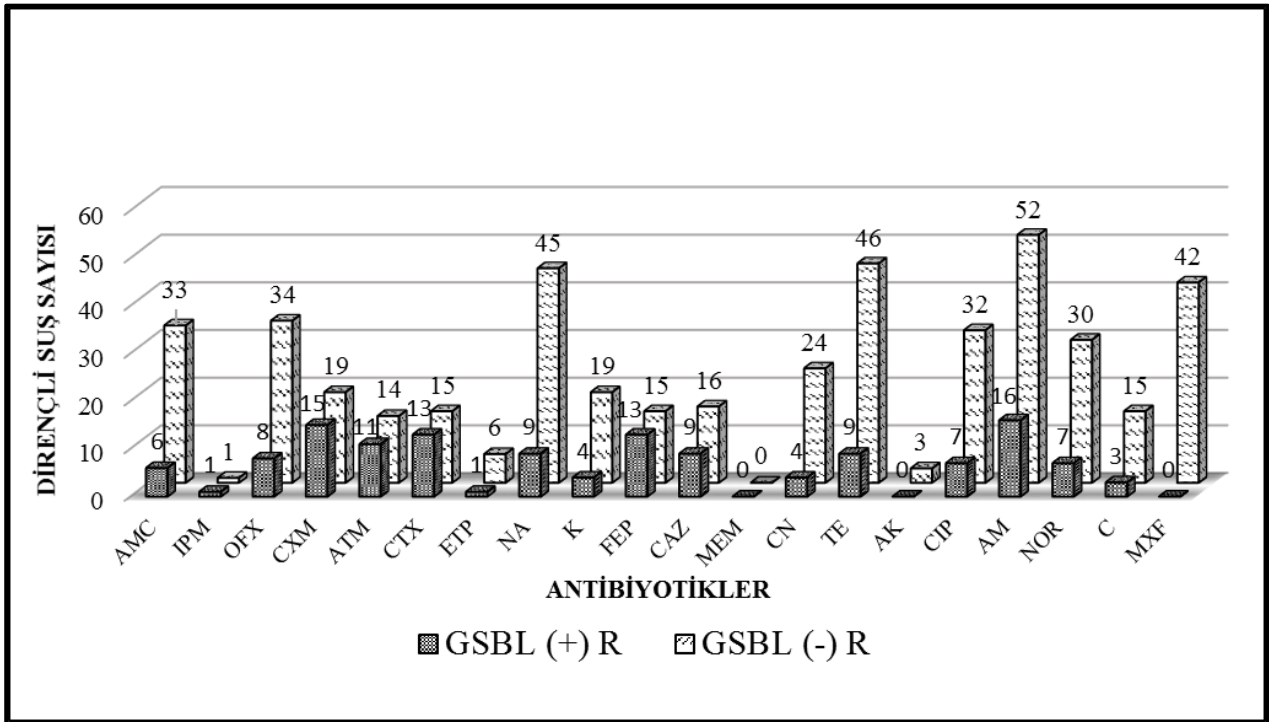
iki antibiyotiğe direnç gösterdi. AE 31 ve 90 numaralı suşlar dört antibiyotiğe; AE 71 numaralı suş altı antibiyotiğe direnç sergiledi. AE 51, 57, ve 69 numaralı suşlar yedi antibiyotiğe; AE 21, 98 ve 116 numaralı suşlar dokuz antibiyotiğe; AE 49 numaralı suş 11 antibiyotiğe; AE 59 numaralı suş 12 antibiyotiğe; AE 4 numaralı suş 13 antibiyotiğe; AE 60 numaralı suş 14 antibiyotiğe direnç gösterdi. Bunu takiben AE 86 ve 102 numaralı suşlar 15 antibiyotiğe direnç gösterdiği belirlendi (Tablo 5).

GSBL üreten suşların en fazla Ampisiline (16 suş), ikinci sırada sefuroksime (15 suş), üçüncü sırada Sefepime ve Sefotaksime (13 suş), dördüncü sırada Aztreonama (11 suş) dirençli oldukları belirlendi. GSBL (+) suşların tamamının Meropenem ve Amikasine karşı herhangi bir direnç göstermedikleri tespit edildi (Şekil 3). Çift disk sinerji metodu ile GSBL (+) oldukları tespit edilen 16 suşun, genotipik olarak da hangi GSBL genleri ile ifade edildiklerinin tespiti amacı ile multipleks PZR yöntemi kullanıldı. Bu yöntem ile *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaSHV*, *blaOXA* beta laktamaz genlerinin tespiti yapıldı. GSBL genleri ihtiva eden suşların hangi genleri taşıdığı Tablo 5’de gösterildi. PZR ürünlerinin tahmini boyutları olan 501 bç, 431 bç ve 296 bç; elektroforez işlemi sonucu elde edilen jel görüntüsü üzerinde belirlendi (Şekil 4).

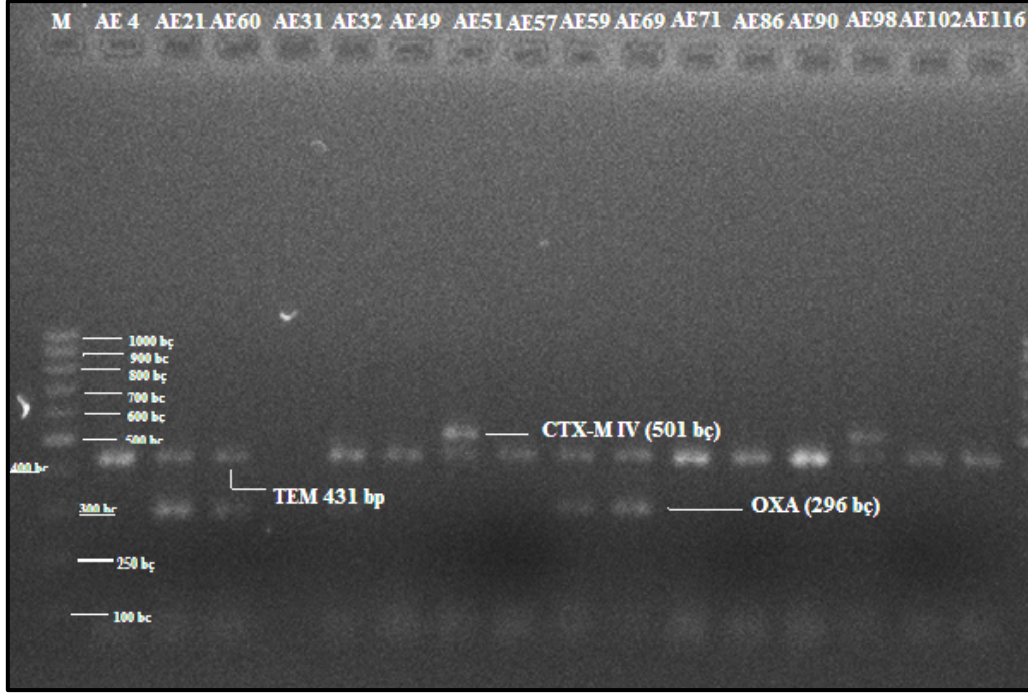
Buna göre fenotipik olarak 16 GSBL pozitif suştan 15'i genotipte doğrulanırken sadece bir suşun test edilen primerlere karşı negatif olduğu yani bu gen gruplarından biri ile ifade edilmediği belirlendi.

GSBL pozitif suşlardan AE 31 nolu suş hariç diğerleri (AE 4, 21, 32, 49, 51, 57, 59, 60, 69, 71, 86, 90, 98, 102 ve 116) *blaTEM* genini taşıdığı gözlemlendi. AE 21,

32, 59, 60, 69 nolu suşların *blaTEM* ile birlikte *blaOXA* genini birlikte taşıdığı belirlendi. AE 51 ve AE 98 nolu suşların ise *bla CTX-M IV* ve *blaTEM* genleri ile birlikte ifade edildiği gözlemlendi. Fenotipik olarak GSBL pozitif olarak belirlenen suşların hiçbirinde *blaSHV* genine rastlanmadı (Şekil 4).



Şekil 3. GSBL üreten (+) ve GSBL üretmeyen (-) dirençli suş sayıları.



Şekil 4. Fenotipik olarak GSBL ürettiği doğrulanan suşların (AE4, 21, 60, 31, 32, 49, 51, 57, 59, 69, 71, 86, 90, 98, 102, 116) GSBL genlerini gösteren jel görüntüsü. Gene Ruler Ladder büyüklük markeri olarak kullanıldı (SM0371, Fermentas).

4. Tartışma

Enterobacteriaceae ailesi üyeleri, İYE vakalarında izole edilen bakterilerin % 90'ından fazlasını oluşturur. Ayrıca, enterobakteriler, diğer bakteri türlerinden ve parazitlerden farklı olarak insanların normal bağırsak mikrobiotasının bir parçasıdır. Ek olarak, enterobakteriler, İYE'ler de dahil olmak üzere son yıllarda insan enfeksiyonlarında en çok etkin rol üstlenen bakteri türleridir. Bu çok yüksek oran; enterobakterilerin enfekte olmuş dokularla etkileşimine bağlıdır. Bu etkileşim, basit bir bağlanma ile başlayabilir, istila ve hücre lizisine kadar uzanır. Bu etkileşimler, mikroorganizmaların patojenitede etkili bazı aktif maddelerin sentezine neden olur. Bu bakterilerin patojenisitesi, fimbria, O

antijenleri, K kapsüler antijenleri, serum direnci, hemoliz üretimi ve diğerleri yoluyla operatif adezinler gibi çoklu virülans genlerinin varlığına bağlıdır. İYE antibiyotiklerle tedavi edilebilir; bununla birlikte, bakterilerin antibiyotiklere karşı çoklu direnç mekanizması İYE'nin yönetimi için bir tehdittir (Dougnon ve ark., 2020).

Gram-negatif patojenlerde antibiyotik direnci, daha yüksek sağlık maliyetleri ve ölüm oranları, tedavi başarısızlıkları ve daha uzun bir klinik hastalık süresine katkıda bulunan küresel bir endişedir. Pek çok bakteriyel enfeksiyon antibiyotiklerle tedavi edildiğinden, birçok bakteri antibiyotiklerin öldürme mekanizmasına direnmenin yollarını geliştirmiştir. *E. coli* için, antibiyotiklerin

aşırı kullanımı ve yanlış kullanımından dolayı antibiyotik direnci daha yaygın hale gelmiştir. Dahası, *E. coli*, sadece birbirleriyle değil, aynı zamanda insan ve hayvanların diğer enterik patojenleri ile verimli bir şekilde değiştirilen direnç genlerinin rezervuarları olarak da hizmet edebilir (van den Bogaard ve ark., 2001). Dünya çapında, geniş spektrumlu β -laktamaz veya karbapenemaz enzimleri üreten Enterobacteriaceae prevalansı endişe verici oranlarda artmaya devam etmektedir (Zowawi ve ark., 2015). Komensal *E. coli*'de direnç prevalansı, insanlardan ve çevreden gelen bakteri izolatlarında antibiyotik direncinin yararlı bir göstergesi olduğundan, *E. coli*'nin antibiyotik direncinin rutin olarak izlenmesi antibiyotik tedavisi ve direnç kontrolü için veri sağlar (OBrien, 1997).

Bu çalışmada İYE'lerden izole ve tanımlanmış 135 *E. coli* suşunun 20 farklı antibiyotiğe karşı direnç ve duyarlılıkları, GSBL enzim varlığının fenotipik ve genotipik tespiti yapıldı. Elde edilen veriler doğrultusunda suşların antibiyotiklere direnci en yüksek oranda Ampisiline % 50.4; ikinci sırada Tetrasikline % 40.7; üçüncü sırada Nalidiksik asite % 40; dördüncü olarak Ofloksasin ve Moksifloksasine % 31.1; beşinci sırada Amoksisilin-Klavulanik asit ve Siprofloksasine % 28.9; altıncı sırada ise Norfloksasine % 27.4 oranında belirlendi

(Şekil 1). Suşların tamamı bir Karbapenem olan Meropeneme karşı duyarlı olarak belirlenirken bunu ikinci sırada yine bir Karbapenem olan İmipenem % 1.48 ve üçüncü sırada aminoglikozit bir antibiyotik olan Amikasinin % 2.2 gibi bir oranla takip ettiği görüldü. Elde edilen veriler doğrultusunda suşların özellikle karbapenem grubu ve aminoglikozit grubu antibiyotiklere kinolon gruplarından daha duyarlı oldukları söylenebilir. Benzer şekilde çalışmamızda kullanılan ikinci (Sefuroksim), üçüncü (Sefotaksim ve Seftazidim) ve dördüncü (Sefepim) kuşak sefalosporinlerin yine kinolon grubu antibiyotiklerden daha etkili olduğu düşünülebilir (Tablo 4).

Suşların hangi antibiyotiklere tekli ya da çoklu dirençli olduğunu belirlemek amacı ile direnç profili (rezisto tip) tablosu oluşturuldu (Tablo 5). Bu tabloya göre en az bir veya daha fazla antibiyotiğe direnç gösteren 88 suş (toplam suşların % 65.18'i) içerisinde 69 farklı direnç tipi (rezisto tip) belirlendi. Bunların pek çoğunun sadece birer suş ile temsil edildiği görüldü. En fazla suş ile temsil edilen rezisto tip iki antibiyotiğe dirençli ve dört suş ile rezisto tip 11 olmuştur. On antibiyotiğe direnç gösteren rezisto tip 53 iki suş ile temsil edilirken; 14 antibiyotiğe direnç gösteren rezisto tip 62 iki suş; 15 antibiyotiğe direnç gösteren rezisto tip 66 ise üç suş ile temsil edildi. Suşlar arasında sadece bir suş 16 antibiyotiğe direnç gösterilen rezisto tip 69

profilini gösterdi. Çalışmamızda kullanılan suşlar arasında 69 farklı direnç profilinin görülmesi direnç yönünden suşların oldukça geniş bir spektrum ortaya koyduğunun bir göstergesidir. Uysal ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada 97 UPEC suşunda 44 farklı direnç profili belirlenmiştir. Mevcut çalışmamızda bu direnç profili sayısı araştırmacılarınkinden daha fazla görüldü. Ayrıca Tablo 5’de çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksi değerleri de Krumperman (1983)’a göre hesaplandı. Buna göre; ÇAD indeksi 0.2 değerinden büyük olan suşların, dirençli oldukları antibiyotiklerin yoğun olarak kullanıldığı bölgelerden geldiği savunulmaktadır. Çalışmamızdaki ÇAD indeksi 0.2 den daha büyük suş sayısının 53 adet olduğu görülmüştür. Dirençli 88 suşun 53’ü yani % 60.22’si en az beş en fazla 16 antibiyotiğe direnç göstermiş ve bu antibiyotiklerin yoğun olarak kullanıldığı bölgelerden geldiği düşünülmüştür. Bu durum ise kontrolsüz ve bilinçsiz antibiyotik kullanımının bir göstergesi olabilir.

Yapılan bir çalışmada Bijapur ve ark. (2015), *E. coli* suşlarında direnç oranlarını ampisilin % 91.66; sefuroksim % 82.29; sefotaksim % 79.16; siprofloksasin % 75 şeklinde belirlemiştir. Bununla birlikte, Imipenem ve Meropenem karşı herhangi bir direnç belirlememiştir. Çalışmamızdan elde edilen verilerle (% 50.4 Ampisilin, % 25.2 Sefuroksim, % 20.7 Sefotaksim, %

28.9 Siprofloksasin) kıyaslandığında araştırmacının direnç oranları çalışmamızda tespit edilenlere göre oldukça yüksek olarak düşünüldü. Ayrıca çalışmamızdaki suşlarda Meropenem ve Imipenem direnç hususunda benzer değerler ortaya koydu. Kudinha ve ark. (2013) 953 *E. coli* izolatının % 47.63’ünün tetrasikline ve % 33.47’sinin Sefalotine dirençli olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca araştırmacılar, toplam izolatların % 6.4’ünün GSBL üreten suşlar olduğunu belirlediler. Ancak çalışmamızda GSBL üreten suşların oranı % 11.8 ile araştırmacının sonuçlarından yüksek bulunurken tetrasikline karşı direnç (% 40.7) araştırmacıların sonuçlarıyla oldukça uyum gösterdi. Lu ve ark. (2012), İYE’den izole edilen toplam 1762 *Enterobacteriace* ailesi üyesi suşun (995 *E. coli* suşları) Asya / Pasifik Bölgesindeki antibiyotiklere yatkınlıkları açısından değerlendirildiğini ve Amikasinin suşlara en fazla etkili antimikrobiyal ajan olduğunu belirlemiştir. Bu izolatlar Sefotaksim, Seftriakson, Seftazidim, Sefepim, Siprofloksasin ve Levofloksasine (<% 70) daha az duyarlıdır. Ayrıca suşlar içerisinde GSBL üretim oranını % 67 olarak saptamıştır. Bu oran çalışmamızdan elde edilen % 11.8 nın yaklaşık 5.7 katıdır. Çalışmamızda ise 135 *E. coli* suşuna karşı en etkili ajanların sırasıyla Meropenem, Imipenem ve Amikasin onu takiben de Ertapenem olduğu belirlendi. Bu verilere göre mevcut

çalışmamızda suşların karbapenem grubu antibiyotiklere daha duyarlı oldukları sonucuna varılabilir. Uysal ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada 97 UPEC suşunun kullanılan antibiyotikler arasında en fazla Sefalotine (% 54.6), sırasıyla Tetrasikline (% 53.6), Nalidiksik Asite (% 44.3), Azteronam ve Ofloksasine (% 29.8) karşı dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca suşların % 13.4 oranında GSBL ürettiğini ve bu üretilen enzimler için suşlardan ikisinin *blaCTX-M*, altısının *blaTEM*, beşinin *blaOXA* ve birinin ise hem *blaTEM* hem de *blaSHV* genleri yönünden pozitif olduklarını ortaya koymuşlardır. Mevcut çalışmamız değerlendirildiğinde suşlarımızın araştırmacıların bulduğu Nalidiksik Asit ve Ofloksasin dirençlerine oldukça yakın oranlar ortaya koyduğu görüldü. GSBL üreten suş oranları ile kıyaslandığında ise oldukça yakın bir oran belirlendi (% 11.8). GSBL pozitif suşlardan biri hariç 15'inin *blaTEM*, beş suşun *blaTEM* ve *blaOXA*, iki suşun ise *blaCTX-M* ve *blaTEM* genlerini birlikte bulundurduğu görüldü. *blaTEM* geni ağırlıklı olarak görülmesine rağmen *blaSHV* genine rastlanmadı. Başka bir çalışmada Rehab ve ark. (2019) toplam 168 *E. coli* ve *K. pneumoniae* suşunda 113'ünde GSBL pozitifliğini fenotipik olarak belirlemişler ve bu suşların da % 95.58'inin genotipik olarak da *blaTEM*, *blaSHV* ve *blaCTX-M* genleri taşıdığını saptamışlardır. Suşların antibiyotik

direnç oranlarının ise en fazla olarak üçüncü kuşak sefalosporinlere karşı gösterildiği; ayrıca en fazla duyarlılığın ise Meropenem ve Imipeneme karşı gösterildiğini vurgulamışlardır. van Driel ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada idrar yolları enfeksiyonundan izole edilen suşların % 83'ünden *E. coli* suşlarının sorumlu olduğunu belirtmişler ve 2004-2009-2014 yılları arasında her 5 yılda bir yapılan antibiyotik duyarlılık durumlarını mevcut çalışmaları ile kıyaslamışlardır. Antibiyotik duyarlılığı bakımından suşların Siprofloksasin dışında zaman içinde stabil olduğunu (2004'te % 96, 2009'da % 97 ve 2014'te % 94; P <0.05); ko-amoksiklav duyarlılığı 2004, 2009 ve 2014 yıllarında sırasıyla % 88, % 87 ve % 92 şeklinde yükseldiğini; GSBL üreten *E. coli* prevalansı 2004'te % 0.1'den 2014'te % 2.2'ye yükseldiğini rapor etmişlerdir. Test edilen çoğu antimikrobiyal ajana duyarlılık yüzdeleri, *E. coli* ve GSBL'lerin prevalansı önemli ölçüde artmasına rağmen, 10 yıllık süre boyunca stabil olduğunu ortaya koymuşlardır. Lübnan'ın Beyrut kentinde gebe kadınlardan izole edilen GSBL üreten bakterileri fenotipik ve genotipik karakterizasyonlarını incelemek ve GSBL kolonizasyonunun araştırıldığı bir çalışmada Gaddar ve ark. (2020) 59 *E. coli* suşunun çoğu, % 93.2'lik bir duyarlılık ile Meropenem ve Imipeneme karşı oldukça duyarlı bulunmuştur. En fazla direnç

Aztreonam, Sefepim ve Sulfometaksazole karşı belirlenmiştir. Ayrıca GSBL genlerinden *blaCTX-M* baskın gen (% 90.7), ardından *blaTEM* (% 88.4) ve son olarak *blaSHV* (% 44.2) yer almıştır ve yapılan çalışmadaki gebe kadınlarda GSBL taşıyıcılığı yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde çalışmamızda kullanılan suşlar Meropenem ve Imipeneme oldukça duyarlıdır fakat Aztreonam direnci ise araştırmacıların sonuçlarına göre oldukça düşük bulunmuş; GSBL sonuçlarımızda ise baskın gen *blaTEM* (% 93.75) olarak tespit edilmiştir ve PZR çalışması yapılan suşların 15'inde görülmüştür. Sadece bir suş fenotipte GSBL pozitif olmasına rağmen çalışılan gen gruplarıyla sonuç vermemiştir. Bu durumda suşun farklı bir GSBL geni tarafından ifade edildiği söylenebilir. Ugwu ve ark. (2020) 100 üropatojen üzerinde yaptıkları bir çalışmada 58 *E. coli* izolatında baskın GSBL geninin *blaTEM* olduğunu ve en çok direnç gösterilen antibiyotiğin Kotrimaksazol; en duyarlı oldukları antibiyotiklerin ise Aztreonam ve Seftazidim olduğunu rapor etmişlerdir. Baskın GSBL geninin *blaTEM* olması yönünden sonuçlarımız araştırmacıların sonuçları ile uyumlu olduğu öne sürülebilir. Fakat çalışmamızdaki kinolon direnci araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Avrupa'da yapılan sürveyans çalışmaları 2018 raporuna göre; Avrupa

ülkelerinde üçüncü kuşak sefalosporinlere karşı en yüksek direnç sıralamasında Bulgaristan % 38.7; Kıbrıs % 37.1; Slovakya % 30.1; İtalya % 28.7; Romanya % 20.2 oranları ile ön sıralarda yer almaktadır. En düşük direnç sıralamasında ise Norveç % 6.8; Hollanda % 7.3; Finlandiya % 7.6; Danimarka % 7.7; İzlanda % 8.1; İsviçre % 8.3; Belçika % 9; Fransa % 9.6; Birleşik Krallık % 11; Almanya da ise % 12.2 oranında direnç bulunmuştur (ECDC, 2019). Mevcut çalışmamızda ise üçüncü kuşak sefalosporinlere direnç % 18.5-20.7 arasında bulunmuştur. Aynı raporun 2013 versiyonunda ise Türkiye direnç noktasında % 42'lik bir oranda en ön sırada yer almaktadır.

Florokinolon grubu antibiyotiklere Avrupa ülkelerinde en fazla direnç; Kıbrıs % 42.4; Slovakya % 42.1; Malta % 41.9; Bulgaristan % 41.8; İtalya% 41.7 ile sıralanırken en az dirence sahip ülkeler Finlandiya % 11.4; Norveç % 12.9; Danimarka % 13.3; Hollanda % 14.9 ve Fransa % 16.3 şeklinde yer almaktadır (ECDC, 2019). Çalışmamızda florokinolon grubundan olan Ofloksasin % 31.1; Siprofloksasin % 28.9; Norfloksasin ise % 27.4 oranında direnç yüzdesine sahiptir. Bu durum, bu tabloda orta sıranın sonlarında yer almamıza neden olmaktadır. Türkiye 2013 raporunda yine % 52'lik oranla birinci sırada yer almaktadır (Allocati ve ark., 2013). Aminoglikozit gruplarında görülen

direnç en fazla Bulgaristan % 28.4; Slovakya % 21.6; Kıbrıs % 19.9 oranlarında görülürken en az oranlarda Finlandiya, Norveç ve Danimarka'da belirlenmiştir (sırasıyla % 4.3, % 5.7, % 5.7). Çalışmamızda Amikasine % 2.2; Kanamisine % 17; Gentamisine % 20.7 oranında direnç gelişmiştir (Tablo 4). Aminoglikozitlere direnç yönünden kıyaslandığında 2013 raporunda Türkiye % 35'lik bir oranla birinci sırada yer almaktadır (Allocati ve ark., 2013).

GSBL üretimi bakımından dünya geneline bakıldığında 2010 öncesi ve 2010'dan sonraki son 10 yıl içerisinde GSBL oranlarının arttığı görülmüştür. Buna göre İYE enfeksiyonlarından izole edilen *E. coli* suşlarında belirlenen GSBL oranları Birleşik Krallıkta % 4.6'dan % 6.6 oranına; Fransa'da % 1.1'den % 3.3 oranına; İspanya'da % 2.4-18.2'den % 8.9-23.69 oranına yükselmiştir. Akdeniz ülkelerinden İtalya'da % 3.5'den % 6.7 oranına; Türkiye'de ise % 8-13.1'den % 24 oranına ulaşmıştır. Güney Asya ülkelerinde % 27.1'den % 33.2'ye; Uzakdoğu Asya'da % 4.8-7.5'den % 7.6-10.7'ye; Latin Amerika ülkelerinde % 1.7'den % 7.1-12.5 oranına; Amerika ve Kanada'da ise % 7.4'den % 1.8-8 oranı arasında değiştiği bildirilmiştir (Lee ve ark., 2018). Mısır'da ise GSBL oranı *E. coli* suşlarında % 59.7 olarak saptanmıştır (Hassuna ve ark., 2020). Yapılan çalışmalar

dünya genelinde GSBL üreten *E. coli* suşlarının arttığını göstermektedir.

Türkiye'de, 2007-2018 döneminde GSBL üreten *Enterobacteriaceae* üyelerinin oranı açısından değerlendirildiğinde; Azap ve ark. (2010) GSBL üretim oranını % 11; Yılmaz ve ark. (2009) % 20.2; Kızılca ve ark. (2012) % 43; Azap ve ark. (2013) % 23.5, Aladag ve ark. (2013) % 55; Khorshed ve Arslan (2015) % 20.75; Yılmaz ve ark. (2016) % 24; Uysal ve ark. (2018) % 13.40 olarak rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmamızda ise GSBL üretim oranı % 11.8 olarak belirlenmiş ve diğer araştırmacıların sonuçlarından daha düşük bir oran olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda GSBL genleri açısından en baskın gen *blaTEM* olarak belirlendi ve 16 GSBL pozitif suşun 15'i (% 93.5) bu geni taşıdığı saptandı. Ayrıca bu gen ile birlikte beş suşta *blaOXA*, iki suşta ise *blaCTX-M* bulundurduğu görüldü. Bazı beta laktamaz genlerinin varlığı bildirilmiştir, ancak *blaTEM*, *blaSHV*, *blaOXA* ve *blaCTX-M* tipi GSBL genleri en baskın olanıdır (Bordford, 2001). Kiratisin ve ark. (2008) *blaCTX-M*, *blaTEM* ve *blaSHV* genlerinin, *E. coli* üreten 235 GSBL suşunda % 87.3, % 77 ve % 3.8 oranlarıyla ifade edildiğini ortaya koymuştur. Birkaç suşun *blaOXA* genini taşıdığı belirtilmiştir. CTX-M geninin Avrupa'da TEM ve SHV genleri yerine en sık GSBL geni olduğu bildirilmiştir. PER, GES, IBC ve bazı OXA

türleri gibi diğer GSBL türleri de mevcuttur. GSBL üretimi Avrupa'da Latin Amerika ve Asya'da olduğundan çok daha az ve Pasifik'te Kuzey Amerika'dakinden daha az sıklıkta görülmektedir (Coque ve ark., 2008; Ruppé, 2010). Norveç ve Portekiz'de CTX-M, *E. coli*'de en sık bulunan GSBL enzimidir (Sana ve ark., 2011). Mısır'da Hassuna ve ark. (2020) İYE'ye neden olan *E. coli* suşlarında *blaTEM* oranını % 75, *blaCTX-M* oranını % 56.25 ve *blaSHV* oranını ise % 18.75 olarak belirtmiştir. Mevcut çalışmamızda da en baskın genin *blaTEM* olması yönünden sonuçlarımız uyumlu bulunmuştur.

