

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
FEN DERGİSİ



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

Ekim 2017

Cilt: 43

Sayı : 2



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ

SELÇUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

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

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

İletişim/Correspondence

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42250, Konya
Tel: +90 332 2231873 Fax: +90 332 2412499

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

E-posta: selcukfendergi@gmail.com

Yayın Tarihi / Publication Date

28.04.2017

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

Baş Editör (Editor in chief)

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

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Prof.Dr. Yavuz BAĞCI, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Ülfet ATAV, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Ahmet Sinan ÇEVİK, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Haluk ÖZPARLAK, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. İlkey Hilal GÜBBÜK, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Mustafa ÖZMEN, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. İsmail KINACI, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Türkiye
Dr. Sinan ALKAN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye
Dr. Marcello LOCATELLI, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya
Dr. Adriano MOLLICA, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya
Dr. Simone CARRADORI, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara, İtalya

Danışma Kurulu (Advisory Board)

Prof.Dr. Rıza OĞUL, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Ayhan ÖZMEN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Salih YILDIZ, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Mustafa YILMAZ, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Ahmet KOÇAK, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Kemal AYDIN, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Mehmet Fedai KAYA, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Aktüerya Bölümü, Türkiye
Prof.Dr. Coşkun KUŞ, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. İmren HATAY PATİR, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Buğra SARAÇOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Türkiye
Doç.Dr. Gülşin ARSLAN, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Türkiye

43(2)
2017

Yazışma Adresi

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42250, Konya

✉: selcukfendergi@gmail.com

Tel : 0 332 223 18 73 • Faks : 0 332 241 24 99

..... Yılda İki Kez Yayınlanır



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ

SELÇUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

e-ISSN: 2458-9411

CİLT:43, SAYI:2, EKİM 2017

VOLUME:43, ISSUE 2, OCTOBER 2017

İÇİNDEKİLER

Contents

- Konya İli için Konutlarda Güneş Enerjisi ile Sıcak Su Temininin Tekno-Ekonomik Analizi91–101**
Techno-Economic Analysis of Hot Water Supply with Solar Energy for Residents in Konya Province
Gül Nihal GÜĞÜL
- Arktik Evleri için Enerji Verimli Yapı Malzemeleri103–112**
Energy Efficient Construction Materials for Arctic Homes
Gül Nihal GÜĞÜL
- Phlomido armeniacaee - Astragalion microcephali için Yeni Sintakson (Karaman/Ermenek/Türkiye)113–128**
A New Syntaxon for Phlomido armeniacaee - Astragalion microcephali (Karaman/Ermenek/Turkey)
Fatmağül GEVEN, Ayvaz ÜNAL, Ebru ÖZDENİZ
- Ne II Spektrumu için E1 Geçiş Olasılıkları129–137**
E1 Transition Probabilities for Ne II Spectrum
Gültekin ÇELİK
- İyonlaştırıcı Radyasyon ve Korunma Yöntemleri.....139–147**
Ionizing Radiation and Protection Methods
Bahattin ÇİMEN, Mehmet ERDOĞAN*, Rıza OĞUL
- s-Triazin Boyar Maddelerinin Sentezi ve Onların Bazı Metal Komplekslerinin İncelenmesi149–162**
The Synthesis of s-Triazine Dyes and Investigation of Some of Their Metal Complexes
Ziya Erdem KOÇ
- Ereğli (Konya, Türkiye) Bölgesinden Bal Arılarının Topladığı Polenin Etanol Ekstraktının Antioksidan ve in Vitro Bazı Enzim İnhibitör Aktiviteleri163–173**
Antioxidant and in Vitro Some Enzyme Inhibitory Activities of Ethanol Extract of Honeybee-Collected Pollen From From Ereğli (Konya, Turkey) Region
Haluk ÖZPARLAK, Gökhan ZENGİN, Ramazan CEYLAN
- Seseli tortuosum'un Antioksidan Aktivitesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu.....175–188**
Antioxidant Activity and Fatty Acid Composition of Seseli tortuosum
Şengül UYSAL, Gökhan ZENGİN, Gökalp Özmen GÜLER, Abdurrahman AKTÜMSEK
- δ-Yarıaçık Kümelerle Bazı Fonksiyonlar.....189–197**
Some Functions via δ-Semiopen Sets
Yusuf BECEREN

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

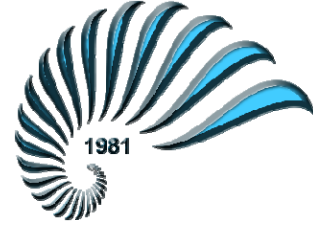
ISSN 2458-9411 (e-dergi) Dergi web sayfası <http://dergipark.gov.tr/sufefd>

Doç Dr. Evren YILDIZTUGAY, Editör,

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi,

Biyoteknoloji Bölümü, 42250 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 karşılmalı, 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 Küçüköğdük, 2012). Yazara atıf yapılırsa sadece yayının yılı parantez içine alınmalıdır. Örnek: Yıldızıtugay (2006)'a göre ya da Bağcı ve Küçüköğdük (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 Küçüköğdük, 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 TVS (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 kullanılmamalıdır (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 düzensel 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

42075 Kampüs/KONYA

Faks: 0 332 241 24 99

E-mail: selcukfendergi@gmail.com

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

Konya İli için Konutlarda Güneş Enerjisi ile Sıcak Su Temininin Tekno-Ekonomik Analizi

Gül Nihal GÜĞÜL

Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya

e-mail: gulgugul@selcuk.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Konya’da bulunan müstakil konutlarda sıcak su temininin güneş enerjisi sistemi ile sağlanması durumu teknolojik ve ekonomik olarak incelenmiştir. Yapılan hesaplamada saatlik iklim verisi, güneş enerjisi sisteminin teknik verileri ve ekonomik analiz verileri kullanılmıştır. Konutun sıcak su temini için enerji talebinin doğalgaz ile sağlanması ve güneş enerjisi ile sağlanması durumları ayrı ayrı incelenmiş, elde edilecek tasarruflar hesaplanmıştır. Buna ek olarak elde edilen enerji tasarrufuna bağlı CO₂ salım miktarındaki azalmalar hesaplanmıştır. Son olarak Konya’da bulunan son on yılda inşa edilen müstakil konutlara uygulanması durumunda elde edilecek enerji tasarrufu ve CO₂ salımındaki azalmalar hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjisi sistemi, sıcak su, enerji tasarrufu, ekonomik analiz

Techno-Economic Analysis of Hot Water Supply with Solar Energy for Residents in Konya Province

Abstract: In this study, the availability of hot water supply in detached houses in Konya with solar energy system has been examined technologically and economically. Hourly climate data, technical data of solar energy system and economic analysis data are used in the calculation. The energy demand of the house for hot water supply is examined separately for supplied with solar energy and with the natural gas, and the savings to be achieved are calculated. In addition, reductions in CO₂ emissions due to energy savings are calculated. Finally, energy savings and reductions in CO₂ emissions are calculated in the application to single detached houses in Konya built in the last decade.

Keywords: Solar system, hot water, energy saving, economic analysis

1. Kısaltmalar ve Semboller

DSF : Doğalgaz salım faktörü

GES : Güneş enerjisi sistemi

GÖS : Geri ödeme süresi

NNA : Net Nakit Akışı

1. Giriş

Türkiye’de konutlarda tüketilen enerji miktarı toplam nihai tüketimin %30’unu oluşturmaktadır (ETKB, 2010). Türkiye’de 1990-2013 yılları arasında konut ve hizmetler sektöründen kaynaklanan enerji tüketimi

sanayi sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır (DEK-TMK, 2015). Konut sektöründe tüketilen enerji miktarı konut sayısının hızla artmasına paralel olarak artmaktadır. Türkiye’de konut ve hizmetler sektöründe tüketilen enerjinin yaklaşık % 33’ü doğalgazdan kaynaklanmaktadır (DEK-TMK, 2015). Ülkemizde doğalgaz üretimi çok az miktardadır ve doğalgaz talebinin tamamına yakını ithal edilmektedir. 2012 yılında Türkiye’de doğalgaz talebinin % 98’i

ithal edilmiştir (ETKB, 2013). Bu sebeple ülkemizin doğalgazı çok verimli kullanması gerekmektedir.

Konya ilinde son on yılda 1.972.552 m² bir daireli müstakil konut inşa edilmiştir (TUIK, 2017). Müstakil konutlarda, yeterli çatı alanı bulunmasından dolayı güneş enerjisi sisteminin montajı için gerekli alan mevcuttur. Ülkemizin coğrafi konumu nedeni ile Türkiye’de uygulanabilen en uygun yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisidir. Türkiye’de sıcak su temini için kurulan güneş enerjisi paneli 2012 yılı sonu itibari ile 15.497.913 m²’ye ulaşmıştır (Mauthner ve Weiss, 2012). Buna ek olarak güneş enerjisi panel üretimi son yıllarda en hızlı büyüyen sektör haline gelmiştir (Benli, 2016).

Literatürde Türkiye’de sıcak su temini için güneş enerjisi potansiyelini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Fırat Üniversitesi’nde yapılan bir çalışmada Türkiye’nin güneş enerjisi sistemi için potansiyeli altı il için incelenmiştir (Benli, 2016). Bu çalışmada kurulu olan panellerin % 78’inin konutlarda kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye’de İç Anadolu Bölgesi iklimi şartlarında, Konya ilinde model müstakil bir konutun sıcak su temini amaçlı enerji ihtiyacını güneş enerjisi ile karşılaması durumunda elde edeceği enerji tasarrufu, sistemin geri ödeme süresi, bu sistem ile CO₂ emisyonunda elde edilecek azalma ve bu sistemin Konya ilinde son on

yılda inşa edilen bir daireli müstakil konutlara uygulanması durumunda elde edilecek tasarruf hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metot

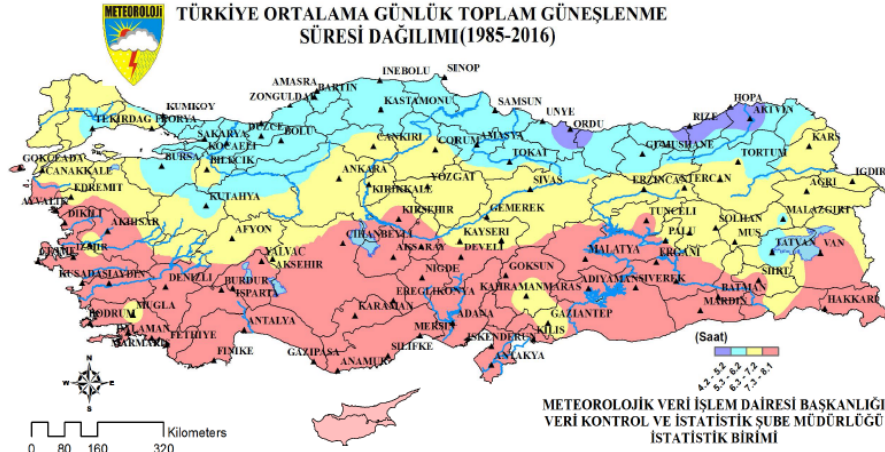
Bu bölümde; yapılan çalışmada model konutun sıcak su tüketiminin seçilmesi, kullanılan verilerin tespiti ve temini, sıcak su için enerji tüketiminin hesaplanması, güneş enerjisi sistemi ile elde edilen enerji tasarruflarının hesaplanması, CO₂ salınımindaki azalmaların hesaplanması ve tekno-ekonomik analiz için hesaplamaların yapılması sırasında izlenen yöntemler anlatılmaktadır. Ayrıca, elde edilen enerji tasarrufunun Konya’da bulunan bir daireli müstakil konutlar için geliştirilmesinde izlenen yöntemler de açıklanmıştır.

2.1. Model Konut

Bu çalışmada, müstakil konutlarda güneş enerjisi sistemi için yeterli çatı alanı olması ve Konya’da yeni yapılan müstakil konut sayısının hızla artması sebebi ile dört kişinin ikamet ettiği 180 m² ısıtma alanına sahip müstakil bir konut model olarak seçilmiştir. Konutun sıcak su temin etme amaçlı enerji ihtiyacı doğalgaz kullanan kombi ile karşıladığı varsayılmıştır.

2.2. Verilerin Temin Edilmesi

Konya iline ait meteorolojik veriler, Amerika Enerji Bakanlığı web sitesinden alınan Ankara iline ait normal saatlik iklim verileri ile oluşturulmuştur. Türkiye için ortalama günlük toplam güneşlenme süresi dağılımı (MGM, 2017) Şekil 1’de verilmiştir.

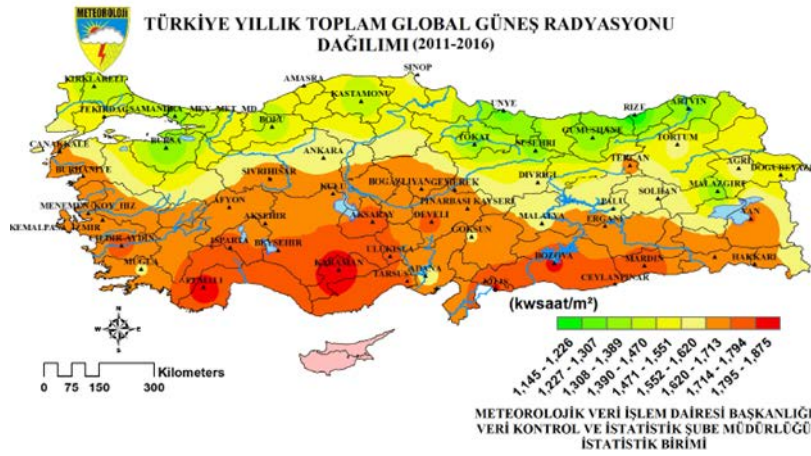


Şekil 1. Türkiye için ortalama günlük toplam güneşlenme süresi dağılımı (1985-2016), saat

Şekil 1’de görüldüğü gibi Ankara için günlük güneşlenme süresi ortalama 6.75 saat iken Konya için 7.7 saat’dir ve Ankara’dan 1 saat fazladır. Türkiye için yıllık toplam güneş radyasyonu dağılımı (MGM, 2017) ise Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2’de görüldüğü gibi Ankara için birim alanda toplam güneş radyasyonu

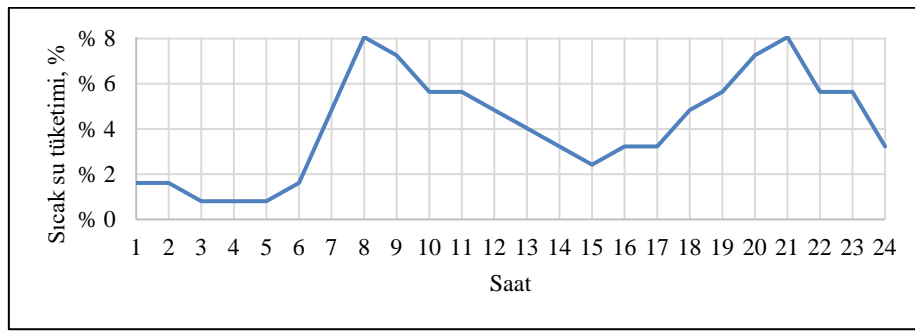
ortalama 1.586 kWsaat/m^2 , Konya için ise ortalama 1.754 kWsaat/m^2 ’dir ve Ankara’dan 0.168 kWsaat/m^2 fazladır. Bu veriler ışığında Ankara güneşlenme verisine 0.168 kWsaat/m^2 eklenerek ve günde 1 saat fazla güneşlenme olduğu göz önüne alınarak Konya için saatlik güneşlenme verisi elde edilmiştir.



Şekil 2. Türkiye için toplam güneş radyasyonu dağılımı (2011-2016), kWsaat/m^2

Güneş enerjisi ile sıcak su temin etme senaryosu için konutta tüketilen sıcak su miktarı bilgisine ihtiyaç vardır. Yapılan bir çalışmada dört odalı bir konutta günlük ortalama 220 litre sıcak su kullanıldığı belirtilmiştir (Köktürk, 2017). Bu sebeple bu konutta da günlük ortalama 220 litre sıcak su kullanıldığı varsayılmıştır. Güneşlenme verisi saatlik olduğu için hesaplamalar da

saatlik yapılmıştır. Saatlik sıcak su tüketiminin hesaplanabilmesi için Portekiz’de yapılan bir çalışmada elde edilen saatlik sıcak su kullanım profili kullanılmıştır (NetGreen, 2015). Portekiz’e ait mevcut bir sıcak su tüketim profili Şekil 3’de verilmiştir. Sıcak su kullanım profilinin yıl boyunca sabit olduğu varsayılmıştır.



Şekil 3. Portekiz’de yapılan bir çalışmada elde edilen saatlik sıcak su kullanım profili (NetGreen, 2015)

Saatlik sıcak su kullanım profil bilgileri ve günlük sıcak su tüketimi kullanılarak, Eşitlik 1 ile günün her saati için konutta tüketilen sıcak suyun miktarı hesaplanmıştır.

$$m_{(s_1)} = SKPY_1 \times 220 \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

m_{s_1} :Tüketilen saatlik sıcak su miktarı, kg/saat

$SKPY_1$: Saatlik sıcak su kullanım profili, %

l :Saat

Bu eşitlik ile konutun saatlik sıcak su tüketim miktarı hesaplanmıştır.

Buradan yola çıkılarak konutta tüketilen sıcak su miktarını hesaplamak için yeraltı toprak sıcaklığı verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Şebeke suyu sıcaklığının mevsimsel değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla aynı miktarda sıcak su temini için talep edilen enerji miktarı da şebeke suyuna bağlı olarak değişmektedir. Bu amaçla Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden Ankara için temin edilen yerin 100 cm altının saatlik toprak sıcaklığı verisi kullanılmıştır. Türkiye 100 cm toprak sıcaklıkları grafiği Şekil 4’de görülmektedir.



Şekil 4. Türkiye 100 cm toprak sıcaklıkları

Şekil 4’de görüldüğü gibi Ankara ve Konya için 100 cm toprak sıcaklığı aynıdır. Bu sebeple Ankara için 100 cm toprak sıcaklığı verisi Konya için kullanılmıştır.

Konutta saatlik sıcak su tüketim miktarı belirlendikten sonra, bu miktarda sıcak suyu temin edebilmek için tüketilen yıllık doğalgaz miktarı Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Q_{ssy} = \left(\sum_{l=1}^{8760} (m_{sss} \times c \times \Delta T) \times \frac{1}{UID \times EF_{ss}} \right) \quad (2)$$

Bu eşitlikte;

Q_{ssy} : Sıcak su temini için talep edilen yıllık DG miktarı, $m^3/yıl$

m_{sss_l} : Tüketilen saatlik sıcak su miktarı, kg/saat

c : Suyun öz ısısı

ΔT : Sıcak suyun derecesi-yeraltı toprak sıcaklığı, °C

UID : Doğalgaz üst ısıl değeri, kWh/m^3

EF_{ss} : Sıcak su temini için kullanılan cihazın verimi

Eşitlik 2’de görüldüğü gibi saatlik sıcak su temin etme amaçlı DG miktarı

belirlenmiş ve daha sonra elde edilen veriler toplanarak yıllık sıcak su temini için tüketilen DG miktarı belirlenmiştir. Böylece günlük sıcak su temini için tüketilen DG miktarı da belirlenmiştir.

Bu çalışmada, konutun ihtiyacı olan sıcak su miktarını karşılayabilmesi amacı ile 200 litre sıcak su, 50 litre soğuk su depo hacme sahip, suyun dolaşımını zorlanmış (pompa) dolaşimli sistemle sağlayan, 30 adet vakum tüplü güneş kolektörü sistemi (GES) kullanılmasına karar verilmiştir. GES’in enerji üretiminin, talebin ne kadar kısmını karşıladığının tespit etmek amacı ile GES’in üreteceği enerji Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_{GES} = GR \times EF_{GES} \times KA \quad (3)$$

Bu eşitlikte;

E_{GES} : GES’in üreteceği günlük enerji miktarı, $kWh/gün$

GR : Güneşten gelen günlük radyasyon, $kWh/gün \cdot m^2$

EF_{GES} : GES’in verimi

KA : Kolektör alanı, m^2

Son olarak konutun sıcak su temini için günlük enerji ihtiyacı ile GES'in üreteceği enerji miktarı kıyaslanarak, sistemin talebi ne kadar karşıladığı tespit edilmiştir.

2.3. Güneş Enerjisi Sisteminin Teknik Özellikleri

Bu çalışmada konutun günlük 220 litre sıcak su ihtiyacını karşılamak için Çizelge 1'de verilen teknik özelliklere sahip, 30 adet vakum tüplü güneş kolektörü, krom spiral serpantinli 200 litre sıcak su kazanı ve 50 litre soğuk su deposu olan basınçlı güneş enerjisi su ısıtma sisteminin kullanılması uygun görülmüştür.

Çizelge 1. Güneş enerjisi sisteminin teknik özellikleri (Kuzeymak, 2017)

Kollektör Özellikleri	
Emici yüzey	3 m ²
Tüp Sayısı	30 adet
Tüp Ölçüleri	47mm X 1800mm
Sıcak Su Kazanı	200 Litre
Soğuk Su Deposu	50 Litre

2.4. Emisyon Hesaplamaları

Doğalgaz enerjisinde elde edilen tasarruftan kaynaklanan CO₂ salınımindaki azalmayı hesaplayabilmek için doğalgaz salım faktörü (DSF) kullanılmıştır. Kullanılması öngörülen güneş enerjisi sistemi ile ilgili teknik özellik ve maliyet verileri uygun bulunan bir firmadan temin

edilmiştir. Sistemin ekonomik analizi sırasında ise yatırım maliyeti verileri, doğalgaz tarifesi ve faiz verileri kullanılmıştır.

CO₂ salınımindaki azalma miktarı enerji tasarrufu ve salım faktörü kullanılarak Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır.

$$CSA_i = ET_i \times SF_e \quad (4)$$

Bu eşitlikte;

CSA_i :CO₂ salınımindaki azalma, kg/yıl

ET :Enerji tasarrufu, m³/yıl, kWh/yıl

i :Senaryo tipi

SF :Salım faktörü, kg-CO₂/m³,kg-CO₂/kWh

e :Enerji tipi, Elektrik-doğalgaz

Son olarak güneş enerjisi sisteminin Konya'da son on yılda inşa edilen müstakil konutlarda kullanılması durumunda elde edilecek enerji tasarrufu hesaplanmıştır.