Türkiye'de Bali ve ark. (2010) 65 GSBL üreten *Enterobacteriaceae* üyelerinde *blaTEM*, *blaSHV*, *blaCTX-M* oranlarının % 73.43, % 21.87 ve % 17.18 olduğunu göstermiştir. Gorgec ve ark. (2015) *E. coli* izolatları arasında *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaOXA-2* grubu, PER, SHV ve OXA-10 grubu beta-laktamaz genlerinin sıklığını sırasıyla % 89.5, % 59.2, % 15.8, % 14.5, % 11.8 ve % 3.9 bulmuştur. Khorshed ve Arslan (2015) 106 *E. coli* izolatından

22'sinin (% 20.75) GSBL için fenotipik olarak pozitif olduğunu bildirirken, *E. coli* izolatlarının 63'ünün (% 59.43) multipleks PZR ile GSBL için pozitif olduğu belirlenmiştir. Uysal ve ark. (2018) *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaOXA*, *blaSHV* gen yüzdelerini sırasıyla % 15.38, % 46.1, % 38.4 ve % 7.7 olarak rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmamızda ise *blaTEM* % 93.5, *blaOXA* % 31.25 ve *blaCTX-M* % 12.5 oranında belirlenmiştir. *blaTEM* ve *blaOXA* oranlarımız diğer araştırmacıların değerlerine göre yüksek olarak görülmüştür.

Sonuç

Antibiyotiklerin rastgele ve gereksiz kullanımı sonucu direncin arttığı bilinmektedir. Bu direnç faktörlerine bir de suşların virülans faktörleri eklendiğinde durumu kontrol altına almak ve mücadele etmek mümkün olmamaktadır. Antibiyotik direnç seviyelerinin takip edilmesi, sürveyans çalışmalarının devamlı olarak yapılması ile ortaya koyulmaktadır. Bu tarz çalışmalar belirli periyotlarla yapılmalı ve takip edilmelidir.

Kaynaklar

- Aladag MO, Uysal A, Dundar N, Durak Y, Gunes E (2013). Characterization of *Klebsiella pneumoniae* strains isolated from urinary tract infections: detection of ESBL characteristics, antibiotic susceptibility and RAPD genotyping. *Polish Journal of Microbiology* 62: 401–409.
- Allocati N, Masulli M, Alexeyev MF, Di Ilio C (2013). *Escherichia coli* in Europe: an overview. *Int J Environ Res Public Health* 10: 6235–6254.

- Azap O, Togan T, Yesilkaya A, Arslan H, Haberal M (2013). Antimicrobial susceptibilities of uropathogen *Escherichia coli* in renal transplant recipients: dramatic increase in ciprofloxacin resistance. *Transplantation Proceedings* 45: 956–957.
- Azap OK, Arslan H, Serefhanoglu K, Colakoglu S, Erdogan H, Timurkaynak F, Senger SS (2010). Risk factors for extended-spectrum beta-lactamase positivity in uropathogenic *Escherichia coli* isolated from community-acquired urinary tract infections. *Clinical Microbiology and Infection* 16: 147–151.
- Bali EB, Acik L, Sultan N (2010). Phenotypic and molecular characterization of SHV, TEM, CTX-M and extended-spectrum beta-lactamase produced by *Escherichia coli*, *Acinobacter baumannii* and *Klebsiella* isolates in a Turkish hospital. *Afr J Microbiol Res* 4: 650–654.
- Bijapur GAM, Maulingkar SV, Greeshma B, Usman SM (2015). Multidrug resistant *Escherichia coli* in nosocomial urinary tract infections at a tertiary care hospital in Kerala, India. *Open Infectious Diseases Journal* 9: 30–34.
- Bordford P (2001). Extended-spectrum b-lactamases in the 21st century: characterization, epidemiology, and detection of this important resistance threat. *Clinical Microbiology Reviews* 14: 933–951.
- Brolund A (2014). Overview of ESBL-producing Enterobacteriaceae from a Nordic perspective. *Infect Ecol Epidemiol* 4.
- Bush K, Jacoby GA (2010). Updated functional classification of beta-lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 54: 969–976.
- CLSI (2011). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: twenty-first informational supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), Pennsylvania, USA.
- Coque TM, Baquero F, Canton R (2008). Increasing prevalence of ESBL-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Euro Surveill* 13.
- Danino D, Melamed R, Sterer B, Porat N, Hazan G, Gushanski A, Shany E, Greenberg D, Borer A (2018). Mother-to-child transmission of extended-spectrum-beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae. *Journal of Hospital Infection* 100: 40–46.
- Dougnon V, Assogba P, Anago E, Déguénon E, Dapuliga C, Agbankpè J, Zin S, Akotègnon R, Moussa LB, Bankolé H (2020). Enterobacteria responsible for urinary infections: a review about pathogenicity, virulence factors and epidemiology. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 8: 117–124.
- ECDC. 2019. European Centre for Disease Prevention and Control. Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018. Pages 1–110, Stockholm.
- Ejrnaes K, Stegger M, Reisner A, Ferry S, Monsen T, Holm SE, Lundgren B, Frimodt-Moller N (2011). Characteristics of *Escherichia coli* causing persistence or relapse of urinary tract infections: phylogenetic groups, virulence factors and biofilm formation. *Virulence* 2: 528–537.
- Emody L, Kerényi M, Nagy G (2003). Virulence factors of uropathogenic *Escherichia coli*. *Int J Antimicrob Agents* 22(2): 29–33.
- EUCAST 2019. The European committee on antimicrobial susceptibility testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 9.0, 2019. <http://www.eucast.org>.

- Gaddar N, Anastasiadis E, Halimeh R, Ghaddar A, Matar GM, Abou Fayad A, Sherri N, Dhar R, AlFouzan W, Yusef H (2020). Phenotypic and genotypic characterization of extended-spectrum beta-lactamases produced by *Escherichia coli* colonizing pregnant women. *Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology* 1–7.
- Gorgec S, Kuzucu C, Otlu B, Yetkin F, Ersoy Y (2015). Investigation of beta-lactamase genes and clonal relationship among the extended-spectrum beta-lactamase producing nosocomial *Escherichia coli* isolates. *Mikrobiyoloji Bulteni* 49: 15–25.
- Hassuna NA, Khairalla AS, Farahat EM, Hammad AM, Abdel-Fattah M (2020). Molecular characterization of extended-spectrum beta lactamase- producing *E. coli* recovered from community-acquired urinary tract infections in Upper Egypt. *Sci Rep* 10: 2772.
- Hirsch EF (2008). "The Treatment of Infected Wounds," Alexis Carrel's contribution to the care of wounded soldiers during World War I. *Journal of Trauma-Injury Infection and Critical Care* 64: 209–210.
- Holvoet K, Sampers I, Callens B, Dewulf J, Uyttendaele M (2013). Moderate prevalence of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from lettuce, irrigation water, and soil. *Appl Environ Microbiol* 79: 6677–6683.
- Khorshed AA, Arslan E. 2015. Determination of ESBL production as phenotypic and genotypic in extraintestinal pathogenic *E. coli*. 131 *Turkish Journal of Biochemistry*.
- Kiratisin P, Apisarnthanarak A, Laesripa C, Saifon P (2008). Molecular characterization and epidemiology of extended-spectrum- β -lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolates causing health care-associated infection in Thailand, where the CTX-M family is endemic. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 52: 2818–2824.
- Kizilca O, Siraneci R, Yilmaz A, Hatipoglu N, Ozturk E, Kiyak A, Ozkok D (2012). Risk factors for community-acquired urinary tract infection caused by ESBL-producing bacteria in children. *Pediatrics International* 54: 858–862.
- Krumperman PH (1983). Multiple antibiotic-resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology* 46: 165–170.
- Kudinha T, Johnson JR, Andrew SD, Kong FR, Anderson P, Gilbert GL (2013). *Escherichia coli* sequence type 131 as a prominent cause of antibiotic resistance among urinary *Escherichia coli* isolates from reproductive-age women. *Journal of Clinical Microbiology* 51: 3270–3276.
- Lee DS, Lee SJ, Choe HS (2018). Community-acquired urinary tract infection by *Escherichia coli* in the era of antibiotic resistance. *Biomed Res Int* 7656752.
- Lee SY (1996). High cell-density culture of *Escherichia coli*. *Trends Biotechnol* 14: 98–105.
- Levy SB (2002). The 2000 Garrod lecture. Factors impacting on the problem of antibiotic resistance. *J Antimicrob Chemother* 49: 25–30.
- Li BY, Webster TJ (2018). Bacteria antibiotic resistance: New challenges and opportunities for implant-associated orthopedic infections. *Journal of Orthopaedic Research* 36: 22–32.
- Lu PL, Liu YC, Toh HS, Lee YL, Liu YM, Ho CM, Huang CC, Liu CE, Ko WC, Wang JH (2012). Epidemiology and antimicrobial susceptibility profiles of Gram-negative bacteria causing urinary tract infections in the Asia-Pacific region: 2009–2010 results

- from the Study for Monitoring Antimicrobial Resistance Trends (SMART). *International Journal of Antimicrobial Agents* 40: 37–43.
- Maslikowska JA, Walker SA, Elligsen M, Mittmann N, Palmay L, Daneman N, Simor A (2016). Impact of infection with extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* or *Klebsiella* species on outcome and hospitalization costs. *Journal of Hospital Infection* 92: 33–41.
- Moawad AA, Hotzel H, Neubauer H, Ehricht R, Monecke S, Tomaso H, Hafez HM, Roesler U, El-Adawy H (2018). Antimicrobial resistance in Enterobacteriaceae from healthy broilers in Egypt: emergence of colistin-resistant and extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli*. *Gut Pathogens* 10.
- Moore E, Angelika A, Krüger A, Strömpl C, Mau M (2004). Simplified protocols for the preparation of genomic DNA from bacterial cultures. Second edition. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Niranjan V, Malini A (2014). Antimicrobial resistance pattern in *Escherichia coli* causing urinary tract infection among inpatients. *Indian Journal of Medical Research* 139: 945–948.
- O'Brien TF (1997). The global epidemic nature of antimicrobial resistance and the need to monitor and manage it locally. *Clinical Infectious Diseases* 24: 2–8.
- Perez F, Bonomo RA (2012). Can we really use ss-Lactam/ss-Lactam inhibitor combinations for the treatment of infections caused by extended-spectrum ss-lactamase-producing bacteria? *Clinical Infectious Diseases* 54: 175–177.
- Rehab MMAA, El-Baghdady KZ, Iman KFK, El-Shishtawy HM (2019). Prevalence of extended spectrum beta-lactamase genes among *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* clinical isolates. *Egyptian Journal of Microbiology* 54: 91–101.
- Ruppé E (2010). Épidémiologie des bêta-lactamases à spectre élargi: l'avènement des CTX-M. *Antibiotiques* 12: 3–16.
- Russo TA, Johnson JR (2003). Medical and economic impact of extraintestinal infections due to *Escherichia coli*: focus on an increasingly important endemic problem. *Microbes Infect* 5: 449–456.
- Sana T, Rami K, Racha B, Fouad D, Marcel A, Hassan M, Sani H, Monzer H (2011). Detection of genes TEM, OXA, SHV and CTX-M in 73 clinical isolates of *Escherichia coli* producers of extended spectrum Betalactamases and determination of their susceptibility to antibiotics. *The International Arabic Journal of Antimicrobial Agents* 1: 1–6.
- Shaikh S, Fatima J, Shakil S, Rizvi SMD, Kamal MA (2015). Antibiotic resistance and extended spectrum beta-lactamases: Types, epidemiology and treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences* 22: 90–101.
- Sharma G, Sharma S, Sharma P, Chandola D, Dang S, Gupta S, Gabrani R (2016). *Escherichia coli* biofilm: development and therapeutic strategies. *Journal of Applied Microbiology* 121: 309–319.
- Surgers L, Boyd A, Girard PM, Arlet G, Decre D (2019). Biofilm formation by ESBL-producing strains of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*. *Int J Med Microbiol* 309: 13–18.

- Tissera S, Lee SM (2013). Isolation of extended spectrum beta-lactamase (ESBL) producing bacteria from urban surface waters in Malaysia. *Malays J Med Sci* 20: 14–22.
- Ugwu M, Shariff M, Nnajide C, Beri K, Okezie U, Iroha I, Esimone C (2020). Phenotypic and molecular characterization of β -Lactamases among enterobacterial uropathogens in Southeastern Nigeria. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 2020: 1–9.
- Uysal A, Durak Y (2012). Pulsed-field gel electrophoresis typing, antibiotic resistance, and plasmid profiles of *Escherichia coli* strains isolated from foods. *Canadian Journal of Microbiology* 58: 1278–1287.
- Uysal A, Gunes E, Arslan E, Durak Y (2018). Characterization of uropathogenic *Escherichia coli* strains: antibiotic resistance patterns, detection of esbl genes and interactions by lytic phages. *Fresenius Environmental Bulletin* 27: 402–414.
- van den Bogaard AE, London N, Driessen C, Stobberingh EE (2001). Antibiotic resistance of faecal *Escherichia coli* in poultry, poultry farmers and poultry slaughterers. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 47: 763–771.
- van Driel AA, Notermans DW, Meima A, Mulder M, Donker GA, Stobberingh EE, Verbon A (2019). Antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from uncomplicated UTI in general practice patients over a 10-year period. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 38: 2151–2158.
- Vital PG, Zara ES, Paraoan CEM, Dimasupil MAZ, Abello JJM, Santos ITG, Rivera WL (2018). Antibiotic resistance and extended-spectrum beta-lactamase production of *Escherichia coli* Isolated from irrigation waters in selected urban farms in metro manila, Philippines. *Water* 10.
- Yılmaz N, Agus N, Yurtsever SG, Pullukcu H, Gulay Z, Coskuner A, Kose S, Aydemir S, Gulenc N, Ozgenc O (2009). Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* in outpatient urinary isolates in Izmir, Turkey. *Medical Science Monitor* 15: 61–65.
- Yılmaz N, Ağuş N, Bayram A, Şamlıoğlu P, Şirin MC, Dericci YK, Hancı SY (2016). Antimicrobial susceptibilities of *Escherichia coli* isolates as agents of community-acquired urinary tract infection (2008–2014). *Turkish Journal of Urology* 42: 32.
- Zamani H, Salehzadeh A (2018). Biofilm formation in uropathogenic *Escherichia coli*: association with adhesion factor genes. *Turkish Journal of Medical Sciences* 48: 162–167.
- Zowawi HM, Harris PNA, Roberts MJ, Tambyah PA, Schembri MA, Pezzani MD, Williamson DA, Paterson DL (2015). The emerging threat of multidrug-resistant Gram-negative bacteria in urology. *Nature Reviews Urology* 12: 570–584.

Sündiken Dağları'nın (Ankara, Bilecik, Eskişehir) Oedemeridleri (Coleoptera: Oedemeridae) ve Habitat Tercihleri

Şirin Bahar CAN^{1*}, Abdullah HASBENLİ²

*Sorumlu yazar: sirinbahhar@gmail.com

¹Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ANKARA
Orcid No: 0000-0001-5787-5228 / sirinbahhar@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ANKARA
Orcid No: 0000-0002-2919-7594 / hasbenli@gazi.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Palearktik bölgenin Akdeniz alt bölgesinde yer alan Sündiken Dağları'ndaki oedemerid faunası ve türlerin EUNIS habitat tercihleri değerlendirilmiştir. Oedemeridler birçok çiçekli bitkinin tozlaşmasında önemli rol oynamasına rağmen, ülkemizdeki yapılan çalışmaları yeterli değildir. Ayrıca, çok çeşitli iklim tiplerine sahip olan Sündiken Dağları'nda oedemeridler ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, 3 yıllık saha çalışması dâhil olmak üzere yaklaşık 4 yıl sürmüştür (2011-2014). Çalışma alanında çeşitli toplama yöntemleri kullanılarak 464 erkek ve 255 dişi olmak üzere toplam 719 oedemerid örneği toplanmıştır. Toplanan örneklerin incelenmesi sonucunda 6 cinse ait 16 takson tespit edilmiştir. Oedemeridlerin, Sündiken Dağları için belirlenen toplam 19 EUNIS habitat tipinden 11'ini tercih ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Böcek, EUNIS, Fauna, Eskişehir, Türkiye

Oedemerids (Coleoptera: Oedemeridae) and Their Habitat Preferences of Sündiken Mountains (Ankara, Bilecik, Eskişehir)

Abstract: In this study, the oedemerid fauna and their EUNIS habitat preferences in the Sündiken Mountains in the Mediterranean sub-region of the Palearctic region were evaluated. Although oedemerids play an important role in the pollination of many flowering plants, their work in our country is not sufficient. In addition, there is no study on oedemerids in the Sündiken Mountains which have a wide variety of climate types. This study lasted about 4 years, including a 3-year fieldwork (2011-2014). A total of 719 oedemerid specimens, 464 male and 255 female, were collected using various collection methods in the study area. As a result of the evaluations, 16 taxa belonging to 6 genera were determined. It has been determined that Oedemerides prefer 11 of 19 EUNIS habitat types determined for Sündiken Mountains.

Keywords: Insect, EUNIS, Fauna, Eskişehir, Turkey

1. Giriş

Dünyada oedemeridler konusunda çok sayıda sistematik ve faunistik çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara göre dünya çapında 3 altfamilya, yaklaşık 100 cins ve bu cinslere ait 1500 tür bilinmektedir (Vazquez, 2002). Palaearktik bölgede 34 cins ve bu cinslere ait 471 tür bilinmektedir (Şvihla, 2008). Türkiye'den ise 9 cins ve bu

cinslere ait 55 türü bilinmektedir (Şvihla, 2008; Kubisz ve ark., 2007).

Ergin oedemeridler besin için Asteraceae, Apiaceae, Rosaceae, Cistaceae, Cruciferae, Cyperaceae, Poaceae, Dipsacaceae, Fagaceae, Plantaginacea gibi familyaları tercih ederler. *Chrysanthia*, *Probosca*, *Chitona*, *Anogcodes*, *Oedemera* (s. tr) ve *Stenostoma* cinslerinin üyeleri

verimsiz topraklardaki veya su kenarlarındaki bitkileri, *Nacerdes* (*Xanthochroa*), *Sparedrus*, *Ischnomera* ve *Oedemera* (*Oncomera*) cinslerinin üyeleri ise çalı veya ağaç çiçeklerini tercih ederler. Birçok cinsin larvası ksilofagtır. Yeni kesilmiş odunlarda veya yaşayan ağaçlarda bulunmamaları sayesinde ekonomik değere sahiptirler. *Ditylus*, *Chrysanthia*, *Nacerdes* (*Xanthochroa*), *Calopus* ve *Anogcodes* türlerinin larvaları kozalaklı ağaçlarda, *Ischnomera* ve *Oedemera* (*Oncomera*) türlerinin larvaları geniş yapraklı ağaçlarda bulunurlar. *Oedemera* (*Oedemera*) ve *Stenostoma* ise ölmüş otsu bitkilerin sap kısımlarında bulunurlar. Oedemeridler etkili polen taşıyıcılarıdır ve bu taşımayı gövdelerindeki çok sayıdaki tüyler sayesinde yaparlar (Vazquez, 2002).

Türkiye, zoocoğrafik olarak Paleartik bölgenin Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa alt bölgelerinin kesiştiği bölgede yer almaktadır. Çalışma bölgesi olan Sündiken Dağları ise Akdeniz alt bölgesinin Doğu Akdeniz provinsinde bulunmaktadır (Medvedev, 2000). Sündiken dağlarında, meşe, karaçam, sarıçam, kızılçam ormanları, ardıç toplulukları, dağ bozkırları, yüksek dağ çayırılıkları ve tarım alanları habitatları bulunmaktadır. Sündiken Dağları, İç Anadolu ve Karadeniz coğrafik bölgelerinin kesişim bölgesinde yer almasına rağmen biyocoğrafik karakteri belirlenebilmiş

bitkilerin bir kısmı Akdeniz kökenlidir (Demirci, 2006).

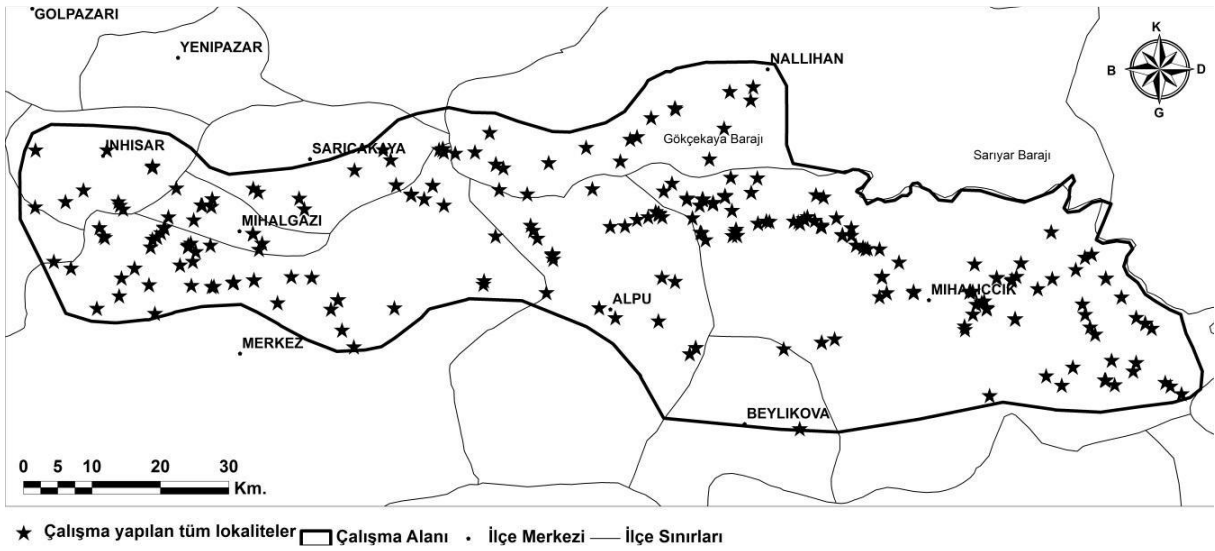
Büyük bir bölümü Eskişehir il sınırları içinde bulunan Sündiken Dağları yaklaşık 50-60 km uzunluğunda, Bilecik Ormanları ile ilişkili ve Kuzey Anadolu dağlarına paralel uzanan bir dağ silsilesidir. Farklı iklim tiplerini bir arada bulundurur. Bir tarafı Kuzey Anadolu'nun oseyanik iklimine hâkimken diğer taraftan İç Anadolu bölgesinin yarı kurak, soğuk ikliminin ve Akdeniz ikliminin özelliklerini göstermektedir (Ekim ve Akman, 1990).

Bir ülkenin gelişmişliği, çevreye verdiği önem ve çevreyi oluşturan unsurlardan bitki ve hayvan çeşitliliğinin korunmasına yönelik çalışmalara verdiği önemle de ölçülmektedir. Bundan dolayı öncelikle bu unsurların belirlenmesi önem kazanmaktadır. Bu durumun yanı sıra Oedemeridae familyası bazı bitki gruplarının tozlaşmasına katkıda bulunmasının yanında çürümekte olan odunların parçalanmasına da yardımcı olarak toprağı zenginleştirmektedir. Oedemeridlerin doğadaki bu işlevlerine rağmen ülkemizde bu konudaki çalışmalar yeterli değildir. EUNIS habitatları 'biyotoplar' yani organizmaların karakteristik bir birleşimini destekleyecek kadar düzgün olan belirli çevre koşullarına sahip alanlardır (Davies ve ark., 2004). Bu yüzden hayvan çeşitliliğini tek başına belirlemek yerine ekolojik nişlerini anlayabilmek amacıyla yaşam

alanlarını belirlemek de önemlidir. Burada ifade edilen sebeplerden dolayı, İç Anadolu bölgesinde farklı iklimsel ve vejetasyon özelliklerine sahip ve tür zenginliğinin de fazla olabileceğini düşündüğümüz Sündiken Dağları'nda Oedemeridae faunasının ve EUNIS habitat tercihlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, 2011 Ağustos, Eylül ve Aralık, 2012 Mart, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında, 2013'te ise sadece Mayıs ayında olmak üzere toplam 40 gün arazi çalışması yapılmıştır. Sündiken Dağları'nın tamamını temsil edebilmek amacıyla farklı habitat ve yükseltilerde toplam 356 lokasyonda (Şekil 1) çalışma yapılmıştır.



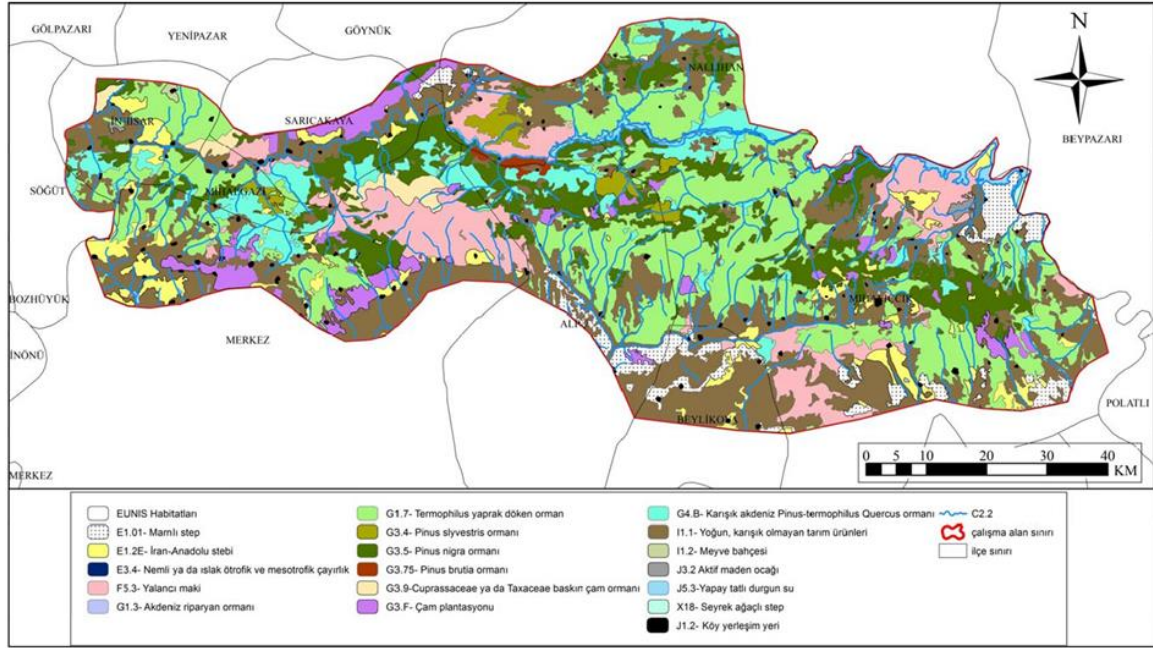
Şekil 1. Sündiken Dağları'nda araştırma yapılan tüm lokaliteler

Örneklerin toplanmasında habitat tipine ve cinslerin özelliklerine bağlı olarak tek yıllık otsu bitkiler üzerinden atrap ile süpürerek, ormanlık alanlarda gece kurulan ışık tuzağı ile ve çiçek, çalı veya ağaç üzerlerinden doğrudan görülerek el ile toplama metotları kullanılmıştır. Çalışmalar sırasında her bir lokasyonun coğrafik koordinatları kaydedilmiştir.

Örnekler müze materyali olarak hazırlanmış ve Gazi Üniversitesi Prof. Dr. Metin AKTAŞ Zooloji Müzesi'nde

muhafaza edilmektedir. Çalışmalarda toplanan oedemerid örnekleri Švihla (1999) ve Vazquez (2002)'e göre teşhis edilmiştir.

Oedemerid türlerinin habitat tercihlerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak değerlendirmeler altlık oluşturması için Çiftçi (2015) tarafından ArcGIS 10 programında hazırlanan Sündiken Dağları'nın EUNIS habitatları haritası (Şekil 2) kullanılmıştır.

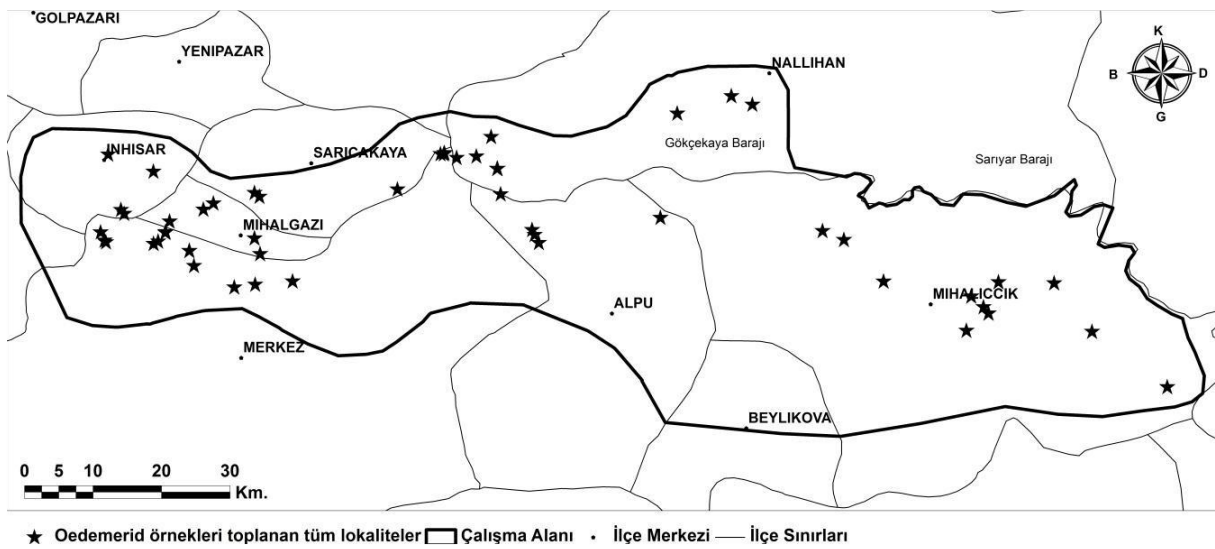


Şekil 2. Sündiken Dağları'nın EUNIS habitat haritası (Çiftçi, 2015)

3. Araştırma Sonuçları

Sündiken Dağları'nda çalışma yapılan 356 lokasyonun 58'inde oedemerid (Şekil 3) örneği toplanmıştır. Bu lokasyonlardan toplanan 719 oedemerid örneğinin incelenmesi sonucunda 464'ünün erkek, 255'in dişi olduğu belirlenmiştir. Örneklerin tür teşhis çalışmaları sonucunda

6 cinse ait 14 tür ve 2 alttür olmak üzere 16 tür/alttür seviyesinde takson tespit edilmiştir. Bu cinslerinden en fazla tür sayısı 8 tür ve 1 alttür ile *Oedemera*'ya aittir. Bunu takiben *Anogcodes* cinsine ait 3 tür, *Ischnomera*, *Xanthochroina* ve *Chrysanthia* cinslerine ait 1'er tür, *Nacerdes* cinsine ait sadece bir alttür teşhis edilmiştir.



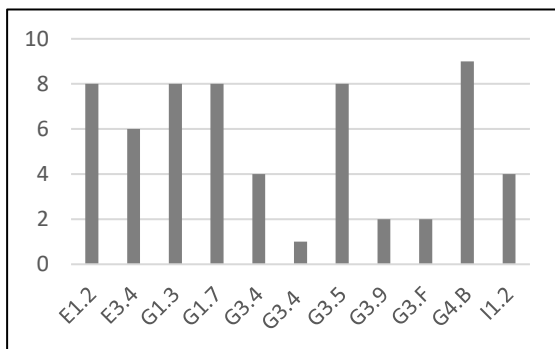
Şekil 3. Sündiken Dağları'nda oedemerid örneği toplanan lokaliteler

Sündiken Dağları'nda EUNIS habitat sınıflandırmasına göre 19 habitat tipi belirlenmiştir (Çiftçi, 2015) (Şekil 2). Arazi çalışmalarında toplanan örneklerin lokasyonlarına ait EUNIS habitat tiplerine bakıldığında, bu habitat tiplerinden 11'inde (Tablo 1) oedemerid örneği toplanmıştır. Oedemerid türlerinin EUNIS habitat tiplerinden geniş yapraklı yaprak döken ağaçlıkları (G1), konifer ağaçlıkları (G3) ve karışık (yaprak döken ve konifer) ağaçlıkları

(G4), çok yıllık kalkerli mera ve basit stepleri (E1.2), nemli veya ıslak ötrofik ve mesotrofik çayırları (E3.4) ve karışık ürünli ticari bahçeler ve bahçecilik (I1.2) habitatlarını tercih ettiği görülmektedir. Oedemeridler bu EUNIS habitat tiplerinden en çok ormanlık, ağaçlık ve ağaçlandırılmış alanları (G) tercih ettikleri görülmektedir. Bunu otlak ve uzun çayırlık alanlar (E) takip etmektedir (Şekil 4).

Tablo 1. Türlerin EUNIS habitat tercihleri

TÜRLER	EUNIS HABİTAT TERCİHLERİ
<i>Anogcodes difformis</i>	E3.4/ G1.3/ G3.9
<i>Anogcodes ruficollis</i>	E3.4/ G1.3/ G3.5/ G3.9/G4.B
<i>Anogcodes ustulatus</i>	G3.4
<i>Chrysanthia flavipes</i>	E1.2/ E3.4/ G1.7/ G4.B/ I1.2
<i>Ischnomera haemorrhoidalis</i>	E1.2/ E3.4/ G1.7/ G3.5
<i>Nacerdes raymondi ciliciensis</i>	E1.2/ E3.4/ G1.7/ G3.5
<i>Oedemera brevipennis</i>	E1.2/ E3.4/ G3.5/ G4.B
<i>Oedemera crassipes</i>	E1.2/ E3.4/ G1.3/ G1.7/ G3.4/ G3.F/ G4.B/ I1.2
<i>Oedemera femorata</i>	G1.3/ G1.7/ G3.5/ G3.F/ G4.B
<i>Oedemera flavicans</i>	G1.3/ G3.4/ G4.B
<i>Oedemera flavipes</i>	G3.5
<i>Oedemera lurida</i>	E1.2/ G1.7/ G3.5/ I1.2
<i>Oedemera penicillata</i>	E1.2/ G1.3/ G1.7/ G4.B/ I1.2
<i>Oedemera podagrariae podagrariae</i>	E1.2/ G1.3/ G1.7/ G4.B
<i>Oedemera pthysica</i>	G1.3/ G3.5
<i>Xanthochroina auberti</i>	G3.4



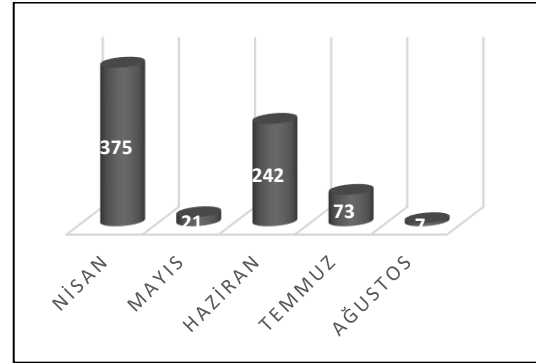
Şekil 4. Tür sayılarının EUNIS habitat tiplerine göre dağılımı

Çalışmada belirlenen türler aylara göre değerlendirildiğinde en az tür sayısının Nisan ve Ağustos aylarında gözleendiği, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise tür sayılarının fazla olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Türlerin tespit edildiği aylar ve yıllar

Yıllar	2011	2012				2013
Aylar	Ağustos	Nisan	Haziran	Temmuz	Ağustos	Mayıs
<i>Anogcodes difformis</i>			*			*
<i>Anogcodes ustulatus</i>				*		
<i>Anogcodes ruficollis</i>			*	*		*
<i>Chrysanthia flavipes</i>			*	*		*
<i>Ischnomera haemorrhoidalis</i>						*
<i>Nacerdes raymondi ciliciensis</i>				*		
<i>Oedemera brevipennis</i>			*	*		*
<i>Oedemera crassipes</i>	*	*	*	*		*
<i>Oedemera femorata</i>	*		*	*		*
<i>Oedemera flavipes</i>			*			
<i>Oedemera lurida</i>		*	*	*		
<i>Oedemera penicillata</i>			*	*		
<i>Oedemera podagrariae podagrariae</i>			*	*		
<i>Oedemera pthysica</i>				*		*
<i>Oedemera flavicans</i>			*	*	*	
<i>Xanthochroina auberti</i>				*		

Nisan ayındaki çalışmalarda toplanan örnek sayıları 2 türe ait olmasına rağmen fazla, Ağustos ayların da ise hem tür sayısı hem de örnek sayısı düşük bulunmuştur. Nisan ayının çiçeklenme dönemi başlangıcı olması ve böylece çiçekli bitki çeşitliliğinin düşük olması nedeniyle oedemerid tür çeşitliliği de düşük bulunmuştur. Bu dönemde tespit edilen *Oedemera crassipes* çiçekli bitki tür sayısının azlığından dolayı, açmış çiçekler üzerinde toplu olarak bulunduğundan örnek sayısı yüksek bulunmuştur. Mayıs-Temmuz ayları arasında beslendikleri çiçekli bitki çeşitliliğine bağlı olarak oedemerid örnek sayısı da yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Türlerle ait toplam birey sayısının aylara göre dağılımı.

Işık tuzağı metodu kullanarak yapılan toplamalarda 6 örnek yakalanmıştır. Işık tuzağı ile yakalanan türler *Oedemera flavicans* ve *Nacerdes raymondi ciliciensis*'dir. Bu örnekler gece aktif olan oedemeridler türleri arasında yer aldıkları için (Vázquez, 2002), hava karandıktan sonra sadece ışık tuzakları yardımıyla tespit edilebilmiştir.

Toplanan örneklerin eşey dağılımında erkek örnek sayısı (%64.5), dişi örnek sayısının (%35.5) yaklaşık iki katıdır. Bu eşeysel farklılık, çalışmadaki örneklemelerin büyük çoğunlukla çiçekler üzerinden yapılmış olmasından dolayı çiftleşmiş olan dişilerin yumurta bırakmak için çürümekte olan odun veya bitkisel materyale gitmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Sündiken Dağlar'ında tespit edilen türler

1. Cins: *Anogcodes* Dejean, 1834

1.1. *Anogcodes difformis* (Marseul, 1857)

Toplam örnek sayısı: 15♂♂ (Şekil 6, 33)

9♂♂, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40°5'17.72"K/ 30°50'35.48"E, 250 m, 27.06.2012; 5♂♂, Ankara, Nallıhan, Karahisargölcük-Meyildere, 40°8'29.29"K/ 31° 8'59.81"D, 587 m, 25.05.2013; 1♂, Ankara, Nallıhan, Tekkeköy-Aşağıkavacık, 40° 9'51.70"K/ 31°13'15.80"E, 815 m, 27.06.2012

1.2. *Anogcodes ruficollis* (Fabricius, 1781)

Toplam örnek sayısı: 10♂♂, 8♀♀ (Şekil 7, 8, 34)

4♂♂, 5♀♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40° 5'17.72"K/ 30°50'35.48"E, 250 m, 27.06.2012; 1♀, Eskişehir, Mihaliçcık, Güreş, 39°55'14.49"K/ 31°34'18.96"E, 1060

m, 25.06.2012; 1♂, 1♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 2'31.85"K/ 30°46'56.57"E, 355 m, 15.06.2012; 2♂♂, 1♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40° 5'23.12"K/ 30°50'38.91"D, 244 m, 25.05.2013; 1♂, Eskişehir, Mihaliçcık, Güreş, 39°55'14.49"K/ 31°34'18.96"E, 1060 m, 11.07.2012; 1♂, Eskişehir, Mihaliçcık, Dinek, 39°58'33.84"K/ 31°22'7.75"E, 763 m, 14.06.2012; 1♂, Ankara, Nallıhan, Karahisargölcük-Meyildere, 40°8'29.29"K/ 31° 8'59.81"D, 587 m, 25.05.2013

1.3. *Anogcodes ustulatus* (Scopoli, 1763)

Toplam örnek sayısı: 1♂, 2♀♀ (9, 10, 35)

1♂, 2♀♀, Eskişehir, Mihaliçcık, Otluk-Karacaören, 40° 0'17.41"K/ 31° 7'37.39"E, 1150 m, 12.07.2012

2. Cins: *Chrysanthia* W. Schmidt, 1844

2.1. *Chrysanthia flavipes* Reitter, 1889

Toplam örnek sayısı: 6♂♂, 5♀♀ (Şekil 11, 12)

1♂, 2♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°57'27.43"K/ 30°36'7.60"E, 920 m, 28.06.2012; 1♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avılamış yolu, 39°59'7.69"K/ 30°28'39.28"E, 810 m, 16.06.2012; 2♀♀, Ankara, Nallıhan, Çamalan, 40° 5'7.16"K/ 30°53'10.16"E, 325

m, 27.06.2012; 2 ♂♂, Bilecik, İnhisar, Tarpak-Çalkara yolu, 40° 0'55.20"K/ 30°25'9.17"E, 745 m, 13.07.2012; 1 ♂, Eskişehir, Mihalgazi, Alpagut, 40° 0'0.48"K/ 30°28'59.65"D, 701 m, 26.05.2013; 1 ♂, Ankara, Nallıhan, Osmanköy-Yenice arası, 40° 4'9.29"K/30°54'49.70"E, 570 m, 15.06.2012.

3. Cins: *Ischnomera* Stephens, 1832

3.1. *Ischnomera haemorrhoidalis* (W. Schmidt, 1846)

Toplam örnek sayısı: 2♀♀ (Şekil 13)
1♀, Eskişehir, Alpu, Başören-Sakarıkaraören arası, 39°59'20.87"K/ 30°57'33.47"D, 1055 m, 25.05.2013; 1♀ Ekişehir, Tepebaşı, Bektaşpınarı-Tekeçiler arası, 39°56'30.97"K/ 30°30'54.98"D, 1095 m, 26.05.2013

4. Cins: *Nacerdes* Dejean, 1834

4.1. *Nacerdes (Xanthochroa) raymondi ciliciensis* Svihla, 1991

Toplam örnek sayısı: 2♂♂ (Şekil 14, 36)
2♂♂, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°58'42.35"K/ 30°35'39.31"E, 535 m, 12.07.2012.

5. Cins: *Oedemera* Olivier, 1789

5.1. *Oedemera (Oedemera) brevipennis* Ganglbauer, 1881

Toplam örnek sayısı: 66♂♂, 26♀♀ (Şekil 15, 16, 37, 38)

2♂♂ , 2♀♀, Eskişehir, Alpu, Başören, 39°58'19.89"K/ 30°58'5.57"E, 1126 m, 15.06.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Avlamış-Alpagut yolu, 39°59'7.69"K/ 30°28'39.28"E, 810 m, 28.06.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avlamış yolu, 39°59'7.69"K/ 30°28'39.28"E, 810 m, 16.06.2012; 12♂♂ , 9♀♀, Eskişehir, Alpu, Başören, 39°58'56.79"K/ 30°57'45.35"E, 1093 m, 15.06.2012; 16♂♂ , 7♀♀, Eskişehir, Mihalıçcık, Mihallıçcık-Hamidiye yolu, 39°52'47.40"K/ 31°33'31.38"E, 1370 m, 26.06.2012; 12♂♂ , 2♀♀, Eskişehir, Mihalıçcık, Sorkun- Lütfiye arası, 39°55'17.50"K/ 31°25'15.52"E, 1413 m, 26.06.2012; 3♂♂ , 1♀, Eskişehir, Mihalıçcık, Sorkun- Lütfiye arası, 39°55'17.50"K/ 31°25'15.52"E, 1413 m, 12.07.2012; 19♂♂, 3♀♀ Eskişehir, Mihalıçcık, Mihallıçcık-Hamidiye yolu, 39°52'52.82"K/ 31°33'31.53"E, 1350 m, 12.07.2012; 1♂, Eskişehir, Mihalıçcık, Güreş- Belen arası, 39°54'6.88"K/ 31°32'9.71"E, 1220 m, 11.07.2012; 1♀ Ankara, Nallıhan, Yenice-Osmanköy arası, 40°4'8.95"K/ 30°54'48.93"D, 557 m, 25.05.2013

5.2. *Oedemera (Oedemera) crassipes*

Ganglbauer, 1881

Toplam örnek sayısı: 242♂♂, 137♀♀ (Şekil 17, 18, 39)

44♂♂, 34♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Mihalgazi-Karaoğlan arası, 40° 1'26.13"K/

30°32'26.57"E, 220 m, 29.04.2012; 4♂♂, 6♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Sarıcakaya-Mihalgazi arası, 40° 2'15.48"K/ 30°35'40.98"E, 230 m, 29.04.2012; 75♂♂, 40♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Demirciler-Alpagut arası, 40° 0'56.71"K/ 30°31'39.08"E, 198 m, 30.04.2012, 24♂♂, 11♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Bozaniç, 40° 1'57.49"K/ 30°36'4.61"E, 200 m, 30.04.2012; 64♂♂, 25♀♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40° 5'18.41"K/ 30°50'20.38"E, 250 m, 29.04.2012; 11♂♂, 6♀♀, Ankara, Nallıhan, Tekirler Köyü, 40° 6'38.89"K/ 30°54'19.48"E, 375 m, 29.04.2012; 9♂♂, 4♀♀, Bilecik, İnhisar, Akkum Köyü, 40° 5'16.59"K/ 30°24'8.59"E, 325 m, 29.04.2012; 7♂♂, 2♀♀, Ankara, Nallıhan, Yenice-Düzköy-Kuzucular yol ayrımı, 40° 5'0.76"K/ 30°51'36.81"E, 260 m, 28.04.2012; 1♂, 1♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40° 5'23.12"K/ 30°50'38.91"D, 244 m, 25.05.2013; 1♂, 3♀♀, Ankara, Nallıhan, Osmanköy-Yenice arası, 40° 4'9.29"K/30°54'49.70"E, 570 m, 29.04.2012; 1♂, Ankara, Nallıhan, Tekkeköy, 40° 9'11.73"K/ 31°14'54.74"E, 1060 m, 27.06.2012; 1♀, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy doğusu, 40° 5'17.72"K/ 30°50'35.48"E, 250 m, 27.06.2012; 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Avlamlı-Alpagut yolu, 39°58'15.30"K/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 13.07.2012; 1♀, Eskişehir, Alpu, Sarıkaracaören, 40° 2.154"K/ 30° 55.080"E, 288 m, 01.04.2012; 1♀, Eskişehir,

Mihallıçık, Hamidiye köyü, 39°51'20.76"K/ 31°41'40.86"E, 1439m, 19.08.2011; 1♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Avlamlı-Alpagut yolu, 39°58'15.30"K/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 28.06.2012

5.3. *Oedemera (Oedemera) femorata* (Scopoli, 1763)

Toplam örnek sayısı: 14♂♂, 18♀♀ (Şekil 19, 20, 40, 41)

1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avlamlı yolu, 39°59'7.69"K/ 30°28'39.28"E, 810 m, 16.06.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Çalkara, 39° 59' 160"K/ 30° 23' 547" E, 1050 m, 22.08.2011; 1♂, 1♀, Eskişehir, Mihallıçık, Güreş-Belen arası, 39°54'6.88"K/ 31°32'9.71"E, 1220 m, 11.07.2012; 1♂, 2♀♀, Eskişehir Mihallıçık, Ömerköy girişi, 39°51'25.62"K/ 31°31'47.22"E, 1280 m, 20.08.2011; 3♂♂, 2♀♀, Eskişehir, Mihallıçık, Gürleyik girişi, 39°59'15.84"K/ 31°20'26.78"D, 662 m, 25.05.2013; 1♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Çalkara-Behçetiye arası, 39°58'22.93"K/ 30°23'58.26"E, 1065 m, 13.07.2012; 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Tececiler-Atalantekke arası, 39°57'42.19"K/ 30°30'32.30"E, 970 m, 13.07.2012; 1♀, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°57'27.43"K/ 30°36'7.60"E, 920 m, 28.06.2012; 2♂♂, Eskişehir, Mihallıçık, Kavak Köyü, 39°55'9.61"K/ 31°38'42.15"E, 800 m, 25.06.2012; 3♂♂, Eskişehir, Mihallıçık, Dinek köyü, 39°58'33.84"K/ 31°22'7.75"E,

763 m, 14.06.2012; 1♂, Eskişehir, Mihallıçık, Hamidiye köyü, 39°51'20.76"K/ 31°41'40.86"E, 1439m, 19.08.2011

5.4. *Oedemera (Oedemera) flavipes* (Fabricius, 1792)

Toplam örnek sayısı: 1♂, 1♀ (Şekil 21, 22, 42, 43)

1♂, 1♀, Bilecik, İnhisar, Çayköy, 40° 4'11.11"K/ 30°27'44.06"E, 320 m, 16.06.2012

5.5. *Oedemera (Oedemera) lurida* (Marsham, 1802)

Toplam örnek sayısı: 5♂♂, 6♀♀ (Şekil 23, 24, 44, 45)

1♂, 3♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Çalkara-Behçetiye arası, 39°58'22.93"K/ 30°23'58.26"E, 1065 m, 13.07.2012; 1♂, 1♀, Eskişehir, Mihallıçık, Mihallıçık-Hamidiye yolu, 39°53'16.63"K/ 31°33'7.91"E, 1360 m, 12.07.2012; 1♂, 2♀♀, Eskişehir, Mihalgazi, Sarıcakaya-Mihalgazi arası, 40° 2'15.48"K/ 30°35'40.98"E, 230 m, 29.04.2012; 1♂, Bilecik, İnhisar, Akkum Köyü, 40° 5'16.59"K/ 30°24'8.59"E, 325 m, 29.04.2012; 1♂, Eskişehir, Mihallıçık, Güreş- Belen arası, 39°54'6.88"K/ 31°32'9.71"E, 1220 m, 25.06.2012

5.6. *Oedemera (Oedemera) penicillata* W. Schmidt, 1846

Toplam örnek sayısı: 4♂♂, 6♀♀ (Şekil 25, 26, 46, 47)

2♂♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avlanmış yolu, 39°58'26.11"K/ 30°28'4.94"E, 1005 m, 16.06.2012; 1♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Avlanmış-Alpagut yolu, 39°58'15.30"K/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 28.06.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Yarımcı-Dağküplü yolu, 39°55'18.55"K/ 30°38'40.93"E, 1260 m, 28.06.2012; 1♀, Eskişehir, Mihallıçık, Kavak Köyü, 39°55'9.61"K/ 31°38'42.15"E, 800 m, 25.06.2012; 1♀, Bilecik, İnhisar, Tarpak-Çalkara yolu, 40° 0'55.20"K/ 30°25'9.17"E, 745 m, 13.07.2012; 1♀, Eskişehir, Mihalgazi, Demirciler-Alpagut arası, Karaoğlan yol ayrımı, 40° 0'56.71"K/ 30°31'39.08"E, 198 m, 16.06.2012; 1♀, Bilecik, İnhisar, Tarpak-Çalkara yolu, 40° 0'37.17"K/ 30°25'24.61"E, 860 m, 28.06.2012

5.7. *Oedemera (Oedemera) podagrariae podagrariae* (Linnaeus, 1767)

Toplam örnek sayısı: 93♂♂, 51♀♀ (Şekil 27, 28, 48, 49)

62♂♂, 15♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avlanmış yolu, 39°58'26.11"K/ 30°28'4.94"E, 1005 m, 16.06.2012; 6♂♂, 2♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Alpagut-Avlanmış yolu, 39°59'7.69"K/ 30°28'39.28"E, 810 m, 16.06.2012; 7♂♂, 5♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Avlanmış-Alpagut yolu, 39°58'15.30"K/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 28.06.2012; 3♂♂, 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"K/ 30°35'44.01"E, 1308 m,

28.06.2012; 9♂♂, 8♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Yarımcı-Dağküplü yolu, 39°55'18.55"K/ 30°38'40.93"E, 1260 m, 28.06.2012; 2♂♂, 8♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Çalkara-Behçetiye arası, 39°58'22.93"K/ 30°23'58.26"E, 1065 m, 13.07.2012; 3♂♂, 6♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Avlanmış-Alpagut yolu, 39°58'15.30"K/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 13.07.2012; 1♂, 3♀♀, Eskişehir, Tepebaşı, Çalkara-Behçetiye arası, 39°58'22.93"K/ 30°23'58.26"E, 1065 m, 28.06.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Tekeçiler-Atalantekke arası, 39°57'42.19"K/ 30°30'32.30"E, 970 m, 13.07.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ, 39° 54' 886" K/ 30° 34' 150" E, 1240 m, 13.07.2012; 1♂, Eskişehir, Sarıcakaya, Düzköy, 40° 5'17.72"K/ 30°50'35.48"E, 250 m, 27.06.2012

5.8. *Oedemera (Oedemera) pthysica* (Scopoli, 1763)

Toplam örnek sayısı: 2♀♀ (Şekil 29)
1♀, Eskişehir, Alpu, Başören-Sakarıkaraören arası, 39°59'20.87"K/ 30°57'33.47"D, 1055 m, 25.05.2013; 1♀, Eskişehir, Tepebaşı, Tekeçiler-Atalantekke arası, 39°57'42.19"K/ 30°30'32.30"E, 970 m, 13.07.2012

5.9. *Oedemera (Oncomera) flavicans* (Fairmaire, 1860)

Toplam örnek sayısı: 3♂♂, 1♀ (Şekil 30, 31, 50, 51)

1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Tekeçiler-Atalantekke arası, 39°57'42.19"K/ 30°30'32.30"E, 970 m, 13.08.2012; 1♂, Eskişehir, Tepebaşı, Tekeçiler-Atalantekke arası, 39°57'42.19"K/ 30°30'32.30"E, 970 m, 13.07.2012; 1♀, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°57'27.43"K/ 30°36'7.60"E, 920 m, 28.06.2012; 1♂, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°58'42.35"K/ 30°35'39.31"E, 535 m, 12.07.2012

6. Cins: *Xanthochroina* Ganglbauer 1881

6.1. *Xanthochroina auberti* (Abeille de Perrin, 1876)

Toplam örnek sayısı: 1♂ (Şekil 32)
1♂, Eskişehir, Mihalgazi, Sakarılıca kaplıcalar, 39°58'42.35"K/ 30°35'39.31"E, 535 m, 12.07.2012



Şekil 6. *Anogcodes difformis* ♂



Şekil 10. *Anogcodes ustulatus* ♂



Şekil 7. *Anogcodes ruficollis* ♀



Şekil 11. *Chrysanthia flavipes* ♀



Şekil 8. *Anogcodes ruficollis* ♂



Şekil 12. *Chrysanthia flavipes* ♂



Şekil 9. *Anogcodes ustulatus* ♀

1 mm



Şekil 13. *Ischnomera haemorrhodalis* ♀

1 mm



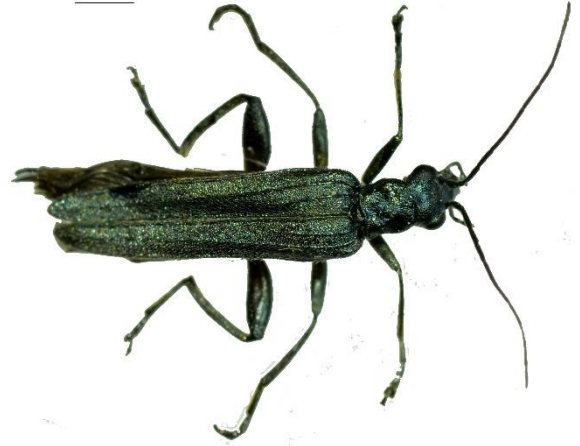
Şekil 17. *Oedemera (Oedemera) crassipes* ♀