2.5. Ekonomik Analiz

Sistemin geri ödeme süresinin hesaplanması için ilk olarak kullanılması öngörülen sistemin mali değeri uygun bulunan bir firmadan talep edilmiştir. Geri Ödeme Süresi (GÖS)'nin hesaplanması için öncelikle yıllık Net Nakit Akışı (NNA) hesaplanmalıdır. Sıcak su üreten güneş enerjisi sistemi için NNA Eşitlik 5 ile hesaplanabilir.

$$NNA_j^{GES} = NG_j^{GES} - NÇ_j^{GES} = (SSTD \times DF_j) - (SIM_j^{GES} + (DG_{gey} \times DF_j)) \quad (5)$$

Bu eşitlikte;
 NNA_j^{GES} : Belirli bir yılda GES Senaryosu için net nakit akışı, TL/yıl
 NG_j^{GES} : Belirli bir yılda GES Senaryosu için nakit girişi, TL/yıl
 $NÇ_j^{GES}$: Belirli bir yılda GES Senaryosu için nakit çıkışı, TL/yıl
 j : Yıl
 DF : Doğalgaz Fiyatı, TL/m³
 $SSTD$: Mevcut durumda sıcak su için tüketilen doğalgaz miktarı, m³/yıl
 SIM_j^{GES} : Sistem işletim maliyeti, TL/yıl
 DG_{gey} : Güneş enerjisi yetersiz iken sıcak su temini için doğalgaz tüketimi, m³/yıl

GÖS'nin hesaplanmasında gelecek yılların doğalgaz fiyat bilgisi gerekmektedir. Son on yıla ait doğalgazın konutlara satış fiyatı verileri temin edilmiştir (Enerya, 2017). Bu şekillerde verilerin eğim çizgisi denklemi kullanılarak önümüzdeki yıllara ait doğalgaz fiyat verisi tahmini de yapılmıştır. Faiz değerinin yıllar bazında sabit kalması durumunda (Bernal-Agustín ve Dufo-López, 2006) NBD Eşitlik 6 ile hesaplanabilir.

$$NBD = \frac{NNA_1}{(1+nf)} + \frac{NNA_2}{(1+nf)^2} \dots + \frac{NNA_N}{(1+nf)^N} \\ = \sum_{j=1}^N \frac{NNA_j}{(1+nf)^j} \quad (6)$$

Bu eşitlikte;

NBD : Netbugünkü değer, TL

NNA_j : Belirli bir yılda net nakit akışı, TL/yıl

nf : Nominal faiz

j : Yıl

N : Sistemin işletim süresi, yıl

NBD'nin pozitif değer almasını sağlayan en düşük j değeri, Geri Ödeme Süresi (GÖS) olarak tanımlanır (Bernal-Agustín ve Dufo-López, 2006).

2.6. Sonuçların Genelleştirilmesi

TUIK istatistiklerine göre 2007 yılından itibaren Konya'da tamamen veya kısmen biten bir dairesel müstakil yeni ve ilave yapıların yüzölçümü 1.972.552 m²'dir. Elde edilen enerji kazancı konutun toplam alanına bölünerek metre kare başına yıllık enerji kazancı hesaplanmıştır. Bu veriler kullanılarak, 2007 yılından sonra yapılan toplam bir dairesel bina alanı, metre kare başına enerji tasarrufu ile çarpılmıştır. Böylece Konya ilinde bulunan 2007 yılından sonra inşa edilmiş bir dairesel müstakil konutlara uygulanması ile elde edilebilecek toplam enerji tasarrufu ve CO₂ salımındaki azalma hesaplanmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan simülasyon sonuçlarına göre konut için yıllık sıcak su temini amaçlı

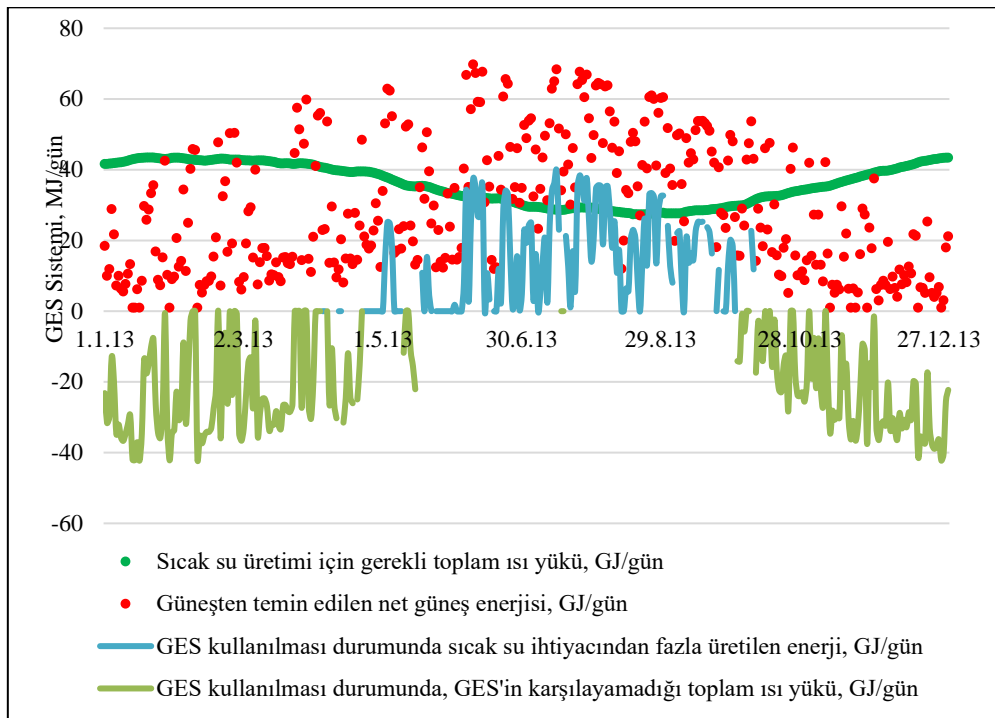
doğalgaz tüketimi 372 m³/yıl (13 GJ/yıl) olarak hesaplanmıştır. Sıcak su temin etme amaçlı doğalgaz tüketiminden kaynaklanan CO₂ salımı 798 kg-CO₂/yıl olarak hesaplanmıştır. Konutun ısıtılan alanının 180 m² olması sebebi ile konutun sıcak su temin etme amaçlı birim alan başına enerji tüketimi 0.073 GJ/m²-yıl olarak hesaplanmıştır.

Konutta Güneş Enerjisi Sistemi (GES) bulunmadığı ve sıcak su ihtiyacı doğalgaz ile çalışan kombi ile sağlandığı varsayılmıştır. Konutun günlük sıcak su tüketimi ortalama 220 kg/gün olarak öngörülmüştür. Güneşten temin edilen ve sıcak su temin etme amacı ile kullanılacak net güneş enerjisi ise 10 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. İhtiyaç fazlası enerji ise GES'de depolanamaması sebebi ile GES konutun sıcak su temin etme amaçlı

enerji talebinin % 65'ini (9 GJ/yıl, 244 m³/yıl) karşılayabilmiştir. Bu durumda birim alan başına elde edilen enerji tasarrufu 0.048 GJ/m²-yıl olarak hesaplanmıştır.

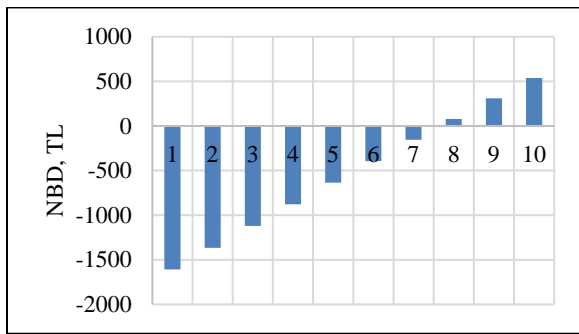
Konutta GES kullanılması durumunda sistemin üretebileceği, konutun sıcak su temini için ihtiyacı olan enerji talebi ve karşılanamayan enerji talebi Şekil 5'de görülmektedir.

Şekil 5'de yeşil çizgi konutun sıcak su temini için günlük enerji talebini göstermektedir. Kırmızı ile GES sisteminin üretebileceği enerji miktarı görülmektedir. Bu şekilden anlaşıldığı üzere yaz aylarında talebin oldukça üzerinde enerji üretilmiştir. Kış aylarında ise talebin büyük bir kısmı karşılanamamıştır.



Şekil 5. Konutta GES kullanılması durumunda sıcak su için enerji talebi

Kullanılması öngörülen GES sisteminin elde edilen fiyatı (KM 30 200 SBU GT Kuzeymak Güneş Enerji Sistemi, 2017) ve ekonomik veriler doğrultusunda yapılan ekonomik analizi sonucunda bu sistemin elde ettiği % 65 enerji tasarrufu ile kendini 8 yılda geri ödeyebileceği hesaplanmıştır. Sistemin NNA grafiği Şekil 6'da görülmektedir.

**Şekil 6.** GES sisteminin net nakit akışı (NNA) grafiği

2007 yılından itibaren Konya'da tamamen veya kısmen biten bir dairesel müstakil yeni ve ilave yapıların yüzölçümü 1.972.552 m²'dir. Bu konutların tamamının model konut ile aynı alan ve kişi sayısına sahip olması varsayıldığında, güneş enerjisi sisteminin bu konutlara uygulanması durumunda ise yılda 2.6 milyon m³ doğalgaz tasarrufu sağlanacağı hesaplanmıştır. Bu tasarruf ile CO₂ emisyonunda ise 5734 ton-CO₂/yıl azalma olacağı hesaplanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada Konya'da bulunan 180 m² alana sahip, dört kişinin yaşadığı müstakil bir konut model olarak seçilmiş, konutun sıcak su temini için enerji talebi iklim verisi kullanılarak 13 GJ/yıl

olarak, bu tüketimin doğalgaz eşdeğeri 372 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Daha sonra, konutta GES kullanılması senaryosunda yapılan hesaplamalara göre konutta sıcak su temin etmek amaçlı enerji tüketiminde % 65 tasarrufu sağlanacağı görülmüştür. GES'in geri ödeme süresi 8 yıl olarak hesaplanmıştır.

2007 yılından itibaren Konya'da tamamen veya kısmen biten bir dairesel müstakil konutlara güneş enerjisi sisteminin uygulanması durumunda ise yılda 2.6 milyon m³ doğalgaz tasarrufu sağlanacağı, CO₂ emisyonunda ise 5734 ton-CO₂/yıl azalma olacağı hesaplanmıştır.

Kaynaklar

- Benli H (2016). Potential application of solar water heaters for hot water production in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54: 99-109.
- Bernal-Agustín JL, Dufo-López R (2006). Economical and environmental analysis of grid connected photovoltaic systems in Spain. *Renewable Energy* 31(8): 1107–1128.
- DEK-TMK (2015). Türkiye Enerji Denge Tabloları. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Derneği. <http://www.dektmk.org.tr/incele.php?id=MTAw#> (Erişim tarihi:21.04.2014).
- Enerya (2017). Abone Satış Fiyatları. <https://portal.enerya.com.tr/DogalGazBirimFiyatlari/index.xhtml?city=07> (Erişim tarihi:21.08.2017)
- ETKB (2010). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/61543/2 (Erişim tarihi:01.05.2014)
- ETKB (2013). Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı. http://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi_04/Sayi_04.html#p=24 (Erişim tarihi:01.02.2014)
- Kuzeymak Güneş Enerji Sistemi (2017). http://gunesenerjimarkeci.com/urun/km-30-200-sbu-gtkuzeymak-gunes-enerji-sistemi-egimli-zemine-montaj_1380.aspx (Erişim tarihi:01.01.2017)
- Köktürk U. (2017). Sıhhi Tesisat Tekniğinde Su Tüketimi Hesabı. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/ed33392d3a48aa1_ek.pdf?dergi (Erişim tarihi:01.04.2017)
- Kuzeymak. (2017). KM 30 200 SBU GT. 1 4. http://www.kuzeymak.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=74&category_id=12&option=com_virtuemart&Itemid=53 (Erişim tarihi:10.04.2017)
- Mauthner F, Weiss W (2012). Solar Heat Worldwide. <http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien1016.pdf> (Erişim tarihi:01.04.2017)
- MGM (2017). Türkiye Günlük Güneşlenme Süreleri. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/Turkiye-Gunluk-Guneslenme-Suresi.pdf> (Erişim tarihi:01.04.2017)
- MGM (2017). Türkiye Yıllık Global Güneş Radyasyonu.

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/Turkiye-Yillik-Günes-Radyasyonu.pdf>

(Erişim tarihi:01.04.2017)

NetGreen (2015). Water Consumption Profile Over 24 Hours. NetGreen Solar:

http://www.netgreensolar.com/netgreen_heat_promo/body/images/costs_savings/profiles/hw_24hr_profile.PNG (Erişim tarihi:01.03.2016)

TUIK (2017). TUIK Bölgesel İstatistikler. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/Bolgesel/menuAction.do>

(Erişim tarihi:05.01.2017)

Energy Efficient Construction Materials for Arctic Homes

Gül Nihal GÜĞÜL

¹ Selçuk University, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, 42250, Secuklu, Konya, Turkey

e-mail: gulgugul@selcuk.edu.tr

Abstract: Residential sector of Alaska accounts for about 8% of the total national energy consumption. Space heating accounts for 72% of the total residential energy consumption. Many studies are conducted to model building energy consumption in different climates. However, there are very few studies about the most efficient building constructions for Alaska climate. In this study, heating energy consumption of a single detached dwelling in Anchorage and Fairbanks Alaska is modelled by means of eQUEST software. The results show that most energy efficient roof, wall and door construction materials are wood. House with dark colored roof and wall are estimated to consume 2% less energy for heating compared to light colored ones. Most energy efficient window glazing is concluded to be 12 mm argon filled triple glazing. In addition, the effect on the energy consumption of direction of doors and windows is also investigated.

Keywords: Building energy simulation, Alaskan houses, eQUEST, arctic climate

Arktik Evleri için Enerji Verimli Yapı Malzemeleri

Öz: Alaska'da konut sektörü, toplam ulusal enerji tüketiminin yaklaşık % 8'ini oluşturmaktadır. Toplam konut enerji tüketiminin % 72'sini alan ısıtması oluşturmaktadır. Farklı iklimlerde bina enerji tüketimini modellemek için birçok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte, Alaska iklimi için en verimli bina yapıları hakkında az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, Alaska Anchorage ve Fairbanks'daki bir müstakil konutun ısıtma enerji tüketimi, eQUEST yazılımı vasıtasıyla modellenmiştir. Sonuçlar, enerji tasarruflu en fazla çatı, duvar ve kapı inşaat malzemelerinin ahşap olduğunu göstermektedir. Koyu renkli çatı ve duvarları olan konutların açık renkli olanlara kıyasla ısıtma için % 2 daha az enerji tükettiği tahmin edilmiştir. Enerji tasarrufu en yüksek pencere camının, 12 mm argon boşluklu üçlü cam olduğu sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak, kapı ve pencerelerin yönünün enerji tüketimi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bina enerji simülasyonu, Alaska evleri, eQUEST, arktik iklim

1. Introduction

In the Arctic region, the temperature reaches extremely low values. There are great winds and storms that have a significant effect on the heat loss though the dwelling envelopes. Mean annual temperature of Anchorage is 2.2 °C and January is the coolest month with a mean temperature of -9.5 °C (ClimaTemps, 2016). Temperature difference between indoors and outdoors of

the buildings is too high that increases the significance of insulation. Also, main heat gain solar radiation is limited during winter. In northern America energy costs are very high due to accessibility only by air, boat or ice roads. Therefore energy saving is a significant issue in arctic area (Cornick et al., 2009).

Alaska was 5th among at electricity price (EIA-Electricity Price, 2016) and 30th at

price of natural gas for residential sector among 54 states in USA of by 2016. (EIA-NG Price, 2016). Despite the high energy price in Alaska, due to high energy requirement, Alaska is 3rd by total energy consumption per capita in USA (EIA-AK, 2016). Residential sector in Alaska accounts for about 8% of the total energy consumption and 72% of residential energy is consumed for space heating s (Pride, 2017). Increase in energy consumption results in increases of associated CO₂ emission. Figure 1 shows

CO₂ emission of residential sector in Alaska resulted from fossil fuel consumption between 1980 and 2013.

As it is seen from Figure 1, CO₂ emission especially from natural gas is increasing. Therefore, it is very important to decrease energy consumption for space heating in residential sector of Alaska, due to high energy consumption per capita, expensive energy prices, 41% rate of energy consumption for space heating and increasing CO₂ emission.

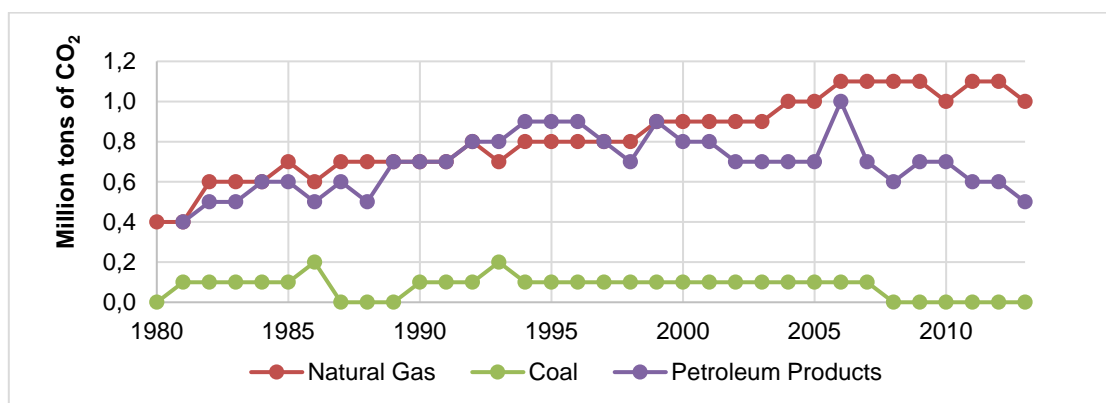


Figure 1. CO₂ emission of residential sector in Alaska (1980-2013) (EIA-CO₂ Emissions, 2016)

There are very few literature published about energy efficiency in buildings in the Arctic region (Bjarløv and Vladykova, 2011). A research conducted to calculate optimum room temperature for cold climates. The result of this study showed that, air temperature control strategy has an important effect on energy consumption and the best air temperature control strategy is to provide air constantly at 20 °C (Schiavon and Melikov,

2008). In addition, a study is developed to compare the energy performance of six high performance wall assemblies with typical baseline wall assemblies for Canadian Arctic Homes. Simulation of three buildings and calculation of their energy consumption for heating resulted in least energy consumption for heating with the most highly insulated wall system (Cornick et al, 2009). Heat gain from windows is described in detail in a PhD

thesis for Arctic areas (Vladykova, 2011). Another study is conducted to compare the potential of energy saving in detached and semi-detached wooden houses in Arctic Greenland. Results showed a current energy consumption between 214 and 383 kWh/m²-a for heating per year (Bjarløv and Vladykova, 2011). Grey-box modeling of the heat dynamics of an apartment in a highly insulated test building located in the Arctic is presented in a study (Andersen et al., 2014). A study conducted to analysis the effect of building orientation on heat gain at high latitudes. The results indicate that in new constructed buildings orientation does not effect a building's energy load (Barrett, 2014).

The purpose of this study is to model hourly energy consumption for heating of a single detached dwelling located at

Anchorage and Fairbanks Alaska. Then, determine most energy efficient construction types.

2. Materials and Methods

This section contains information on the characteristics of the model house, methodology followed during model development, scenario application and energy efficiency calculations of the results of the scenarios.

2.1. Characteristics of the Model House

Two reference houses with same property are located in Anchorage and Fairbanks Alaska. Houses are single storey, single detached and have 230 m² heated area. Heating system is baseboard electricity system with heating set point 20 °C. The main features of the reference houses are given in Table 1.

Table 1. The main features of the reference house

Feature	Value		Unit
Location	Anchorage		
Building Area	2500		ft ²
Number of Floors	1		
Heating Equipment	Baseboard		
Floor Heights	Flr-To-Ceil	8	ft
	Flr-To-Flr	9	ft
Building Orientation	North		
Heating Set Point	68		°F
Minimum Design Air Flow	0.5		cfm/ft ²
Capacity of Baseboard Heating System	22		kW
Hot Water Usage	20		gal/person/day
Hot Water Energy Factor	0,87		
Hot Water Supply Water Temp.	110		°F
Water Inlet Temp	Equals Ground Temp		

Color and insulation properties of the constructions found in the envelope layer of the house are given in Table 2.

Table 2. Construction, colour and insulation properties of the building envelope

	Construction	Color	Insulation
Roof Surfaces	Wood Standard Frame	Medium (abs: 0,6)	R-38 batt
Above Grade Walls	Wood Frame	Medium (abs: 0,6)	2.5 cm Fiber bd sheathing (R-1.3) + R-19 batt
Ground Floor	Earth Contact 9 cm Concrete		vert ext bd, R-10 4ft deep

As seen from Table 2 roof and above grade walls of the dwelling are wood frame. Color of the roof and outer walls are grey with an absorptance value 0.6. There is R-38 insulation on roof. In addition, there is 1.25 cm fiber exterior insulation and R-19 additional insulation on outer walls. Ground of the dwelling contacts to the earth and ground floor is 9 cm concentrate with R-10 insulation. There are two outer doors made of steel-polyurethane core one facing North and the other facing South. Window glazing is 12 mm air filled 6 mm double glazing. 15% of each exterior wall from floor to ceiling is made up of windows. Window frames are made of aluminum.

2.2. Modelling of Energy Consumption of Test House

Hourly heating model of the houses are created by using the characteristics given. After completing the model, energy consumption for heating is estimated hourly by eQUEST (eQUEST, 2016).

2.3. Scenarios

Envelope improvement scenarios were evaluated for roof, wall, door and windows of the model house.

3. Findings

According to the simulation results, energy consumption for heating of the dwelling is estimated as 17.530 kWh/yr for Anchorage, 39.960 kWh/yr for Fairbanks. Energy consumption for heating per heating area is estimated as 76 kWh/yr-m² and 169 kWh/yr-m² respectively.

After modelling the energy consumption for heating of the dwelling, scenarios are applied to the model and energy consumption for heating is recalculated.

3.1. Roof

Existing roof construction of the dwelling is Wood Standard Frame. In the case of changing this construction with the constructions with Metal frame, 10 cm Concentrate, 20 cm Concentrate, Wood scissors Truss and Wood advanced frame (RC-1, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5), energy

consumption for heating of the dwelling is recalculated and result is given in Figure 2.

Normal energy consumption for heating of the original dwelling estimated by eQUEST is shown as “N” in Figure 2 and other figures. According to Figure 2 most efficient roof construction for Anchorage houses is Wood Frame. In the application of RC-1 and RC-3 (wood advanced frame and wood scissors) as roof material consumed energy is very close to original roof construction that is “wood standard frame”. However in the application of metal and concrete constructions on the roof consumed energy is 15% more than wood construction.

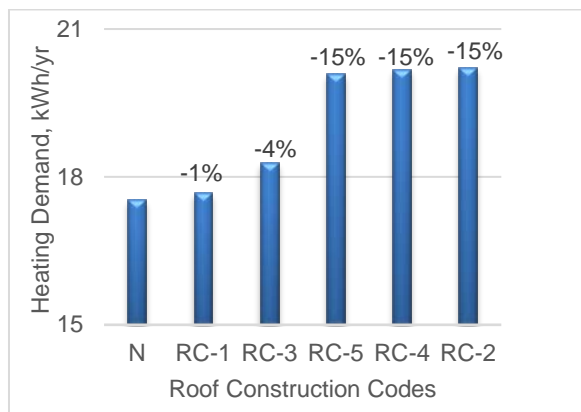


Figure 2. Energy consumption for heating for each roof construction material

Roof color of the dwelling is medium (Abs=0.6). In the case of application of dark roof color (Abs=0.9) energy consumption is calculated as 17.320 kWh/yr and 1% energy saving is obtained. However in the case of application of light roof color (Abs=0.4) energy consumption is calculated as 17.670 kWh/yr and 1% more energy is consumed.

Similar results are calculated for Fairbanks. 2% energy saving is obtained in Dark roof color. Therefore dark color is concluded to be more energy efficient for heating Alaskan buildings.

There is no exterior insulation on dwellings roof. In the case of application of the insulations such as 2.5 cm polystyrene, 2.5 cm polyurethane, 2.5 cm polyisocyanurate and 5 cm polyisocyanurate (RI-1, RI-2, RI-3, RI-4, RI-5), energy consumption for heating of the dwelling is recalculated and result is given in Figure 3.

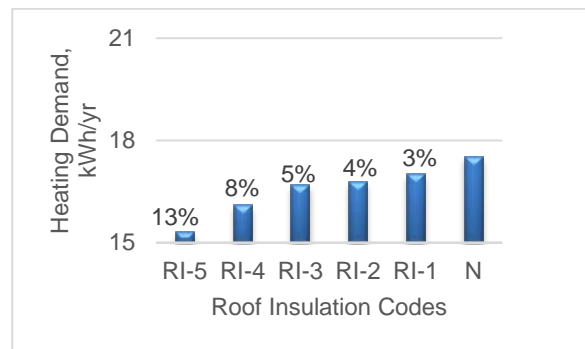


Figure 3. Energy consumption for heating for each roof insulation material

Firstly three kind of insulation materials (polystyrene, polyurethane, polyisocyanurate) are applied on the roof with the same thickness (RI-1, RI-2, RI-3). Then polyisocyanurate is determined to be the most energy efficient insulation material. Polyisocyanurate is then applied on the roof two more times with different thicknesses (RI-4, RI-5). As a result of these applications, 4 inch polyisocyanurate application on the roof is concluded to result in 13% energy saving.

3.2. Wall

Existing outer wall construction of the dwelling is 2×6 Wood Frame. Also, there is ½ in. fibre sheathing insulation as exterior insulation on the outer walls. Colour of the outer walls is medium (Abs=0.6).

In the case of application of dark wall colour (Abs=0.9), energy consumption is calculated as 17.260 kWh/yr and 2% energy saving is obtained. However in the case of application of light wall colour (Abs=0.4) energy consumption is calculated as 17.710 kWh/yr and 1% more energy is consumed. Dark wall colour is concluded to be more energy efficient for Alaskan buildings.

In the case of changing exterior insulation material of outer walls similar to roof insulation polyisocyanurate is calculated to be most energy efficient as in wall insulation. As a result of these applications, its concluded that in the case of application of

2 inch polyisocyanurate on the outer wall, 12% energy saving could be achieved.

3.3. Door

Dwelling has two outer doors one of which is facing to north second is to south. Doors are made of Steel, Polyurethane Core. In the case of changing this construction with wood made doors and changing the directions of doors energy consumption for heating of the dwelling is recalculated and result is given Figure 4.

According to Figure 4 most efficient door material for Anchorage houses is Wood, Solid Core Flush (DM-2) which results in 2% less heating energy consumption compared to current construction. In addition to this, door directions does not change energy consumption more than 0.3%. Most energy efficient door direction is both of doors facing to east or west.

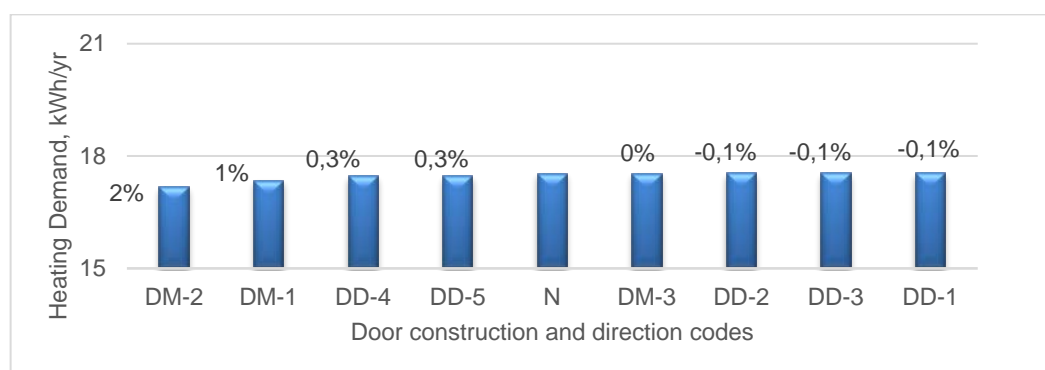


Figure 4. Energy consumption for heating for each door construction and direction

3.4. Window

Window frame of the modelled dwelling is aluminium, window glazing is 12 mm air filled 6 mm double glazing and

windows are 15% even distributed on outer walls. In the case of application of different glazing materials energy consumption for heating of the dwelling is recalculated and

result for Anchorage and Fairbanks are given in Figure 5 and Figure 6.

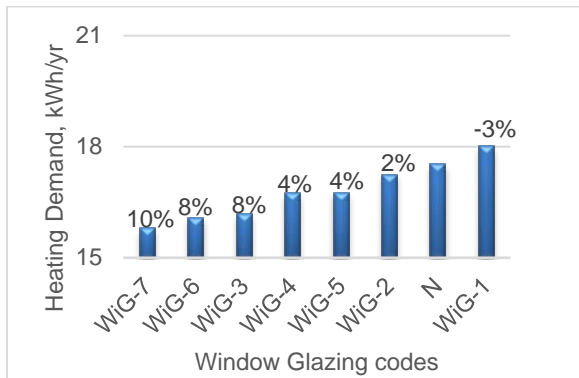


Figure 5. Energy consumption for heating for each window glazing

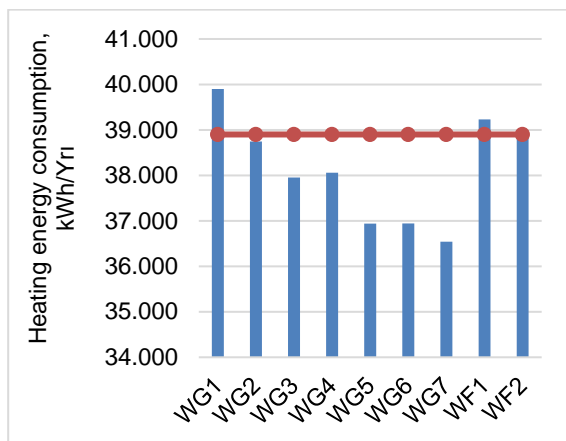


Figure 6. Energy consumption for heating for each window glazing

As it is seen from Figure 5 and Figure 6, most energy efficient window glazing is 12 mm Argon filled 3 mm triple glazing for both cities and results in 10% energy saving compared to the modelled glazing which is 12 mm air filled 6 mm double glazing.

In addition to glazing, window frame material is also very important for cold Alaska climate. In the case of application of different window frame materials provided nearly as much saving as glazing materials.

Modelled dwellings uses aluminium frame material. In the case of application of wood and fibre frame 7% and 8% saving is obtained.

Also, direction of window is effective on energy consumption for heating due to the utilization percentage of radiation from sun. In modelled dwelling windows are 15% even distributed on outer walls. In the case of changing the percentage of the windows on walls energy consumption for heating of the dwelling is recalculated and result is given in Figure 7.

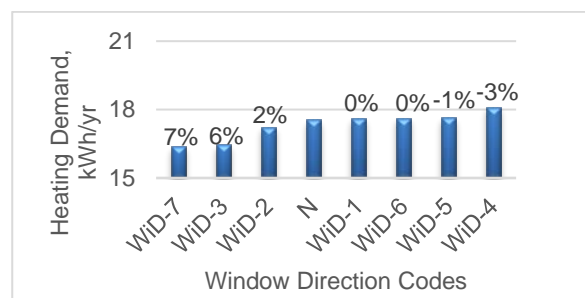


Figure 7. Energy consumption for heating for each window direction

According to Figure 7 maximum energy is consumed while 11.25% of window on North and 3.75% of window on South wall and there is no window on other walls (WiD-4). Minimum energy is consumed while 11.25% of window on South walls, 3.75% of window even distributed on other walls (WiD-7). Energy consumption is lower when windows are even distributed on North and South walls (WiD-2) compared to windows are even distributed on East and West walls (WiD-1).

3.5. Thermostat Heating Set Point

Thermostat heating set point is a very important effect on energy consumption for heating. Modelled dwelling thermostat heating set point is set as 20 °C. When thermostat heating set point is set to 21 °C, energy consumption for heating is calculated as 19.000 kWh which results in 8% more energy consumption. When thermostat heating set point is set as 22 °C, energy consumption for heating is calculated as 20.540 kWh which results in 17% more energy consumption.

4. Result and Discussion

In this study most energy efficient house constructions and structure is investigated by using eQuest building energy simulation software for Anchorage and Fairbanks, Alaska. Energy consumption for heating per heating area is estimated as 76 kWh/yr-m² and 169 kWh/yr-m² respectively by eQuest. A study is conducted in University of Fairbanks Alaska to determine energy

efficiency measures. Its specified in this study that average energy use for Anchorage and Fairbanks homes is 343 kWh/m² and 450 kWh/m² for average energy class homes built during the 1990s (Pride, 2017). According to energy index in this study modelled house in Anchorage and Fairbanks are found to have 2+ and 2 energy class.

After modelling the energy consumption for heating of the house, different house constructions are applied to the model and energy consumption is recalculated. According to simulation results, wood construction is calculated to be most efficient for both roof, wall and door material. In addition to this, dark color envelope materials resulted 2% less energy consumption. Polyisocyanurate is found to be most efficient insulation material. 12 mm Argon filled 3 mm triple glazing reduces energy consumption 10% compared to 12 mm air filled 6 mm double glazing.

References

- AEDG (2016). Community Data Summary: Anchorage. Alaska Energy Data Gateway: <https://akenergygateway.alaska.edu/community-data-summary/1398242/>
- Andersen PD, Jiménez MJ, Madsen H, Rode C (2014). Characterization of heat dynamics of an arctic low-energy house with floor heating. *Building Simulation* 595–614.
- Barrett J (2014). Towards Net Zero: An Analysis of Building Orientation in the Reduction of Energy Load Requirements in High Latitudes. Ontario, Canada: University of Guelph - School of Environmental Design and Rural Development.
- Bjarløv SP, Vladykova P (2011). The potential and need for energy saving in standard family detached. *Building and Environment* (46): 1525–1536.
- ClimaTemps (2016). Average Temperatures in Anchorage, Alaska, Usa. <http://www.anchorage.climatemps.com/temperatures.php>
- Cornick S, Rousseau M, Parekh A (2009). An energy simulation study of wall systems for Canadian Arctic Homes. *Fourth International Building Physics Conference: Energy Efficiency and New Approaches*, İstanbul.
- EIA-AK (2016). Rankings: Total Energy Consumed per Capita, 2013. U.S. Energy Information Administration: <http://www.eia.gov/state/?sid=AK>
- EIA-CO₂ Emissions (2016). State Carbon Dioxide Emissions. U.S. Energy Information Administration: <http://www.eia.gov/environment/emissions/state/>
- EIA-Electricity Price (2016). Average Price of Electricity to Ultimate Customers by End-Use Sector. U.S. Energy Information Administration: https://www.eia.gov/electricity/monthly/epm_table_grapher.cfm?t=epmt_5_6_a
- EIA-Energy Consumption (2016). Energy Consumption Estimates per Capita by End-Use Sector, Ranked by State, 2013. U.S. Energy Information Administration: https://www.eia.gov/state/seds/data.cfm?incfile=/state/seds/sep_sum/html/rank_use_capita.html&sid=US
- EIA-NG Price (2016). Rankings: Natural Gas Residential Prices, November 2015. <http://www.eia.gov/state/rankings/?sid=AK#/series/28>
- EIA-RECS (2016). Residential Energy Consumption Survey. U.S. Energy Information Administration: <http://www.eia.gov/consumption/residential/>
- eQUEST (2016). the QUick Energy Simulation Tool. DOE2: <http://www.doe2.com/equest/>
- Pride DJ (2017). Valuing Residential Energy Efficiency in Two Alaska Real Estate Markets: A Hedonic Approach. Fairbanks: University of Alaska Fairbanks.

Schiavon S, Melikov AK (2008). Energy-saving strategies with personalized ventilation in cold climates. *Energy and Buildings* (41): 543–550.

Vladykova P (2011). An energy efficient building for the Arctic climate. *Kongens Lyngby: DTU Civil Engineering Report R-243*.

Phlomido armeniaca - *Astragalion microcephali* için Yeni Sintakson (Karaman/Ermenek/Türkiye)

Fatmagül GEVEN¹, Ayvaz ÜNAL², Ebru ÖZDENİZ^{1*}

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Konya, Türkiye

*e-mail: eozeniz@science.ankara.edu.tr

Öz: Bu çalışma, Ermenek (Karaman) vejetasyonu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yarı-kurak yumuşak bir Akdeniz ikliminin etkisi altında gelişen vejetasyon Braun-Blanquet metoduna göre araştırılmıştır. Yeni bir bitki birliği betimlenmiş ve sintaksonomik olarak sınıflandırılmıştır. İlk kez tanımlanan bu birlik "Uluslararası Bitki Sosyolojisi Adlandırma Kodu" kurallarına uygun olarak adlandırılmıştır. Birliğin ait olduğu üst birimler aşağıdaki gibidir:

Class: Astragalo-Brometea Quézel 1973

Order: Onobrychido armenae-Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu et Quézel 1985

Alyans: Phlomido armeniaca-Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984

Birlik: Onosmo-Marrubietum globosum ass. nova

Bu bitki birliğinin fitososyolojik ve fitoekolojik yapısı benzer birliklerle kıyaslanarak tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ermenek, Karaman, Sintaksonomi, Vejetasyon.

A New Syntaxon for *Phlomido armeniaca* - *Astragalion microcephali* (Karaman/Ermenek/Turkey)

Abstract: This study was carried out on the vegetation of the Ermenek (Karaman). The vegetation that is under the influences of semi-arid soft type of Mediterranean climate was analyzed according to the Braun-Blanquet approach. A new association has been described and classified syntaxonomically. These association which is defined for the first time is named according to the rules of "International Code of Phytosociological Nomenclature Higher units that belongs to the association are as follows:

Class: Astragalo-Brometea Quézel 1973

Order: Onobrychido armenae-Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu et Quézel 1985

Alliance: Phlomido armenica- Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984

Association: Onosmo-Marrubietum globosum ass. nova

Phytosociological and phyto-ecological structures of this plant association were discussed in comparison with other similar associations.

Keywords: Ermenek, Karaman, Syntaxonomy, Vegetation.

1. Giriş

Türkiye'de vejetasyon çalışmaları Anadolu'nun kuzeydoğusunda Handel-Mazzetti (1909) tarafından başlatılmış; batısında Czechtott (1938) ve Schwarz

(1935), Orta Anadolu'da ise Krause (1940) gibi yabancı araştırmacılar tarafından sürdürülmüştür. Araştırma bölgesi çevresinde yapılan çalışmalar ve araştırmacıları; Çetik ve Ocakverdi (1981)

Sultandağları; Çetik ve Yurdakulol (1982) Küçük Geyik Dağı; Ocakverdi ve Çetik (1987) Seydişehir Maden Bölgesi; Ocakverdi ve Ünal (1991) Karadağ; Tatlı ve ark. (1994) Kızılören Çal ve Loras Dağları (Konya) vejetasyonu; Akman ve ark. (1996) Karaman-Ermenek; Şanda ve ark. (2000) Hadim, Ermenek, Bucakkışla; Geven ve ark. (2010) Ereğli-Karaman şeklinde sayılabilir. Bu çalışmalar sonucu Anadolu vejetasyonuna ait fitososyolojik birimlerin bir kısmı daha belirlenmiştir. Anadolu'daki geniş coğrafi yayılışı nedeni ile gerek fitocoğrafik gerekse fitososyolojik açıdan son derece ilginç bir araştırma konusu oluşturan vejetasyon son yıllarda yapılan çalışmalarla araştırılmaya devam edilmektedir.

Bu çalışma, Ermenek bölgesinin vejetasyonunu araştırmak ve vejetasyonun çevre faktörleri ile olan ilişkilerini tespit etmek amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Karaman ili Ermenek ilçesi, 36°58' Kuzey enlemi ile 32°53' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. İl merkezine uzaklığı 160 km'dir. İlçenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1250 metredir. İlçenin kuzeyinde Karaman, Konya ili Hadim ilçesi, güneyinde Antalya ili Gazipaşa ilçesi, Mersin ili Anamur ilçesi, batısında Sarıveliler, Başyayla ilçeleri ve doğusunda Mersin ili Mut, Gülnar ilçeleri bulunmaktadır. Taşeli Platosu'nun belli başlı yer şekillerini karstik oluşumlar meydana

getirir. Bunlar içinde özellikle lapyta, dolin, obruk, düden, polye, sarkıt - dikitler, yer altı-yerüstü mağaraları ve inler bulunmaktadır. Başlıca yaylaları; Kamış Yaylası, Sarıpınar, Dikenli, Sultanalanı, Akpınar v.b.'dir. Yöre için ovadan söz etmek mümkün değildir. Ancak vadiler arasında bir kısım koyaklar ile genişçe düzlükler bulunmaktadır. Bölgenin en alçak yeri de en geniş düzlüğü de Ermenek ilçe merkezinin güneyini saran bahçelerden daha güneye doğru uzanan, Sarıtaş Bucağı ile Çimene Kapızı arasında kalan bölgedir. Burada rakımın 550-560 metreye kadar düştüğü yerler vardır. Sağlı sollu Göksu çayı boyunca uzanan düzlük kuzeye çıktıkça yükselir ve Ermenek şehir merkezinin bulunduğu yerde ortalama yükseklik 1250 metredir. Ermenek bölgesinde en geniş düzlük olan ve Delallar düzlüğü denilen bu kısımdan sonra ikinci büyük düzlük Tekeçatı Vadisidir. Bakusan Çayının menderesler yaparak aktığı bu düzlükten sonra üçüncü düzlük Çevlik ve Ayna derelerinin Sarıveliler önünde birleşerek güneyde Fındık deresine kavuştuğu yere kadar olan sağdaki dere yatağının iki yanında uzanmaktadır. 112 km uzunluğa sahip Ermenek çayı en önemli akarsuyudur. Ermenek çayı ve kollarının geçtiği vadiler, derin ve yüksek yamaçları, eşsiz ormanları ve doğal güzellikleriyle son derece güzel bir manzara meydana getirmişlerdir. İlçenin

yüzölçümü 1.222,9 km²'dir (Anonim, 2012) (Şekil 1).

Karaman ve civarında otokton konumlu kayalar yüzeyler "Hadim Birliği" adı altında toplanan başlıca birimler, Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu, Üst Kambriyen - Ordovisiyen yaşlı Seydişehir Formasyonu, Orta Jura - Kretase yaşlı Kaplanlı Formasyonu, Üst Kretase - Orta Eosen yaşlı Yeniköy Formasyonu, Orta - Üst Eosen yaşlı Karacalı Formasyonu'dur (Anonim, 2012).

Bölgedeki bataklık ve sulak alanlarda, hidromorfik alüvyal topraklar, ova ile dağlık sahalar arasında kalan eğimli sahalarda kolüvyal ve alüvyal topraklar, dağlık ve plato yüzeylerinde kırmızı kahverengi ve kahverengi topraklar daha yaygındır (Anonim, 1992).

2. Materyal ve Metot

2002-2004 yılları arasında vejetasyon devresi olan Mart-Ağustos ayları arasında araştırma bölgesine gidilerek bitki örnekleri toplama kurallarına uygun olarak toplanmıştır. Toplanan örnekler kurutulmuş herbarium materyali haline getirilmiştir. Örneklerinin tayini "Flora of Turkey and The East Aegean Islands" (Davis, 1965-1984-1988; Güner ve ark., 2000), "Flora Europaea" (Tutin ve Heywood, 1964-1981) "Flora of Iraq" (Towsend ve Guest, 1966-

1980) kaynaklarından ve ANK Herbarium'undan yararlanılarak yapılmıştır.

Bölge vejetasyonu Braun-Blanquet (1932) metodu ile incelenmiştir. Bitki birlikleri ile çevre faktörleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile çeşitli vejetasyon tiplerinden vejetasyonu gerek habitat gerekse floristik yönden temsil edilebilen ve yeterli derecede homojen olan bölgelerden 10 adet örneklik alan alınmıştır. Örneklik alanların genişliği "en küçük alan" prensibi ile 100 m² olarak tespit edilmiştir (Akman ve ark., 2001). Örneklik alanların yapılması sonrası vejetasyonun analizini yapmak üzere hazırlanan floristik tablo değerlendirilmiş ve sosyolojik birimler tespit edilmiştir.

Birliğe ait toprak özellikleri tablo olarak verilmiştir (Çizelge 1). Araştırma alanında mevcut istasyonlara ait iklimsel veriler De Martonne ve Gotmann'ın kuraklık indisi ve Emberger yağış - sıcaklık emsaline uygulanarak bölgenin biyoiklim katları tespit edilmeye çalışılmıştır. Kuraklık, yağış ve sıcaklık miktarına bağlı olarak ifade edilirse de biyoiklimsel açıdan seçilen sıcaklığın bitki yaşamıyla ilgisi olması gerekmektedir. Bu nedenle hayati faaliyetleri sınırlayan ekstrem sıcaklıkların dikkate alındığı Emberger yağış-sıcaklık emsali (Q2) iklimleri biyolojik açıdan sınıflandırmada olumlu sonuçlar vermektedir (Akman ve Daget, 1971).

Bitki birliğinin adlandırılması Uluslararası Bitki Sosyolojisi İsimlendirme Kodu'ndaki kural ve tavsiyelere göre yapılmıştır (Weber ve ark., 2000). Araştırma bölgesinin haritası Şekil 1'de verilmiştir. İklim özelliklerini açıklayabilmek amacı ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmış olan iklim verilerine ait biyoiklimsel sentez tablosu (Çizelge 4) verilmiştir (D.M.İ., 1984).

Bazı bitkileri iklim tipleri karakterize eder. Bu sebeple iklim tipine göre bitkilerin dünya üzerinde dağılımı gerçekleşir. İklimsel olaylar bitki topluluğunun gelişimini doğrudan etkilemekle birlikte, ayrı ayrı iklim tiplerine gereksinimleri vardır. Bitki türleri, çeşitli iklim elemanlarının değerleri arasında yaşayabilirler. Çalışma alanı Akdeniz iklimli bölgelere girer. Akdeniz iklimi, fotoperiyodizmi günlük ve mevsimlik olan ve yağışları soğuk veya nispeten soğuk mevsimlere toplanmış, yazı kurak olan ve bu yaz kuraklığı maksimum bir yaz sıcaklığı ile uyuşan tropikal dışı bir iklimdir (Akman, 1990). Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonları olan Alanya, Hadim ve Ermenek ilçelerinde bulunan istasyonlardan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu nedenle son ölçüm değerleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık Hadim'de 9.5°C ve Ermenek'te 11.9°C'dir. Aylık ortalamasının en yüksek olduğu aylar

her iki istasyonda da Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır, en sıcak ay Ermenek'te 22.5°C ile Ağustos ayı iken Hadim'de 20.8°C ile Temmuz ayıdır. Aylık sıcaklık ortalamalarının en düşük olduğu aylar ise her iki istasyonda da Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. En düşük sıcaklık değerlerine Ocak ayında rastlanmaktadır. Hadim'de 3.3°C ve Ermenek'te 3.3°C'dir.

Yıllık ortalama Maksimum sıcaklık Hadim'de 14.7°C ve Ermenek'te 17.2°C ölçülmüştür. Ortalama yüksek sıcaklığın en yüksek değere Hadim'de 26.4°C ve Ermenek'te 29.5°C ile Ağustos ayında ulaşılır. Ortalama yüksek sıcaklığın en düşük değere ulaştığı ay her iki istasyonda da Hadim'de -1.2°C ve Ermenek'te 6.4°C ile Ocak ayıdır.