1 mm



Şekil 14. *Nacerdes (Xanthochroa) raymondi ciliciensis* ♂

1 mm



Şekil 18. *Oedemera (Oedemera) crassipes* ♂

1 mm



Şekil 15. *Oedemera (Oedemera) brevipennis* ♀

1 mm



Şekil 19. *Oedemera (Oedemera) femorata* ♀

1 mm



Şekil 16. *Oedemera (Oedemera) brevipennis* ♂

1 mm



Şekil 20. *Oedemera (Oedemera) femorata* ♂

1 mm



Şekil 21. *Oedemera (Oedemera) flavipes* ♀

1 mm



Şekil 25. *Oedemera (Oedemera) penicillata* ♀

1 mm



Şekil 22. *Oedemera (Oedemera) flavipes* ♂

1 mm



Şekil 26. *Oedemera (Oedemera) penicillata* ♂

1 mm



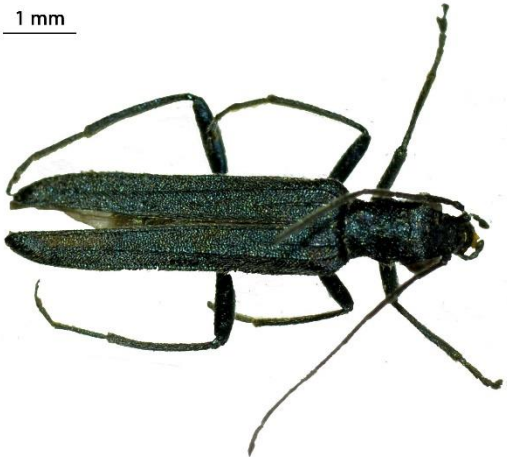
Şekil 23. *Oedemera (Oedemera) lurida* ♀

1 mm



Şekil 27. *Oedemera (Oedemera) podagrariae podagrariae* ♀

1 mm



Şekil 24. *Oedemera (Oedemera) lurida* ♂

1 mm



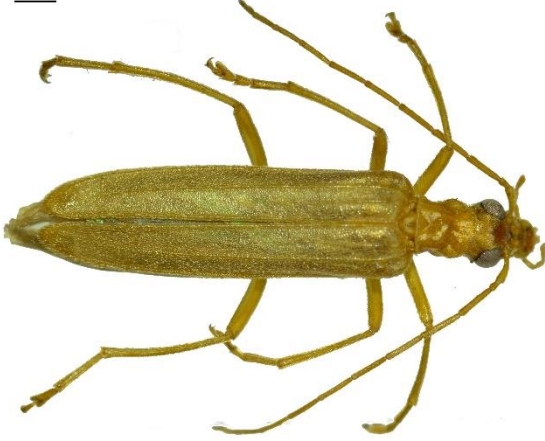
Şekil 28. *Oedemera (Oedemera) podagrariae podagrariae* ♂

1 mm



Şekil 29. *Oedemera (Oedemera) pthysica* ♀

1 mm



Şekil 30. *Oedemera (Oncomera) flavicans* ♀

1 mm



Şekil 31. *Oedemera (Oncomera) flavicans* ♂

1 mm



Şekil 32. *Xanthochroina auberti* ♂



0,5 mm

Şekil 33. *Anogcodes difformis*'in aedequsu



0,5 mm

Şekil 34. *Anogcodes ruficollis*'in aedequsu



0,5 mm

Şekil 35. *Anogcodes ustulatus*'un aedequsu



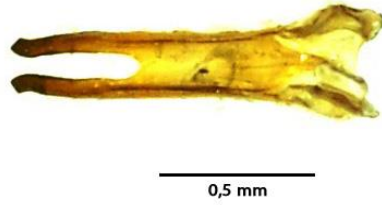
Şekil 36. *Nacertes (Xanthochroa) raymondi ciliciensis*'in aedegusu



Şekil 40. *Oedemera (Oedemera) femorata*'nın aedegusu



Şekil 37. *Oedemera (Oedemera) brevipennis*'in aedegusu



Şekil 41. *Oedemera (Oedemera) femorata*'nın parameri



Şekil 38. *Oedemera (Oedemera) brevipennis*'in parameri



Şekil 42. *Oedemera (Oedemera) flavipes*'in aedegusu



Şekil 39. *Oedemera (Oedemera) crassipes*'in aedegusu



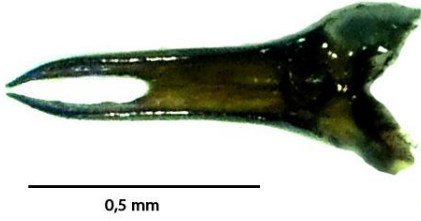
Şekil 43. *Oedemera (Oedemera) flavipes*'in parameri



Şekil 44. *Oedemera (Oedemera) lurida*'nın aedeagusu



Şekil 48. *Oedemera (Oedemera) podagrariae* aedeagusu



Şekil 45. *Oedemera (Oedemera) lurida*'nin parameri



Şekil 49. *Oedemera (Oedemera) podagrariae* parameri



Şekil 46. *Oedemera (Oedemera) penicillata*'nın aedeagusu



Şekil 50. *Oedemera (Oncomera) flavicans*'in aedeagusu



Şekil 47. *Oedemera (Oedemera) penicillata*'nin parameri



Şekil 51. *Oedemera (Oncomera) flavicans*'in parameri

4. Tartışma

Böceklerin, aynı zamanda Oedemieridae familyasının genel habitat veya daha özelden de EUNIS habitat tipleri ile ilişkileri konusundaki çalışmalar neredeyse yok denecek kadar azdır. Oedemeridlerin EUNIS habitat tipleri ile ilişkileri konusunda ilk çalışma olan Guéorguiev (2018)'in Bulgaristan'da Coleoptera takımı ile alakalı yaptığı çalışmasında *Oedemera femorata* türünü J4.2 (otoyol ağları) ve E2 (mesiç çayırlıklar); *Oedemera podagrariae podagrariae* alttürünü ise E2 habitatından tespit etmiştir. Bu çalışmada ise *O. femorata* örnekleri Guéorguiev (2018)'in çalışmasındaki habitat tiplerinden farklı olarak orman habitatlarından (G1.3/ G1.7/ G3.5/ G3.F/ G4.B) tespit edilmiştir. *O. podagrariae podagrariae* alttürü ise yine Guéorguiev (2018)'in çalışmasından farklı olarak orman habitatlarından da (G1.3/ G1.7/ G4.B) bulunmuştur. Guéorguiev (2018)'in EUNIS habitat sınıflandırması 1. seviyede değerlendirildiğinde otlak ve uzun çayır habitatları (E) bu tür için ortak habitat tipi olarak düşünülebilir. Ancak, Guéorguiev (2018) habitat sınıflandırması ikinci seviyede mesiç çayırlıklar (E2)'da tespit etmişken, bu çalışmada kuru mera (E1) habitat tipinden tespit edilmiştir.

Vazquez (2002) oedemeridleri EUNIS habitat tipleri ile ilişkilendirilmeden, *Chrysanthia*, *Probosca*, *Chitona*, *Anogcodes*, *Oedemera* (s. tr.) ve *Stenostoma* cinslerine ait türlerin çayırlardaki, orman kenarlarında veya açıklıklarındaki, yol ve nehir kenarlarındaki, ruderal alanlardaki otsu bitkilerin çiçeklerini, *Nacerdes* (*Xanthochroa*), *Sparedrus*, *Ischnomera* ve *Oedemera* (*Oncomera*) gibi diğer cinslerine ait türlerin ise çalı ve ağaçların çiçeklerini tercih ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada tespit edilen türlerin EUNIS habitat tiplerini 1. seviye olarak ele aldığımızda, Vazquez (2002)'in belirttiği habitatların EUNIS tipi olarak karşılıkları (çayır: E, çalılık: F, orman: G, ruderal alan: J) birbirleriyle örtüşmektedir.

Oedemeridlerin EUNIS habitat tipi tercihleri ile alakalı ilk kapsamlı çalışma sayılabilecek bu çalışmadan sonra bu konuyla alakalı gelecekteki yapılacak çalışmalar türlerin ekolojileri ve polinasyona etki derecesini ortaya koymada yardımcı olacaktır.

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Çiftçi D (2015). Sündiken Dağları Staphylinine (Coleoptera: Staphylinidae) grubunun tür çeşitliliği ve Eunis habitatları ile ilişkisi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Davies CE, Moss D, Hill MO (2004). EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. Paris/France: European Environment Agency, 1–307.
- Demirci B (2006). Sündiken Dağları OBK 002. Eken G, Bozdoğan M, İsfendiyaroğlu S, Kılıç DT ve Lise Y (Editörler). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları Cilt II*. Doğa Koruma Derneği, Ankara, 142–145.
- Ekim T, Akman Y (1990). Eskişehir ili Sündiken Dağları'ndaki orman vejetasyonunun bitki sosyolojisi yönünden araştırılması. *Doğa-Turkish Journal of Botany* 15(1): 28–40.
- Guéorguiev B (2018). Coleoptera (Insecta) collected or observed around Chelopech Village, Western Bulgaria. *Historia Naturalis Bulgarica* 34: 1–8.
- Kubisz D, Krolík, R, Dobosz R, Pettersson R (2007). Oedemeridae (Coleoptera, Tenebrionoidea) in Turkey – preliminary check-list and materials to the distribution. *Annals Upper Silesian Museum, Entomology* 14-15: 111–130.
- Medvedev SG (2000). Fauna and host=parasite associations of fleas (Siphonaptera) in different zoogeographical regions of the World I. *Entomological Review* 80(4): 409–435.
- Švihla V (1999). Revision of the subgenera *Stenaxis* and *Oedemera* s. str. of the genus *Oedemera* (Coleoptera: Oedemeridae). *Folia Heyrovskyana* 4: 1–117.
- Švihla V (2008). Oedemeridae. In: I. Löbl and A. Smetana (eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 5*. Stenstrup, Apollo Books 353–369.
- Vázquez XA (2002). *European Fauna of Oedemeridae*. Barcelona, Argania editio, 179.

Sayma Verisi Modelleri Üzerine Bir Karşılaştırma: E- Ticarete Yaşanan Sorunlar Türkiye Örneği

Duygu KILIÇ^{1*}, Hülya BAYRAK²

*Sorumlu yazar: duygukilic4@gmail.com

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Bölümü, ANKARA

Orcid No: 0000-0002-3972-6648 / duygukilic4@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, ANKARA

Orcid No: 0000-0001-5666-4250 / hbayrak@gazi.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Türkiye için e-ticarete yaşanan sorun sayısına etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda sayma veri modellerinden yararlanılmıştır. Uygulamada 2019 TÜİK hanehalkı bilişim teknolojileri kullanım anketinde yer alan sorun sayısı verilerine Poisson (P), negatif binom (NB), sıfır yığılmalı Poisson (ZIP), sıfır yığılmalı negatif binom (ZINB), Poisson Hurdle (PH) ve negatif binom Hurdle (NBH) regresyon modelleri uygulanmıştır. Bu modellerden hangi modelin veri setini daha iyi temsil ettiği Akaike Bilgi Kriteri, log olabirlik, Vuong, Rootogram uyum iyiliği testleri kullanılarak karar verilmiştir. Analiz sonucuna göre ZINB modelinin tercih edilmesi gerektiği görülmüştür. Ayrıca ZINB modeline ait parametreler incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sayma Veri Modelleri, Sıfır Yığılmalı Modeller, Hurdle Modeller, E-Ticaret

A Comparasion on Count Data Models: Example of Problems That Occured in E-Commerce Over the Turkey

Abstract: This study aimed at determining the number of problems affecting e-commerce factor for Turkey. For this purpose, count data models were used. Poisson (P), negative binomial (NB), zero-inflated Poisson (ZIP), zero-inflated negative binomial (ZINB), Poisson Hurdle (PH) and negative binomial Hurdle (NBH) regression models have been applied. It has been decided by using Akaike Information Criteria, log likelihood, Vuong, Rootogram goodness of fit tests which model represents the data set better. According to the results of analysis, it was seen that ZINB model should be preferred. In addition, the parameters of the ZINB model were examined and interpreted.

Keywords: Count Data, Zero Inflated Models, Hurdle Models, E-Commerce

1. Giriş

İstatistik belirli bir amaç veya olay için veri toplamada, toplanan verileri özetlemede, bu verilerle güvenilir analizler yapmada ve bu analiz sonuçlarını yorumlamada sıklıkla kullanılan bir bilim dalıdır. Önemli olan istenilen amaç için en doğru istatistiksel yöntemi kullanmak ve bu yöntemi yorumlamaktır. Bu nedenle

istatistiksel analizlerde önemsenmesi gereken konulardan bir tanesi veri yapısına uygun modellerin seçilmesidir. Çeşitli veri tipleri vardır (kesikli, sürekli, nominal gibi). Bu veri tipleri arasında en çok kullanılanlardan biri kesikli verilerdir. Kesikli veriler sayılabilen verilerdir. Bu veriler sayma veri modelleri kullanarak analiz edilebilir.

Sayma veri modellerine başlamadan önce sayma verilerinin ne anlama geldiğini anlamak önemlidir. "Sayma" kelimesi genellikle birimleri, ögeleri veya olayları numaralandırmak için kullanılır (Hilbe, 2014). Bir yolda belirli bir zamanda meydana gelen kazaların sayısı düşünüldüğünde bu sayı gözlemlenebilmektedir. Sayma verileri ise, sayma yoluyla ifade edilebilen olaylar veya ögeler hakkında yapılan gözlemleri ifade etmek için kullanılır. İstatistikte sayma verileri, sıfır ve sıfırdan daha büyük değerler alabilen negatif olmayan tamsayı değerlerine sahip gözlemleri ifade etmektedir. Bu veriler kesikli bir dağılım özelliği gösterirler. Sayma verileri aktüerya, ekonometri, biyoistatistik, eğitim, sağlık gibi birçok farklı alanda kullanılır.

Sayma verilerinin modellenmesinde yanıt değişkeninin geldiği dağılım önemlidir. Genellikle bu verilerde yanıt değişkeni kesikli dağılım ailesinden olan Poisson dağılımından ya da negatif binom dağılımından gelmektedir. Bu nedenle de verilerin modellenmesinde Poisson regresyon (PR) ve negatif binom regresyon (NBR) çoğunlukla tercih edilmektedir. Poisson regresyonda ortalamanın varyansa eşit olduğu bilinmektedir. Ancak günlük hayatta bu varsayıma her zaman rastlamak mümkün olmamaktadır. Varyansın ortalamaya eşit olmadığı durumlarda genellikle aşırı yayılım (overdispersion)

görülmektedir. Böyle verilerin analizinde Negatif binom regresyon kullanılmaktadır. Aşırı yayılım sayma verilerinde sıklıkla rastlanan bir durumdur ve varyansın ortalamadan büyük olması şeklinde tanımlanır (Winkelmann, 2000). Sayma verileri olduğu durumda dağılım genellikle sağa çarpıktır. Bu nedenle normallik varsayımı sağlanamadığından klasik regresyon yöntemleri kullanılmaz (Pittman ve ark., 2018). Eğer klasik yöntemler kullanılırsa yanlı parametre tahminleri elde edilir.

Sayma verilerinin analizinde dikkat edilmesi gereken bir başka konu ise, yanıt değişkeninin içerdiği sıfırların yoğunluğudur. Veri setinde beklenenden fazla sayıda sıfır değerinin olması sıfır yığılma (zero inflation) olarak tanımlanmaktadır. Böyle veri setlerinin sıfırları göz önünde bulunduran sıfır yığılmalı modeller (zero inflated models) ile analiz edilmesi daha uygundur (Ridout ve ark., 2001). Sıfır yığılmalı modeller ekonometri, demografi, tıp, halk sağlığı, epidemiyoloji, biyoloji gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Sıfır yığılmalı verilerin analizinde uygun yöntemlerin kullanılmaması, yanlı parametre tahminlerinin elde edilmesi, standart hataların küçülmesi ve tutarsız sonuçların elde edilmesine neden olabilir (Miller, 2007). Sıfır yığılmalı sayma veri modellerinin başlıcaları; sıfır yığılmalı poisson regresyon (zero inflated regression-

ZIP) ve sıfır yığılmalı negatif binom regresyon (zero negative binomial regression-ZINB) modelidir.

Sayma verilerinin analizinde Hurdle modelleri kullanmak da mümkündür. Hurdle model, veri setindeki sıfırların olasılığını modellemeyen ve pozitif sonuç üzerinde koşullanan sıralı bir dağılıma dönüşen kesilmiş (truncated) Poisson ya da negatif binom dağılımı kullanan iki bileşenli bir modeldir (Açıkyürek, 2016). Bu model, veriden sıfır olmayan değerleri tamamen ayırır ve sıfırları dikkate alır. Sıfır yığılmalı modeller Hurdle modele benzer; ancak, sıfır yığılmalı modelde sıfır olmayanlar ile sıfırların birlikte analiz edilebilmesine izin verir (Fang, 2013). Hurdle regresyon modeli iki aşamalı bir süreç içerir. Bu amaçla yanıt değişkeninin aldığı değerin sıfır veya sıfırdan farklı olma durumuna göre farklı hesaplamalar yapılır. Bu amaçla yanıt değişkenine sıfır ve pozitif değerlere karşılık olarak ikili yanıt muamelesi yapılır. Yanıt değişkeninin sıfır değerini aldığı durumlara karşılık bir olasılık tanımlar ve iki aşamalı sürecin ilk aşamasıdır. Sıfırdan farklı değerler için ise kesilmiş (truncated) dağılım kullanır ve bu da sürecinde ikinci aşamasıdır. Hurdle modelleri aşırı yayılım (over-dispersion) ve eksik yayılım (under-dispersion) durumunda da esnek ve kullanılabilir (Yıldırım, 2019).

Sayma verilerinin modellenmesinde bu sayılan yöntemler dışında genelleştirilmiş

Poisson regresyon, kesilmiş (truncated) regresyon modelleri, sansürlü (censored) regresyon modelleri ve mixed regresyon modelleri gibi yöntemlerde kullanılmaktadır.

Lambert (1992), yaptığı çalışmada sıfır yığılmalı sayma verilerini modellemek için Sıfır yığılmalı Poisson Modellerini geliştirmiştir. Bu modeli, yanıtı bir örnek ünite hata ürünlerin sayısı olan kalite kontrol çalışmasından toplanan verilere uygulamıştır. Daha sonra Greene (1994), tarafından aşırı yayılım gösteren veriler için negatif binom modelinin genişletilmiş bir formu olan sıfır yığılmalı negatif binom model tanımlanmıştır. Carrivick ve ark. (2003), işçilerin yaralanma sayısı üzerindeki etkisinin incelenmesinde sıfır yığılmalı Poisson modeli kullanmışlardır. Martin ve ark. (2005), sıfır yığılmalı modeller ve Hurdle modeller kullanılarak, belirli bir kuş türünün sayısının modellenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Yang ve ark. (2009), sıfır yığılmalı Poisson model için aşırı yayılımları test etmede kullanılan modeller üzerine çalışma sunmuşlardır. Kaya ve Yeşilova (2012), çalışmalarında Yüzüncü Yıl Üniversitesi e-posta trafiğini sıfır yığılmalı regresyon modelleri kullanarak incelemişlerdir. Asrul ve Naingb (2012), çalışmalarında AIDS hastalarının ölüm oranlarını yaş üzerinden modellemede cinsiyet, milliyet, ırk, medeni durum, meslek ve taşıyıcılık şekli değişkenlerinin etkisini sıfır değer ağırlıklı regresyon modelleri

kullanarak ortaya koymuşlardır. Sharma ve Landge (2013), çalışmalarında Hindistan'da yer alan bir karayolu üzerindeki kaza sayılarını sıfır yığılmalı modeller kullanarak incelemişlerdir. Kong ve ark. (2014), dış çürüğü ile florür uygulaması arasındaki ilişkiyi sıfır yığılmalı modellerden ZINB model ile modellenmiştir. Wang ve ark. (2015), Almanya'da sağlık hizmetleri çalışmalarını sıfır yığılmalı negatif binom model kullanarak incelemişlerdir. Beaujean ve Morgan (2016), eğitim alanından kullandıkları veri ile sıfır değer ağırlıklı veri seti için uygun model seçimi hakkında çalışma sunmuşlardır. Tüzen ve Erbas (2017), kamu sağlığı ve madde kullanımı konularında sıfır yığılmalı modeller ve Hurdle modellerin kullanılması ve karşılaştırılmasına konusunda çalışma yapmışlardır. Altun (2018), yapmış olduğu çalışmada sıfır yığılmalı modellere yeni bir yaklaşım olarak sıfır yığılmalı Poisson-Lindley modelini önermiştir. Karaca ve Olmuş (2018), sıfır yığılmalı verilerin analizinde sıfır yığılmalı regresyon modellerin incelenmesi üzerine çalışmışlardır. Kim ve ark. (2019), yapmış oldukları çalışmalarında Güney Kore'de iklim değişikliği sonucu aşırı sıcağa maruz kalan kişilerde yaşanan ölüm sayısını tahmin etmek için sıfır yığılmalı regresyon modelleri kullanmışlardır. Özen (2020), yapmış olduğu çalışmasında Mersin ili için seçili kavşaklarda gerçekleşen trafik

kazalarının sayısına etki eden faktörleri sayma veri modelleri kullanarak incelemiştir.

2. Materyal ve Metot

Hanehalkı Bilişim Teknolojileri araştırması, hanelerde ve bireylerde sahip olunan bilgi ve iletişim teknolojileri ile bunların kullanımları hakkında bilgi derlemek amacıyla uygulanmakta olup, söz konusu teknolojilerin kullanımı hakkında bilgi veren temel veri kaynağıdır. Bu araştırma ile hanelerde bulunan bilgi ve iletişim teknolojileri, hanehalklarının veya bireylerin bilgi ve iletişim teknolojilerine erişimi ve kullanımı, e-ticaret, e-devlet uygulamaları, bilişim güvenliği gibi alanlarda veri derlenmektedir. Bu başlıklar ihtiyaca göre değişebilmektedir. Araştırma her yıl Nisan ayında gerçekleştirilmektedir (TÜİK). Bu çalışmada sayma veri modellerinin performanslarına ilişkin farklı durumlar gerçek bir veri seti ile ele alınmaya çalışılmıştır. Türkiye'de e-ticarette yaşanan sorun sayısı ve bu sorun sayısına etki eden faktörleri incelemek için 2019 yılı TÜİK Hanehalkı Bilişim Araştırması mikro veri seti kullanılmıştır. Sayma veri modellerinden poisson regresyon, negatif binom regresyon, sıfır yığılmalı poisson regresyon, sıfır yığılmalı negatif binom regresyon, poisson Hurdle ve negatif binom Hurdle modelleri dikkate alınmıştır. Model karşılaştırılmasında akaike bilgi kriteri

(AIC), log olabilirlik (LL), Vuong istatistiği ve rootogram kullanılmıştır.

2.1. Sayma Veri Modelleri

2.1.1. Poisson regresyon modeli (PR)

Poisson regresyon (PR), sayma verilerinin modellenmesinde en sık kullanılan, en basit ve en temel yöntemlerden biridir. Bu modelde yanıt değişkeni Poisson dağılımından gelmektedir. Poisson dağılımı tek parametrelili bir dağılımdır (Winkelmann, 2000). Poisson dağılımında log bağlantı fonksiyonu kullanıldığından Loglineer model olarak adlandırılmaktadır. (Agresti, 2002). Poisson regresyon tıp, biyoloji, demografi ve ekonometri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Poisson regresyon belirli bir zaman aralığında meydana gelmiş olan olaylar ile bu olaylar için belirlenen bağımsız değişkenler arasında bir bağlantı kurulmak istendiği durumlarda kullanılmaktadır (Yıldırım, 2019).

Ortalama ile varyansın birbirine eşit olması bu modelin en belirgin özelliğidir. Model Eş. 1’de verilmiştir.

$$P(Y = y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, y= 0, 1, 2 \dots \quad (1)$$

Burada μ ortalama, y ise yanıt değişkenini ifade etmektedir. Ortalama ve varyans, $E(Y) = \text{Var}(Y) = \mu$ dür.

2.1.2. Negatif binom regresyon modeli (NBR)

Poisson regresyonun özel bir halidir. Poisson regresyonda ortalama ve varyans birbirine eşit iken bu durum uygulamada her zaman mümkün olmamaktadır. Veri kümesinde aşırı yayılım olması durumunda, yayılımı dikkate alan negatif binom regresyonun kullanılması daha uygun olmaktadır (Sileshi, 2008). Modele aşırı yayılımdan kaynaklanan etki için yeni bir parametre ekleyerek analiz yapılır. Eğer aşırı yayılım durumu gözardı edilirse yanlış parametre tahminleri, tutarsız sonuçlar elde edilir. Model Eş. 2’de verilmiştir.

$$P(Y = y) = \frac{\Gamma(Y + \frac{1}{k})}{\Gamma(Y + 1) \Gamma(\frac{1}{k})} \left(\frac{1}{1 + k\mu}\right)^{1/k} \left(\frac{k\mu}{1 + k\mu}\right)^Y \quad (2)$$

Burada k aşırı yayılım parametresidir. Ortalama ve varyans ise $E(Y) = \mu$ ve $\text{Var}(Y) = \mu(1 + k\mu)$ şeklinde ifade edilir.

2.1.3. Sıfır yığılmalı poisson regresyon modeli (ZIP)

ZIP, veri setindeki yanıt değişkeninin Poisson dağılımdan geldiği ve bu değişkenin beklenenden daha fazla sıfır içerdiği durumlarda kullanılır. Sıfır yığılma durumunda ortaya çıkan sıfır değerler elde edilmiş durumlarına göre yapısal sıfır ve örnekleme sıfırı olarak iki şekilde adlandırılmaktadır. Değerlendirilen veri setinde elde edilme ihtimali olmadığından yani gözlem yapmanın imkân dâhilinde olmadığı durumlarda hücrenin sıfır değerini

almasına yapısal sıfır; elde edilmesi mümkün olduğu halde veri setinde gözlenmeyen, bu nedenle sıfır değer alan değerlere de örnekleme sıfırı denir (Karaca, 2018).

Bağımlı değişkeninin iki farklı tip veriden oluştuğunu varsayılmaktadır. Bunlardan birincisi, sıfır değerlerini de içerebilecek Poisson dağılımlı veri grubu olurken, ikinci grup ise daima sıfır

$$P(Y = y) = f(x) = \begin{cases} w + (1 - w)e^{-\mu}, & y = 0 \\ (1 - w) \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, & y \geq 1, \quad 0 \leq w \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

Burada w , sıfır yığılma olasılığını göstermektedir.

2.1.4. Sıfır yığılmalı negatif binom regresyon (ZINB)

ZINB, veri setinde çok sayıda sıfır olduğunda ve veride aşırı yayılım durumu olduğunda kullanılmaktadır. Bu regresyon modeli, Poisson regresyonun açıklayamadığı aşırı yayılımı ve sıfır değer ağırlığını modellemek için geliştirilmiş ve bağımlı

$$P(Y = y) = \begin{cases} w + (1 - w) \left(\frac{1}{1+k\mu} \right)^{\frac{1}{k}}, & y = 0 \\ (1 - w) \frac{\Gamma(y+\frac{1}{k})}{\Gamma(y+1)\Gamma(\frac{1}{k})} \left(\frac{1}{1+k\mu} \right)^{\frac{1}{k}} \left(\frac{k\mu}{1+k\mu} \right)^y, & y \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

Burada k sıfıra yaklaştığında model ZIP modeline dönüşmektedir. Bu da bu iki modelin iç içe (nested) modeller olduğunu gösterir.

değerlerini içeren gruptur (Cameron ve Trivedi, 2013). Bu nedenle model iki parçalı şekilde ifade edilir. Modelin log dönüşüm fonksiyonu ile modellenen kısmı poisson dağılımından gelen pozitif sayıları modellemede kullanılırken, logit kısmı veri setindeki sıfırları modellemede kullanılır (Peng, 2013). Model Eş. 3'de verilmiştir.

değişkendeki heterojenliği açıklamak için uygun bir regresyon yöntemidir (Zhuo ve ark., 2008). ZIP modelde olduğu gibi sıfır değeri alan gözlemler ile sıfır olmayan gözlemler ayrı olarak modellenir. Ancak ZIP dan farklı olarak bu regresyon modelinde sıfır olmayan gözlemler negatif binom regresyonu ile modellenmektedir. Model Eş.4'de verilmiştir.