Yıllık ortalama düşük sıcaklıklar Hadim'de 4.7°C ve Ermenek'te 8.0°C'dir. Ortalama sıcaklıkların en düşük değere Hadim'de Şubat ayında, Ermenek'te Ocak ayında erişir (Hadim'de -5.1°C ve Ermenek'te 0.5°C). En yüksek sıcaklığın en yüksek olduğu ay, Hadim'de 35.4°C ve Ermenek'te 39°C ile Temmuz'dur. En yüksek sıcaklığın en düşük olduğu aylar Ermenek ve Hadim'de 17.5°C ve 15.4°C ile Ocak ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklığın en yüksek değerlere Hadim'de 7.4°C ile Ağustos'ta, Ermenek'te 7°C ile Temmuz'da, en düşük değerlere ise, her iki istasyonda da Şubat'ta ulaşır (Hadim-18.4°C ve Ermenek -13.5°C), (Çizelge 2).

Hadim’de 28 ve Ermenek’te 18 yıllık ölçüm sonuçlarına dayanır. Bu ölçüm sonuçlarına göre yıllık toplam yağış miktarı Hadim’de 632.9 mm, Ermenek’te 526.4 mm’dir. Aylık ve yıllık ortalama sıcaklık miktarları Çizelge 2’de, yağış rejimi ve yağışın mevsimlere göre dağılışı Çizelge 3’te gösterilmiştir. En fazla yağışın olduğu mevsim Hadim’de % 46 ve Ermenek’te % 51.6 ile kış mevsimidir. En fazla yağışın olduğu ay bütün istasyonlarda Aralık’tır ve sırasıyla Hadim’de 115.2 mm ve Ermenek’te 105.6 mm’dir.

En az yağışın olduğu mevsim her iki istasyon ölçümlerine göre yaz mevsimine denk gelmektedir (Hadim % 6.3 ve Ermenek % 5.8). En az yağışın olduğu ay ise her iki istasyon için Ağustos ayı olup sırasıyla Hadim’de 4.9 mm ve Ermenek’te 5.2 mm’dir. Yağış rejimleri K.S.I.Y. şeklindedir. Çalışma alanı etrafındaki meteoroloji istasyonların yıllık ortalama nispi nem değerleri Hadim’de % 58.2 ve Ermenek’te % 50.3’dür. Nispi nemin en yüksek olduğu aylar Hadim’de % 70.6 ile Aralık ve Ermenek’te % 66 ile Ocak ayıdır. En düşük nispi nemin olduğu aylar ise, Hadim’de % 45.7 ile Ağustos ve Ermenek’te % 34 ile Temmuz ayıdır.

Araştırma alanı Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Akdeniz iklimi yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Akdeniz iklimi kendi içerisinde farklılaşmalar gösterir. Çalışma alanında görülen Akdeniz

iklim tipini değişik yöntemlerle yorumlamaya çalışılmıştır. De Martonne ve Gotmannın Kuraklık İndisi; formülüne göre Hadim’de $I=17.2$ ve Ermenek’te $I=12.9$ ’dur. Bu sonuca göre Hadim yarı kurak nemli, Ermenek ise yarı kurak az nemli iklim kuşağına girmektedir. Emberger kurak devreyi tespit etmek için $S=PE/M$ formülünü kullanmıştır. Formülde; S; kuraklık indisi, PE; yaz yağışı ortalaması, M; en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalamasıdır. “S” değeri 5’ten küçük ise o istasyon Akdenizlidir. Formüle göre Hadim’de $S=0.5$ ve Ermenek’te $S=0.3$ ’dir. Bu sonuçlara göre her iki istasyonda S değeri 5’ten küçük çıktığı için Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Emberger’in Akdeniz bölgesi için geliştirmiş olduğu $Q=2000 \times P / (M+m+546.4)$. (M-m) formülü ile Akdeniz iklimi birçok katlara ayrılmıştır (Akman ve Daget, 1971; Akman, 1982; Akman, 1990). Formülde Q: yağış - sıcaklık emsali, P: yıllık yağış miktarı (mm), M: en sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması, m: en soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalamasıdır. Bu formüle göre Hadim’de $Q=71.7$ ve Ermenek’te $Q=62.9$ ’dur. Bu sonuçlara göre Hadim; “az yağışlı, çok soğuk” ve Ermenek; “yarı kurak yumuşak” Akdeniz biyoiklim katına girmektedir (Çizelge 4).

Ermenek meteoroloji istasyonunun Gausson metoduna göre ombrotermik iklim (yağış-sıcaklık) diyagramı çizilmiştir.

Diyagrama göre kurak devrenin Mayıs ayında başladığı ve Ekim ayında sona erdiği görülmektedir. Ermenek'te donlu aylar bulunmamaktadır. Don olma ihtimali olan aylar ise Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarıdır (Şekil 2).

3. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma alanının vejetasyonu Braun-Blanquet (1932) metoduna göre araştırılmış ve alanda Astragalo-Brometea sınıfına bağlı Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi ordosunun Phlomido armeniaca - Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984 alyansına ait yeni bir bitki birliği tespit edilmiştir;

Sınıf: Astragalo-Brometea Quézel 1973

Ordo: Onobrychido armenae-Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu et Quézel 1985

Alyans: Phlomido armenica - Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984

Birlik: Onosmo-Marrubietum globosum ass. nova Holotip: Örneklik alan no: 35 (Çizelge 5).

Muhtemel Karakteristik ve Ayırt edici Türleri: *Marrubium globosum* Montbret & Aucher ex Benth. subsp. *globosum*, *Onosma stenolobum* Hausskn. ex H. Riedl.

3.1. Habitat ve Strüktürel Özellikleri

Marrubium globosum subsp. *globosum* bitkisi bakı farkı gözetmeksizin

araştırma alanının orman tahribiyle açılmış hemen hemen tüm kesimlerinde yayılmıştır. Böylece bu bitkinin oluşturduğu birlik, bölgede yüksek dağ stepinde en geniş yeri kaplamaktadır. En yoğun bulunduğu yerler, erozyondan az zarar gören 2300-2450 (Büyük Koçaş Tepe Yunt Dağı, Doğru Yol Tepe ve Dede Belen Tepe) metrelerindeki habitatlardır. Floristik kompozisyonun fakir oluşunun en önemli sebepleri; eğim, kalker anakaya, kireçli topraklar, aşırı otlatma, erozyon ve yüksek rakımdır. Birliğe ait örnek alanların toprak analiz sonuçlarına göre; CaCO₃ % 61.4, pH 8.2, organik madde % 1.86, elektriksel iletkenliği 0.36 (w/w) olarak bulunmuştur. Toprakların tekstür sınıfı kumlu-tınlıdır (Çizelge 1). Birlik, genel örtüsü % 80-85 civarında tek tabakalı otsu kattan ibarettir. Birliğin örtüsünün yüksek olması ise, dominant olan *Marrubium globosum* subsp. *globosum* türünün hayvanlar tarafından sevilmemesi yüksek rakımlarda sert bir iklimin varlığı ve aşırı otlatmaya nazaran tahrip edilen ormanlardaki sekonder süksesyon sahalarında hemen hakim duruma geçmesiyle kolayca anlaşılmaktadır. Ayrıca Phlomido armenica - Astragalion microcephali alyansına ait *Astragalus microcephalus*, *Phlomis armeniaca*, *Marrubium parviflorum* subsp. *parviflorum*, *Paronychia kurdica* subsp. *kurdica* ve *Astragalus plumosus* var. *plumosus* türleri birliğin fizyonomisinde önemli rol oynar.

3.2. Coğrafi Dağılışı

Marrubium globosum subsp. *globosum* araştırma alanında bakı farkı gözetmeksizin yayılış göstermektedir. Türkiye'de Çorum, Uşak, Isparta, Kayseri, Sivas, Malatya, Muğla, Konya, Niğde, Hatay, Adıyaman ve Diyarbakır yörelerinde yayılış gösteren endemik bir türdür. Kodominant tür olan *Onosma stenolobum* ise; Kastamonu, Konya, Malatya ve Isparta yörelerinde yayılış gösteren endemik bir bitkidir.

3.3. Sintaksonomi

Astragalo microcephali-Brometea tomentelli sınıfına bağlı Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi ordosunun Phlomidio armeniaca-Astragalion microcephali Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984 alyansına ait yeni bir bitki birliği tespit edilerek bilim dünyasına tanıtılmıştır.

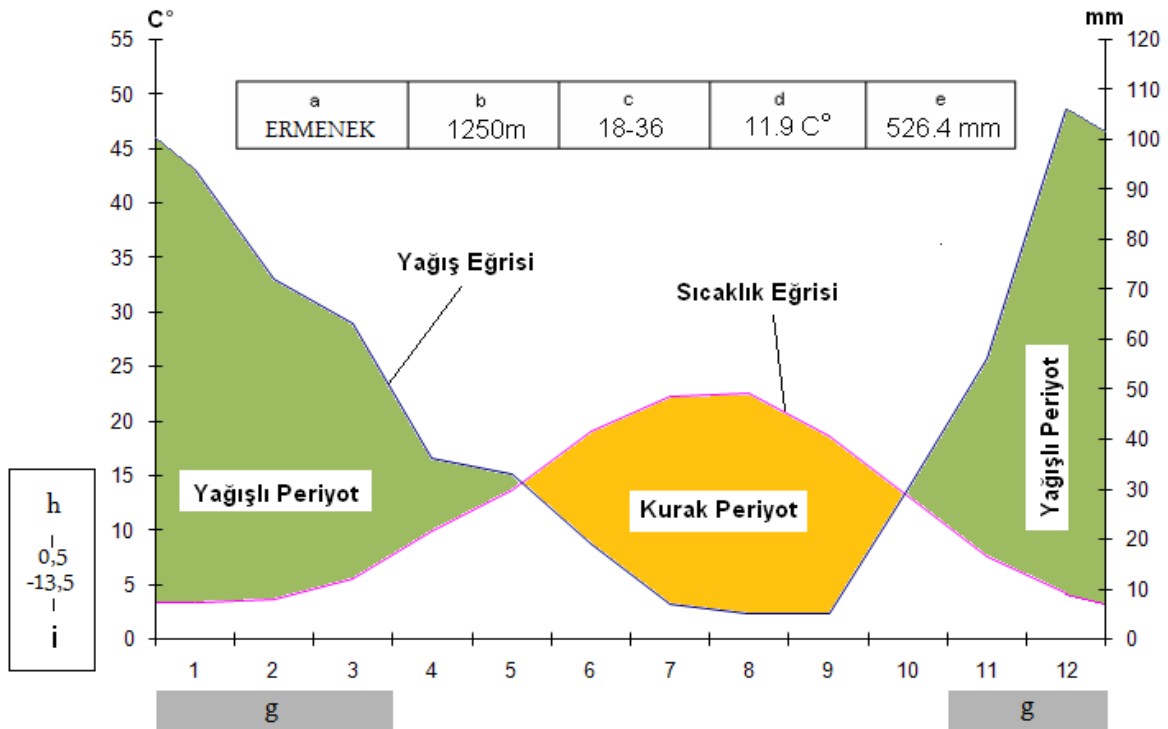
Astragalo-Brometea sınıfı, yastık teşkil eden dikenli kamefitler ile benzer biyolojik tipten oluşan bitkileri içine alır. Sınıf İç Anadolu'daki step topluluklarını içine alan Onobrychido armeni-Thymetalia

leucostomi Akman, Ketenoğlu, Quézel 1985 ordosu ve Torosların aşırı rüzgara maruz kalan alpin ve subalpin katlarındaki bitki birliklerini içine alan Drabo-Androsacetalia Quézel 1973 ordosu ile temsil edilir (Akman ve ark., 1978; 1984; 1985). Ayrıca Onobrychido - Thymetalia leucostomi takımına bağlı bir alt takım olan Asperulophrygiae - Thymenetalia chaubardii Akman, Ketenoğlu, Barbéro, Quézel, 1998 bağlı olan yeni bir alyans Genisto involucratae-Marrubion micranthae Akman, Vural, Quézel, Kurt, Ketenoğlu, Serin, Barbéro 1996 araştırma bölgesine yakın olan Ermenek-Karaman arasında tespit edilmiştir (Akman ve ark., 1996).

Karakter türleri *Marrubium globosum* subsp. *globosum* ve *Onosma stenolobum* olan Onosmo-Marrubietum globosum birliğinin araştırma bölgesinde ilk kez tanımlanması ve yakın bölgelerde yapılmış olan vejetasyon çalışmalarında (Çetik, 1985; Ocakverdi ve Çetik, 1982; Ünal ve Ocakverdi, 1991; Serin ve Eyce, 1994) bu birliğe rastlanmaması nedeni ile birlik yeni olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Araştırma bölgesinin haritası



Şekil 2. Ermenek istasyonuna ait Ombro-Termik diyagram

İklim Diyagramında Kullanılan Sembollerin Anlamları; a: Meteoroloji istasyonu, b: Meteoroloji istasyonunun yüksekliği (m), c: Rasat yılı d: Yıllık ortalama sıcaklık (°C), e: Yıllık ortalama yağış (mm), f: Mutlak donlu aylar, g: Muhtemel donlu aylar, h: En soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması (°C), i: Mutlak minimum sıcaklık (°C)

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz tablosu

Örnek Alan No	CaCO ₃ %	pH	C%	Organik Madde N%	Saturasyon %	Kum	Kil	Silt	Tekstür Sınıfı	Faydalı Su	İletkenlik	C/N	
35	61.4	8.2	0.8	1.86	0.11	68.14	36.5	28.00	33.00	CL	11.65	0.36	8.5

CL: Killi Tınlı, C/N: Karbon Azot oranı

Çizelge 2. Aylık ve yıllık ortalama sıcaklıklar (°C)

İstasyonlar	Rasat Süresi	Aylar												Yıllık
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Hadim	20	-1.2	-1.2	2.0	8.5	13.2	17.8	20.8	20.6	16.9	10.8	5.0	1.1	9.5
Ermenek	19	3.3	3.6	5.5	9.8	13.7	19.05	22.2	22.5	18.6	13.1	7.5	4.2	11.9

Çizelge 3. Yağışın mevsimsel dağılışı, yüzdeleri ve yağış rejim tipi

İstasyonlar	Kış		Sonbahar		İlkbahar		Yaz		Yıllık Yağış(mm)	Yağış Rejimi	Yağış Rejim Tipi
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%			
Hadim	291.3	46.0	137.8	21.8	163.9	25.9	39.9	6.3	632.9	KSIY	Doğu Akdeniz Yağış Rejimi I.Tipi
Ermenek	271.7	51.6	90.9	17.3	132.9	25.3	30.9	5.8	526.4	KSIY	Merkezi Akdeniz Yağış Rejimi

Çizelge 4. Biyoiklimsel sentez tablosu

İstasyon	Yüksek. (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q	PE	S	Biyoiklim	Yağış Rejimi
Hadim	1552	632.9	26.2	-4.9	71.7	13.3	0.5	Az yağışlı, çok soğuk Akdeniz	K.S.I.Y.
Ermenek	1250	526.4	29.5	0.5	62.9	10.3	0.3	Yarı kurak, yumuşak Akdeniz	K.S.I.Y.

P: Ortalama yıllık yağış toplamı (mm); **M:** En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (°C); **m:** En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (°C); **PE:** Yaz yağışı toplamı (mm); **Q:** Yağış-Sıcaklık emsali ($Q=2000.P/M^2-m^2$); **S:** Kuraklık indisi ($S=PE/M$)

Çizelge 5. *Onosmo-Marrubietum globosum* ass. nova.

Örneklik alan no	35	36	70	71	72	73	74	75	76	77	B u l u n m a	
Yükseklik (m)x10	240	245	250	250	260	265	270	280	275	270		
Örnek alan genişliği (m ²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Yön	K	B	D	GD	G	GB	GB	K	KD	K		
Eğim (°)	5	10	5	10	0	0	0	5	10	15		
Örtüş (%)	80	85	80	85	85	80	80	80	80	80		
Ordinasyon No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Anakaya			K	A	L	K	E	R				
<u>Birliğin karakteristikleri</u>												
<i>Marrubium globosum</i> subsp. <i>micranthum</i>	44	44	44	44	43	44	44	44	34	34		V
<i>Onosma stenolobum</i>	+1			+1		+1	+1	+1		+1	III	
<u><i>Phlomis armeniaca</i> - <i>Astragalion microcephali</i>'nin karakteristikleri</u>												
<i>Astragalus microcephalus</i>	12	12	+1	12	12	+1	12	11	12	12	V	
<i>Phlomis armeniaca</i>	12	12		12			+1	12	+1	+1	IV	
<i>Marrubium parviflorum</i> subsp. <i>parviflorum</i>	+1		+1	+1	+1					+1	III	
<i>Paronychia kurdica</i> subsp. <i>kurdica</i>	+1		+1		+1		+1			+1	III	
<i>Astragalus plumosus</i> var. <i>plumosus</i>	+1			+1		+1				+1	II	
<u><i>Onobrychido armeni</i> - <i>Thymetalia leucostomi</i>'nin karakteristikleri</u>												
<i>Galium verum</i> subsp. <i>verum</i>	+1	+1			+1		+1		+1	+1	III	
<i>Linaria corifolia</i>	+1	+1		+1		+1		+1		+1	III	
<i>Minuartia hamata</i>	+1	+1		+1		+1		+1		+1	III	
<i>Onobrychis armena</i>	+1		+1		+1		+1	+1			III	
<i>Callipeltis cucullaria</i>	+1	+1			+1			+1		+1	III	
<i>Scabiosa rotata</i>	+1	+1			+1		+1			+1	III	
<i>Achillea wilhelmsii</i>	+1	+1	+1				+1		+1		III	
<i>Taeniatherum caput-medusa</i> subsp. <i>crinitum</i>	+1	+1		+1		+1		+1			III	
<i>Allium scorodoprassum</i> subsp. <i>rotundum</i>	+1		+1			+1				+1	II	
<i>Onosma tauricum</i> var. <i>tauricum</i>		+1			+1	+1			+1		II	
<i>Dianthus crinitus</i> var. <i>crinitus</i>	+1		+1	+1							II	
<u><i>Astragalo-Brometea</i>'nin karakteristikleri</u>												
<i>Euphorbia macroclada</i>	22	12	+1	12	+1	12	+1	+1	+1	12	V	
<i>Thymus sipyleus</i> subsp. <i>rosulans</i>	12	22	12	12	12	12	12	12	12	+1	V	
<i>Asyneuma limonifolium</i> subsp. <i>limonifolium</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1			+1	+1	IV	
<i>Scutellaria orientalis</i> subsp. <i>alpina</i> var. <i>alpina</i>	+1	+1	11		+1	+1				+1	III	
<i>Festuca valesiaca</i>	12	+1	12		12		+1			+1	III	
<i>Alyssum murale</i> var. <i>murale</i>	+1	+1		+1		+1		+1		+1	III	
<i>Myosotis lithospermifolia</i>	+1	+1		+1	+1		+1		+1		III	
<i>Minuartia juniperina</i>	+1	+1		+1	+1		+1		+1		III	
<i>Teucrium polium</i>	+1	+1		+1		+1	+1			+1	III	
<i>Asphodeline taurica</i>	+1	+1		+1		+1		+1			III	
<i>Astragalus angustifolius</i> subsp. <i>ang.</i> var. <i>ang.</i>	+1		+1		+1	+1			+1		III	
<i>Astragalus lydius</i>	+1	+1		+1			+1			+1	III	
<i>Dianthus zonatus</i> var. <i>zonatus</i>	1	+1		+1		+1			+1		III	

<i>Koeleria cristata</i>	+1	+1	+1		+1			+1	III
<i>Telephium imperati</i> subsp. <i>orientale</i>			+1		+1		+1		II
<i>Nepeta nuda</i> subsp. <i>glandulifolia</i>	+1	+1			+1			+1	II
<i>Lappula barbata</i>	+1		+1		+1	+1			II
<i>Bromus tomentallus</i>		+1		+1	+1		+1		II
<i>Leontodon asperrimus</i>	+1		+1		+1		+1		II
<i>Daphne oleoides</i> subsp. <i>oleoides</i>		+1	+1		+1		+1	+1	II
<i>Onobrychis cornuta</i>	+1	+1					+1	+1	II
<i>Ziziphora taurica</i> var. <i>taurica</i>	+1	+1			+1	+1			II
<i>Stipa bromoides</i>	+1		+1		+1		+1		II
<i>Stipa holoserica</i>		+1			+1				I

Quercu-Cedretalia libani ve Quercetea pubescentis 'in karakteristikleri

<i>Geranium tuberosum</i> subsp. <i>tuberosum</i>	+1	+1			+1		+1	+1	III
<i>Lamium garganicum</i> subsp. <i>reniforme</i>	+1	+1		+1			+1	+1	III
<i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>	+1		+1		+1			+1	II

Pistacio-Rhamnetalia alaterni karakteristikleri

<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i>	+1	+1	+1	+1	+1		+1	+1	IV
--	----	----	----	----	----	--	----	----	----

İstirakçiler:

<i>Bromus tectorum</i>	12		12		+1		+1	12	+1	+1	IV
<i>Centaurea urvillei</i> subsp. <i>stepposa</i>	+1	+1		+1	+1			+1		+1	III
<i>Picnemon acarna</i>	+1		+1		+1	+1	+1	+1	+1		III
<i>Minuartia mesogitana</i> subsp. <i>mesogitana</i>	+1		+1		+1			+1		+1	III
<i>Galium verticillatum</i>	+1	+1	+1					+1	+1	+1	III
<i>Hypericum confertum</i>	+1		+1		+1	+1	+1	+1		+1	III
<i>Verbascum pseudoholotrichum</i>	+1		+1	+1		+1	+1			+1	III
<i>Phleum exaratum</i> subsp. <i>exararum</i>	+1	+1		+1		+1	+1			+1	III
<i>Ferula rigidula</i>	+1	+1		+1						+1	III
<i>Galanthus elwesii</i>		+1	+1		+1		+1			+1	III
<i>Ornithogalum fimbriatum</i>	+1	+1		+1				+1		+1	III
<i>Myosotis refracta</i> subsp. <i>refracta</i>	+1	+1	+1		+1	+1		+1			III
<i>Potentilla recta</i>		+1		+1				+1		+1	III
<i>Eryngium campestre</i> var. <i>virens</i>	+1	+1		+1		+1	+1			+1	III
<i>Herniaria incana</i>	+1	+1		+1						+1	III
<i>Filago pyramidata</i>			1	1			+1	+1		+1	III
<i>Fibigia eriocarpa</i>	+1		+1		+1	12	+1			+1	III
<i>Coridothymus capitatus</i>	+1	12	12		12						III
<i>Veronica macrostachya</i> subsp. <i>sorgerae</i>	+1	+1			+1		+1			+1	III
<i>Arum elongatum</i>	+1		+1		+1		+1			+1	III
<i>Verbascum cheiranthifolium</i> var. <i>cheiranthifo.</i>	+1	+1			+1	+1	+1			+1	III
<i>Ebenus hirsuta</i>	+1			+1				+1		+1	III
<i>Vinca herbacea</i>		+1		+1			+1			+1	II
<i>Trifolium campestre</i>		+1		1		+1	+1			+1	II
<i>Ajuga chamaepitys</i> subsp. <i>chia</i> var. <i>chia</i>		+1						+1	+1		II
<i>Astragalus mesogitanus</i>	+1			+1		+1		+1	+1		II
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>muricata</i>	+1		+1							+1	II
<i>Sideritis bilgerana</i>	+1		+1		+1		+1	+1			II

<i>Linum anatolicum</i>		+1		+1	+1	+1	+1			II
<i>Acinos rotundifolius</i>	+1	+1			+1		+1			II
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+1	+1			+1			+1	+1	II
<i>Erysimum crassipes</i>	+1	+1			+1				+1	II
<i>Rosa pulverulanta</i>		+1	+1				+1			II
<i>Aegilops ovata</i>	+1			+1			+1		+1	II
<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cicutarium</i>	+1	+1			+1	+1			+1	II
<i>Poa bulbosa</i>	+1		+1	+1						II
<i>Bromus japonicus</i> var. <i>velutinus</i>	+1	+1					+1		+1	II
<i>Bromus sterilis</i>		+1		+1	+1	+1			+1	II
<i>Aegilops umbellata</i>	+1	+1								II
<i>Briza spicata</i>	+1			+1					+1	II
<i>Trigonella plicata</i>	+1				+1					I
<i>Carlina oligocephala</i> subsp. <i>oligocephala</i>		+1			+1	+1				I
<i>Scariola viminea</i>			+1							I

Kaynaklar

- Akman Y, Daget PH (1971). Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Extrait du Bulletin de la Soci te Languedocienne de Geographie* 5: 269–300.
- Akman Y, Quézel P, Barbero M (1978). Contribution a l'étude de la Végétation forestière d'Anatolia M'editerraneenne. *Phytocoenologia* 5(1): 1-79.
- Akman Y (1982). Climats et Bioclimats M'editerran ensend Turguie. *Ecologia Mediterranea* 8 (1/2): 73–88.
- Akman Y, Ketenoglu O, Quézel P, Demirörs M (1984). A syntaxonomic study of steppe vegetation in Central Anatolia. *Phytoecologia* 12(4): 563–584.
- Akman Y, Ketenoglu O, Quézel P (1985). A New syntaxon from Central Anatolia. *Ecologia Mediterranea* XI (2/3): 111–121.
- Akman Y (1990). İklim ve Biyoiklim. *Palme yayınları, M hendislik Serisi*: 103, Ankara.
- Akman Y, Quézel P, Barbero M, Ketenoglu O, Aydogdu M (1991). La vegetation des steppes pelouses ecorchees et a xerophytes epineux de L' Antitaurus dans la partie sub-ouest de L' Anatolie. *Phytocoenologia* 19(3): 391–428.
- Akman Y, Vural M, Quézel P, Kurt L, Ketenoglu O, Serin M, Barbero M (1996). Etude de la Vegetatiion Steppique de la Region de Karaman et Ermenek a (sud del' Anatolie Centrale). *Ecologia Mediterranea* XXII (3/4): 1–7.
- Akman Y, Ketenoglu O, Geven F (2001). *Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metodları*, ISBN: 975-97436 -1–2, 341 s., Ankara.
- Anonim (1992). Konya İli Arazi Varlığı. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, İI Rapor No:42, Ankara.
- Anonim (2012). Karaman İl  evre Durum Raporu. 94 s., Karaman.
- Braun-Blanquet J (1932). *Plant Sociology* (translated by Fuller and Cornard), New York.
- Czeczott H (1938). Contribution on the knowledge of the flora and vegetation of Turkey: Feddes Rep. Beih Tome 107 Band C. VII 1. Art. No. 14.