2.1.5. Poisson hurdle regresyon modeli (PH)

Sıfır yığılmalı sayma modellerine alternatif bir modeldir. Pozitif değerler alan bölüm Poisson dağılımından gelmekte ise bu

yöntem kullanılmaktadır. Model Eş. 5'de verilmiştir.

$$P(Y = y) = \begin{cases} w, & y = 0 \\ (1 - w) \frac{e^{-\mu}}{(1 - e^{-\mu})^{\Gamma(y+1)}}, & y \geq 1 \end{cases} \quad (5)$$

Burada w , sıfır yığılma olasılığını ifade eder.

2.1.6. Negatif binom hurdle regresyon modeli (NBH)

Diğer sayma veri modellerinde olduğu gibi bu modelde aşırı yayılım olması

$$P(Y = y) = \begin{cases} w, & y = 0 \\ (1 - w) \frac{\Gamma(y + \frac{1}{k})^w}{[1 - (\frac{1}{1+k\mu})^{\frac{1}{k}}]^{\Gamma(y+1)} \Gamma(\frac{1}{k})} (\frac{1}{1+k\mu})^{\frac{1}{k}} (\frac{k\mu}{1+k\mu})^y, & y \geq 1 \end{cases} \quad (6)$$

.

Burada k yayılım parametresidir.

3. Model Seçimi

Sayma veri modellerinde hangi modelin daha uygun olduğunu belirlemek amacıyla çeşitli testlerden yararlanılabilmektedir. Bu çalışmada Akaike Bilgi Kriteri (AIC), log olabilirlik (LL) değeri ve Vuong istatistiği kullanılmıştır. AIC model denklemi;

$AIC = -2\ln L + 2p$ şeklindedir. Burada $\ln L$ logaritmik olabilirlik değeri, p parametre sayısıdır.

Bir modelin iyi olduğu yorumu AIC değeri en küçük olduğunda yada LL değeri en büyük olduğunda yapılabilir.

durumunda tercih edilir. Pozitif değer alan bölüm negatif binom dağılımından gelmekte ise bu yöntem kullanılmaktadır. Model Eş. 6'da verilmiştir.

Vuong testi, iç içe geçmeyen (non-nested) modellerin karşılaştırılmasında kullanılan hipotez testlerinden biridir (Tüzel, 2011). İç içe model karşılaştırmalarının dışında olası ikili modeller de Vuong testiyle karşılaştırılabilmektedir. Bu sayede sıfır yığılmalı modellerde hangi modellerin uygun olabileceği belirlenebilmektedir.

$p_1(\cdot)$ ve $p_2(\cdot)$ Olasılık yoğunluk fonksiyonları olmak üzere Vuong testi için denklemler Eş.7 ve Eş.8'de şekilde ifade edilmiştir.

$$V = \frac{\bar{m}\sqrt{n}}{sd(m)} \quad (7)$$

Burada \bar{m} , m_i nin ortalamasını, $sd(m)$; standart sapmayı ve n ise örnek çapını temsil etmektedir. m_i ise şu şekilde ifade edilir:

$$m_i = \ln\left(\frac{p_{1i}(y_i)}{p_{2i}(y_i)}\right) \quad (8)$$

Vuong test istatistiği standart normal dağılımlıdır. Vuong test değerinin yorumlanmasına örnek olarak, 0.05 anlamlılık düzeyi için, V değeri 1.96'dan büyükse, ilk model gerçek modele “daha yakındır” şeklinde bir yorum yapılabilirken eğer V değeri -1.96'dan küçükse ikinci model gerçek modele “daha yakındır” yorumu yapılabilir. Hesaplanan değer (-1.96; 1.96) arasında değil ise hiçbir model gerçek modele “daha yakın” değildir yada birinci veya ikinci modeli kullanma arasında fark yoktur yorumu yapılır (İsmail ve Zamani, 2013).

Modelleri karşılaştırmada bir diğer yöntem olarak Rootogram kullanılabilir. Tukey (1977) çalışmasında ilişkili bir grafik aracı olan rootogram'ı kullanmış ve başlangıçta tek değişkenli dağılımların uyumluluğunu değerlendirmiştir. Kleiber ve Zeile (2016), Rootogram'ı regresyon modelleri için genişletmiştir ve bu grafiğin özellikle sayma veri modellerinde aşırı dağılım ve/veya sıfır yığılma gibi sorunların anlaşılmasında yararlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Rootogram, gözlenen frekanslar için histogram benzeri dikdörtgenler veya çubuklar ve frekanslar için bir kare kök ölçeğinde bir eğri çizerek

gözlenen ve beklenen değerleri grafiksel olarak karşılaştırır. Üç tür Rootogram vardır: sarkık (suspended), asılı (hanging) ve askıya alınmış (standing). Bu çalışmada Rootogramın asılı versiyonu kullanılmıştır.

4. Sonuçlar ve Tartışma

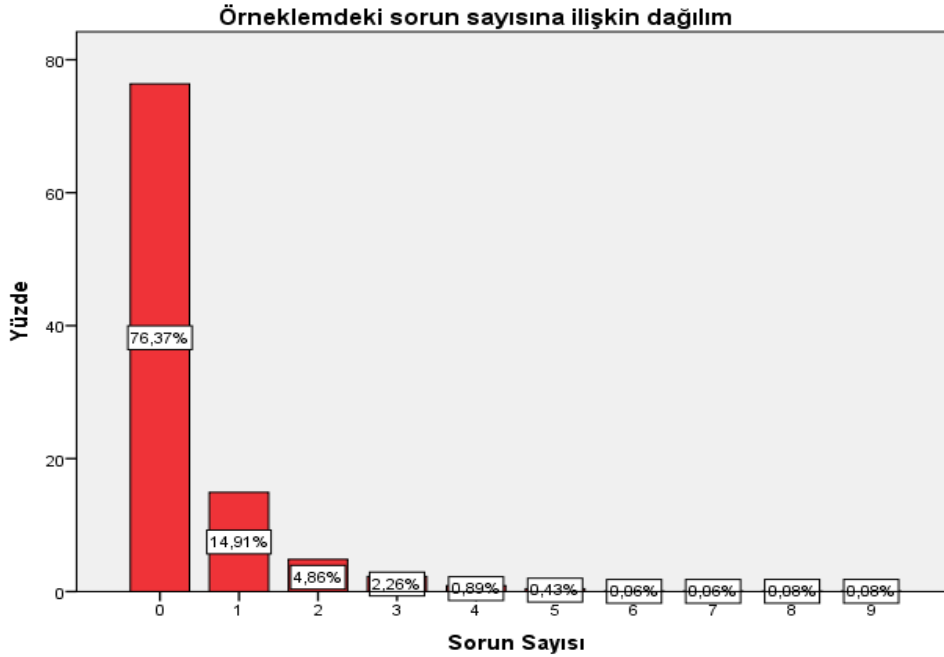
Bu çalışmada TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) üzerinden alınan Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanımı Araştırması Mikro Veri Seti (2019) kullanılmıştır. TÜİK, 2004 yılından itibaren yıllık periyotlarla bu araştırmayı yapmaktadır. Kurumun bu araştırmayı yapma amacı; bilgi toplumu ölçütlerinin belirlenmesi ve ilgili istatistiklerin üretilmesidir (TÜİK). Anket toplamda 16010 haneye yapılmıştır. Araştırma metodolojisi gereği 16-74 yaş arasındaki bireyleri kapsamaktadır. Bu anket içinde e-devlet kullanımı, e-ticaret kullanımı ve internet kullanımı gibi başlıklar mevcuttur. Bu çalışmada e-ticaret bölümü kullanılmıştır. Veriler, belirlenen örnekleme yöntemine göre seçilen hanehalklarından derlenmektedir. Bağımlı değişken olarak son 12 ay içinde internet üzerinden mal ve hizmet siparişi verirken ya da satın alırken karşılaşılan sorun sayısı alınmıştır. Bu değişken ile ilişkisi olduğu düşünülen son 12 ay içinde internet üzerinden alınan mal veya hizmet sayısı, son 12 ay içerisinde yurtiçindeki satıcılardan, Avrupa Birliği ülkelerindeki satıcılardan ve satıcının ülkesini bilmediği durumlarda ürün

veya hizmet satın alma durumu ve internette önüne alınmıştır. Analiz R Studio programı yapılan işlem sayısı değişkenleri bağımsız kullanılarak yapılmıştır. Tablo 1 de analizde değişken olarak seçilmiştir. Değişken kullanılan bağımsız değişkenler verilmiştir. seçiminde literatürde yapılan çalışmalar göz

Tablo 1. Veri setinde yer alan bağımsız değişkenler

Değişken Adı	Açıklaması	Değer Aralığı
İşlem sayısı	İnternet üzerinden kaç çeşit işlem yaptınız?	Min:0 Maks: 14
Çeşit sayısı	İnternet üzerinden kaç çeşit mal ve hizmet aldınız?	Min:1 Maks:15
Yurtiçi	Yurtiçindeki satıcılardan mal veya hizmet satın aldınız mı?	Evet:1 Hayır:2
AB ülkeleri	AB ülkelerindeki satıcılardan mal veya hizmet satın aldınız mı?	Evet:1 Hayır:2
Bilinmiyor	Ülkesini bilmediğiniz bir satıcıdan mal veya hizmet aldınız mı?	Evet:1 Hayır:2

İlgili veri setinde kullanılan bağımlı değişkenin dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. E-ticarete yaşanan sorun sayısının dağılımı

Şekil 1’e göre hiç sorun yaşamayan birey oranı %76,37, 1 sorunla karşılaşan birey oranı %14,91, 2 sorunla karşılaşan birey oranı %4,86, 3 sorunla karşılaşan birey oranı %2,26, 4 sorunla karşılaşan birey oranı %0,89, 5 sorunla karşılaşan birey oranı %0,43, 6 sorunla karşılaşan birey oranı %0,06, 7 sorunla karşılaşan birey oranı %0,06, 8 sorunla karşılaşan birey oranı %0,08, 9 sorunla karşılaşan birey oranı %0,08 şeklindedir. Sorun sayısı arttıkça sahiptir. Buna karşın 1 sorunla karşılaşan yüzdesel bir düşüş görülmektedir.

Sorun sayısının dağılımı			
		Sayısal Değeri	Yüzdesi
Aldığı Değerler	0	6038	,6
	1	1179	,1
	2	384	,0
	3	179	,0
	4	70	,0
	5	34	,0
	6	5	,0
	7	5	,0
	8	6	,0
	9	6	,0

Tablo 2'ye bakıldığında verilerin %76'sının (6038 gözlemin) 0 değerini aldığı görülmüştür. Bu durum veri setinin sıfır yığılmalı modeller için uygun olduğunu göstermektedir. Modeldeki sıfır sayısına bakılarak aslında e-ticaret üzerinden mal ve hizmet satın alan kişilerin yarısından fazlasının herhangi bir sorunla karşılaşmadığı görülmektedir.

Yukarıda bahsedilen 6 model veri setine uygulanmıştır. Sonuçlar için ilk olarak model uyum iyiliğine bakılmıştır. Bu bağlamda AIC, LL, Vuong istatistiği ve Rootogram kullanılmıştır. Daha sonra bu kriterlere göre seçilen en iyi model belirlenmiş ve parametre tahminleri verilmiştir.

4.1. Model Seçimi

Altı modelin uygunluğunu karşılaştırmak için ilk olarak AIC ve LL değerine bakılmıştır. AIC değeri en küçük olan, LL değeri ise en büyük olan model tercih edilir. Tablo 3'e bakıldığında karşılaştırma sonucunda en düşük AIC ve en büyük LL değerine göre, ZINB modelinin verilere diğer modellerden daha iyi uyduğu görülmüştür. En büyük AIC ve en küçük LL değerinin gözlemlendiği Poisson regresyon (PR) modeli ise diğer modeller arasında en az uyum gösteren model olmuştur.

Tablo 4. Modellere ilişkin AIC ve LL değerleri

	AIC	LL
PR	13394.1	-6691.052
NB	12381.83	-6183.917
ZIP	12432.39	-6204.196
ZINB	12318.51	-6146.254
PH	12433.62	-6204.808
NBH	12327.19	-6150.593

Vuong istatistiği ile karşılaştırma yapılmak istendiğinde ise her model karşılaştırması ilgili model çiftinde model 1'e karşı model 2 şeklinde yapılır. Pozitif test istatistiği model 1'in model 2'ye tercih edildiğini, negatif test istatistiği model 2'nin model 1'e tercih edildiğini göstermektedir. Ayrıca Vuong testi için seçilen çiftlerin iç içe olmayan (nonnested) çiftler olması

gerekmektedir. Karşılaştırılan model çiftleri Tablo 4’de verildiği gibidir.

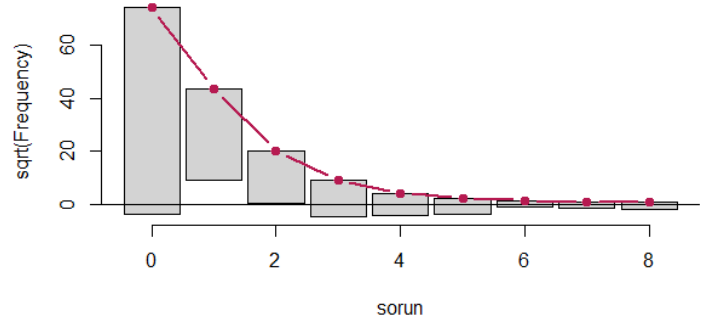
Tablo 4. Vuong istatistikleri

(1. model-2. model)	V istatistiği	P değeri
P- ZIP	-11.87899	2.22e-16
NB- ZINB	-4.723123	1.1612e-06
ZIP-PH	1.111958	0.13308
NB-NBH	-4.4347362	4.6093e-06
P-PH	-11.87517	2.22e-16
ZINB-NBH	1.265171	0.10291

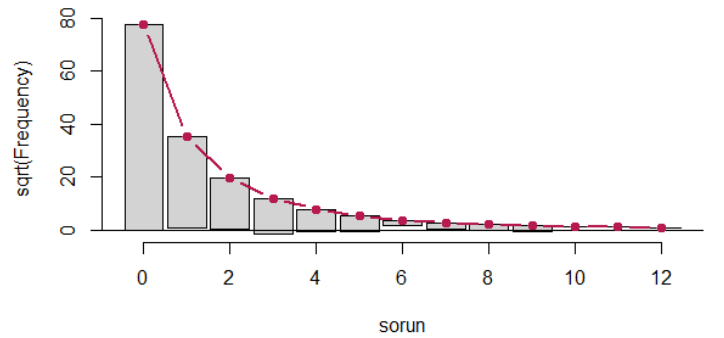
Vuong testi sonuçlarına göre P – ZIP model karşılaştırması değerlerine göre V istatistik değerinin -1.96 değerinden küçük olduğu belirlenmiştir. Model 2 olarak tanımlanan ZIP modelinin PR modeline göre veri setini açıklamada daha uygun model olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı durum NB – ZINB model karşılaştırmasında da görülmektedir. V istatistiği -1.96 değerinden küçük olarak hesaplanmıştır. Böylece model 2’nin yani ZINB modelin NB modelinden daha üstün olduğu yorumu yapılabilir.

Bu altı modeli görsel olarak karşılaştırılmak için Rootogram grafiğinden yararlanılmıştır. Bu modeller için elde edilen grafikler Şekil 2’de sıralanmıştır.

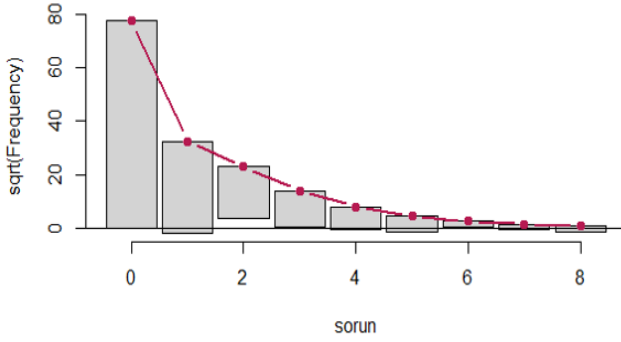
P regresyon modeli için:



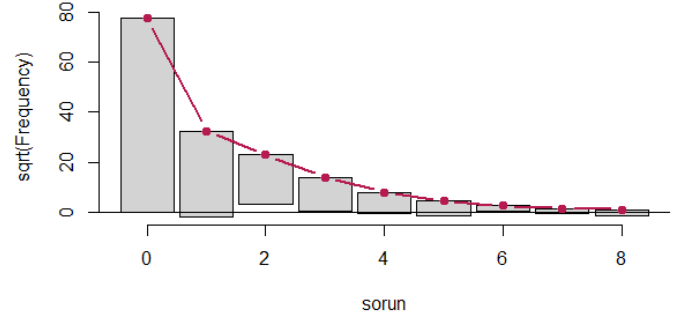
NB regresyon modeli:



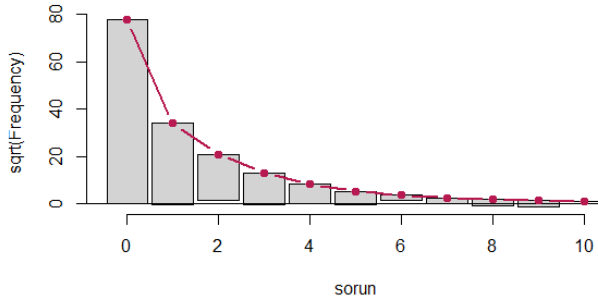
ZIP regresyon modeli:



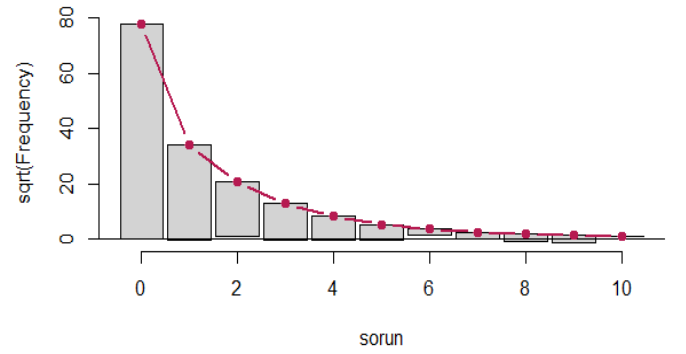
PH regresyon modeli:



ZINB regresyon modeli:



NBH regresyon modeli



Şekil 2. Rootogram grafikleri

Şekil 2'ye göre barlar (ya da çubuklar) tahmin edilen ve gözlenen sorun sayılarının kareköklerinin farkını göstermektedir. Çizgiler ise tahmin edilen sorun sayısının karekökünü ifade etmektedir. Barlar x eksenine ne kadar yakınsa model o kadar iyidir şeklinde yorum yapmak mümkündür. Buna göre Poisson modeline ait grafikte barların sıfıra diğer modellere göre daha uzakta olduğunu görülmektedir. Poisson modeline ilişkin AIC ve LL değerlerine de bakıldığında modelin veri setine uyumunda en kötü model olduğu görülmektedir. ZINB

ve NBH grafiklerinin oldukça benzer oldukları görülmektedir. Yine AIC ve LL değerlerine bakıldığında bu iki modelin veri setine uygunluğunun yakın olduğu söylenebilir.

4.2. Parametre Yorumu

Yapılan uyum iyiliği testlerine göre ZINB modelinin veri setini temsil etmekte en iyi model olduğu görülmüştür. Seçilen ZINB modeline ilişkin parametre tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. ZINB modeline ait parametre tahminleri

Log Kısım	Tahmin Değeri	Standart Hata	Z değeri	P değeri	e^{β}
Sabit Terim	-0.49212	0.25008	-1.968	0.049084 *	0,611329
İşlem Sayısı	0.03743	0.01771	2.114	0.034513 *	1,038139
Çeşit Sayısı	0.08182	0.01346	6.081	0.00001209*	1,08526
Yurtiçi	0.12983	0.18953	0.685	0.493326	1,138635
AB Ülkeleri	-0.16151	0.11596	-1.393	0.163697	0,850858
Ülke bilinmiyor	-0.50993	0.1346	-3.882	0.000104*	0,600538

Logit Kısım	Tahmin Değeri	Standart Hata	Z değeri	P değeri	e^{β}
Sabit Terim	-0.10390	0.63701	-0.163	0.8704	0,901315
İşlem Sayısı	0.07647	0.04128	1.853	0.0639	1,07947
Çeşit Sayısı	-0.38138	0.06829	-5.584	2.35e-08 *	0,682918
Yurtiçi	-0.39119	0.43828	-0.893	0.3721	0,676252
AB Ülkeleri	0.41017	0.43915	0.934	0.3503	1,507074
Ülke bilinmiyor	0.07647	0.04128	1.853	0.0639	1,07947

Log kısım için sabit terim, işlem sayısı, çeşit sayısı ve satıcının ülkesinin bilinmemesi değişkenleri anlamlı çıkmıştır ($p < 0.05$). Log kısım için elde edilen regresyon denklemi $\mu = \exp(-0.49 + 0.038 \text{ işlem sayısı} + 0.082 \text{ Çeşit sayısı} + 0.13 \text{ Yurtiçi} - 0.16 \text{ ABülkeleri} - 0.51 \text{ Ülke bilinmiyor})$ olarak elde edilmiştir. İşlem sayısındaki değişiklik sorun sayısını ($e^{0.04} = 1.038 \sim \%4$) %4 değiştirmektedir. Yani kişilerin internet üzerinden yaptıkları işlem sayısı arttıkça yaşadıkları sorun sayısı da artmaktadır. Çeşit sayısındaki değişiklik

sorun sayısını %8 değiştirmektedir. Kişiler e- ticaret üzerinden daha fazla ürün aldıkça yaşadıkları sorun sayısı da artmaktadır. Sorun sayısında kişinin ürünü aldığı satıcının ülkesini bilmesi durumu bilmemesi durumuna göre ($e^{-0.51} = 0.6$) %40 azaltmaktadır.

Logit kısım için ise çeşit sayısı istatistiksel olarak anlamlı çıkan tek değişkendir. Logit kısım için elde edilen regresyon denklemi $\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \exp(-0.104 + 0.077 \text{ İşlem sayısı} - 0.381 \text{ Çeşit sayısı} - 0.391$

yurtiçi+ 0.41 AB ülkeleri+ 0.076 Ülke bilinmiyor) şeklindedir. Çeşit sayısındaki değişiklik sorun sayısını %32 değiştirmektedir. Buna göre alınan ürünlerinin çeşitliliğinin sayısı sorun yaşanmasında etkili olmaktadır. Bunun arkasında birçok sebep yatıyor olabilir. Yaşanan sorunların başlıcaları, teslimatın yavaşlığı, teknik arıza, hatalı ürün gönderimi ve dolandırıcılıktır.

Literatürde e-ticaret üzerine yapılan çalışmalar yirminci yüzyılın son çeyreğinde başlamış ve günümüzde de hız kesmeden devam etmektedir.

Dünyanın gelişmiş ekonomilerine bakıldığında son yıllarda beklentilerin ötesinde bir büyüme gerçekleştiği görülmektedir. Bunun arkasında yatan temel etkenlerden biri şüphesiz bilgi ve iletişim teknolojilerinde geldikleri üst seviye, bilgisayarla çalışma eğiliminde yaşanan gelişme ve internetin her alanda yaygın kullanılmasındadır (Canpolat, 2001). İşletmeler e-ticarete minimum sermaye ile kolay ve hızlı bir şekilde dünya genelinde daha fazla sayıda müşteriye, tedarikçiye ve uygun iş ortaklarına ulaşabilmektedir.

E-ticaretin yaygınlaşması uluslararası ticaret, eğitim, kültür ve sosyal yaşam gibi birçok alanı da etkilemektedir. E- ticaret, internet kullanımının ucuzlaması ve yaygınlaşması ile ayrıca kredi kartlarının kullanımının artması, bankacılık alanındaki

yenilikler ve gelişmeler sonucunda artışını sürdürmektedir.

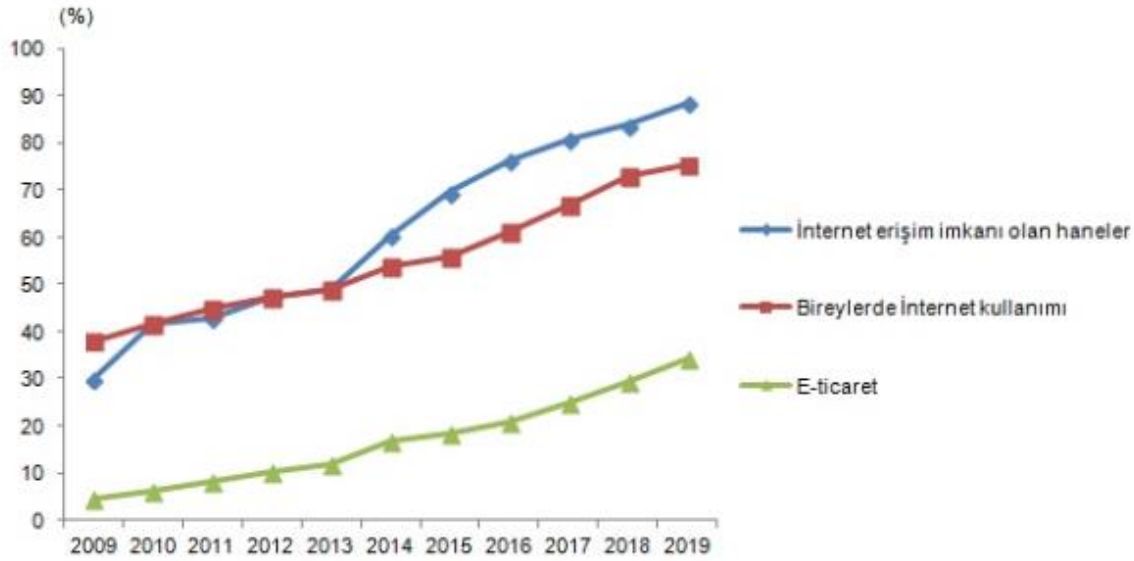
E- ticaret, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak ülkelerin ekonomik ve sosyal yapılarını etkilemektedir. Ulusal pazarların sınırları, özellikle elektronik ticarete elverişli sektörlerde küreselleşmektedir. Dinamik ve sürekli büyüyen bir yapıya sahip bu pazarlarda, bilgisayar ve internet kullanım oranlarının yükselmesiyle birlikte elektronik ortamdaki tüketici sayısının da artması işletmeleri, elektronik ticaretten pay alma konusunda yeni yaklaşımlara zorlamaktadır. İnternetin ulaştığı tüm ülkelerdeki birey ve firmalar müşteri veya satıcı konumuna gelmekte, ticari işlemler fiziki çevreden soyutlanarak sanal ortama taşınmaktadır. Piyasaların, müşterileri ve satıcıların elektronik ortamlarda fiziki sınırları aşarak bir araya gelmesi, pazarın büyüklüğünü artırmakta ve elektronik ticaret için uygun ortamlar yaratmaktadır.