- Çetik R, Ocakverdi H (1981). Sultandağları Doğanhisar bölgesinin fitososyolojik ve fitoekolojik yönden incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi* 2: 73–89.
- Çetik R, Yurdakulol E (1982). Kuk Geyik Dağı (Bozkır-Konya) ve Civarı Florasına Katkılar. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi* 2: 167–185.
- Çetik R (1985). İç Anadolu Vejetasyonu ve Ekolojisi. Selçuk Üniversitesi Yayınları No: 7, 496, Konya.
- Davis PH (1965–1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands: Vol I-IX, Edinburg University Press, 22 George Square, Edinburg.
- Davis PH (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands: Vol X (Supplement), Edinburg University Press, 22 George Square, Edinburg.
- D.M.İ. (1974). Genel Müdürlüğü Ortalama Extrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni: Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- D.M.İ. (1984). Genel Müdürlüğü Ortalama Extrem sıcaklık ve yağış defteri bülteni: (Günlük-Aylık) Türk Tarih Kurumu Matbaası, Ankara.
- Geven F, Adiguzel N, Vural M (2010). A New Alliance For Order Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi Akman, Ketenoglu, Quezel 1985 From Central Anatolia (Eregli-Karaman). *Ekoloji* 19(74): 89–101.
- Gner A, zhatay N, Ekim T, Bařer KHC (eds.) (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 11, Edinburgh University Press, 22 George Square, Edinburgh.
- Handel-Mazzetti HFV (1909). Ergebnisse einer botanischen Reise in das Pontische Randgebirge im Sandschak Trapezunt, unternommen im Jahre 1907 im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Orientvereines in Wien. Ann. K.K. Naturhist.Hofmus, 23 (1–2): 6–212.

- Krause K (1940). Batı ve Orta Anadolu Nebat Formasyonları (Çeviren: H. Birand). Ziraat Vekaleti Yayınları 60: 1–29.
- Ketenoğlu O, Kurt L, Akman Y, Serin M (1996). A new alliance from Central Anatolia “Minuartion juniperino- pestalozzae”. *Turkish Journal of Botany* 20: 457–464.
- Ocakverdi H, Çetlik AR (1982). Sultan Dağları-Doğanhisar Bölgesinin (Konya) fitososyolojik ve fitoekolojik yönden incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi* 2: 73–89.
- Ocakverdi H, Çetlik AR (1987). Seydişehir Maden Bölgesi (Konya) ve Çevresinin Vejetasyonu. *Turkish Journal of Botany* C11 (1): 100–148.
- Ocakverdi H, Ünal A (1991). Karadağ’ın (Karaman) bitki sosyolojisi ve ekolojisi yönünden incelenmesi. *Turkish Journal of Botany* 15: 79–106.
- Quézel P, Barbéro M, Akman Y (1992). Typification de Syntaxa Décrits en Region Méditerranéenne Orientale. *Ecologia Mediterranea* 18: 61–87.
- Serin M, Eyce B (1994). Hadim (Konya) Aladağ (Orta Toroslar) ve Çevresinin Vejetasyonu. *Turkish Journal of Botany* 18: 201–227.
- Schwarz O (1935). Die Vegetationsverhältnisse West Anatoliens. *Bot. Jahrb.* 67: 297–436.
- Şanda MA, Küçüködük M, Serin M (2000). Hadim (Konya), Ermenek ve Bucakkışla (Karaman) arasında kalan bölgenin step vejetasyonu. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi* 1: 25–35.
- Tatlı A, Eyce B, Serin M (1994). Kızılören Çal ve Loras Dağları (Konya) vejetasyonu. *Turkish Journal of Botany* 18: 267–288.
- Towsend CC, Guest E (1966-1980). Flora of Iraq, Vol 1-9, Baghdad.

Tutin GT, Heywood VH (1964-1981). *Flora Europaea*, Vol. I-V. *Cambridge University Press*, Cambridge.

Ünal A, Ocakverdi H (1991). Karadağ'ın (Karaman) bitkileri. *Turkish Journal of Botany* 15: 308–399.

Weber HE, Moravec J, Theurillat JP (2000). International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science* 11: 739–768.

Ne II Spektrumu için E1 Geçiş Olasılıkları

Gültekin ÇELİK

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Konya

e-mail: gultekin@selcuk.edu.tr

Öz: Bu çalışmada bir kez iyonlaşmış Neon (Ne II)'un 3s-3p seviyeleri arasındaki elektrik dipol geçiş olasılıkları, en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen geçiş olasılıkları literatürde verilen teorik ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bir kez iyonlaşmış Neon, Elektrik dipol geçiş olasılığı, WBEPM teori

E1 Transition Probabilities for Ne II Spectrum

Abstract: In this study, the electric dipole transition probabilities between 3s-3p levels of singly ionized neon have been calculated using the weakest bound electron potential model (WBEPM) theory. The obtained transition probabilities have been compared to theoretical and experimental results in given literature.

Keywords: Singly ionized Neon, Electric dipole transition probability, WBEPM theory

1. Giriş

Elektron sayısı dört ile on arasında olan hafif elementler fiziğin birçok dalında önemli uygulama alanı bulmaktadır. Atomların ve iyonların uyarılma süreçleri, geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri gibi hassas spektroskopik parametrelerin bilinmesini gerektirir. Neon elementi evrende hidrojen, helyum, oksijen ve karbondan sonra en fazla bulunan elementtir. Nadir gaz iyonlarında geçiş olasılıkları ve uyarılmış seviyelerin yaşam sürelerinin bilinmesi teşhis, nadir gaz plazmaları, kozmik plazmalar, laboratuvar plazmaları, laser ortamları ve teorik

hesaplamalar gibi birçok uygulama için önemlidir (Trimble, 1991). İnterkombinasyon ve spin yasaklı geçişler için kendiliğinden emisyon oranlarının mevcut geçiş olasılığı değerleri arasındaki büyük tutarsızlıklar, Ne II spektrumu çalışmaları üzerindeki ilgiyi arttırmaktadır. Elde edilen spektral özellikler bir galaksinin hangi özelliklere sahip olduğu noktasında ipucu verir. Örneğin, üç kez iyonlaşmış Oksijen (O IV) veya dört kez iyonlaşmış Neon (Ne V) gibi çizgiler, merkezi bir kara deliğin varlığını gösterir. Bu çizgilerin yokluğunda yıldız yayan galaksiler için tipik olan çizgilerin varlığı, örneğin tekli iyonize Neon (Ne II), bir galaksinin ana güç kaynağı

olarak büyük yıldız oluşumunu gösterir (Santos ve ark., 2011).

2. Materyal ve Metot

Çok elektronlu atomik ya da iyonik sistemlerde elektronik hareketi tanımlamak için Zheng, yeni bir potansiyel model önerdi (Zheng ve ark., 2000; 2002; 2004). Bu yeni yaklaşımda radyal dalga fonksiyonları deneysel enerji değerlerinden ya da iyonlaşma enerjilerinden belirlenen bazı parametrelerle Laguerre polinomlarına bağlı olarak ifade edilebilmektedir;

$$\psi = C \exp\left(-\frac{Z^*r}{n^*}\right) r^l L_{n^*-l-1}^{2l+1}\left(\frac{2Z^*r}{n^*}\right) Y_{l,m}(\theta, \phi) \quad (1)$$

Burada C normalizasyon katsayısıdır ve

$$C = \left(\frac{2Z^*}{n^*}\right)^{l+3/2} \left[\frac{2n^*}{(n^*-l-1)!} \Gamma(n^*-l+1) \right]^{-1/2} \quad (2)$$

olarak verilir. İfadedeki n^* , l ve ϵ ,

$$l = l + d, \quad n^* = n + d, \quad \epsilon = -\frac{Z^{*2}}{2n^{*2}} \quad (3)$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Zheng ve ark., 2004). Belirli kuantum sayılarıyla tanımlı bir seviyeden farklı kuantum sayılarıyla tanımlı ikinci bir seviyeye bir elektron geçişi için geçişi tanımlayan radyal geçiş integrali,

$$\begin{aligned} \langle n_i, l_i | r^k | n_f, l_f \rangle &= \int_0^\infty r^{k+2} R_{n_i, l_i}(r) R_{n_f, l_f}(r) dr \\ &= (-1)^{n_f+n_i+l_f+l_i} \left(\frac{2Z_f^*}{n_f^*}\right)^{l_f} \left(\frac{2Z_i^*}{n_i^*}\right)^{l_i} \times \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} - \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{-l_f-l_i-k-3} \times \left[\frac{n_f^{*4} \Gamma(n_f^*+l_f^*+1)}{4Z_f^{*3} (n_f-l_f-1)!} \right]^{-1/2} \times \\ &\quad \left[\frac{n_i^{*4} \Gamma(n_i^*+l_i^*+1)}{4Z_i^{*3} (n_i-l_i-1)!} \right]^{-1/2} \times \sum_{m_1=0}^{n_f-l_f-1} \sum_{m_2=0}^{n_i-l_i-1} \frac{(-1)^{m_2}}{m_1! m_2!} \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} - \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{m_1+m_2} \times \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} + \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{-m_1-m_2} \times \\ &\quad \Gamma(l_f^*+l_i^*+m_1+m_2+k+3) \times \sum_{m_3=0}^S \binom{l_f^*-l_i^*+k+m_2+1}{n_f^*-l_f^*-1-m_1-m_3} \times \binom{l_f^*-l_i^*+k+m_1+1}{n_i^*-l_i^*-1-m_2-m_3} \times \\ &\quad \binom{l_i^*+l_f^*+k+m_1+m_2+m_3+2}{m_3} \end{aligned} \quad (4)$$

olarak verilir (Zheng ve ark., 2000; 2002; 2004).

Burada

$$S = \min\{n_f^* - l_f^* - 1 - m_1, n_i^* - l_i^* - 1 - m_2\} \text{ dir} \quad \text{ve}$$

$k > -l_f^* - l_i^* - 3$ şartını sağlamaktadır.

İki ince yapı seviyesi arasındaki elektrik dipol geçişe karşılık gelen geçiş olasılığı (Cowan, 1981),

$$A_{JJ'} = \frac{2,0261 \cdot 10^{-6} (E_J - E_{J'})^3}{(2J'+1)} S \quad (5)$$

şeklinde yazılır. Burada $(E_j - E_i)$ geçiş enerjisidir ve birimi Kayser (cm^{-1})'dir. S ise geçişin söz konusu olduğu seviyeler arasındaki çizgi şiddetidir. Çizgi şiddeti geçişe iştirak eden elektron sayısına, göz önüne alınan konfigürasyonların geçerli olduğu çiftlenim şekline ve geçiş tipine göre belirlenir (Cowan 1981; Çelik ve ark., 2015; Ateş ve ark., 2014).

3. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada bir kez iyonlaşmış Neon iyonunda 3s ve 3p seviyelerinin bazı konfigürasyonlarının ince yapı seviyeleri arasındaki elektrik dipol geçiş olasılıkları en zayıf bağlı elektron potansiyel model teori kullanılarak hesaplanmıştır. Bu teori bir çok atom ve iyonunda hem izinli hem de yasak geçişlerde geçiş olasılıkları ve osilatör şiddetleri gibi spektroskopik nicelikler için literatürle oldukça uyumlu sonuçlar verebilmektedir (Çelik ve Ateş, 2016; Çelik ve ark., 2016; Ateş ve ark., 2012; Çelik ve ark., 2011; Ateş ve Çelik, 2009; Ateş ve ark., 2009; Çelik ve Ateş, 2007; 2008).

En zayıf bağlı elektron potansiyel model teoride hesaplamalarda kullanılacak parametrelerin belirlenmesinde seviyelere ait enerji değerleri ve seviyelerin yarıçaplarının beklenen değerleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada seviyelere ait enerji değerleri literatürdeki deneysel verilerden (Ralchenko ve ark., 2015), seviyelerin yarıçaplarının beklenen değerleri

ise sayısal Coulomb yaklaşımı (NCA) (Lindgard ve Nielsen, 1975) ve sayısal Hartree-Fock (HF) (Gaigalas ve Fischer, 1996) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Gerekli parametreler belirlendikten sonra bir kez iyonlaşmış Neon iyonunda elektrik dipol geçiş olasılıkları hesaplanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen geçiş olasılığı sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir. Çizelge 1 de bu çalışma sütununda NRHF dalga fonksiyonlarından elde edilen parametreler kullanılarak yapılan hesaplama sonuçları yıldızlı olarak gösterilmiştir. Diğer sonuçlar ise NCA dalga fonksiyonlarından elde edilen parametreler kullanılarak yapılan hesaplama sonuçlarını göstermektedir. Tablo 1 de bu çalışmadan elde edilen geçiş olasılığı sonuçları, Garstang (1954) tarafından verilen yarı-deneysel sonuçlarla, Hodges ve ark. (1970) tarafından verilen yarı-deneysel sonuçlarla, Blackford ve Hibbert (1994) tarafından verilen CIV3 kodlu konfigürasyon etkileşmesi sonuçlarıyla, Fischer ve He (1999) tarafından verilen MCHF+BP sonuçlarıyla, Fischer and Tachiev (2004) tarafından verilen relativistik etkileri içeren MCHF sonuçlarıyla, Santos ve ark. (2011) tarafından verilen MCDF sonuçlarıyla ve literatürde verilen deneysel sonuçların ortalaması alınarak elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır (Kramida ve ark., 2015). Tablodan görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar literatürden elde edilebilen birçok

teorik sonuçla ve birçok deneysel çalışmanın ortalaması alınarak verilen sonuçla uyumludur. Bir kez iyonlaşmış Neon $1s^2$ çekirdek elektronlarının dışında uyarılmış seviyelerde önemli etkileşmelere sebebiyet verecek yedi tane değerlik elektrona sahiptir. Böyle bir sistemde hassas hesaplamalar yapabilmek için çok sayıda konfigürasyonun göz önüne alınıp bu tür etkileşmeleri hesaplamalara dahil eden konfigürasyon etkileşmesi yöntemleri kullanılmalıdır. Literatürdeki sonuçların birbirinden farklı olması bu konfigürasyonların hesaplamalardaki önemine bir kez daha

dikkat çekmektedir. Çok sayıda konfigürasyonların göz önüne alınması hesaplamaları çoğu kez karmaşık hale getirebilmektedir.

En zayıf bağlı elektron potansiyel model teoride geçiş olasılıklarının hesaplanmasında elektronun geçişe iştirak ettiği iki seviyeye ait dalga fonksiyonları belirlenerek karmaşık hesaplamalara girilmeden sonuca ulaşılabilmektedir. Ayrıca bu yöntemle yüksek uyarılmış seviyeleri çalışmak, karmaşık yöntemler kadar zor değildir

Çizelge 1. Bir kez iyonlaşmış Neon için 3s-3p seviyeleri arasındaki elektrik dipol geçiş olasılıkları ($\times 10^8 \text{Hz}$)

İlk Seviye	Son seviye	Terimler	J_i	J_s	Bu Çalışma	Santos ve ark. (2011)	Garstang (1954)	Hodges ve ark. (1970)	Blackford ve Hibbert (1994)	Fischer ve Tachiev (2004)	Deneysel Sonuçlar
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4S4	1.5	1.5	8.76E-01*	9.10E-01	7.60E-01	9.20E-01	9.00E-01	8.40E-01	0.75 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4S4	2.5	1.5	1.38E+00*	1.16E+00	1.40E+00	1.25E+00	1.13E+00	1.12E+00	0.96 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4S4	0.5	1.5	4.26E-01*	5.20E-01	3.20E-01	5.10E-01	5.50E-01	4.50E-01	0.43 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	2.5	2.5	9.90E-01*	1.01E+00	1.02E+00	1.08E+00	1.11E+00	9.00E-01	0.90 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	2.5	1.5	6.52E-01*	8.10E-01	4.50E-01	7.50E-01	8.00E-01	7.10E-01	0.62 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	1.5	2.5	3.68E-01	3.10E-01	2.90E-01	3.10E-01	3.10E-01	3.00E-01	0.27 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	1.5	1.5	1.83E-01*	2.30E-01	2.00E-01	2.00E-01	1.90E-01	1.90E-01	0.16 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	0.5	1.5	5.10E-01	4.70E-01	4.70E-01	4.40E-01	8.60E-01	4.20E-01	0.35 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	0.5	0.5	2.08E-01	2.00E-01	1.80E-01	1.90E-01	1.90E-01	1.80E-01	0.17 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4P4	1.5	0.5	1.16E+00*	1.09E+00	1.10E+00	1.20E+00	1.23E+00	1.14E+00	1.04 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	1.5	2.5	1.33E+00*	1.47E+00	1.35E+00	1.43E+00	1.47E+00	1.34E+00	1.27 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	1.5	1.5	9.59E-01	9.40E-01	8.90E-01	9.70E-01	1.00E+00	9.10E-01	0.90 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	1.5	0.5	3.04E-01	2.30E-01		2.70E-01	2.80E-01	3.00E-01	0.27 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	0.5	1.5	7.85E-01*	9.10E-01	8.40E-01	8.70E-01	8.80E-01	7.30E-01	0.84 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	0.5	0.5	1.59E+00*	1.61E+00	1.54E+00	1.64E+00	1.67E+00	1.53E+00	1.41 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	2.5	3.5	1.93E+00*	1.88E+00	1.81E+00	1.92E+00	1.95E+00	1.77E+00	1.77 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	2.5	2.5	5.98E-01*	4.20E-01	4.20E-01	4.60E-01	4.60E-01	5.50E-01	0.42 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P4D4	2.5	1.5	1.02E-01*	5.00E-02		6.00E-02	6.00E-02	6.00E-02	0.05 E+00

Tablo 1 : Devam

İlk Seviye	Son seviye	Terimler	J _i	J _s	Bu Çalışma	Santos ve ark. (2011)	Garstang (1954)	Hodges ve ark. (1970)	Blackford ve Hibbert (1994)	Fischer ve Tachiev (2004)	Deneysel Sonuçlar
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2S2	1.5	0.5	1.24E+00*	1.53E+00	7.70E-01	1.44E+00	1.19E+00	1.39E+00	1.45 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2S2	0.5	0.5	5.36E-01	2.90E-01	7.50E-01	2.20E-01	4.40E-01	2.20E-01	0.22 E-00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2P2	1.5	1.5	1.62E+00	1.63E+00	1.35E+00	1.42E+00	1.42E+00	1.38E+00	1.40 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2P2	1.5	0.5	6.57E-01	5.00E-01	9.40E-01	2.20E-01	5.10E-01	2.60E-01	0.24 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2P2	0.5	1.5	3.09E-01	4.40E-01	4.00E-01	3.90E-01	3.20E-01	3.90E-01	0.38 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2P2	0.5	0.5	1.25E+00	1.54E+00	8.50E-01	1.52E+00	1.19E+00	1.48E+00	1.49 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2D2	1.5	2.5	1.40E+00	1.30E+00	1.29E+00	1.38E+00	1.41E+00	1.37E+00	1.14E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2D2	1.5	1.5	2.70E-01*	3.40E-01	3.30E-01	3.30E-01	3.30E-01	3.30E-01	0.36 E+00
2s(2)2p(4)(P3)3s(1)	2s(2)2p(4)(P3)3p(1)	P2D2	0.5	1.5	1.16E+00	1.18E+00	9.80E-01	1.07E+00	1.10E+00	1.06E+00	0.93 E+00
2s(2)2p(4)(D1)3s(1)	2s(2)2p(4)(D1)3p(1)	D2P2	2.5	1.5	1.83E+00*	1.79E+00	1.50E+00	1.53E+00	1.75E+00	1.47E+00	1.33 E+00
2s(2)2p(4)(D1)3s(1)	2s(2)2p(4)(D1)3p(1)	D2P2	1.5	1.5	2.52E-01	2.30E-01	1.70E-01	2.50E-01	5.00E-02	2.30E-01	0.18 E+00
2s(2)2p(4)(D1)3s(1)	2s(2)2p(4)(D1)3p(1)	D2F2	2.5	2.5	1.08E-01*	1.30E-01	9.00E-02	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	0.10 E+00
2s(2)2p(4)(D1)3s(1)	2s(2)2p(4)(D1)3p(1)	D2F2	2.5	3.5	1.62E+00*	1.68E+00	1.30E+00	1.57E+00	1.63E+00	1.51E+00	1.29 E+00
2s(2)2p(4)(D1)3s(1)	2s(2)2p(4)(D1)3p(1)	D2F2	1.5	2.5	1.51E+00*	1.49E+00	1.30E+00	1.44E+00	1.51E+00	1.40E+00	1.23 E+00

Kaynaklar

- Ateş Ş, Çelik G (2009). Oscillator Strengths for Allowed Transitions in Li II. *Acta Phys. Pol. A* 116: 169-175.
- Ateş Ş, Çelik G, Tekeli G, Taşer M (2012). Oscillator strengths of allowed transitions for O III. *Atomic Data and Nuclear Data Tables* 98: 1–18.
- Ateş Ş, Gökçe Y, Çelik G, Yıldız M (2014). Oscillator strengths and transition probabilities for singly ionized terbium. *Can. J. Phys.* 92: 1043-1046.
- Ateş Ş, Tekeli G, Çelik G, Akın E, Taşer M (2009). Oscillator strengths for singly ionized oxygen. *Eur. J. Phys. D* 54: 21-24.
- Blackford HMS, Hibbert A (1994). Transitions in fluorine-like ions *At. Data Nucl. Data Tables* 58: 101-164.
- Cowan RD (1981). The theory of atomic structure and spectra. *University of California Press*.
- Çelik G, Ateş Ş (2007). The calculation of transition probabilities for atomic oxygen. *Eur. J. Phys. D* 44: 433-437.
- Çelik G, Ateş Ş (2008). The theoretical calculations of transition probabilities for individual and multiplet lines between some excited levels of atomic potassium. *Can. J. Phys.* 86: 487-494.
- Çelik G, Ateş Ş (2016). E1 and E2 transitions for Fe XVI, Co XVII and Ni XVIII. *Astrophys Space Sci.* 361: 1-9.
- Çelik G, Ateş Ş, Erol E (2015). Oscillator strengths and lifetimes for Cu I. *Can. J. Phys.* 93: 1015-1023.
- Çelik G, Ateş Ş, Özarıslan S, Taşer M (2011). Transition probabilities, oscillator strengths and lifetimes for singly ionized magnesium. *J. Quant. Spectr. Rad. Trans.* 112: 2330-2334.
- Çelik G, Ateş Ş, Tekeli, G (2016). Electric dipole transition probabilities, oscillator strengths and lifetimes for Co16+. *Can. J. Phys.* 94: 23-25.

- Fischer CF, He X (1999). Transition energies and transition rates for the $2p(4)(P-3)3p-2p(4)(P-3)3d$ transitions in Ne II. *Can. J. Phys.* 77: 177-195.
- Fischer CF, Tachiev G (2004). Breit-Pauli energy levels, lifetimes, and transition probabilities for the beryllium-like to neon-like sequences *At. Data Nucl. Data Tables* 87: 1-184.
- Gaigalas G, Froese Fischer C (1996). Extension of the HF program to partially filled f-subshells. *Comput. Phys. Commun.* 98: 255-264.
- Garstang RH (1954). Intermediate coupling line strengths. *Mon. Not.R. Astron. Soc.* 114: 118-133.
- Hodges D, Marantz H, Tang CL (1970). Line strengths and radiative lifetimes for Ne II. *J.Opt.Soc. Am. A* 60: 192-199.
- Kramida A, Ralchenko Y, Reader J, NIST ASD Team (2015). NIST Atomic Spectra Database (version 5.3) [online]. Available: <http://physics.nist.gov/asd> National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD
- Lindgard A, Nielsen SE (1975). Numerical approach to transition probabilities in the coulomb approximation: Be N I and Mg II Rydberg series. *J. Phys. B* 8: 1183-1199.
- Ralchenko Y, Kramida AE, Reader J, NIST ASD Team (2015). NIST Atomic Spectra Database (version 4.0.1) [online]. Available: <http://physics.nist.gov/asd> National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD
- Santos JP, Costa AM, Madruga C, Parente F, Indelicato P (2011). Relativistic transition wavelenghts and probabilities for spectral lines of Ne II. *Eur. Phys. J. D* 63: 89-96.
- Trimble V (1991). The origin and abundances of the chemical elements revisited *Astron. Astrophs. Rev.* 3: 1-46.
- Zheng NW, Wang T, Yang RY, Wu YG (2000). Theoretical calculation of transition probability for N atom and ions. *J. Chem. Phys.* 112: 7042-7056.

Zheng NW, Wang T, Zhou T, Ma DX (2002). Theoretical study of transition probability for oxygen atom and ions. *J. Phys. Soc. of Japan* 71: 1672-1675.

Zheng NW, Wang T, Ma DX, Zhou T, Fan J (2004). Weakest bound electron potential model theory. *Int. J. Quant. Chem.* 98: 281-290.

İyonlaştırıcı Radyasyon ve Korunma Yöntemleri

Bahattin ÇİMEN, Mehmet ERDOĞAN*, Rıza OĞUL

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Konya

*e-mail: merdogan@selcuk.edu.tr

Öz: İyonlaştırıcı radyasyon, bir atomun yörüngesinden elektron kopararak atomun yüklü veya iyonize olmasına neden olacak düzeyde yeterli enerji taşıyan radyasyon olarak tanımlanır. Başlıca iyonlaştırıcı radyasyonlar, gama ışınları, X-ışınları, alfa, beta, nötron ve elektromanyetik spektrumun yüksek enerji ultraviyole kısmını içeren ışınlardan oluşur. Bununla birlikte, elektromanyetik spektrumun düşük enerji ultraviyole kısmı, görünür bölge ışınları ve görünür laser ışınlarının tamamı, kızılötesi, mikrodalgalar ve radyo dalgaları iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak bilinir. İyonlaştırıcı radyasyon bölgesi net bir şekilde tanımlanmamıştır. Çünkü atomların ve moleküllerin iyonlaşma enerjileri farklı farklıdır. Buna göre 10 eV değeri iyonlaştırıcı olmayan radyasyon enerjisi için anlaşılmalı bir üst sınır değerdir. Örneğin, su molekülü için iyonlaştırıcı olmayan radyasyon enerji eşik değeri 33 eV olarak göz önüne alınır. Bu tür radyasyonlar hakkındaki bilgiler, canlılara olan negatif etkilerin ve çevresel tedbirlerin belirlenmesinde önemlidir. İyonlaştırıcı radyasyon görünür bölgede olmadığı için insan duyuları ile detekte edilemez bu yüzden radyasyon sayaçlarına ihtiyaç duyulur. Bu çalışmada, iyonlaştırıcı radyasyonun temel özellikleri ile çevreye etkileri ve çevre güvenliği açısından alınacak tedbirler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Alfa radyasyonu, Beta radyasyonu, Gama radyasyonu, Çevresel güvenlik, İyonlaştırıcı radyasyon

Ionizing Radiation and Protection Methods

Abstract: Ionizing radiation is defined as the radiation providing the enough energy to free electrons from an atom. The main ionizing radiations consists of rays containing gamma rays, x-rays, alpha, beta, neutron, and higher ultraviolet part of the electromegnetic spectrum. However, the lower ultraviolet part of the electromagnetic spectrum, visible region rays, and all visible laser rays, infrared, microwaves and radio waves are known as non-ionizing radiation. Ionizing radiation region is not clearly defined. Because the ionization energies of atoms and molecules are different. Accordingly, 10 eV is considered as an apparent upper limit to be non-ionizing energy. For example, the non-ionizing radiation energy threshold value for the water molecule is taken as 33 eV. Knowledge of these types of radiation is important for the information about the negative effects on living beings, and for the determination of possible environmental precautions. Since ionizing radiation is not in the visible region, it can not be detected by human senses, so radiation detection instruments are needed. In this study, the basic properties of ionizing radiation, the effects on the environment and the measures to be taken in terms of environmental safety have been examined.

Keywords: Alpha radiation, Beta radiation, Gamma radiation, Environmental security, Ionizing radiation

1. Giriş

Radyasyon, yüksek hızda parçacıkların ve elektromanyetik dalgaların enerjisi olarak tanımlanır; iyonize ve iyonize olmayan radyasyon olarak iki gruba ayrılır.

İyonize radyasyon, kütleli yapıya sahip parçacık radyasyonu ve foton enerjili dalga karakterinde elektromanyetik radyasyon olmak üzere iki gruba ayrılır. Alfa (α) ve beta (β) parçacıkları, elektron, proton ve

nötronlar parçacık türü iyonize radyasyon tiplerini oluşturur. Yüksek enerjili mor ötesi ışınlar, x ve γ ışınları ise, iyonlaştırıcı yeteneğe sahip yüksek enerjili fotonlardan oluşan elektromanyetik radyasyonlardır. Tüm canlılar doğal kaynaklardan iyonize radyasyona maruz kalırlar ve bu durum doğal yaşamın vazgeçilmez bir özelliğidir. Doğal radyasyon, karasal ve kozmik radyasyonları içeren dış radyasyon ile iç radyasyonları içermektedir. Doğal radyasyon kaynaklarının yanında, çoğunlukla medikal uygulamaların sebep olduğu yapay radyasyon maruziyeti de toplam radyasyon maruziyetinin % 20'lik kısmını oluş-turmaktadır (UNSCEAR, 2000; UNSCEAR, 2008).

Radyasyon kaynakları canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmesine rağmen tıpta teşhis ve tedavi amaçlı, endüstride, nükleer reaktörlerde ve çeşitli araştırma faaliyetlerinde faydalı amaçlar için de kullanılmaktadır. Radyasyonun bu tür kullanımları, çalışanların etkili bir şekilde radyasyondan korunmalarını ve güvenliklerinin sağlanmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda radyasyon maruziyeti ölçümlerinin gerekliliği ortaya çıkmış ve radyasyon ile ilgili sınırlayıcı birimler geliştirilmiştir. Bu tür çalışmalar yapmakta olan başlıca uluslararası kuruluşlar; 1957 yılında kurulan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)(www.iaea.org), 1928 yılında

kurulan iyonize radyasyon maruziyeti sonucunda oluşabilecek kanser gibi hastalıkların önlenmesi çalışmalarını yürüten Uluslararası Radyolojiksel Korunma Komisyonu (ICRP) (www.icrp.org), 1955 yılında Birleşmiş Milletler tarafından iyonize radyasyonun etkilerini belirlemek için kurulan Atomik Radyasyonun Etkileri Üzerine Bilimsel Komisyon (UNSCEAR) (www.unscear.org) ve 1970 yılında kurulan insan sağlığı ve çevreyi korumak için kurulan Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) (www.epa.gov) olarak yazılabilir. Ülkemizde ise insan ve çevrenin radyasyondan korunması ile ilgili faaliyetler 1956 yılında kurulan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından gerçekleştirilmektedir (www.taek.gov.tr).

Bu çalışmamızda iyonlaştırıcı radyasyon ve çeşitleri hakkında bilgi verilerek dünyada iyonlaştırıcı radyasyonla ilgili uluslararası kuruluşların belirlemiş oldukları korunma yöntemlerinden bahsedilerek, ülkemizdeki uygulamalarına yönelik bilgiler verilmiştir.

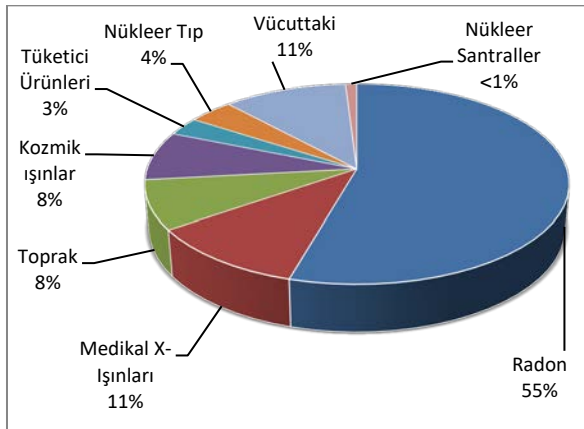
1. Radyasyon

Radyasyon parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar yoluyla enerji transferidir. Radyasyonu sınıflandırmada radyasyonun enerjisi, türü ve kaynağı olmak üzere üç ana parametre kullanılır. Radyasyonun enerjisi, etkileştiği ortamdaki bir atomdan elektron koparabilecek seviyede ise yüksek enerjili ya da iyonize olarak da

tanımlanır. Alfa, beta ve nötron parçacık türü radyasyonlar ile yüksek enerjili morötesi ışınlar, gama ışınları ve x-ışınlarını içeren elektromanyetik dalga türündeki radyasyonlar iyonize özelliğe sahiptirler. Düşük enerjili ya da iyonize olmayan radyasyonlar ise etkileştiği madde içindeki atomlardan elektron koparamazlar. Elektromanyetik spektrumda yer alan mikrodalgalar, görünür ışık, kızılötesi ve düşük enerjili morötesi ışık gibi radyasyonlar iyonize olmayan radyasyonlara örnektir.

1.1. Radyasyon Kaynakları

Yeryüzündeki tüm canlılar ve cansızlar havada, suda, toprakta, hatta kendi vücutları içerisindeki doğal radyasyon kaynakları ve bunlara ek olarak insanlar tarafından üretilen yapay radyasyon kaynaklarının her gün ışınımına maruz kalmaktadırlar. Doğal radyasyon kaynaklarından maruziyet %80 oranında iken insan yapımı radyasyon kaynaklarından maruziyet %20 oranındadır (UNSCEAR, 2008).



Şekil 1. Radyasyon Kaynakları (USNRC, 1987)

1.1.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal Radyasyon, insanların herhangi bir katkısı olmadan doğada kendiliğinden oluşan radyasyonlardır. Doğal radyasyon maruziyetinin iki ana kaynağı vardır. Bunlar, atmosfere giren yüksek enerjili kozmik ışın parçacıkları ve yer kabuğunda bulunan radyoaktif çekirdeklerdir. Dış uzaydan gelen yüksek enerjili parçacıklardan kaynaklanan doğal radyasyon maruziyeti kozmik radyasyon olarak adlandırılır ve insanların maruz kaldığı yıllık doz 0.39 mSv'dir. Karasal kaynaklı doğal radyasyon kaynakları, granitik, volkanik ve fosfat kayalar içeren topraklardan üretilen çevresel malzemelerde ve insanların kendi vücutlarının içinde bulunabilir. İnsan vücudunun yer kabuğu kaynaklı radyasyon maruziyeti uranyum-238 (U-238) ve toryum-232 (Th-232) doğal radyoaktif serilerinde yer alan radyoizotoplar ile potasyum-40 (K-40) radyoizotopundan yayınlanan gama ışınları kaynaklıdır. Yerküre kaynaklı alınan yıllık etkin doz 0.46 mSv'dir. Vücut içi radyasyon maruziyeti ise canlıların vücudunda doğal olarak bulunan K-40, karbon-14 (C-14), radyum-226 (Ra-226) gibi radyoaktif izotoplar tarafından yayılan radyasyondur. Radon hariç vücut içi ışınlanmadan kaynaklanan yıllık etkin doz ise 0.23 mSv'dir. En önemli ve birinci doğal radyasyon kaynağı Şekil 1'de görüldüğü gibi radon ve bozunum ürünleridir. Radon,

yerkürede bulunan U-238 doğal radyoaktif bozunum zincirinde yer alan bilinen en ağır radyoaktif bir soygazdır. Radon gazından dolayı dünya genelinde maruz kalınan yıllık etkin doz 1.3 mSv'dir (UNSCEAR, 2000; UNSCEAR, 2008).

1.1.2. Yapay Radyasyon Kaynakları

Doğada mevcut olmayan bazı radyasyon kaynakları yapay yollarla da üretilebilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi ana kaynağını medikal X- ışınlarının oluşturduğu yapay radyasyon maruziyetinin yıllık etkin doz değeri 0.4 mSv değerindedir (UNSCEAR, 2000).

2. İyonlaştırıcı Radyasyondan Korunma Yöntemleri

Radyasyonun bilimde, sanayide, tarımda ve tıpta kullanılması ile birlikte radyasyon korunması kurallarının geliştirilmiştir. Çalışanlar için radyasyondan korunma ile ilgili temel kriterleri oluşturan ICRP (International Commission on Radiological Protection) kuruluşu, diğer uluslararası radyasyondan korunma örgütleri ile işbirliği içinde çalışmalarına devam etmekte olup insanların radyasyon maruziyetini azaltmak için Müsade Edilebilir Maksimum Dozlar (MEMD) ifadesini kullanmış ve bu değerleri sürekli tavsiye raporları ile güncellemektedir (Sowby, 1965).

2.1. İyonlaştırıcı Radyasyon Doz Birimleri

İyonlaştırıcı radyasyonların hiç biri normal yollardan ölçülemediği için varlıkları ve büyüklükleri ancak özel aygıtlar yardımı ile anlaşılabilir. Bütün radyasyon saptama yöntemleri, radyasyonun içinden geçtikleri ortamlarda iyonizasyon oluşturma özelliklerine dayanmaktadır. Her fiziksel ölçü bir sayısal değerle tanımlanır ve birimlendirilir. Radyasyon ölçme aygıtları ile içinde iyonizasyon oluşturulan ortamda ortaya çıkan iyonizasyona ilişkin ölçülür ve sayısal değerlere ulaşılır. Bu değerler ortamların farklılığından dolayı farklı birimlerle ifade edilmiştir. Bu yöntemler çevre, hasta ve çalışan dozu ölçümünde kullanılır. Radyasyonun, ortamdaki farklı iyonizasyonlarının farklı değerlendirilmelerinde ise radyasyon birimleri de farklı isimlendirilir. Geleneksel radyasyon birimleri, 1986 yılından itibaren köklü bir değişikliğe uğrayarak, bu tarihten geçerli olmak üzere Uluslararası Birim Sistemi (SI) kullanılmıştır. Radyasyonu ölçmek ve radyasyondan korunmak amaçlı kullanılan tanımlamalar ve birimleri şu şekildedir;

- Aktivite: Bir radyoaktif izotopun her bir birim zaman içinde parçalanma miktarını göstermektedir. Parçalanmanın boyutları olmadığı için aktivite saniye başına ölçülür ve SI birim sisteminde birimi Becquerel (Bq)'dir. Eski birimi Cuire (Ci) olan aktivitenin bu iki birim

- arasındaki bağıntısı $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ şeklindedir (ICRP, 1977; ICRP, 2012).
- **Işınlama:** Bir ortamda bulunan radyasyon düzeyini belirlemek için maruz kalınan radyasyon miktarı ölçmektedir. Bu, x veya gama ışınının havada neden olduğu iyonizasyon miktarıdır. Uluslararası kabul edilen ilk ışınlama birimi Röntgendir ve R ile sembolize edilir. SI birim sisteminde ışınlamanın birimi coulomb/kg'dır ve bu iki birim arasındaki bağıntı, $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ Coulomb/kg}$ şeklindedir (ICRP, 1977).
 - **Soğurulmuş Doz Birimi:** Materyalin bir birim kütlesinde depo edilen enerjinin ölçüsüdür. Herhangi bir radyasyonu ölçebilmektedir. Soğurulmuş doz eski birimlerde rad ile tanımlanmış iken, SI birim sisteminde birimi gray (Gy)'dir ve $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule/kg}$ a eşittir. Gray ve Joule/kg arasındaki bağıntı $1 \text{ Gray} = 100 \text{ Rad}$ ile ifade edilir (ICRP, 1977; ICRP, 2012).
 - **Eşdeğer Doz Birimi:** İyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik madde üzerindeki etkisini belirtmek amacıyla kullanılmaktadır. Biyolojik etki radyasyonun geçişte bıraktığı enerjile doğru orantılı olur. Eşdeğer dozun eski birimi "roentgen equivalent man" İngilizce kelimelerin ilk harflerinden oluşan rem'dir, SI birim sisteminde ise

Sievert (Sv) ile birimlendirilmiştir ve bu iki birim arasındaki bağıntı, $1 \text{ Sievert} = 100 \text{ Rem}$ ile verilir. Radyasyon türlerinin oluşturduğu biyolojik etkilerin değişimi w_R ile gösterilmek üzere, soğurulmuş doz ile eşdeğer doz arasındaki dönüşüm Denklem (1) ile verilir (ICRP, 2012).

$$H = D w_R \quad (1)$$

Denklem 1'de H eşdeğer dozu, D soğurulmuş doz ve w_R ise radyasyon ağırlık faktörünü ifade etmektedir.

- **Etkin Doz Eşdeğeri:** Vücuda ışınlandığında birden fazla doku iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalırsa, oluşan etkilerde sağlığa zararlı toplam etki bulunabilir. Bu etkiye etkin doz denir ve herbir dokunun gelen radyasyon türüne karşı hassasiyetini gösteren doku ağırlık faktörü w_T ile herbir dokunun eşdeğer dozunun çarpımı ile hesaplanır (Denklem (2) (ICRP, 2012).

$$E = \sum w_T H_T \quad (2)$$

Denklem 2'de E etkin dozu, w_T T dokusu veya organı için ağırlık faktörünü ve H_T ise T doku veya organdaki eşdeğer dozu göstermektedir.

- **Yüklenen Etkin Doz Eşdeğeri:** Dolaylı yollarla vücut içerisine bir tek radyoaktif maddenin alınmasından sonra 50 yıl süresince toplanabilecek etkin doz eşdeğeridir.

- Kollektif Doz Eşdeğeri: Toplumun radyasyona maruz kalması halinde kullanılan değerdir (Demir, 2000).

2.2. İyonlaştırıcı Radyasyon Korunmasında Temel Prensipler

İnsanların radyasyon maruziyeti gerektiren uygulamalardan korunmaları için ICRP tarafından üç temel ilke oluşturulmuştur (ICRP, 1977). Bu ilkeler şu şekildedir;

- Gerekliklik: Radyasyonun zararından dolayı pozitif bir fayda sağlamayan hiçbir uygulamaya izin verilmemelidir.
- Optimizasyon: Maruz kalınacak dozun mümkün oldukça düşük tutulması sağlanmalıdır. Bu ilke ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibi, yani “mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması” ilkesi olarak da bilinir.
- Doz Sınırları: Kişilerin alınmasına izin verilen dozlar sınırlandırılmalıdır.

2.3. Doz Sınırları

Radyasyondan korunmanın sınırlarını belirlemek amacıyla, uluslararası kuruluşlar müsaade edilebilir maksimum dozlar için tavsiye raporları yayınlamaktadır. ICRP tarafından 1990 yılında yayınlanan tavsiye raporunda radyasyon görevlileri ve halk için yıllık etkin doz ve eşdeğer doz sınır değerleri Çizelge 1’de verilmiştir (ICRP, 1977).

Çizelge 1. Maksimum Müsaade Edilebilir Doz (ICRP, 1977).

	Görevli	Halk	
Yıllık Etkin Doz	20 mSv	1 mSv	
Yıllık Eşdeğer Doz	Göz	150 mSv	15 mSv
	Cilt	500 mSv	50 mSv
	Kol-Bacak	500 mSv	50 mSv

2.4. İyonlaştırıcı Radyasyondan Korunma

Radyasyon çalışanları çeşitli radyasyon ışınlarına maruz kalmaktadır. Tıpta radyasyon alanlarında çalışanlar ve radyoaktif maddeler kullanarak teşhis ve tedavi yapanlar bu ışınlara daha çok maruz kalırlar. Radyasyon çalışanlarının radyasyon dozu ölçen cihazlarla sürekli olarak kontrol edilmeleri gerekmektedir. Radyasyon çalışanlarının ışınların zarar etkilerini önlemek için çeşitli koruyucu aygıtlarda kullanılmalıdır. Radyasyon çalışanlarının maruz kaldığı radyasyon dozları dozimetrelerle ölçülerek 5 yılın ortalaması olarak yılda izin verilen 20 mSv’lik doz sınırını geçenler uyarılmalıdır (MEGEP MEB, 2011).