21.yy dan itibaren gelişen teknoloji ile tüketicilerin tüketim alışkanlıkları değişmeye başlamıştır. Gelişen teknoloji sayesinde tüketiciler istedikleri zaman istedikleri ürün ve hizmetlere kolayca hızlı bir şekilde ulaşabilmektedir. İşletmelerde gelişen bu teknoloji karşısında çağa ayak uydurmuş fiziksel mağazalara ek olarak ürün ve hizmetlerini elektronik ticaret platformları üzerinden de sunmaya başlamıştır. Günümüzde e-ticarete olan ilgi

her geçen yıl biraz daha artmaktadır. Bunun bir göstergesi olarak internet üzerinden kişisel kullanım amacıyla mal veya hizmet siparişi veren ya da satın alan 16-74 yaş grubundaki bireylerin oranının 2018 yılına göre 2019 yılında %5 arttığı TÜİK

tarafından açıklanmıştır. 2018 yılı Nisan ayı ile 2019 yılı Mart aylarını kapsayan on iki aylık dönemde bu oran %34.1 iken önceki yılın aynı döneminde ise bu oran %29.3 olarak gözlenmiştir (TÜİK, 2019).

Temel göstergeler, 2009-2019



Şekil 3. TÜİK verilerine göre e-ticaret kullanımı artış grafiği (TÜİK)

Tüketiciler, elektronik ticareti güvenli internet bağlantıları ve güvenli ödeme sistemleri kullanarak mal ve hizmet satın alma süreci olarak tanımlanmaktadır.

E-ticaret sayesinde üreticilerin araçları ortadan kaldırıp ürünlerini internet üzerinden aracısız olarak müşterilere satacağı ve böylece işlem maliyetlerini azaltabileceği düşünülmektedir. Bu durum daha düşük üretim maliyetlerine yol açacağından, piyasalara yeni girişleri teşvik edebileceği düşünülmektedir (Çılan ve Sultan, 2013).

E-ticaretin bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Miseviçiüté (2001) yaptığı çalışmasında, avantajlarını şu şekilde sıralamıştır: kolaylık sağlama, detaylı bilgi ve öneri verme, daha düşük fiyat ve daha fazla seçenek imkanı sağlama, daha geniş bir tüketici ağına sahip olma ve çok çeşitli ürün imkanlarıdır. Yine Miseviçiüté (2001) dezavantajlarını ise şu şekilde sıralamıştır: dolandırıcılık, hatalı fiyatlandırma, nakliye süreçleri ve iade süreçleridir.

Bu çalışmada e-Türkiye için e-ticarette yaşanan sorun sayısına etki eden

faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu modeline ilişkin parametreler amaç doğrultusunda sayma veri yorumlanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada modellerinden bazıları kullanılmıştır. Bağımlı değişken olan e-ticarette yaşanan sorun sayısı değişkenin ortalaması 0.39 ve varyansı 0.81 olarak bulunmuştur. Varyans ortalamadan büyük olduğundan veride aşırı yayılım olduğu görülmektedir. Ayrıca verilerin %76'sı sıfır değerini aldığından veride sıfır yığılma durumu söz konusudur. Bu bilgiler ve model seçimi kriterlerine göre veri seti için en uygun modelin ZINB modeli olduğu görülmüştür. Daha sonra ZINB

modeline ilişkin parametreler yorumlanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada Türkiye'de e-ticarette yaşanan sorun sayısı incelenmiş, ankete katılan bireylerden çoğunun bir sorun yaşamadığı görülmüştür. Klasik sayma regresyon modelleri (Poisson ve Negatif binom) ve Hurdle regresyon modellerinin de parametre tahminlerine bakılmış sorun sayısına etki eden ana faktörün alınan ürün çeşitliliği olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Açıkyürek G (2016). Poisson regresyon ve bir uygulama (Yüksek Lisans Tezi). *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Agresti A (2002). *Categorical data analysis (Second Edition)*, New Jersey: Wiley & Sons Incorporation.
- Altun E (2018). A new zero-inflated regression model with application. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya* 11(2): 73-80.
- Asrul AAM, Naingb NN (2012). Analysis death rate of age model with excess zeros using zero inflated negative binomial and negative binomial death rate: mortality AIDS co-infection patients, Kelantan Malaysia. *Procedia Economics and Finance* 2: 275-283.
- Beaujean AA, Morgan GB (2016). Tutorial on using regression models with count outcomes using R. *Practical Assessment Research & Evaluation* 21(2): 1531-7714.
- Cameron AC, Trivedi PK (2013). *Regression analysis of count data (Second Edition)*. New York: Cambridge University Press.
- Canpolat Ö (2001). E-ticaret ve Türkiye'deki gelişmeler. *Sanayi ve Ticaret Bakanlığı*.
- Carrivick PJW, Lee AH, Yau KKW (2003). Zero-inflated poisson modeling to evaluate occupational safety interventions. *Safety Science* 41(1): 53-63.
- Çılan ÇA, Sultan KUZU (2013). Kişisel e-ticaret uygulamalarının kategorik veri analizi yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Alphanumeric Journal* 1(1): 27-32.
- Fang R (2013). Zero-inflated negative binomial (ZINB) regression model for over dispersed count data with excess zeros and repeated measures an application to human microbiota sequence data (Yüksek Lisans Tezi).
- Greene WH (1994). Accounting for excess zeros and sample selection in poisson and negative binomial regression models. *New York University Department of Economics Working Paper* 94-10.

- Hilbe JM (2014). Modelling count data (First Edition). *New York: Cambridge University Press*.
- Ismail N, Zamani H (2013). Estimation of claimcount data using negative binomial, generalized poisson, zero-inflated negative binomial and zero-inflated generalized poisson regression models. *Casualty Actuarial Society E-Forum* 41(20): 1–28.
- İnternet:<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30574>
- Karaca AG (2018). Sayma verileri için regresyon modellerinin karşılaştırılması üzerine bir uygulama (Yüksek Lisans Tezi). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Karaca AG, Olmuş H (2018). Sıfır değer ağırlıklı verilerin analizinde sıfır değer ağırlıklı regresyon modellerin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 20(2): 105–118.
- Kaya Y, Yeşilova A (2012). E-posta trafiğinin sıfır değer ağırlıklı regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmesi. *Anadolu University of Sciences & Technology-A: Applied Sciences & Engineering* 13(1): 51–63.
- Kim DW, Deo RC, Park SJ, Lee JS, Lee WS (2019). Weekly heat wave death prediction model using zero-inflated regression approach. *Theoretical and Applied Climatology* 137(1-2): 823–838.
- Kleiber C, Zeileis A (2016). Visualizing count data regressions using rootograms. *The American Statistician* 70(3): 296–303.
- Kong M, Xu S, Levy SM, Datta S (2014). GEE type inference for clustered zero-inflated negative binomial regression with application to dental caries. *Computational Statistics and Data Analysis* 85: 54–66.
- Lambert D (1992). Zero-inflated poisson regression with an application to defects in manufacturing. *Technometrics* 34(1): 1–14.
- Martin TG, Wintle BA, Rhodes JR, Kuhnert PM, Field SA, Low-Choy SJ, Tyre AJ, Possingham HP (2005). Zero tolerance ecology: improving ecological inference by modelling the source of zero observations. *Ecology Letters* 8(11): 1235–1246.
- Miller JM (2007). Comparing poisson, hurdle, and zip model fit under varying degrees of skew and zero-inflation (Doktora Tezi). *University of Florida*.
- Misevičiūtė, B. (2001). Elektroninė komercija [PPT]. Retrieved 2018, from http://kopustas.elen.ktu.lt/studentai/lib/exe/fetch.php?media=elektronine_komercija.ppt.
- Özen M (2020). Kentsel kavşaklarda trafik kazalarının sıklığını etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Teknik Dergi* 31(3): 10033–10053.
- Peng J (2013). Count data models for injury data from the national health interview survey (M. Sc. Thesis). *The Ohio State University Graduate Program in Public Health, Columbus*.
- Pittman B, Buta E, Krishnan-Sarin S, O'Malley SS, Liss T, Gueorguieva R (2018). Models for analyzing zero-inflated and overdispersed count data: an application to cigarette and marijuana use. *Nicotine&Tobacco Research* 22(8): 1390–1398.
- Ridout M, Hinde J, Demetrio CGB (2001). A score test for a zero-inflated poisson regression model against zero inflated negative binomial alternatives. *Biometrics* 57: 219–233.

- Sharma AK, Landge VS (2013). Zero inflated negative binomial for modeling heavy vehicle crash rate on Indian rural highway. *International Journal of Advances in Engineering & Technology* 5(2): 292–301.
- Sileshi G (2008). The excess-zero problem in soil animal count data and choice of appropriate models for statistical inference. *Pedobiologia* 52: 1–17.
- Tukey JW (1977). Exploratory data analysis. *Addison-Wesley, Reading, MA* 2: 131–160.
- Tüzel S (2011). Hasar sıklıkları için sıfır yığılmalı kesikli modeller (Yüksek Lisans Tezi). *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Tüzen MF, Erbaş S (2017). A comparison of count data models with an application to daily cigarette consumption of young persons. *Communications in Statistics Theory And Methods* 47(23): 5825–5844.
- Wang Z, Ma S, Wang CY (2015). Variable selection for zero-inflated and overdispersed data with application to health care demand in Germany. *Biometrical Journal* 57(5): 867–884.
- Winkelmann R (2000). Econometric analysis of count data (5th edition). *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Yang Z, Hardin JW, Addy C (2009). Testing overdispersion in the zero-inflated poisson model. *Journal of Statistics Planning and Inference* 139: 3340–3353.
- Yıldırım G (2019). Poisson ve negatif binom regresyon modelleri. (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*.
- Zhuo L, Stacey K, Lawrence JC, Lisa KH, Richard HLMO (2008). Modeling motor vehicle crashes for street racers using zero-inflated models. *Accident Analysis and Prevention* 40: 835–839.



An Application of Pulse Shape Discrimination Method to Obtain Pure Photopeak

Elif Ebru ERMiŞ^{1*}, Cüneyt ÇELİKTAŞ²

*Sorumlu yazar: elermis@hotmail.com

¹Izmir Tinaztepe University, Vocational School of Health Services, Medical Imaging Techniques Department, IZMİR

Orcid No: 0000-0001-6309-5973 / elermis@hotmail.com

²Ege University, Faculty of Science, Physics Department, IZMİR

Orcid No: 0000-0001-8608-066X / cceликтas@yahoo.com

Abstract: A pulse shape discrimination setup was developed and the pulse shape discrimination method was applied to γ -rays emitted from ^{137}Cs radioisotope to test its discrimination performance. The setup was used to discriminate the photopeak radiations from the non-photopeak ones arising from scattering, backscattering, background, low-energy X-rays and electronic noise etc. To perform this, pulse shape discrimination method which is a kind of timing process was used. The discrimination was performed in the region very close to the photopeak of the radioisotope. The developed setup showed its success in the discrimination of non-photopeak signals from the original photopeak ones.

Keywords: Gamma rays, pulse shape discrimination, NaI(Tl) scintillation detector, ^{137}Cs

Net Fotopiki Elde Etmek İçin Puls Şekli Ayırma Yönteminin Bir Uygulaması

Öz: Bu çalışmada, bir puls şekli ayırma devresi geliştirilmiştir ve bu devreyi test etmek için ^{137}Cs radyoizotopunun yayımladığı gamma ışınları üzerine puls şekli ayırma yöntemi uygulanmıştır. Bu devre, elektronik gürültü, düşük enerjili X-ışınları, tabi fon, geri saçılma ve saçılmalar nedeniyle ortaya çıkan diğer etkileri fotopik radyasyonlarından ayırmak için kullanılmıştır. Bunu gerçekleştirmek için bir çeşit zamanlama işlemi olan puls şekli ayırma metodu kullanılmıştır. Ayırma işlemi radyoizotopun fotopikine yakın enerjideki bölgede gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen devre, orijinal fotopik sinyallerinden fotopike ait olmayan sinyallerin ayırt edilmesinde başarılı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Gama ışınları, puls şekli ayırma yöntemi, NaI(Tl) sintilasyon dedektörü, ^{137}Cs

1. Introduction

Sensing differences in the shape of output pulses from a radiation detector may provide valuable information on the radiation striking on the detector. The pulse-shape information can be used to identify the type of radiation, reduce the background events, discriminate between particles of

different range, discard defective pulses, and so on (Nakhostin, 2018).

An ideal spectrometer should have a big sensitivity to incident particles and gives a high detection efficiency and a good energy resolution in a wide energy range, low sensitivity to background and any noise components from the electronic devices in the system. As is known, additional counts

due to environmental radiations such as background, scattering from detector surrounding material, backscattering from the radiation source etc. are always recorded in the energy spectra of any specific measurement. Since environmental radiations affect the original energy spectra of measurement particles, these radiations must be eliminated or isolated from the original energy spectra. To perform this firmly, the pulse shape discrimination (PSD) technique was applied to gamma ray spectrometer.

Background and noise, shortly unwanted signals are always observed in the energy spectra. These effects cause some difficulties in observing pure particle spectra and prevent seeking signals from particles, especially in low-energy regions. In addition, chance coincidences from cosmic rays are effective in the high-energy region, as well. To eliminate even these effects, for this reason, PSD technique was used.

PSD is one of the methods to increase the spectrum resolution, and the technique has wide range of application in radiation physics experiments (Pai et al., 1989; He et al., 1993; Jordanov et al., 1996; Knoll, 2010). It is the name given to a process that differentiates pulses produced by different types of particles in the same detector (Tsoulfanidis, 2015). To perform this process, the shapes of the signals of different particles in the detector are

analyzed. The shapes of the signals are characterized by a quantity named ‘rise time’. Rise time is the time between 10% and 90% of the amplitude on the rising edge of a signal. For this reason, PSD can be called as a kind of timing measurement process. PSD can be used in neutron-gamma discrimination (Senoville et al., 2020; Doucet et al., 2020; Yanagida et al., 2019), positron annihilation lifetime spectroscopy (Petschke and Staab, 2019), pulse pile-up effect reduction (Nakhoskin, 2020) and various electronics and detector technologies (Recker et al., 2020; Langeveld et al., 2020). Gridin et al. (2018) and Wahl et al. (2014) were studied on the energy resolution improvement of ^{137}Cs gamma spectrum. To improve pulse shape discrimination performance of a pixelated plastic scintillator a digitization method was proposed by Cieslak et al. (2019). Xue et al. (2019) were examined the energy resolution performance of various digitizers on 662 keV-energy peak using different digital requirements. Energy improvement studies for ^{137}Cs gamma spectrum were performed by Qin et al. (2018) using digital shaping filter.

The subject of the present work can be summarized in this way: pulse shape discrimination method was applied to gamma rays emitted from ^{137}Cs radioisotope in a developed gamma spectrometer, which is composed of NaI(Tl) inorganic

scintillation detector and related electronic devices, in order to discriminate the photopeak radiations from the non-photopeak radiations. In this way, a different method to be increased the energy resolution performance of the spectrometer was proposed. Obtained experimental PSD spectrum was given.

2. Material and Methods

A PSD circuit is purposed to produce an output that reflects a variable property in the shape of input pulses. Fig. 1 shows the schematic block diagram of the experimental setup used in this work in this manner.

The experimental setup allows us to record the discriminated photopeak spectrum in multichannel analyzer (MCA). This is a kind of coincidence spectrum between energy signals and time signals of the photopeak of ^{137}Cs . Gamma rays emitted from the radioisotope were detected by a Bicron 3"x3" NaI(Tl) scintillation detector which was placed inside a lead cover for passive background reduction. The detector signal was sent to a preamplifier (Ortec 113: PA) and then further amplified by another amplifier (Ortec 451: A). The bipolar output of the amplifier was split into two branches in order to gate the photopeak of ^{137}Cs radioisotope. The process was performed by a timing single channel analyzer (Ortec 420A: TSCA) and a delay amplifier (Ortec

427A: DA). The unipolar output of the amplifier was fed into a pulse shape analyzer (Ortec 552: PSA). This device generates two timing output signals. First signal is produced when the pulse has the amount of 10% of its maximum in the leading edge of the input signal. This signal is the 'start' signal for time to amplitude converter (Ortec 566: TAC). The second is generated when the pulse has the amount of 90% of its maximum in the leading edge of the input signal. This signal forms the 'stop' signal of TAC. The time between these signals is called rise time of the input signal, which is measured by TAC. If any radiation different from the photopeak radiations was detected in this time interval, this radiation will be recorded with a different shape in the MCA (Ortec Trump 8k) because of its unusual rise time. This is the main advantage of the PSD method.

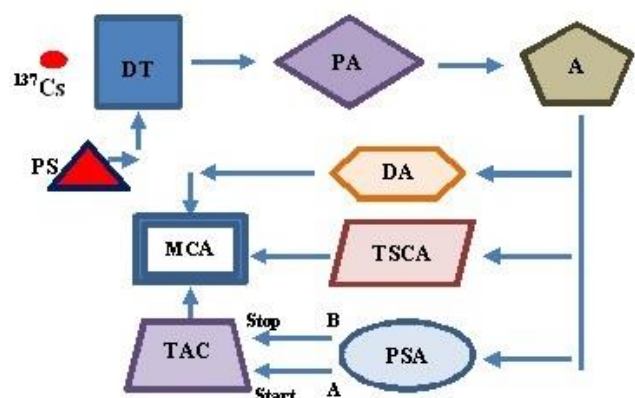


Figure 1. Schematic diagram of the spectrometer: DT: Detector, PS: Power supply, PA: Preamplifier, A: Amplifier, PSA: Pulse shape analyzer, TAC: Time to amplitude converter, TSCA: Timing single channel analyzer, DA: Delay amplifier, MCA: Multichannel analyzer.

The radioactive source used in the measurement (5 μCi) is ^{137}Cs radioisotope which was embedded in a mylar disk of diameter of 25 mm and thickness of 5 mm.

The spectra, which were acquired in a 300 s run time at room temperature of 291 K, were collected in the MCA card and then stored in a computer. The experimental pulse height spectrum of ^{137}Cs is shown in Fig. 2.

3. Results and Discussion

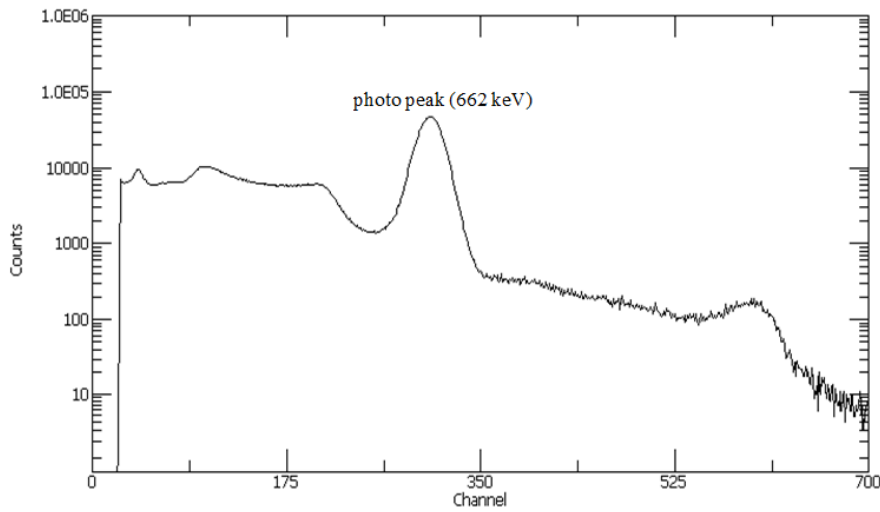


Figure 2. Gamma ray pulse height spectrum of ^{137}Cs (counts in log scale).

Fig. 3 illustrates the gated photopeak of ^{137}Cs before the discrimination process.

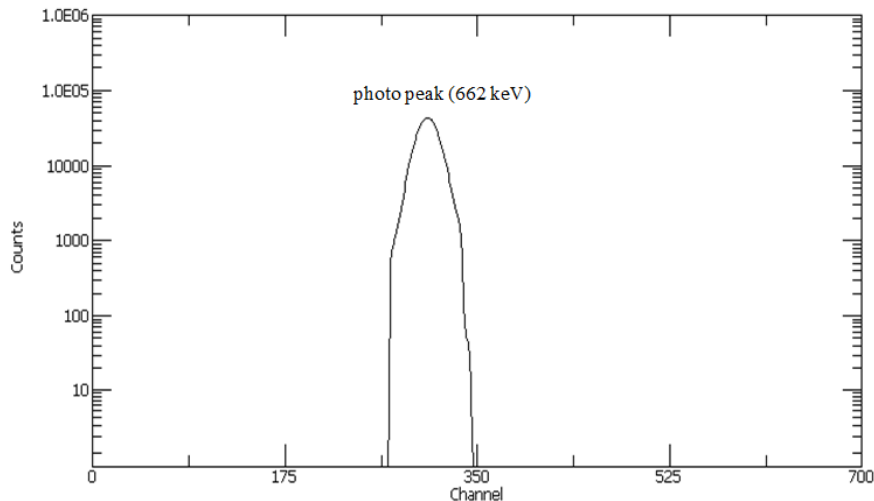


Figure 3. Gated photopeak of ^{137}Cs (counts in log scale).

Final PSD spectrum is also shown in Fig. 4. The discriminated radiations from the photopeak radiations can be seen on the left

edge of the photopeak. Since the pulses arrive with a constant time difference, one observes a single peak in the MCA. One

then switches the time delay in the start or stop channel by a known amount, and finds the peak shift on the MCA display (Lakowicz, 2006). This is the reason of the peak shift in Fig. 4.

The energy resolution of 5% was found for the isolated photopeak in the PSD spectrum in order to test the spectrometer performance.

A PSD setup was developed in order to obtain pure source spectrum, and the PSD method was applied to the photopeak of a γ radiation source (^{137}Cs). For this reason, the discrimination process was performed successfully in the present work.

Setting up the 10% and 90% of maximums on the leading edge of the input signal in the PSA was difficult in shape since the maximum values of leading edge of signals were changing at the rise time interval. For this reason, an approximate time interval (0.1 μs) was fixed. This is the reason why non-photopeak signals could not be separated (but discriminated) from the original photopeak signals in the final PSD spectrum.

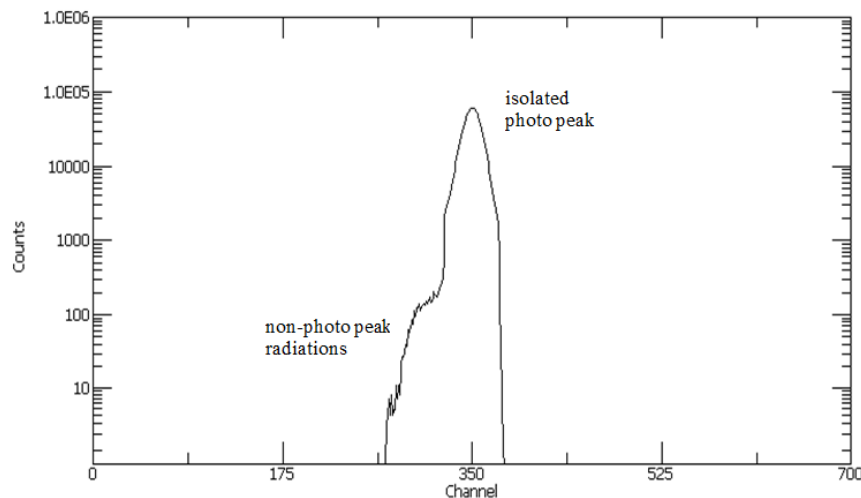


Figure 4. PSD spectrum of the photopeak (counts in log scale).

The proposed detection system combines the timing signals with the energy signals simultaneously which is different from the conventional ones. Thus, it is concluded from the experimental results that this method in this work will be helpful not only for obtaining pure source spectrum but

also for increasing the detector resolution with the further experiments. It is believed that the technique followed here can successfully be applied not only to gamma detection but also to alpha and beta particle measurements for obtaining pure spectra.

Consequently, theoretical spectra of the source particles interacting with a medium and the calculations of the reaction parameters will be more reliable with the experimental pure source spectra. In this connection, the data from the experimental setup presented here may contribute to improve the results obtained from the theoretical calculations. In addition, to analyze the different type of particles emitted from a radioactive source and to separate them from each other with high resolution, and the determination of source activity can be possible through the presented setup here.

Acknowledgement

This work was supported by TUBITAK, the Scientific and Technological Research Council of TURKEY under project numbers 197T087, 104T379 and by EBILTEM, Center of Science and Technology, Ege University under Project No. 99 BIL 001.

References

- Cieslak MJ, Gamage KAA, Glover R, Taylor CJ (2019). Pulse shape discrimination performance of a pixelated plastic scintillator (EJ-299-34) for a coded-aperture based dual particle imaging system. *JINST* 14: P07017.
- Doucet E, Brown T, Chowdhury P, Lister CJ, Morse C, Bender PC, Rogers AM (2020). Machine learning n/γ discrimination in CLYC scintillators. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 954: 161201.
- Gridin S, Onken DR, Williams RT, Swiderski L, Mianowska Z, Syntfeld-Kazuch A, Moszynski M, Gayshan V, vasiukov S, Gektin A (2018). Pulse shape analysis of individual gammaevents—Correlation to energy resolution and the possibility of its improvement. *J Appl Phys* 124: 154504.
- He Z, Bird AJ, Ramsden D (1993). A ratio pulse-shape discriminator. *Nucl Instrum and Methods A* 336: 236–245.
- Jordanov VT, Pantazis JA, Huber AC (1996). Compact circuit for pulse rise-time discrimination. *Nucl Instrum and Methods A* 380: 353–357.
- Knoll GF (2010). *Radiation Detection and Measurement*, Wiley, New York.
- Langeveld WGJ, Glenn AM, Sheets SA, Trellis DA, Zaitseva NP (2020). Comparison of pulse shape discrimination performance of stilbene and liquid scintillator under high count-rate active interrogation conditions. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 954: 161204.
- Lakowicz JR (2006). *Principles of fluorescence spectroscopy*, Springer.
- Nakhoskin M (2020). A technique for the reduction of pulse pile-up effect in pulse-shape discrimination of organic scintillation detectors. *Nucl Eng and Tech* 52: 360–365.
- Nakhostin M (2018). *Signal processing for radiation detectors*, John Wiley and Sons Inc., USA.

An Application of Pulse Shape Discrimination Method to Obtain Pure Photopeak

- Pai S, Piel WF, Fossan DB, Marier MR (1989). A versatile electronic pulse-shape discriminator. *Nucl Instrum and Methods A* 278: 749–754.
- Qin ZJ, Chen C, Luo JS, Xie XH, Ge LQ, Wu QF (2018). A pulse-shape discrimination method for improving Gamma-ray spectrometry based on a new digital shaping filter. *Radiat Phys Chem* 145: 193–201.
- Petschke D, Staab TEM (2019). A supervised machine learning approach using naive Gaussian Bayes classification for shape-sensitive detector pulse discrimination in positron annihilation lifetime spectroscopy. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 947: 162742.
- Recker MC, Cazalas EJ, McClory JW (2020). Pulse shape discrimination with a low-cost digitizer using commercial off-the-shelf components. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 954: 161479.
- Senoville M, Delaunay F, Parlog M, Achouri NL, Orr NA (2020). Neutron- γ discrimination with organic scintillators: Intrinsic pulse shape and light yield contributions. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 971: 164080.
- Tsoufanidis N (2015). *Measurement and Detection of Radiation*, Taylor and Francis.
- Wahl CG, Bernard EP, Lippincott WH, Nickel JA, Shin Y, McKinsey DN (2014). Pulse-shape discrimination and energy resolution of a liquid-argon scintillator with xenon doping. *JINST* 9: P06013.
- Xue T, Zhu J, Wen J, Cang J, Zeng Z, Wei L, Jiang L, Liu Y, Li J (2020). Optimization of energy resolution and Pulse Shape Discrimination for a CLYC detector with integrated digitizers. *JINST* 15: P02018.
- Yanagida T, Watanabe K, Okada G, Kawaguchi N (2019). Neutron and gamma-ray pulse shape discrimination of LiAlO₂ and LiGaO₂. *Nucl Instrum and Methods Phys Res A* 919: 64–67.



Grafen Kaplı Kimyasal Sensörlerin Şişme Davranışları ve Matematiksel Modelleme

Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ¹, Kemal BÜYÜKKABASAKAL², Ali DENİZ³, Yaser AÇIKBAŞ^{4*}, Rifat ÇAPAN⁵, Matem ERDOĞAN⁶

*Sorumlu yazar: yaser.acikbas@usak.edu.tr

¹Uşak Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, UŞAK
Orcid No: 0000-0001-8684-1406 / e_sibel_celik@hotmail.com

²Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, UŞAK
Orcid No: 0000-0002-5803-6255 / kemal.buyukkabasakal@usak.edu.tr

³Uşak Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, UŞAK
Orcid No: 0000-0002-6514-2320 / ali.deniz@usak.edu.tr

⁴Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, UŞAK
Orcid No: 0000-0003-3416-1083 / yaser.acikbas@usak.edu.tr

⁵Balıkesir Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, BALIKESİR
Orcid No: 0000-0003-3222-9056 / rcapan@gmail.com

⁶Balıkesir Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, BALIKESİR
Orcid No: 0000-0003-4440-1896 / matemer@gmail.com

Öz: Bu çalışmada, grafen kaplı Langmuir-Blodgett (LB) ince filmlerin şişme davranışları Kuartz Kristal Mikrobalans (KKM) tekniği kullanılarak incelenmiştir. Bu filmler, bazı organik buharların (aseton, etanol ve metanol) difüzyon katsayı değerlerinin hesaplanması (Fick'in erken-zaman difüzyon kanunu kullanılarak) için oda sıcaklığında etkileşmeye bırakılmıştır. Difüzyon katsayı değerleri sırası ile aseton, etanol ve metanol için 20.43×10^{-16} , 1.30×10^{-16} ve $0.91 \times 10^{-16} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Benzer sıralama grafen kaplı KKM sensörünün tepkisi (frekans değişimi, Δf) için de aseton (342 Hz) > etanol (76 Hz) > metanol (51 Hz) olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuartz kristal mikrobalans, grafen, kimyasal sensör, matematiksel modelleme

Mathematical Modelling and Swelling Behaviors of Graphene-coated Chemical Sensors

Abstract: In this work, the swelling behaviors of the graphene-coated Langmuir-Blodgett (LB) thin films are investigated by using Quartz Crystal Microbalance (QCM) technique. These films were exposed to several Volatile Organic Compounds (VOCs) (acetone, ethanol and methanol) at room temperature to calculate diffusion coefficients of these organic vapors by using the early-time Fick's law of diffusion. The diffusion coefficients are calculated to be 20.43×10^{-16} , 1.30×10^{-16} and $0.91 \times 10^{-16} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ for acetone, ethanol and methanol, respectively. Similar ranking was obtained for the response of graphene-coated QCM sensor as a frequency shift (Δf); acetone (342 Hz) > ethanol (76 Hz) > methanol (51 Hz).

Keywords: Quartz crystal microbalance, graphene, chemical sensor, mathematical modelling

1. Giriş

sp² karbon altıgen ağlardan oluşan fiziksel Grafen, iki bitişik karbon atomu ve kristal yapısı bakımından büyük bir arasında güçlü kovalent bağların olduğu spesifik yüzey alanına, yüksek iç

hareketliliğe ve mekaniksel esnekliğe sahip önemli bir malzemedir (Cai ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2014). Büyük potansiyele sahip malzemeler olan grafenler, yakıt hücreleri, nanokompozitler, fotovoltaiik aletler, elektronik aletlerin üretimi ve sensörler vb. uygulamalarda önemli roller üstlenmesi sebebi ile bu alanda çalışmalar yapan araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Zhu ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2013; Liu ve ark., 2008; Seger ve Kamat, 2009). Grafen kullanılarak üretilen sensörler, yüksek iletkenlik, geniş yüzey alanı ve güçlü mekaniksel dayanıklılığa sahip olması sebebi ile literatürde özellikle kimyasal sensör çalışmalarında yer almaya devam etmektedir. Zhihua ve ark. (2012), kuartz kristal yüzey üzerine ince tabaka grafen kaplama işlemi gerçekleştirerek, formaldehit (HCHO)'in dedekte edilmesi için kimyasal sensör geliştirmişlerdir. Grafen kimyasal sensörü, farklı konsantrasyonlardaki HCHO gazına belli frekans değişimleri göstermiştir. Elde edilen yüksek lineer korelasyonlu deney sonucu ile, HCHO gazının dedekte edilmesinde, grafen modifiyeli Kuartz Kristal Mikrobals (KKM) sensörünün büyük bir potansiyele sahip olabileceği ortaya çıkmıştır (Yao ve ark., 2011; Zhihua ve ark., 2012). Benzer bir çalışmada, Quang ve ark. (2014) tarafından oda sıcaklığında geliştirilen grafen kaplı KKM kimyasal sensörün bazı Uçucu Organik Bileşikler (UOB)'e hassasiyeti araştırılmıştır. Grafen kaplı KKM sensörü ile

bu çalışmada kullanılan UOB arasında en yüksek hassasiyeti etanol gazına göstermiştir.

UOB'nin dedekte edilmesinde en önemli işlem ince film sensörlerinin hazırlanmasıdır. İnce film üretiminde kullanılan metotlara dönel kaplama, kimyasal ya da fiziksel buhar yöntemi ile Langmuir-Blodgett (LB) teknikleri örnek verilebilir. LB ince film üretme tekniği diğer tekniklere kıyasla, moleküler seviyede iyi istiflenmiş ve kalınlık kontrolü imkanı sağlayan ince filmlerin üretilmesine olanak sağlamaktadır (Capan ve ark., 2010). Bu teknik, yüksek seçiciliğe sahip kimyasal sensör cihazlarının geliştirilmesinde önemli roller üstlenen homojen ve çok tabakalı grafen LB ince filmlerin hazırlanmasını mümkün kılmaktadır (Botcha ve ark., 2014; Yao ve ark., 2014).

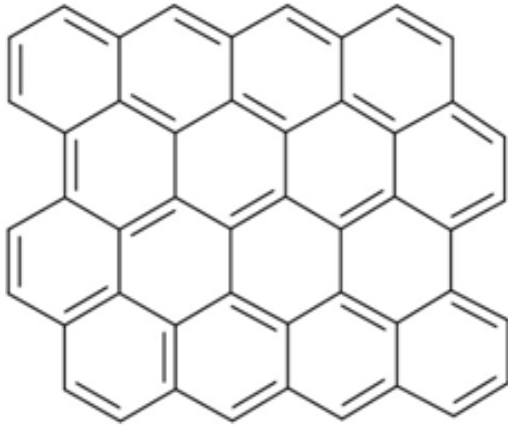
Bu çalışmada kuartz kristal yüzey üzerine çok tabakalı grafen ince filmleri LB ince film tekniği ile üretilmiştir. Grafen moleküllerinin kütle değişimlerine bağlı olarak şişme davranışları Fick'in difüzyon kanunu kullanılarak araştırılmıştır. Grafen kaplı KKM sensörünün şişme dinamiğinin aydınlatılabilmesi için ince film sensörü aseton, etanol ve metanol zararlı UOB'i ile doymuş konsantrasyonlarda etkileşmeye bırakılmış ve KKM sensörünün verdiği tepkiler (frekans değişimi) zamanın fonksiyonu olarak kaydedilmiştir. Zararlı UOB'nin grafen kaplı ince filmin içine difüzyonu ve şişme davranışlarının araştırılması için matematiksel modelleme

Fick'in ikinci yasası kullanılarak geliştirilmiştir. Matematiksel modellemede, elde edilen deneysel KKM gaz kinetik sonuçları Fick'in difüzyon kanununa uyarlanarak UOB için difüzyon katsayısı (D) hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Sensör Malzemesi

İnce film üretiminde kullanılan grafen malzemesi Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Grafenin kimyasal yapısı Şekil 1'de verilmiştir.

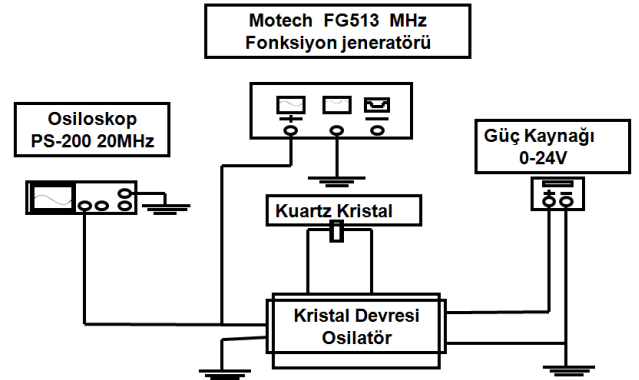


Şekil 1. Grafen'in kimyasal yapısı

2.2. Kuartz Kristal Mikrobalans (KKM)

KKM sisteminde metal elektrotlar, uygun bir elektronik devreye bağlandığında kuartzın piezoelektrik özelliğinden dolayı belirli bir frekans ile titreşir. Kuartz kristalleri karşıt piezoelektrik etkiyi ortaya koymaktadır. Uygulanan gerilim mekaniksel bir bozulma yaratır. Kuartzın bu özelliği KKM'deki az miktardaki kütle değişimlerini

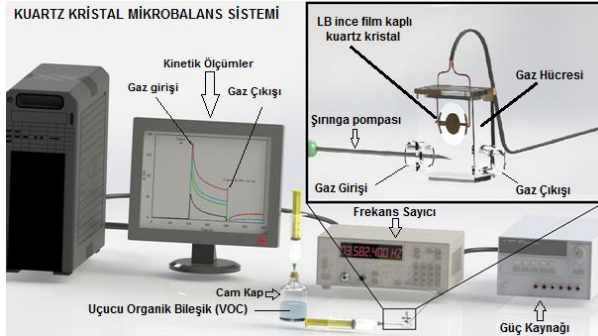
ortaya çıkarmaktadır. Kuartzın yüzeyi üzerindeki küçük bir kütle yükü kuartzın salınım frekansını küçültecektir. Bu frekanstaki değişim ile kütle miktarı arasındaki ilişki Sauerbrey eşitliği ile tanımlanmıştır (Sauerbrey, 1959). KKM sistemi çok küçük kütle değişimlerine hassas olması nedeniyle LB ince film tekniği ile üretilen filmlerin karakterizasyonunda tercih edilen önemli tekniklerdendir. Şekil 2'de elektronik devresi (şematik olarak) verilen Balıkesir Üniversitesi İnce Film Laboratuvarında geliştirilmiş olan KKM sistemi ile LB ince filmlerin üretilebilirliği ve homojenliği hakkında bilgi almak için kullanılacaktır. Ayrıca bu teknik yardımıyla, bu ince filmlerin UOB' e karşı olan hassasiyet testleri yapılabilmektedir.



Şekil 2. Kuartz Kristal Mikrobalans sistemi şematik elektronik devre

Şekil 3'te ise KKM sistemi kullanılarak yapılması hedeflenen kinetik gaz sensör çalışma şeması verilmiştir. Ortama gaz ve hava verildiğinde gaz sensörünün gösterdiği tepki, frekans değişimine göre yorumlanmıştır. Bu yorumlar doğrultusunda

gaz sensörünün göstereceği hızlı tepki, seçicilik, hassasiyetlik ve geri dönüşümlü tepki hakkında bazı bilgiler elde edilebilmektedir.



Şekil 3. KKM sistemi ile kinetik gaz sensörü çalışma şeması

2.3. Fick' in İkinci Kanunu

Fick'in birinci kanununa göre derişimin mesafe ile değişimi zamandan bağımsız iken, Fick'in 2. kanununa göre ise, derişim ve akı hem zaman, hem de mesafeye bağılıdır. Kısaca derişim ve akı, zaman ve mesafenin bir fonksiyonudur (Eşitlik 1).

$$\frac{dC}{dt} = -\frac{dJ}{dx} \quad (1)$$

Eşitlik 1'in ikinci dereceden kısmı diferansiyeli alınarak,

$$\frac{dJ}{dx} = -D \frac{d^2C}{dx^2} \quad (2)$$

elde edilir. Bu eşitlikte, $-dJ/dx$ ifadesi yerine dC/dt ifadesi konduğunda, Fick'in 2. Kanunu olarak bilinen eşitlik elde edilir (Eş. 3) :

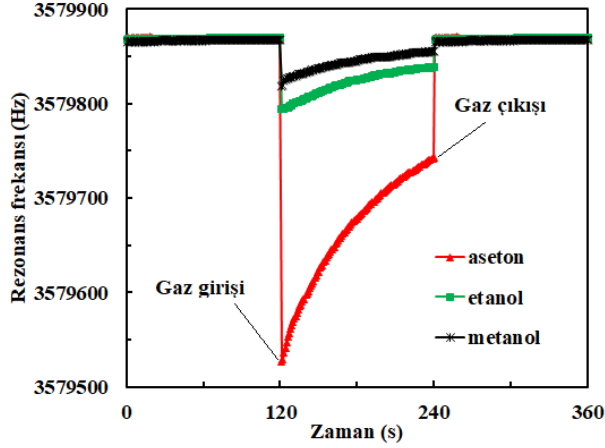
$$-\frac{dC}{dt} = D \frac{d^2C}{dx^2} \quad (3)$$

3. Araştırma Sonuçları

3.1. Kuartz Kristal Mikrobalans (KKM) Ölçümleri

Kuartz kristal yüzey üzerine 10 tabaka grafen LB ince film kaplanmış ve bu nano boyuttaki ince film sensörünün zararlı uçucu organik bileşikler ile etkileşmeleri incelenmiştir. Üretilen grafen LB ince film sensörünün aseton, etanol ve metanol organik buharlarıyla etkileşimi incelenip sensör maddesinin duyarlılığı hakkında bilgi edinilmiştir. Gaz molekülleri ince film tarafından tutulduğunda, ince film ile organik buharın etkileşmesi gerçekleşir. Ortama gönderilen gaz moleküllerinin derişimlerine göre LB ince filmlerin gazlarla olan tepkileri değişmektedir.

Grafen LB ince film sensörü, KKM' de gaz hücresine yerleştirildikten sonra ortam 0-120 saniye aralığında taze havaya maruz bırakılmıştır. Şekil 4'te 120 ile 240 s arasında ortama zararlı organik buharlar verilmiştir. Mikrolitrelik enjektör yardımıyla 0.5 ml aseton buharı alınarak gaz hücresindeki film yüzeyine gönderilmiştir. Bu 120 saniyelik süreçte aseton buharı molekülleri ile grafen molekülleri etkileşmeye girdiğinden frekans değişiminde hızlı bir artış gözlenmiştir. 240. saniyede ortama tekrar hava gönderilmiş olup frekans değişiminin ilk haline döndüğü görülmüştür. Bu işlem etanol ve metanol zararlı organik buharları için de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Grafen LB ince film sensörünün zararlı UOB' e karşı tepkisi.

Grafen LB ince filmlerin zararlı organik buhar ile olan etkileşimleri KKM sisteminde incelenmiştir. Grafen LB ince film sensörü-zararlı organik buhar etkileşmelerine ait grafikler yardımıyla difüzyon katsayıları hesaplanmıştır. Difüzyon katsayıları hesaplanırken Fick yasasından faydalanılmıştır.

Fick'in 2. yasası bir iki boyutlu düzleme uygulanırsa ve sabit difüzyon katsayısı kabul edilerek çözümlerse, zamana bağlı konsantrasyon değişimi için (Crank, 1970);

$$\frac{C}{C_0} = \frac{x}{a_0} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos n\pi}{n} \sin \frac{n\pi}{a_0} \exp\left(-\frac{Dn^2\pi^2}{a_0^2}t\right) \quad (4)$$

elde edilir. Bu eşitlikte, a_0 : kalınlık, D : difüzyon katsayısı, C , C_0 , t ve $t=0$ zamandaki difüzyonun konsantrasyonunu, x : C 'nin ölçüldüğü mesafeyi gösterir.

$$M = \int_V C dV$$

(5)

Eşitlik (5), hacim elemanı için düşünülürse ve Eşitlik (4)'te yerine yazılırsa Eşitlik (6) elde edilir.

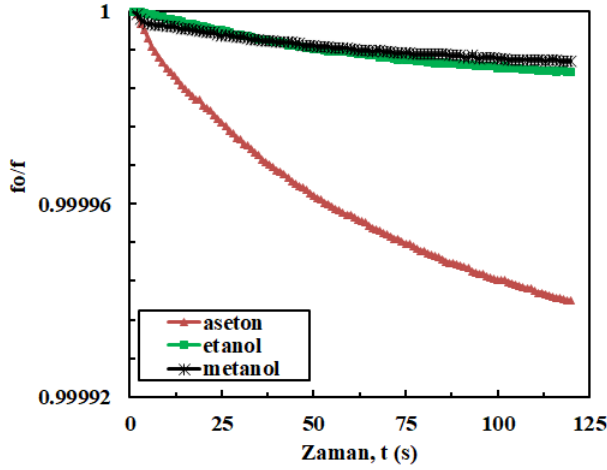
$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2 D\pi^2}{a_0^2}t\right) \quad (6)$$

Burada M_t ve M_∞ , difüzyonun t ve sonsuz zaman anındaki yüzeye difüz eden miktarlarıdır. Bu eşitlik daha basit bir forma indirgenğinde Eşitlik (7) elde edilir.

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 4 \sqrt{\frac{D}{\pi a_0^2}} t^{1/2} \quad (7)$$

Erken zaman denkliği olarak adlandırılan bu eşitlik, difüzyon katsayısının hesaplanmasında kullanılır. KKM sisteminde alınan ölçümlerde grafen LB ince film sensörü ile organik buhar etkileşiminde, filmin içerisine difüz eden zararlı organik buhar moleküllerinin miktarı arttıkça Δf frekans değişimi de arttığından Eşitlik (7), Eşitlik (8)'e dönüştürülebilir.

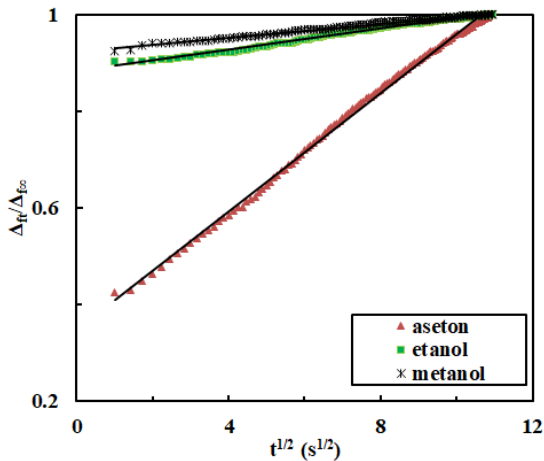
$$\frac{M_t}{M_\infty} \cong \frac{\Delta f(t)}{\Delta f(\infty)} = 4 \sqrt{\frac{D}{\pi d^2}} t^{1/2} \quad (8)$$



Şekil 5. Normalize frekans değişiminin zamana göre değişimi.

Şekil 5'ten elde edilen veriler kullanılarak

$[\Delta f(t)/\Delta f(\infty)]$ 'un zamanın kareköküne karşı grafiği elde edilmiş (Şekil 6) ve bu grafiğin eğiminden grafen LB ince film sensörü için aseton, etanol ve metanol buharlarının doymuş konsantrasyonlardaki difüzyon katsayıları Eşitlik (8) yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 6. Normalize frekans değişiminin zamana göre değişimi.

Tablo 1'de, grafen LB ince film sensörünün KKM'de alınan gaz sensör ölçümleri, aseton, etanol ve metanol için

incelendiğinde; aseton buharının doymuş konsantrasyon değerindeki difüzyon katsayısı değeri, etanol ve metanol buharlarına göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Etkileşme sürecinde, aseton buharına ait moleküller ince film yüzey içerisine daha hızlı difüz olmuştur.

Tablo 1. UOB' in difüzyon katsayı değerleri ve sensör-zararlı buhar etkileşimi frekans değişim değerleri

UOB	Δf (Hz)	Difüzyon katsayısı (D) ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$)
Aseton	342	20.43×10^{-16}
Etanol	76	1.30×10^{-16}
Metanol	51	0.91×10^{-16}

4. Tartışma

LB ince film tekniği kullanılarak üretilen grafen kaplı KKM kimyasal sensör; aseton, etanol ve metanol zararlı UOB'i ile etkileşmeye bırakılmış ve tüm deneysel çalışmalar oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Kinetik gaz deneyleri kütle değişimine hassas Kuartz Kristal Mikorbalans tekniği ile gerçekleştirilmiş, tüm veriler zamanın fonksiyonu olarak kaydedilmiştir. Grafen kaplı KKM sensörü bu çalışma kapsamında kullanılan UOB (aseton, etanol ve metanol) arasından en çok asetona karşı duyarlılık göstermiştir. Tablo 1'de frekans değişimi (Δf) ve difüzyon katsayı değerleri aseton > etanol > metanol şeklinde sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar UOB'nin bazı fiziksel özelliklerinden yararlanılarak açıklanabilir. Aseton (58.08 g

mol⁻¹) buharının molekül ağırlığının etanol (46.11 g mol⁻¹) ve metanol (32.04 g mol⁻¹) buharlarının molekül ağırlıklarına göre daha büyük olması; aseton buharının diğer organik buharlara kıyasla grafen LB ince filmin içine daha kolay/daha hızlı difüz olmasına neden olabilmektedir. Kinetik sonuçların, zararlı UOB'in molekül ağırlıklarına göre yorumlanması daha öce gerçekleştirilen ve literatürde yer alan çalışmalarla uyum göstermektedir (Acikbas ve ark., 2011; Sun ve ark., 2010). Molekül ağırlığı daha büyük olan zararlı organik buhar daha fazla rezonans frekansı değişimine neden olmaktadır. Sonuç olarak, Fick'in difüzyon kanununun elde edilen deneysel verilere matematiksel modelleme ile uyarlanması sonucu zararlı UOB'in difüzyon katsayı değerleri hesaplanmış olup literatüre kazandırılması sağlanmıştır.

Kaynaklar

- Acikbas Y, Capan R, Erdogan M, Yukruk F (2011). Thin film characterization and vapor sensing properties of a novel perylenediimide material. *Sens Actuators, B: Chem* 160: 65–71.
- Botcha VD, Narayanam PK, Singh G, Talwar SS, Srinivasa RS, Major SS (2014). Effect of substrate and subphase conditions on the surface morphology of graphene oxide sheets prepared by Langmuir–Blodgett technique. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 452: 65–72.
- Cai W, Jiang S, Xu S, Li Y, Liu J, Li C, Zheng L, Su L, Xu J (2015). Graphene saturable absorber for diode pumped Yb:Sc₂SiO₅ mode-locked laser. *Opt Laser Techno* 65: 1–4.
- Capan I, Tarımcı C, Capan R (2010). Fabrication of Langmuir–Blodgett thin films of porphyrins and investigation on their gas sensing properties. *Sens Actuators B: Chem* 144: 126–130.
- Crank J (1970). The Mathematics of Diffusion. *Oxford University Press*, London.
- Liu Q, Liu ZF, Zhang XY, Zhang N, Yang LY, Yin SG, Chen YS (2008). Organic photovoltaic cells based on an acceptor of soluble graphene. *Appl Phys Lett* 92: 223303.
- Quang VV, Hung VN, Tuan LA, Phan VN, Huy TQ, Quy NV (2014). Graphene-coated quartz crystal microbalance for detection of volatile organic compounds at room temperature. *Thin Solid Films* 568: 6–12.
- Sauerbrey G (1959). Verwendung von schwingquarzen zur wägung dünner schichten und zur microwägung. *Z Phys* 155: 206–222.
- Seger B, Kamat PV (2009). Electrocatalytically active graphene-platinum nanocomposites. Role of 2-D Carbon Support in PEM Fuel Cells. *J Phys Chem C* 113: 7990–7995.
- Sun P, Jiang Y, Xie G, Yu J, Du X, Hu J (2010). Synthesis and sensitive properties of poly-(bistriethylphosphine)-platinum diethynylbenzene for organic vapor detection. *J Appl Polym Sci* 116: 562–567.

- Yao Y, Chen X, Guo H, Wu Z (2011). Graphene oxide thin film coated quartz crystal microbalance for humidity detection. *Appl Surf Sci* 257: 7778–7782.
- Yao Y, Chen X, Li X, Chen X, Li N (2014). Investigation of the stability of QCM humidity sensor using graphene oxide as sensing films. *Sens Actuators B: Chem* 191: 779–783.
- Zhang H, Grüner G, Zhao Y (2013). Recent advancements of graphene in biomedicine. *J Mater Chem B* 1: 2542–2567.
- Zhang Y, Du L, Lei Y, Zhao H (2014). Construction of high-quality CdSe NB/graphene Schottky diodes for optoelectronic applications. *Mater Lett* 131: 288–291.
- Zhihua Y, Liang Z, Kaixin S, Weiwei H (2012). Characterization of quartz crystal microbalance sensors coated with graphene films. *Procedia Eng* 29: 2448–2452.
- Zhu Z, Su M, Ma L, Ma L, Liu D, Wang Z (2013). Preparation of graphene oxide–silver nanoparticle nanohybrids with highly antibacterial capability. *Talanta* 117: 449–455.



Türkiye İçin Endemik Bir Bitki Olan *Cousinia foliosa* Boiss. & Balansa (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar

Deniz ULUKUŞ^{1*}, Osman TUGAY²

*Sorumlu yazar: ulukusdeniz@gmail.com

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, KONYA
Orcid No: 0000-0002-9627-5492 / ulukusdeniz@gmail.com

²Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, KONYA
Orcid No: 0000-0003-3980-7648 / otugay@selcuk.edu.tr

Öz: *Cousinia* Cass. cinsi Asteraceae familyasının en büyük cinslerinden biri olup yaklaşık 700 türle temsil edilmektedir. Bu çalışma, *Stenocephalae* Bunge seksiyonu içerisinde yer alan *Cousinia foliosa* türünün anatomik ve palinolojik özelliklerinin belirlenerek cinsin sistematığına katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. *C. foliosa* türünün polen mikromorfolojik özellikleri çalışılmış ve türe ait fotoğraflar verilmiştir. Bu türün anatomik çalışmasında gövde, yaprak ve orta damar özellikleri tespit edilerek fotoğrafları verilmiştir. Anatomik çalışmalar için bitki kısımları parafine gömülmüş ve dokuların boyanma işlemi için safranin fast green boyama metodu uygulanmıştır. Anatomik karakterlerden orta damar şeklinin dairemsi ve orta damardaki iletim demeti sayısının 8 olmasıyla bu karakterlerin türlerin ayırımında önemli olduğu belirlenmiştir. Palinolojik çalışmalar için ışık mikroskobu kullanılmış ve polen şekli subprolat olarak tespit edilmiştir. SEM mikroskobu kullanılarak polen ekzin yüzey süslerinin fotoğrafları çekilmiş ve polenlerin verrukoz olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, *Cousinia*, Palinoloji, *Stenocephalae*, Türkiye.

Anatomical and Palynological Studies on *Cousinia foliosa* Boiss. & Balansa (Asteraceae), Which is an Endemic Plant to Turkey

Abstract: The genus *Cousinia* Cass. is one of the largest genera of the Asteraceae family and is represented by about 700 species. This study is carried out in order to contribute to the systematic of the genus by determining the anatomical and palynological characteristics of the *Cousinia foliosa* species in the *Stenocephalae* Bunge section. Pollen micromorphological characteristics of *C. foliosa* species are studied and photos of the species are given. In the anatomical study of this species, its stem, leaf and midrib features are determined and photographs are given. For anatomical studies, plant parts are embedded in paraffin and safranin fast green staining method is applied for staining the tissues. From anatomical characters, it has been determined that the midrib shape is important in the differentiation of the species, with the number of orbicular and midrib vascular bundles being 8. For palynological studies are used light microscopy and pollen shape is determined as subprolate. Pollen exine sculpturing is taken photo and determined verrucose by using SEM microscopy.

Keywords: Anatomy, *Cousinia*, Palynology, *Stenocephalae*, Turkey.