2.4.1. Koruyucu Aygıtlar

Radyasyondan korunmak için genellikle; paravanlar, gonadal koruyucular, kurşun camlar, kurşun önlük, eldiven, gözlük ve boyunluk kullanılmaktadır. Koruyucu aygıtların kalınlıkları 0.25-0.5-1 mm gibi kurşun eşdeğerinde olduklarında korumaktadır. Kurşun önlük olarak kolaylık

açısından en çok 0.50 mm kurşun eşdeğeri koruyucu önlükler tercih edilir. Bunun üzerindeki (1 mm, 2 mm vb.) önlükler daha iyi korudukları halde oldukça ağır oldukları için pek kullanılmaz. Kurşun koruyucuların içerisindeki kurşun tabakalarının zarar görmemesi için kurşun önlükler katlanmamalı, saklanırken askıya asılarak bekletilmelidir (Ege Üni. Tıp Fak. Has., 2014).

2.4.2. Dozimetreler

Radyasyonu ölçmemize yarayan aletlere, dozimetre denilmektedir. İyonlaştırıcı ışınlarla çalışan personelin, çalışırken en azından bir film dozimetresini göğsüne yerleştirmeleri gereklidir. Taşınabilir büyüklükteki dozimetreler vücudun ışına daha fazla maruz kalan bölgelerinde çalışırken takılır (bilek, parmaklar gibi). Işınların çeşitli etkilerine göre dozimetrelerin çalışması değişmektedir. Radyoloji tanısında, kullanım amaçlarına göre değişen farklı dozimetrelerde bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları; Katı (filmler) dozimetreler, kullanılan en eski radyasyon ölçüm tekniğidir. Diğer yöntemlere göre daha ucuz olduğu gibi filmin ve canlı dokunun radyasyona karşı duyarlılıkları birbirine yakındır. Sıvı dozimetreler, sıvıda radyasyon etkisiyle meydana gelen kimyasal değişiklikleri ölçmektedir. Gazlı dozimetreler, bilinen en yaygın ölçüm yöntemlerinden olup gazlı ortamlardaki iyonlaştırıcı radyasyonun

oluşturduğu iyonizasyonu ölçmektedir. TLD (Termolüminesans Dozimetreler) dozimetreleri, personel takibinde kullanılmaktadır. Termolüminesans maddenin radyasyona maruz kaldığında soğurduğu enerjiyi ısı uygulandığında görülebilir ışığa dönüştürmesi özelliğinden dolayı radyasyon dozu ölçülebilmektedir. (MEGEP MEB, 2011)

2.5. İyonlaştırıcı Radyasyondan Korunmak İçin Alınması Gereken Temel Önlemler

Dış radyasyondan korunmak için uluslararası kuruluşların belirlemiş olduğu bazı kurallar vardır. Bu kurallar, mesafe, zırlama (koruyucu engel) ve zaman'dır (www.epa.gov).

- Mesafe (Uzaklık): Radyasyon kaynağından uzaklaştıkça radyasyonun şiddeti mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalmaktadır. Bu nedenle; özellikle radyasyon görevlilerinin radyasyon kaynağından mümkün oldukça uzak mesafede çalışmayı ilke olarak benimsemesi gereklidir.
- Zırlama (Koruyucu Engel): Radyasyon kaynağının şiddetini azaltmak için önüne konulan engele zırlama denir. Radyasyon ışımalarının türüne göre değişik koruyucu engeller kullanılmaktadır. Bu nedenle çekim esnasında; kurşun önlük, kurşun eldiven, kurşun gözlük, kurşun paravanlar, kurşun camlar ve gonadal

koruyucular gibi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

- Zaman (Süre): Radyasyondan alınan doz miktarı ile zaman doğru orantılı olduğundan, radyasyon ışımasına ne kadar az süre maruz kalınırsa o kadar az doz alınır. Radyasyon çalışanlarının daha önceden plan yapması gereklidir. Çünkü deneme-yanılma yoluyla sonuca gitmek gereksiz yere daha çok radyasyon alınmasına neden olmaktadır.

3. Sonuç

Bu çalışmada radyasyonla ilgili temel bilgilerden bahsedilmiştir. Alınan radyasyonun dozunun ne kadar olduğu ve ne kadar süre maruz kalındığına bağlı olarak, biyolojik etkilerinin yıllar sonra bile ortaya çıkabileceğini bilinmeli ve aynı zamanda insanlara bu konuda bilgi verilmelidir. İyonlaştırıcı radyasyondan nasıl korunmamız gerektiği hakkında bilgiler verilmiştir. Dünyada iyonlaştırıcı radyasyonla ilgili uluslararası kuruluşların

ortak kararıyla belirlenmiş olan ve dünya ülkeleri tarafından benimsenip uygulanan sistemin detayları anlatılmıştır. İnsanlar radyasyon ışınlamalarını tam olarak kontrol altına alamadığı için doz sınırlarıyla ve risk değerlendirmesiyle kontrol altında tutabilmektedir. Buradaki amaç gelecek nesilleri de kapsayarak hiç kimsenin istenmeyen iyonlaştırıcı radyasyon riskine maruz bırakılmamasıdır. Uygulanan sisteminin hedefi ise, radyasyon görevlilerinin, halkın ve çevrenin iyonlaştırıcı radyasyonun ışınlarının zararlı etkilerinden korunmasını sağlamaktır. Radyasyondan korunma ve güvenliğin sağlanabilmesi için konu ilgili bir sistemin kurulması ve sürekliliğinin sağlanması gereklidir. Radyasyondan korunabilmenin yöntemi, radyasyon dozu ile ilgili niceliklerin ve birimlerin iyi bilinmesini, gerekli ölçümlerin yapılabilmesini, ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesini gerektirmektedir.

Kaynaklar

- Demir M (2000). Nükleer tıp fiziği. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul.
- Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi (2014). Radyasyon Güvenliği El Kitabı, 20.
- ICRP (1977). Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3).
- ICRP (2012). Compendium of dose coefficients based on ICRP Publication 60.

MEGEP MEB (2011). Radyoloji, radyasyondan korunma. 725TTT057, Ankara

Sowby FD (1965). The recommendations of ICRP. *ICRP Publications 9*, Pergamon Press
1399.

UNSCEAR (2000). (United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation).
Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations, New York.

UNSCEAR (2008). (United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation).
Sources and effects of ionizing radiation. United Nations, New York.

USNRC (United States Nuclear Regulatory Commission), Report No. 93, Ionizing radiation
exposure of the population of the United States, 1987.

<https://www.iaea.org/about/overview/history/> (Erişim Tarihi: 24. 01. 2017)

http://www.unscear.org/unscear/en/about_us.html/ (Erişim Tarihi: 24. 01. 2017)

<http://www.taek.gov.tr/kurumsal/taek-in-vizyonu.html/> (Erişim Tarihi: 24. 01. 2017)

<https://www.epa.gov/radiation/protecting-yourself-radiatio> (Erişim tarihi: 24. 01. 2017)

<http://www.icrp.org/index.asp/> (Erişim Tarihi: 24. 01. 2017)

<https://www.epa.gov/history/> (Erişim Tarihi:24.01.2017)

s-Triazin Boyar Maddelerinin Sentezi ve Onların Bazı Metal Komplekslerinin İncelenmesi

Ziya Erdem KOÇ

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Konya

e-mail: zerdemkoc@gmail.com

Öz: Bu çalışmada çıkış maddesi olarak asetoguanamin (6-metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin) [AG] kullanıldı. 6-Metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin literatürden yararlanarak elde edilen azo boyar madde özelliği gösteren 2-hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit'in [3] kondenzasyon reaksiyonu ile elde edilen s-triazin merkezli azo boyar Schiff bazlarına susuz FeCl₃ ve CrCl₃.6H₂O bileşikleri ilave edilerek kompleks yapıları sentezlendi. Sonuç olarak, elde edilen ligandların FT-IR, ¹H NMR, elementel analizi ve TGA ile yapısı aydınlatıldı. Elde edilen üç farklı s-triazin merkezli azo boyar Schiff baz komplekslerin FT-IR, TGA ve manyetik süseptibiliteleri alınarak yapıları aydınlatıldı.

Anahtar kelimeler: Asetoguanamin, Schiff Baz, Geçiş Metalleri, s-Triazin, Azo Boyar.

The Synthesis of s-Triazine Dyes and Investigation of Some of Their Metal Complexes

Abstract: In this work, acetoguanamine (6-methyl-2,4-diamino-1,3,5-triazine) [AG] was used as the starting material. 6-Methyl-2,4-diamino-1,3,5-triazine was obtained from the literature and the s-triazine-based azo dye Schiff bases obtained by the condensation reaction of 2-hydroxy-5-[(E)-(aryldiazenyl)]benzaldehyde [1], (2,4-dimethylphenyl)diazenyl)-2-hydroxybenzaldehyde [2], 5-(2,5-dimethylphenyl)diazenyl)-2-hydroxybenzaldehyde [3] complexes were synthesized by adding anhydrous FeCl₃ and CrCl₃.6H₂O compounds. As a result, the structure of the resulting ligands was clarified by FT-IR, ¹H NMR, elemental analysis and TGA. FT-IR, TGA and magnetic susceptibility properties of three different s-triazin-centered azo-dye Schiff base complexes were investigated.

Keywords: Acetoguanamin, Schiff Base, Transition Metals, s-Triazine, Azo Dye.

1. Giriş

s-Triazin türevlerinden (Dudley ve ark., 1950), asetoguanamin kullanılarak son yıllarda literatürde pek çok s-triazin merkezli bileşikleri sentezlenmiştir (Kursunlu ve ark., 2014). Bu s-triazin ve amin gruplu molekülün yer değiştirme reaksiyonu ile farklı donör gruba sahip iki yönlü Schiff baz s-triazin bileşikleri sentezlenmiştir (Koç, 2011; Koç ve Uysal,

2010; Koç ve Uçan, 2007; Uysal ve ark., 2012). Bu iki yönlü yapılar dipodal moleküller olarak adlandırılmıştır (Tahmassebi ve Sasaki, 1998; Sasaki ve Tahmassebi, 1994; Çelikkilek ve Koc, 2014, Kocyiğit, 2012, Kocyiğit, 2013). Doğal bileşikler ve ilaçların çoğu heterosiklik halkalar içerir, bunun için organik ve inorganik kimya alanında yapılan bilimsel çalışmaların önemli bir bölümünü

heterosiklik bileşiklerle ilgili olanlar teşkil eder. Heterosiklik bileşiklerindeki üç azot (N) atomu simetrik olarak halkadaki karbon (C) ile yer değiştirmiş ise s-triazinler adıyla anılır (Uysal ve Koç, 2016). Bu halka sistemi sentetik reçinelerin, ilaçların ve azo boyar kompleksleri gibi birçok maddenin yapısında bulunduğu için endüstriyel öneme sahiptir. Asetoguanaminin yapısında bulunan amin gruplarının azo-aldehitler ile kondenzasyon reaksiyonu ile elde edilen Azo-Schiff bazları özellikle son yıllarda araştırmacıları dipodal s-triazinler konusunda çalışma yapmaya yöneltmiştir (Kocyiğit ve Güler, 2010). Azobenzen triazinler ise fotoaktifler ve optik değişim ya da kaydedilmiş görüntü yaratmaya uygundur (Zawadzka ve ark., 2015). Triazinin bir diğer sıkça kullanıldığı alan tekstildir. Bu alanda hem kırışıklığı önleyici madde hem de reaktif boyar madde olarak farklı kullanımlara sahip s-triazin türevleri vardır. s-triazin türevleri geçiş metalleri ile kompleks vermesinden dolayı koordinasyon kimyasında ve biyoinorganik kimya açısından da ayrı bir konuma sahiptir (Ghasemian ve ark., 2014). Bu çalışmanın amacı özellikle organik, anorganik, analitik ve biyokimyada büyük öneme sahip olan ve her geçen gün üzerinde daha çok çalışılan triazinlerden bazılarının özelliklerini araştırmak ve yeni s-triazin türevleri sentezlemektir. Bu amaçla asetoguanaminden çıkılarak asit katalizör

yardımı ile azo grubu içeren aldehitler kullanılarak kondenzasyon reaksiyonları literatüre uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu iki yönlü ligand ve komplekslere literatürde rastlanmamıştır ve benzer literatürlerden faydalanarak orijinal olarak sentezlenmiştir. Elde edilen bu DIPODAL triazin merkezli azo grubu içeren Schiff baz ligandlarından literatüre uygun olarak kompleksler sentezlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan maddeler Merck, Fluka ve Aldrich'ten temin edildi. Etil alkol, metil alkol, toluen, etil asetat, benzen, n-hekzan, sodyum nitrit, anilin, HCl, 2,4-dimetilanilin, 2,5-dimetilanilin, 6-metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin, susuz FeCl₃, CrCl₃.6H₂O ve susuz Na₂SO₄ kullanıldı. Kullanılan bazı reaktifler de laboratuvar şartlarında sentezlendi. Kullanılan cihazlar: Perkin Elmer 1600 Spectrum 100 with Universal ATR Polarization Accessory, ¹H NMR Spektrometresi, Varian 400 MHz spektrometre, Elementel Analiz, LECO CHNS-932 model analyzer, pH metre, Orion Expandable Ion Analyzer EA 940. Erime Noktası Tayin Cihazı, Büchi Melting Point, B-540. Manyetik süseptibilite, Sheerwood Scientific MX1 Gouy Magnetic Susceptibility. TGA/DTA: Shimadzu DTA-50 and TGA-50H.

2.1. 2-Hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksi-benzaldehit [3] sentezi

Aromatik amin (0.01 mol anilin, 1 mL/2,4-dimetilanilin, 1.21 mL/2,5-dimetilanilin, 1.21 mL) üzerine 5 mL d.HCl ilave edilerek 10 dk geri soğutucuda kaynatıldı. Çözelti 0-5 °C'ye soğutuldu. Daha sonra 10 mL NaNO₂ çözeltisi (0.01 mol, 0.68 g) hazırlayıp çözeltinin üzerine damla damla ilave edildi. Hızla karıştırıp 1 saat 0-5 °C'de bekletildi. Diazonyumklorür tuzu oluşturulduktan sonra üzerine yavaşça salisilaldehit (0.01 mol, 10 mL) çözeltisi ilave edildi. Çözelti sıcaklığı 0-5 °C'de sabit tutularak sulu NaOH ile pH'ı 8-10 arasına getirildi. Bir gece bekletildi. Elde edilen kristal süzülerek ayrıldı ve vakumlu etüvde kurutuldu (Chandrashekhar ve ark., 2013). [1] FT-IR(cm⁻¹): 3010 (OH), 2820 (CH), 2947 (CH₃), 1740 (C=O), 1684 (CH=N), 1580 (C=N triazine), 1440 (N=N). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ (ppm), 10.30 (s, 1H, CHO), 11.20 (s, 1H, OH), 7.10 (d, H, CH_{arom.}), 7.90-8.10 (m, 3H, CH_{arom.}), 7.50 (t, 3H, CH_{arom.}), 8.40 (s, H, CH_{arom.}). [2] FT-IR(cm⁻¹): 3250 (OH), 2830 (CH), 2947 (CH₃), 1710 (C=O), 1674 (CH=N), 1570 (C=N_{triazine}), 1445 (N=N). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ (ppm), 11.20 (s, H, OH), 10.20 (s, H, CHO), 8.06 (s, H, CH_{arom.}), 7.50 (t, 2H, CH_{arom.}), 7.34 (t, 2H,

CH_{arom.}), 7.30 (s, H, CH_{arom.}), 3.84 (s, 6H, CH₃). [3] FT-IR(cm⁻¹): 3245 (OH), 2837 (CH), 2940 (CH₃), 1705 (C=O), 1670 (CH=N), 1572 (C=N_{triazine}), 1447 (N=N). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ (ppm), 11.25 (s, H, OH), 10.23 (s, H, CHO), 8.10 (s, H, CH_{arom.}), 7.57 (t, 2H, CH_{arom.}), 7.38 (t, 2H, CH_{arom.}), 7.32 (s, H, CH_{arom.}), 2.84 (s, 6H, CH₃). (Şekil 1).

2.2. (6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol [4], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimethylfenil)diazenil)fenol [5], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,5-dimethylfenil)diazenil)fenol[6] sentezi

Asetoguanaminin 20 mL etanol içerisine (0.5 mmol, 0.0625 g) eklenerek çözülür. 90 °C'de geri soğutucu altında bulunan çözeltiye 2-hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)] benzaldehit, (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit, 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit (2 mmol, 1 mL, 1.21 mL) eklenir. Geri soğutucu altında 6 saat kaynatıldıktan sonra soğumaya bırakılır. Soğutulduktan elde edilen kristaller mutlak etanolle yıkanarak vakumlu etüvde 60 °C kurutulur. [4] FT-IR(cm⁻¹): 3283 (OH), 2937 (CH₃), 1684 (CH=N), 1580 (C=N_{triazine}). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ (ppm), 11.60 (s, 2H, OH), 8.56 (s, 2H,

CHaliph.), 7.26-7.90 (m, 12H, CHarom.) 8.71 (t, H, CHarom.), 9.03 (s, 2H, CHarom.) 2.84 (s, 3H, CH₃). [5] FT-IR(cm⁻¹): 3313 (OH), 2927 (CH₃) 1624 (CH=N), 1580 (C=N triazine). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ (ppm), 11.36 (s, 2H, OH), 8.59 (s, 2H, CHaliph.), 7.24-7.76 (t, 4H, CHarom.) 8.77 (t, 4H, CHarom.), 7.30 (s, 2H, CHarom.) 9.13 (s, 2H, CHarom.) 2.34 (s, 12H, CH₃) 2.44 (s, 3H, CH₃). [6] FT-IR(cm⁻¹): 3283 (OH), 2935 (CH₃) 1684 (CH=N), 1580 (C=Ntriazine). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ (ppm), 11.45 (s, 2H, OH), 8.65 (s, 2H, CHaliph.), 7.33-7.80 (m, 12H, CHarom.) 8.72 (t, H, CHarom.), 9.05 (s, 2H, CHarom.) 2.81 (s, 3H, CH₃) (Şekil 2).

2.3. (6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol [7]/[8], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil)diazenil)fenol [9]/[10], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,5-dimetilfenil)diazenil) fenol [11]/[12] Fe(III)/Cr(III) komplekslerin sentezi

Asetoguanamin'in (1 mmol 0.71 g) 20 mL etanolde süspansiyonu hazırlandı. 100 mL'lik balonda bu süspansiyon karıştırılırken üzerine FeCl₃ veya CrCl₃.6H₂O (1.5 mmol 0.99 g ve 0.83 g) ilave edildi. Bu karışımın üzerine katalitik miktarda K₂CO₃ ilave edildi. 80 °C

civarında 3 saat geri soğutucu altında kaynatıldı. Daha sonra 1 N'lik HCl ile pH = 6.5 civarına getirilerek kompleks çöktürüldü. Yarıya kadar su ilave edildi, bir gün bekletilip vakumda süzülme ve su ve etanol ile yıkanarak 80 °C'de etüvde kurutuldu. [7] FT-IR(cm⁻¹): 2927 (CH₃), 1624 (CH=N), 1575 (C=Ntriazine), 1430 (N=N). [8] 2947 (CH₃), 1634 (CH=N), 1570 (C=Ntriazine), 1427 (N=N) (Şekil 3).

3. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada çıkış maddesi olarak kullanılan 6-metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin [AG], 2-hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [3] (Vakhatova ve Yakhontov, 1980) etanol içerisinde süspansiyonu ile elde edildi. Elde edilen DİPOD'un erime noktası literatürde belirtildiği gibi 158 °C olarak bulundu (Shin ve Liu, 2000). Bu azo içerikli aldehit ve amin gruplu moleküllerin kondensasyonu ile farklı döner gruba sahip iki yönlü azo-Schiff baz bileşikler sentezlendi. Bu tür iki yönlü yapılar DİPODAL moleküller olarak adlandırıldı.

6-metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin [AG] ile 2-hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-

hidroksibenzaldehit [3] molekülleri kullanılarak üç farklı ligand sentezlendi.

Sentezlenen başlangıç maddesinin ve ligandların yapıları, ¹H NMR, FT-IR, Elementel Analiz ve TGA/DTA analizlerinden faydalanılarak aydınlatıldı. Etanollü ortamda çözülmüş, (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-

diyil)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol [4], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-

diyil)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil)diazenil)fenol) [5], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-

diyil)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,5-dimetilfenil)diazenil)fenol)[6]

ligandlarına etanolde çözülmüş [Fe(III)/Cr(III)], ilave edilerek s-triazin merkezli azo-Schiff baz içerikli dipodal kompleksler elde edildi. Bu komplekslerin elementel analiz, FT-IR spektroskopisi, manyetik süsseptibilite ölçümleri ile aydınlatıldı.

Ligandların ¹H NMR çalışmalarına bakıldığında, s-triazin merkezli azo-Schiff baz içerikli dipodal ligandların ¹H NMR spektrumunda OH protonları incelendiğinde (Şekil 4), 11.60-11.36 ppm de OH protonlarına karşılık gelen bir singlet kimyasal kayma değerinin meydana geldiği gözlemlendi. Azo-Schiff baz içerikli dipodal ligandlarında bulunan hidroksil grupları, (Şekil 5) OH protonları ile molekül içi hidrojen bağları yapabileceğinden dolayı

geniş bir singlet vererek aşağı alana kaydığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında azo-Schiff baz içerikli dipodal bileşiklerinde CH=N alifatik gruplarına ait 8.59-8.65 ppm arasında kimyasal kayma değerleri gözlemlendi. Bileşiklerinde bulunan CH₃ protonlarına ait kimyasal kayma değerleri 2.84-2.44 ppm'de gözlemlenmiştir. Ligandların ¹H NMR değerleri yapılan diğer analizler ile uyumlu ve birbirini desteklemektedir (Şekil 6).

Sentezlenen bileşiklerin FT-IR spektrumları alındı. DİPODAL ligandlar ve bunların metal komplekslerinin FT-IR spektral verileri deneysel bölümde ayrı ayrı verilmiştir. Bu değerleri incelediğimizde;

2-Hidroksi-5-[(E)-
(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [3] ligandlarının başlangıç maddesinde bulunan aldehit sırasıyla C=O 1740, 1710, 1705 cm⁻¹ iken 1684, 1675 ve 1657 cm⁻¹'de CH=N gerilme titreşimi olarak izlenmiştir. Bunun yanında 6-metil-2,4-diamino-1,3,5-triazin [AG] amin bileşiklerinden gelen 3340 cm⁻¹'de NH₂ ve 2-hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [3]'dan gelen C=O titreşimleri kaybolmuştur. Bu titreşimlerin yerine Schiff bazı CH=N bandı olarak gözlemlenmiştir.

(6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol [7]/[8], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil)diazenil)fenol) [9]/[10], (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,5-dimetilfenil) diazenil)fenol) [11]/[12] Fe(III)/Cr(III) komplekslerin elde edilen koordinasyon bileşiklerinin IR bandlarına bakıldığında, her üç liganda da bulunan OH gruplarının IR bandları kompleks yapıların oluşumundan sonra kaybolduğu gözlenmiştir. Metal komplekslerinde ayrıca bağlı olduğu düşünülerek M-O ve M-N bağlarının sırasıyla 667 cm^{-1} ve 566 cm^{-1} 'de olduğu literatürde belirtilmiştir (Alıcı ve Karatas, 2012). M-N bağından dolayı ligandın C=N bandı zayıflamış ve 1624 cm^{-1} 'in üzerine kayma göstermiştir. Bu da metalin C=N'in azotu üzerinden koordinasyona girdiğini göstermektedir. (Karataş ve Uçan, 1998) (Şekil 6).