1. Giriş

Cousinia (Asteraceae, Cardueae) cinsi Asteraceae familyası içerisinde yaklaşık 700 türle temsil edilip Türkiye, İran, Afganistan ve Orta Asya'da yayılış göstermektedir. *Cousinia* cinsi yüksek tür çeşitliği ve endemizme sahip olup

İran Turan fitocoğrafik bölgesiyle karakterize edilmektedir (Djamali ve ark., 2012).

Cousinia cinsine ait ilk detaylı çalışmalar morfolojik verilere dayalı olarak Bunge (1865) tarafından yapılmıştır. *Cousinia* cinsini sırasıyla; Bunge (1865) 23

seksiyon içinde 126 türle, Bunge'nin incelemelerine dayalı olarak Boissier (1875) 14 seksiyon içinde 141 türle, Tscherneva (1962) 50 seksiyon içinde 260 türle değerlendirmişlerdir. Pakistan dağları, İran platoları, Türkmenistan ve Afganistan'ı da kapsayan İran florasında *Cousinia* cinsi 58 seksiyon içinde 350'den fazla tür ile değerlendirilmiştir (Rechinger, 1972). Rechinger (1986)'e göre *Cousinia* cinsi muhtemelen eşsiz bir farklılaşma derecesiyle sınırlı bir yayılış alanında tür sayısı bakımından yüksek bir orana sahiptir.

Cousinia cinsi, Carduinae alt tribusu içerisinde *Arctium* L. *Hypacanthium* Juz. ve *Schmalhausenia* C.Winkl. cinsleri ile birlikte "Arctium-Cousinia" kompleks ya da *Arctium* adı verilen monofletik bir grup oluşturduğu belirtilmiştir (Susanna ve ark., 2003; Susanna ve Garcia-Jacas, 2007).

Cassini tarafından *Cousinia* cinsi *Carduus orientalis* Adams. olarak 1827 yılında tanımlanmıştır. *Cousinia* cinsi Türkiye Florası'nda 6 seksiyon içinde 26'sı endemik, toplam 38 tür ile temsil edilmektedir (Huber-Morath, 1975). Türkiye bitki listesine göre ülkemizde 39 tür olduğu belirtilmiştir (Tugay, 2012). Yakın zamanda yayımlanan *Cousinia agridaghensis* Tugay, Ertuğrul & Ulukuş yeni türü ile Türkiye'de cinsin toplam tür sayısı 40'a ulaşmıştır (Tugay ve ark., 2019).

Cousinia cinsi *Stenocephalae* seksiyonu 2'si endemik toplam 4 türle

(*Cousinia davisiana* Hub.-Mor., *C. foliosa* Boiss. & Balansa, *C. ramosissima* DC., *C. stenocephala* Boiss.) temsil edilmektedir. Bu seksiyon üyeleri çok yıllık, gövdeleri 15-60 cm, korimboz dallı, çoğunlukla çalimsı, gövde yaprakları çoğunlukla dekurrent, üst yapraklar sıklıkla involukrumla birlikte, kapitulalar küçük, çok sayıda, genellikle az çiçekli, involukrum genellikle oblong-silindirik, bazen ovoid; fillariler 12-90, dik ya da geriye kıvrık, çoğunlukla kısa dikenli, çiçekler sarı, pembe ya da kırmızı, nadiren beyaz, 8-14 mm, akenler küçük, 4-5 x 2-3 mm, çoğunlukla uçta trunkat ve ince küçük dişlidir (Huber-Morath, 1975). *Stenocephalae* seksiyonu türlerine ait polenlerin prolat, izopolar ve trikolporat apertüre sahip olduğu, ayrıca polen yüzey süslerinin ise yoğun ve seyrek verrukoz olduğu tespit edilmiştir (Saber ve ark., 2009). Seksiyona ait bazı türler üzerine yapılan karyolojik çalışmalarda kromozom sayıları $x=12$ ve $x=13$ olarak belirlenmiştir (Djavadi, 2012).

Türkiye için endemik olan *Cousinia foliosa* türünün anatomik ve palinolojik özelliklerinin belirlendiği bu çalışma, cins ile ilgili ileride yapılacak farklı çalışmalar için katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan örnekler yayılış gösterdiği lokalitelerden fotoğraflanmış ve toplanmıştır. Anatomik ve

palinolojik çalışmalarda C5 Mersin; Toros, Değirmenbaşı, step, 1610 m, 23.07.2013, *O.Tugay 8473 & D.Ulukuş* (KNYA) kayıtlı örnek kullanılmıştır. Anatmik çalışmalarda için % 70'lik alkol bulunan şişeler içerisine bitkinin gövde ve yaprakları alınmıştır. Anatmik çalışmalarda öncelikle parafine gömme metodu kullanılarak materyallerden Leica RM2125RT marka mikrotom kullanılarak 8 ve 10 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Kesitleri alınmış örnekler safranin-fast green boyama metoduyla boyanmış ve entellan kullanarak sabit preparat haline getirilmiştir (Johansen, 1940). Leica DM1000 binoküler ışık mikroskobu ve Leica DFC280 kamera altında preparat fotoğrafları çekilmiştir. Palinolojik çalışmalar için çiçeklerden alınmış polen örnekleri kullanılmış ve Wodehouse (1935) yöntemine göre preparatlar hazırlanmıştır. Polen ölçümleri

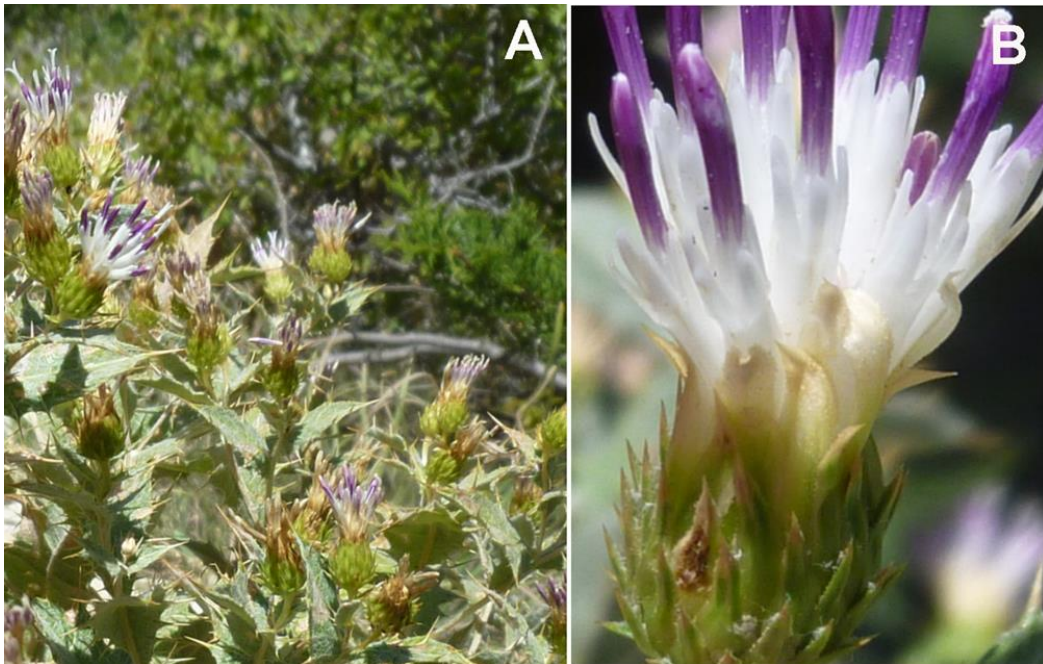
için ışık mikroskobu kullanılıp polar ve ekvatorial eksenlerini, ekzin ve intin kalınlıklarını belirlemek için 30 adet ölçüm yapılmıştır. Polenin yüzey süsleri SEM mikroskobu kullanılarak tespit edilmiştir. Polen terminolojisi için Punt ve ark. (2007)'nin çalışmasından faydalanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bitkinin anatmik ve palinolojik çalışmaları yapıp fotoğrafları ile birlikte özellikleri verilmiştir.

Cousinia foliosa Boiss. & Balansa. in Boiss., Diagn.ser. 2(6):116 (1972) (Şekil 1A-B).

Tip: [Turkey B5 Kayseri] in regione montana superiori montis Asian Dagh, Cappadociae, 5 viii 1856, Balansa 697 (holo. G!).

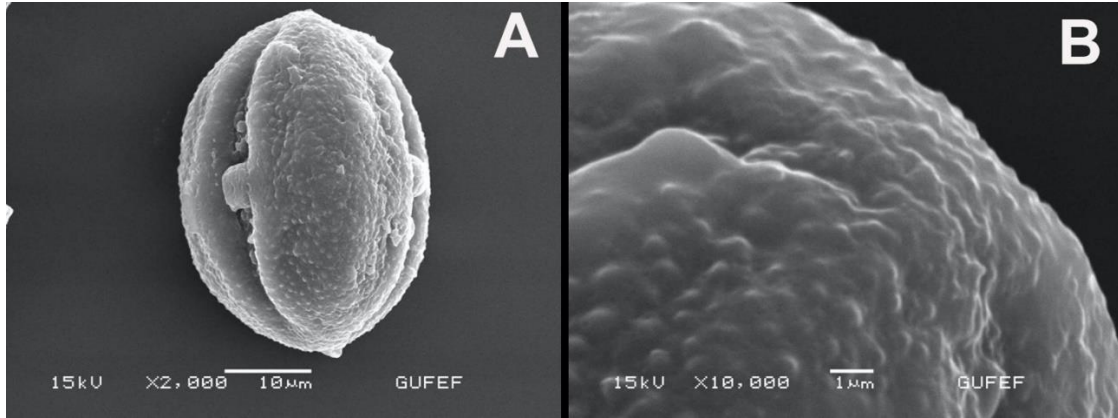


Şekil 1. *Cousinia foliosa*'nın A. Habitat, B. Kapitula görünümü

3.1. Palinolojik Bulgular

Cousinia foliosa polenleri monad, apertür tipi trikolporat, polen şekli ise subprolattır. Polar eksen $23.63 \pm 1.31 \mu\text{m}$ ve ekvatorial eksen $19.31 \pm 2 \mu\text{m}$ 'dir. Kolpus

sınırları belirgin olup kutup uçlarına kadar uzanmamaktadır. Ekzin kalınlığı $1.07 \pm 0.14 \mu\text{m}$, intin $0.49 \pm 0.02 \mu\text{m}$ 'dir. Ekzin ornamentasyonu verrukozdur (Şekil 2A-B).



Şekil 2. *Cousinia foliosa* polen SEM fotoğrafları A. Ekvatorial B. Ekzin ornamentasyon görünümü

3.2. Anatomik Bulgular

3.2.1. Gövde

Cousinia foliosa gövdesinden alınan enine kesitlerde en dışta tek sıra halinde koruyucu epiderma dokusu bulunmaktadır. Epiderma hücreleri oval ve dikdörtgen şekilli hücrelerden oluşmaktadır. Epidermanın üzerinde ince bir kutikula tabakası bulunmaktadır. Epidermadan merkeze doğru dikdörtgen, beşgen ve oval şekillerde parankima hücrelerinden oluşmuş 6-8 sıralı korteks tabakası yer almaktadır. Burada çok yoğun bir şekilde sıralanmış hücrelerden oluşan sklerenkima tabakası bulunmaktadır. Dış floem ve iç floem tabakası üzerindeki sklerenkima tabakası boyutları $70-80 \mu\text{m}$ ve $20-40 \mu\text{m}$ 'dir. İletim demetleri gövde eksenine paralel olarak sıralanmış ve iyi

gelişmiştir. Floem tabakası yoğun küçük hücrelerden oluşmuş ve kambiyum tabakası net bir şekilde görülmemektedir. Ksilemde merkeze doğru ilerleyen oval ve dikdörtgen şekilli trake hücreleri görülmektedir. Merkezde ise genellikle beşgen şekilli parankima özelliğinde hücrelerden oluşan öz bölgesi bulunmaktadır (Şekil 3A-B).

3.2.2. Lamina

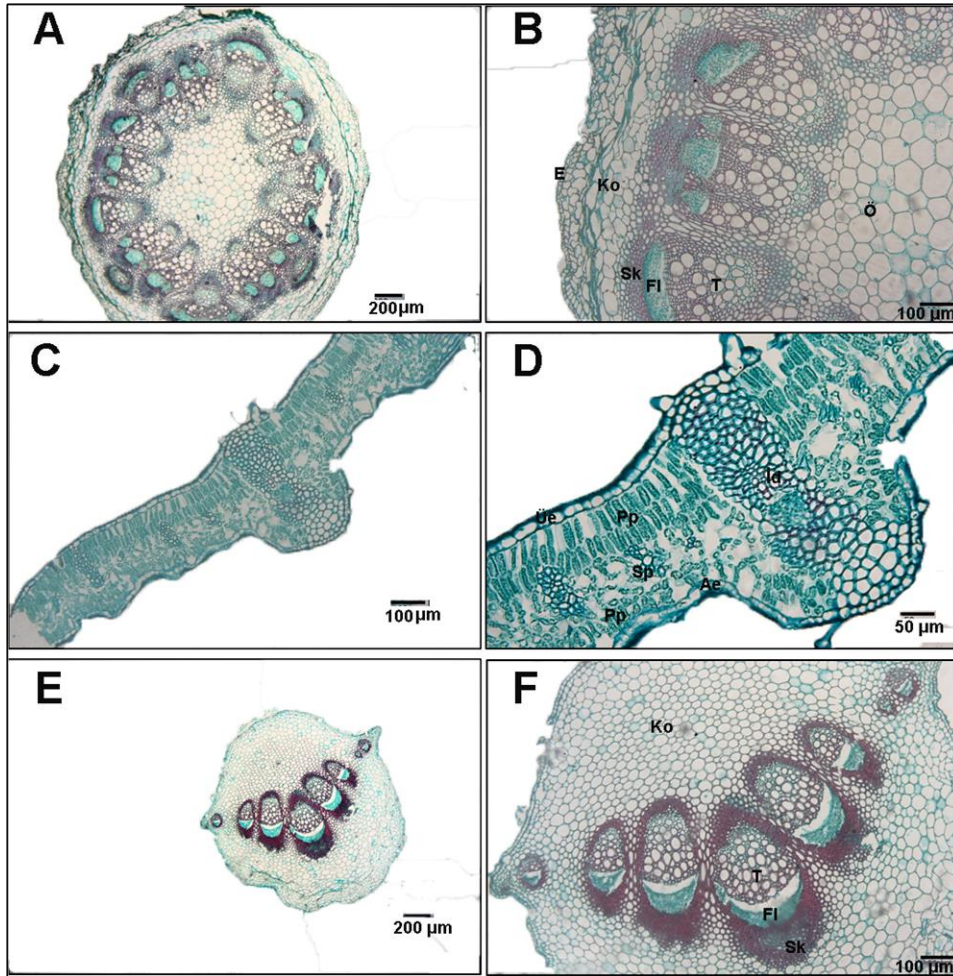
Bitkinin yaprak enine kesitinde tek sıra halinde sıralanmış alt ve üst epiderma tabakası bulunmaktadır. Üst epiderma tabakası çoğunlukla dikdörtgen şekillidir. Alt epiderma hücreleri üste göre biraz daha küçüktür. Alt ve üst epiderma arasında kalan mezofil tabakası parankima özelliğinde olup palizat, sünger ve tekrar palizat şeklinde sıralanmıştır. Üst epiderma altında bol

miktarda kloroplast içeren 2-3 sıralı palizat parankiması hücreleri silindirik şekilli ve düzensiz sıralanmıştır. Sünger parankiması ise 2-3 sıralı düzensiz şekillidir. Alt epidermanın iç kısmında bulunan 1 sıra halinde palizat parankiması hücreleri daha küçük boyutlarda görülmektedir. Yapraklar ekvifasiyal olup orta damarda floem ve ksilemden oluşan kollateral tipte büyük bir iletim demeti bulunmaktadır (Şekil 3C-D).

3.2.3. Orta Damar

Yapraktan alınan enine kesitlerde orta damar şeklinin dairemsi olduğu tespit edilmiş olup 3'ü büyük ve 5'i küçük olmak

üzere toplam 8 tane iletim demeti sayılmıştır. Floem ve ksilem dokularının etrafı yoğun sklerenkima hücreleriyle çevrilmiştir. İletim demetlerin hem alt hem üst kısmında epidermaya kadar kollenkima ve parankima hücreleri bulunmaktadır. Sırasıyla alt epiderma ve üst epidermanın kollenkima aralığı 250 ve 350 µm arasındadır. Parankima hücreleri beşgen ve altıgen şekillidir. Floem tabakası çok küçük boyutta hücrelerden oluşmuştur. Ksilem dokusu iyi gelişmiş, trake elemanları oval ve dikdörtgenimsi şekillidir (Şekil 3E-F).



Şekil 3. *C. foliosa*'nın gövde ve yaprak anatomik yapısı A & B. Gövdenin enine kesiti (E: epiderma, Ko: Kortex, Sk: Sklerenkima, Fl: Floem, T: Trake, Ö: Öz); C & D. Yaprak enine kesiti (Üe: Üst epidermis, Pp: Palizat parankiması, Sp: Sünger parankiması, Ae: Alt epiderma, İd İletim demeti) E & F. Orta damar enine kesiti (Ko: Kollenkima, Sk: Sklerenkima, Fl: Floem, T:Trake).

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre anatomik karakterlerden ortada damar şekli ve iletim demeti sayısının önemli olduğu tespit edilmiştir. Palinolojik ve mikromorfolojik özellikler ile ilgili ölçümler verilmiştir.

Literatüre göre *Cousinia* cinsi üzerine son zamanlarda bazı anatomik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, Ulukuş ve Tugay (2019a) *Cousinia* cinsinin *C. halysensis* Hub.-Mor. türüne ait anatomik, gövde, yaprak ve orta damarın anatomik özelliklerini belirlemişlerdir. Gövde anatomisinde küçük farklılıklar gözlenmiş, yaprak ve yaprak orta damar özelliklerinin ise türlerin ayırımında önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yaprak anatomisinin enine kesiti incelendiğinde *C. halysensis* türünün orta damar şeklini yarı dairemsi iken *C. foliosa* da orta damar şeklinin dairemsi olması, ayrıca *C. halysensis* türünde orta damar iletim demeti sayısı 10 iken, *C. foliosa* türünde ise 8 olmasıyla orta damar anatomisinin türlerin ayırımında önemli bir karakter olduğu görülmüştür.

Ulukuş ve Tugay (2019b) *C. iconica* Hub.-Mor. türünün gövde, yaprak ve orta damar enine kesitlerini incelemişler, yaprak mezofil tabakasındaki farklılıkların ve orta damardaki iletim demeti sayısının türlerin ayırımında önemli bir karakter olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada *C. iconica* türü bifasiyal yaprağa sahipken, mevcut

çalışmada *C. foliosa* türü ekvifasiyal yaprak tipine sahiptir. Ulukuş ve Tugay (2019b), yaptıkları çalışmada *C. iconica* türünün orta damar şekli yarı dairemsi iken bu çalışmada *C. foliosa* türünün orta damar şeklinin dairemsi, ayrıca *C. iconica* türünün orta damar iletim demeti sayısının 10 iken *C. foliosa* türünde ise 8 olduğu görülmüştür.

Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre *C. foliosa* türünde palizat parankiması hücre sayısı, orta damardaki iletim demeti şekli ve sayısının önemli olduğu belirlenmiş olup, elde edilen bulgular Attar ve ark. (2004), Ulukuş (2019) ile Ulukuş ve Tugay (2019a; 2019b; 2020)'ın yaptığı çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Cousinia cinsi türleri üzerine palinolojik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Saber ve ark. (2009) yaptığı çalışmada *Stenocephala* seksiyonuna ait 25 türün ışık ve SEM mikroskobu ile palinolojik incelemeler gerçekleştirip polenlerin prolat, trikolporat polen yüzeyinin verrukoz olduğunu belirlemişlerdir. Jafari ve Ghanbarian (2007) *C. eriobasis* Bunge türünü incelemişler ve polen şeklinin subprolat ve verrukoz yüzey süsüne sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tarafımızca yapılan palinolojik çalışmada ise polen yüzey süsünün verrukoz ve polen şeklinin subprolat olması, çalışmamızın önceki yapılan çalışmalarla uyumlu olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara rağmen Ahmad-Khanbeygi ve ark. (2011) türler arasında

akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde sadece polen özelliklerinin yeterli olmadığı, ayrıca moleküler araştırmaların da yapılmasını önermişlerdir.

Bu çalışmada, *C. foliosa* türünün gövde, yaprak ve orta damara ait anatomik özellikleri ilk kez detaylıca verilmiştir. Yapılan bu çalışmanın, cinse ait ileride yapılacak anatomik çalışmalara yardımcı olacağı, palinolojik incelemeler neticesinde bulunan karakterlerin cinsin sistematik

çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada *Cousinia foliosa* türlerinin incelenmesinde yardımcı olan AEF, ANK, E, G, GAZI, HUB, ISTE, ISTF, K herbaryum sorumlularına teşekkür ederiz. Çalışılan örnekler 111T364 nolu TÜBİTAK Projesi sırasında toplanmış olup TÜBİTAK'a teşekkürü borç biliriz.

Kaynaklar

- Ahmad-Khanbeygi Z, Sheidai M, Attar F (2011). Morphometry and palynological study of genus *Cousinia* sect. *Cousinia* (Asteraceae) in Iran. *Iran J Bot* 17(2): 158–166.
- Attar F, Ghahreman A, Mahdigholi K, Sheidai M (2004). Anatomy-taxonomy studies of the species of section *Serratuloideae* (*Cousinia*, Compositae) in Iran. *Iran J Bot* 10: 119–141.
- Boissier E (1875). *Flora Orientalis*, vol. 3. H. Georg, Geneva & Basilea (Basel), 1033 pp.
- Bunge AV (1865). *Übersichtliche Zusammenstellung der Arten der Gattung Cousinia* Cass. *Mémoires de l'Academie Imperiale des Sciences de*. Saint Petersburg, 7(9): 1–56.
- Djamali M, Baumel A, Brewer S, Jackson ST, Kadereit JW, Lopez-Vinyallonga S, Mehregan I, Shabaniyan E, Simakova A (2012). Ecological implications of *Cousinia* Cass. (Asteraceae) persistence through the last two glacial-interglacial cycles in the continental Middle East for the Irano-Turanian flora. *Rev Palaeobot Palynol* 172: 10–20.
- Djavadi SB (2012). New chromosome counts in *Cousinia* (Asteraceae, Cardueae) sections *Cynaroideae* and *Stenocephalae* from Iran. *Iran J Bot* 18: 86–93.
- Huber-Morath A (1975). *Cousinia* Cass., Davis PH (Ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* Vol 5: pp. 329–353. *Edinburgh University Press*, Edinburgh.
- Jafari E, Ghanbarian G (2007). Pollen morphological studies on selected taxa of Asteraceae. *J Plant Sci* (2): 195–201.
- Johansen DA (1940). *Plant Microtechnique*. McGraw-Hill, New-York.
- Punt W, Hoen P, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Rev Palaeobot Palyno* 143: 1–81.
- Rechinger KH (1972). *Compositae-Cynareae I: Cousinia.*, Rechinger K.H. (Ed.) *Flora Iranica* 90: 1–329.
- Rechinger KH (1986). *Cousinia*: morphology, taxonomy, distribution and phytogeographical implication. *Proc R Soc Edinb* 89B: 45–58.

- Saber A, Attar F, Djavadi S (2009). Studies of pollen grains in the Sect. *Stenocephalae* (*Cousinia* Cass.- Asteraceae) in Iran. *Iran J Bot* 15: 114–128.
- Susanna A, Garcia-Jacas N, Vilatersana R, Garnatje T (2003a). Generic boundaries and evolution of characters in the *Arctium* group: A nuclear and chloroplast DNA analysis. *Collect Bot (Barcelona)* 26: 101–118.
- Susanna A, Garcia-Jacas N (2007). Tribe *Cardueae*. In Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*, Springer. Verlag Berlin Heidelberg. 8: 123-146.
- Tscherneva O (1962). *Cousinia* Cass. In: Schischkin, B.K. (Ed.) *Flora of the USSR*, vol. 27. Akademiya Nauk, Leningrad, 108–357.
- Tugay O (2012). *Cousinia*. (Editörler A. Güner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural MT, Babaç. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Tugay O, Ulukuş D, Ertuğrul K, Uysal T, Demirelma H, Dural H (2019). A new species of *Cousinia* (sect. *Cousinia*, Asteraceae) from the Ağrı Mountain (eastern Turkey): evidence from morphology, karyology and anatomy. *Phytotaxa* 427(4): 259–269.
- Ulukuş D, Tugay O (2019a). Endemik *Cousinia halysensis* Hub.-Mor. (Papatyagiller/Asteraceae) türünün anatomik, palinolojik ve mikromorfolojik yönden incelenmesi. *Bağbahçe Bilim Dergisi* 6(1): 59–65.
- Ulukuş D, Tugay O (2019b). Micromorphological, palynological and anatomical properties of endemic *Cousinia iconica* Hub.-Mor. (sect. *Cousinia* /Asteraceae). *Bağbahçe Bilim Dergisi* 6(2): 58–63.
- Ulukuş D (2019). Anatomical, palynological and achene micromorphological characteristics of *Cousinia boissieri* Buhse (Sect. *Leiocaules*, Asteraceae) growing in Turkey. *Biodicon* 12(2): 119–125.
- Ulukuş D, Tugay O (2020). Morphology, anatomy and palynology of two endemic *Cousinia* Cass. Species (Sect. *Cousinia*, Asteraceae) and their taxonomic implications. *Pak J Bot* 52(1): 297–304.
- Wodehouse RP (1935). Pollen grains. Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York and London.



İÇİNDEKİLER (CONTENTS)



- İnsektisitlerin Doğadaki Döngüsü ve Sucul Çevreye Etkileri.....29-40**
The Cycle of Insecticides on Nature and Its Effects on the Aquatic Environment
Figen Esin KAYHAN
- Üropatojenik *Escherichia coli* Suşlarının Antibiyotik Direnç Profilleri ve Genişlemiş Spektrumlu Beta Laktamaz (GSBL) Özelliklerinin Değerlendirilmesi41-65**
Evaluation of Antibiotic Resistance Profiles and Extended Spectrum of Beta Lactamase (ESBL) Properties of Uropathogenic Escherichia coli Strains
Mehmet Akif BOZKIR, Ahmet UYSAL, Emine ARSLAN
- Sündiken Dağları'nın (Ankara, Bilecik, Eskişehir) Oedemeridleri (Coleoptera: Oedemeridae) ve Habitat Tercihleri66-84**
Oedemerids (Coleoptera: Oedemeridae) and Their Habitat Preferences of Sündiken Mountains (Ankara, Bilecik, Eskişehir)
Şirin Bahar CAN, Abdullah HASBENLİ
- Sayma Verisi Modelleri Üzerine Bir Karşılaştırma: E- Ticarete Yaşanan Sorunlar Türkiye Örneği..85-102**
A Comparasion on Count Data Models: Example of Problems That Occured in E-Commerce Over the Turkey
Duygu KILIÇ, Hülya BAYRAK
- Net Fotopiki Elde Etmek İçin Puls Şekli Ayırma Yönteminin Bir Uygulaması103-109**
An Application of Pulse Shape Discrimination Method to Obtain Pure Photopeak
Elif Ebru ERMIŞ, Cüneyt ÇELİKTAŞ
- Grafen Kaplı Kimyasal Sensörlerin Şişme Davranışları ve Matematiksel Modelleme.....110-117**
Mathematical Modelling and Swelling Behaviors of Graphene-coated Chemical Sensors
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ, Kemal BÜYÜKKABASAKAL, Ali DENİZ, Yaser AÇIKBAŞ, Rifat ÇAPAN, Matem ERDOĞAN
- Türkiye İçin Endemik Bir Bitki Olan *Cousinia foliosa* Boiss. & Balansa (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar.....118-125**
Anatomical and Palynological Studies on Cousinia foliosa Boiss. & Balansa (Asteraceae), Which is an Endemic Plant to Turkey
Deniz ULUKUŞ, Osman TUGAY

Ekim 2020

Cilt: 46

Sayı : 2