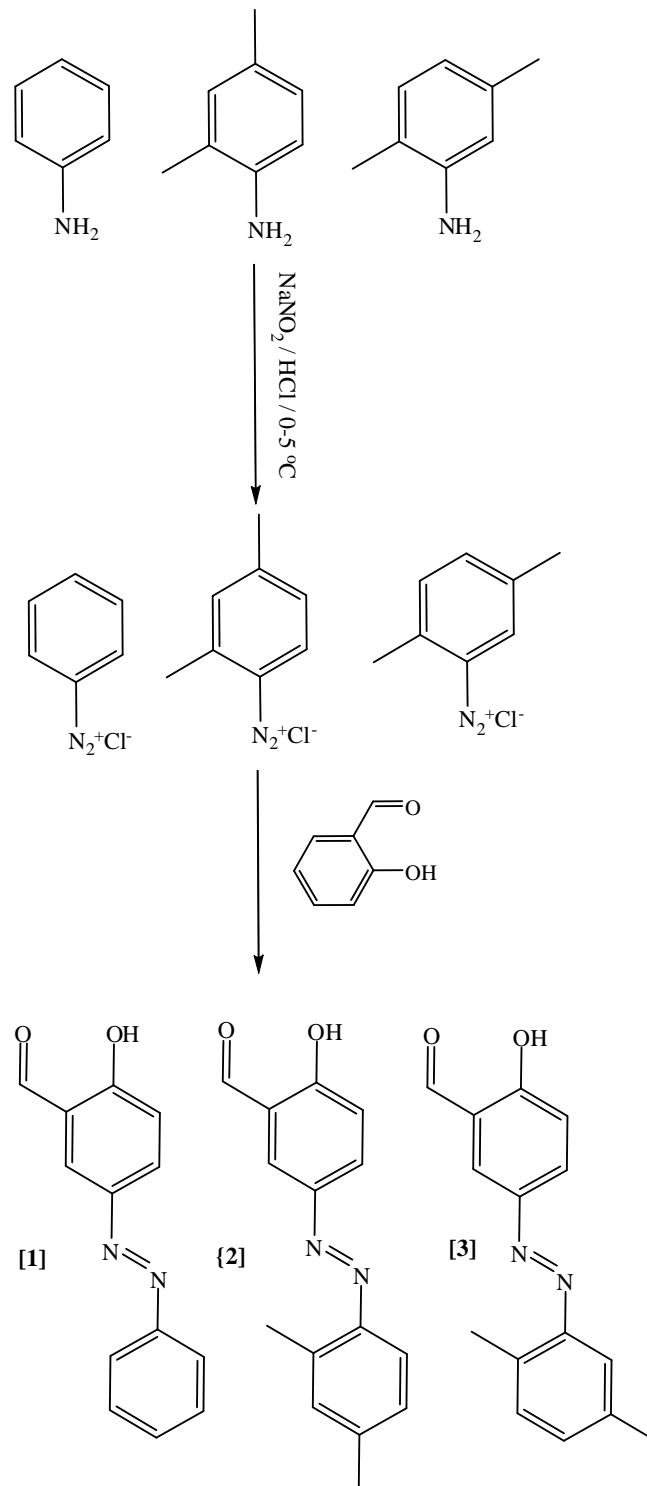
s-Triazin merkezli azo içerikli Schiff bazlarının Fe(III)/Cr(III) geçiş metalleri ile koordine olmuş komplekslerinde ölçülen manyetik susseptibilite değerlerinde düşük spinli olduğu tespit edilmiştir. DİPODAL ligandların d^5 metal iyonu düzenine sahip Fe(III) kompleksleri paramanyetik ve sırasıyla 1.83-1.97 BM değerlerine sahiptir. DİPODAL ligandların d^3 metal iyonu düzenine sahip Cr(III) kompleksleri de

paramanyetik ve sırasıyla 3.52-3.42 BM değerlerine sahiptir. (Kopel, 1998). DİPODAL komplekslerin geometrileri manyetiklik değerleri ve elementel analiz sonuçları hakkında Çizelge 1.'de bilgi vermektedir. Elde edilen DİPODAL kompleksler DMSO, THF ve DMF'de çözünmektedir. Kompleks oluşumu sırasında çözünme ve kompleksleşme reaksiyonu ard arda gerçekleşmekte ve renk değişimi ile kompleksleşmenin tamamlandığı anlaşılmaktadır. Sentezlenen (6-metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol ligandının oluşturduğu komplekslerinin 0-900 °C arasında TGA/DTA ölçümleri yapıldı. Alınan bir örnekle yapılan sonuçlar şöyledir; (6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-fenildiazenil)fenol ligandının Fe(III) kompleksinin TGA/DTA diyagramına göre, ilk olarak gaz halinde CO₂, N₂ ve C₂H₄ ortamdan uzaklaşmakta ve 275 °C'de % 48.97 (hesaplanan %45.24) kütle kaybı olduğu gözlenmektedir ve ikinci bozunmada gaz halinde CO, N₂ ortamdan uzaklaşmakta ve 485 °C'de kütle kaybı %34.98 (hesaplanan %38.35) olduğu gözlenmiştir. 750 °C'de kütle kaybı tamamlandı. Toplam kütle kaybı %85.97 olarak tespit edilmiştir (Teorik: %84.59). Fakat 900 °C'de hala madde tükenmediği için kütle kaybı devam etmektedir. Kalan miktarın triazin merkezi

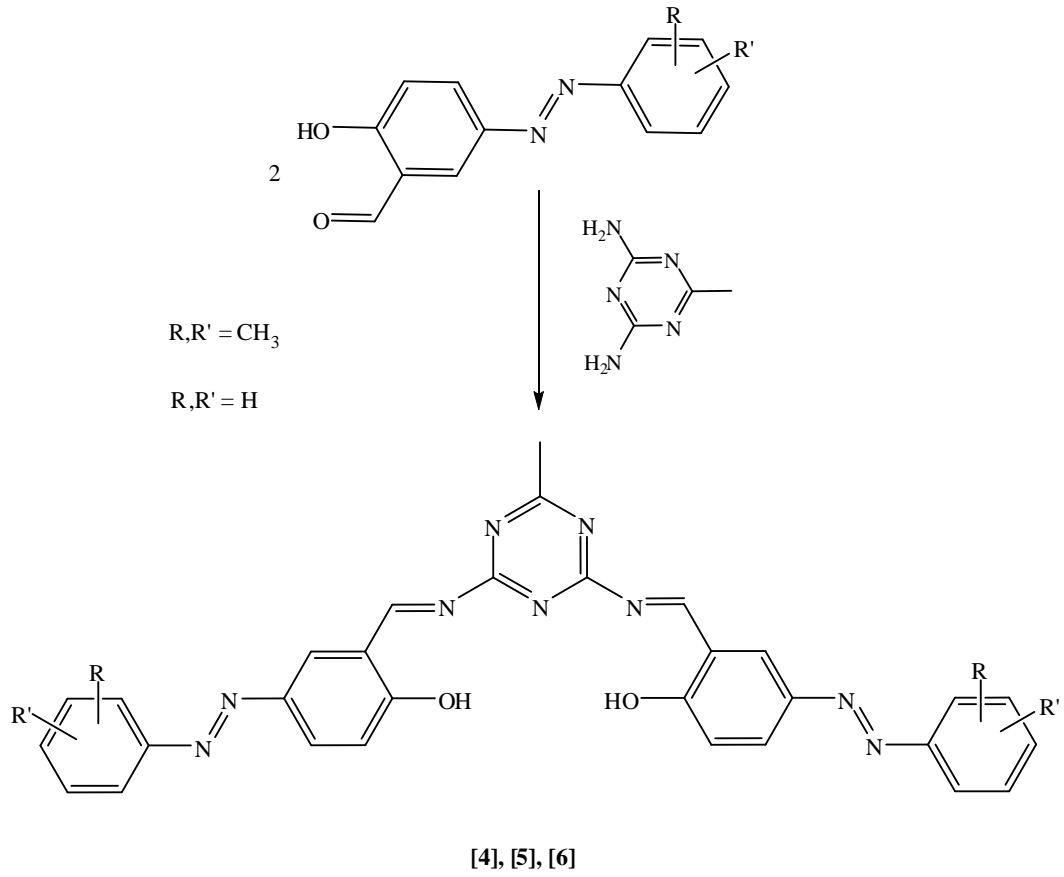
ve metal oksitler olduğu tahmin edilmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada, literatürde rastlanmayan üç DIPODAL ligand ve bunların Fe(III)/Cr(III) kompleksleri sentezlendi. Bunların yapıları ¹H NMR, FT-IR, manyetik susseptibilite, elementel analiz, TGA/DTA termal analiz yöntemleri ile aydınlatılmaya çalışıldı (Karipcin, 2001).

Teşekkür

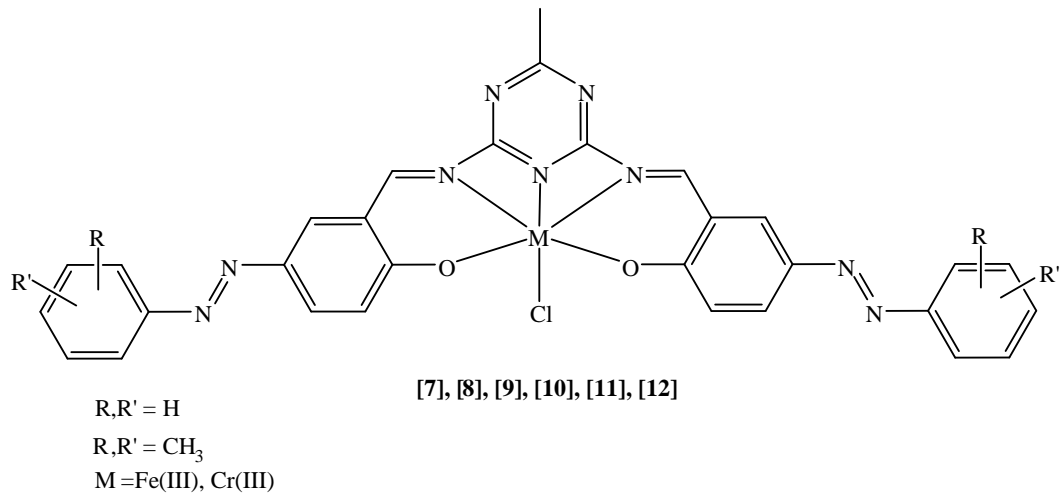
Bu çalışma “s-Triazin Boyarmaddelerinin Sentezi ve Onların Bazı Metal Komplekslerinin İncelenmesi” isimli araştırma projesinin bir bölümü olup; 12201081 nolu araştırma proje ile maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.



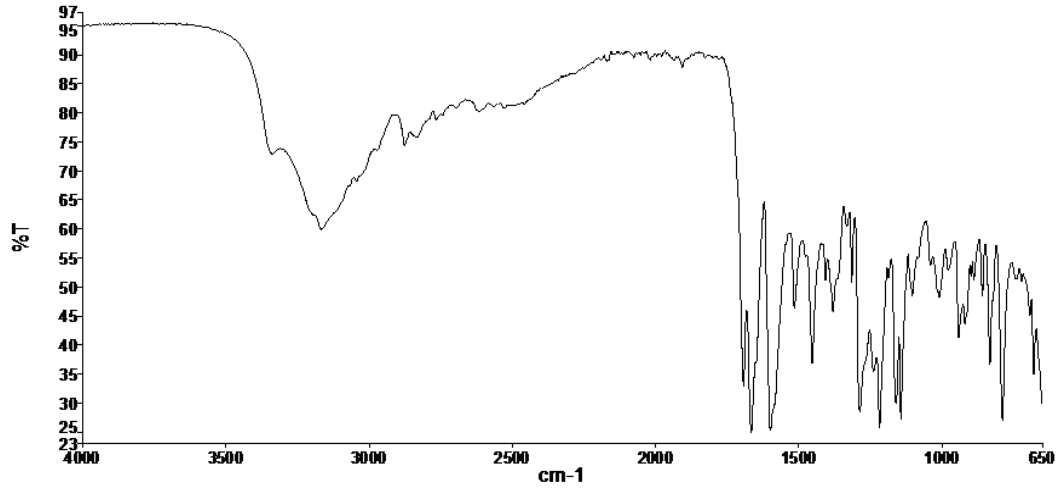
Şekil 1. 2-Hidroksi-5-[(E)-(arildiazenil)]benzaldehit [1], (2,4-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2], 5-(2,5-dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [3] sentezi.



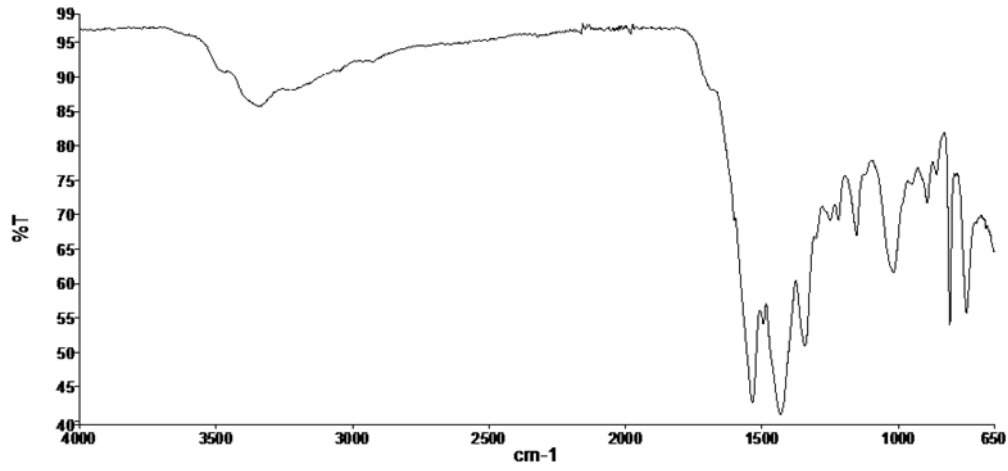
Şekil 2. Azo-s-triazin Schiff bazi.



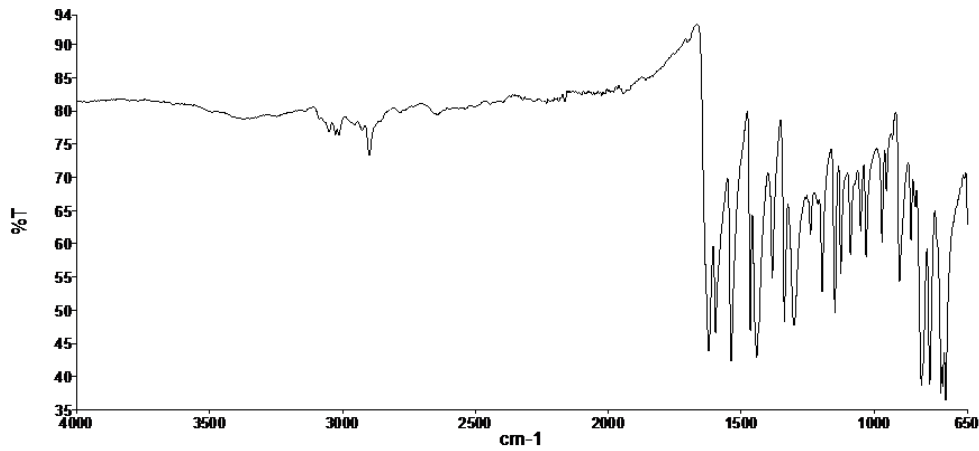
Şekil 3. Azo-s-triazin Schiff bazi kompleksleri.



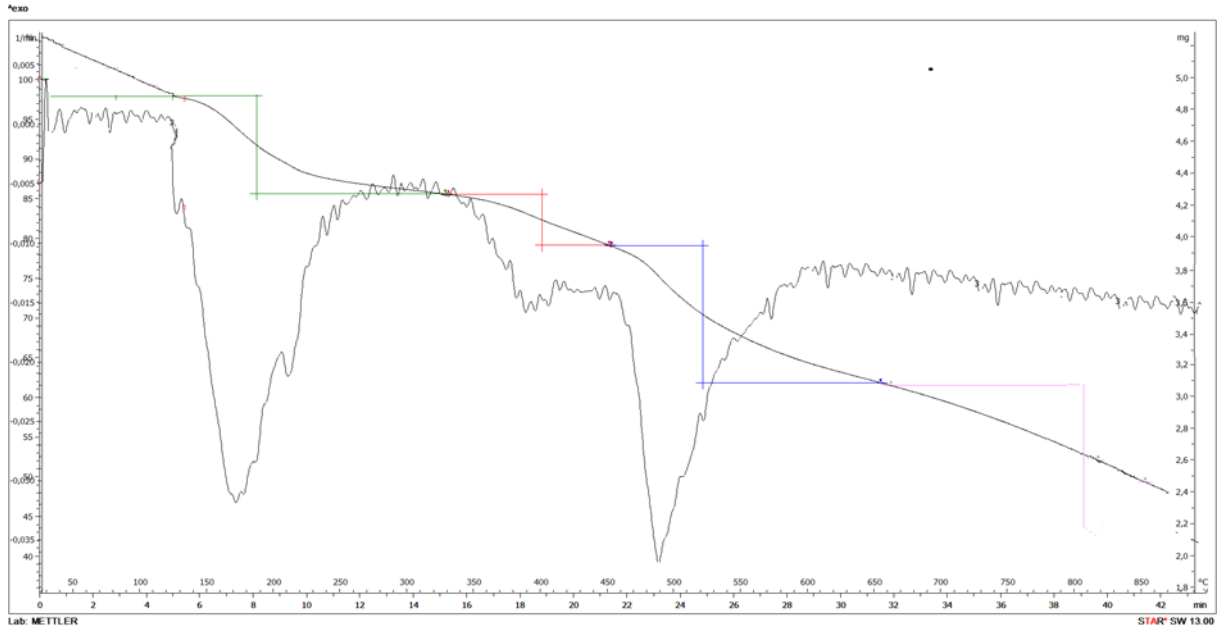
Şekil 4. (2,4-Dimetilfenil)diazenil)-2-hidroksibenzaldehit [2].



Şekil 5. (6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil)diazenil)fenol) [5].



Şekil 6. 6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil)diazenil)fenol)Fe(III) kompleksi [9].



Şekil 7. 6-Metil-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(azaniliden)bis(methaniliden)bis(4-(2,4-dimetilfenil) diazenil)fenol)Fe(III) kompleksi [9].

Çizelge 1. Ligandların ve metal komplekslerinin bazı fiziksel özellikleri.

Bileşikler	M.A. Renk	Verim (%)	EN. (°C)	μ_{eff} B.M. 296 K	Bulunan (Hesaplanan) (%)		
					C	H	N
C ₁₃ H ₁₀ N ₂ O ₂ [1]	[226.230] sarı	62	110.5	-	69.07 (69.02)	4.40 (4.46)	12.27 (12.38)
C ₁₅ H ₁₄ N ₂ O ₂ [2]	[254.283] bej	53	173	-	70.87 (70.85)	5.59 (5.55)	11.10 (11.02)
C ₁₅ H ₁₄ N ₂ O ₂ [3]	[254.283] kırmızı	58	178	-	70.77 (70.85)	5.49 (5.55)	11.15 (11.02)
C ₃₀ H ₂₃ N ₉ O ₂ [4]	[541.563] mor	65	221	-	66.57 (66.53)	4.26 (4.28)	23.25 (23.28)
C ₃₄ H ₃₁ N ₉ O ₂ [5]	[597.669] turuncu	57	255	-	68.37 (68.33)	5.29 (5.23)	21.02 (21.09)
C ₃₄ H ₃₁ N ₉ O ₂ [6]	[597.669] kahve	71	257	-	68.47 (68.33)	5.31 (5.23)	21.07 (21.09)
C ₃₀ H ₂₁ ClN ₉ OFe [7]	[614.845] kahve	62	347*	1.83	57.27 (57.12)	3.46 (3.36)	19.88 (19.98)
C ₃₀ H ₂₁ ClN ₉ OCr [8]	[610.996] yeşil	53	305	3.52	57.57 (57.47)	3.36 (3.38)	20.23 (20.11)
C ₃₄ H ₂₉ ClN ₉ O ₂ Fe [9]	[686.951] kahve	69	357	1.97	59.49 (59.45)	4.27 (4.26)	18.20 (18.35)
C ₃₄ H ₂₉ ClN ₉ O ₂ Cr [10]	[683.102] yeşil	54	378	3.48	59.74 (59.78)	4.23 (4.28)	18.26 (18.45)
C ₃₄ H ₂₉ ClN ₉ O ₂ Fe [11]	[686.951] koyu kahve	69	357	1.87	59.49 (59.45)	4.27 (4.26)	18.20 (18.35)
C ₃₄ H ₂₉ ClN ₉ O ₂ Cr [12]	[683.102] yeşil	54	378	3.42	59.74 (59.78)	4.23 (4.28)	18.26 (18.45)

Kaynaklar

- Alicı Ö, Karatas I (2012). Synthesis of new substituted 1,2,4-triazines from isonitrosoketones and terephthalaldehydedihydrazone. *J. Heterocycl. Chem.* 49: 576–579.
- Chandrashekhar PP, Meshram EM, Chopde HN, Batra RJ (2013). Synthesis, characterization, and biological activity of 4-(2-hydroxy-5-(aryl-diazenyl)phenyl)-6-(aryl)pyrimidin-2-ols derivatives. *Hindawi Publishing Corporation Organic Chemistry International* 1–10.
- Celikbilek S, Koc ZE (2014). Investigation of dipodal oxy-Schiff base and its salen and salophenFe(III)/Cr(III)/Mn(III) Schiff bases (N₂O₂) capped complexes and their magnetic and thermal behaviors. *J. Mol. Struct.* 1065-1066: 205–209.
- Dudley JR, Thurston JT, Schaefer FC, Hull CJ, Hansen DH, Adams P (1950). Cyanuric chloride derivates. VII. transesterification reactions of alkoxy-s-triazines. polyammellide ethers. *J. Am. Chem. Soc.* 73: 2999–3004.
- Ghasemian M, Kakanejadifard A, Azarbani F, Zabardasti A, Kakanejadifard S (2014). The triazine-based azo-azomethine dyes; synthesis, characterization, spectroscopy, solvatochromism and biological properties of 2,2'-(((6-methoxy-1,3,5-triazine-2,4-diyl)bis(sulfanediyl)bis(2,1-phenylene))bis(azanylylidene)bis(methanylylidene))bis(4-(phenyldiazenyl)phenol). *J. Mol. Liq.* 195: 35–39.
- Karataş İ, Uçan Hİ (1998). The Synthesis of biphenylglyoxime and bis(phenyloxime) and their complexes with Cu(II), Ni(II) and Co(II). *Synth. React. Inorg. Met.-Org. Chem.* 28: 383–391.
- Karipcin F (2001). Bis(fenilglioksim)metan türevleri ve metal komplekslerin sentezi. Doktora Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Koç ZE (2011). Complexes of iron(III) and chromium(III) salen and salophen Schiff Bases with bridging 1,3,5-triazine derived multidirectional ligands. *J. Heterocycl. Chem.* 48: 747–990.
- Koç ZE, Uysal S (2010). Synthesis and characterization of dendrimeric bridged salen/saloph complexes and investigation of their magnetic and thermal behaviors. *Helv. Chim. Acta* 93: 910–919.
- Koç ZE, Uçan Hİ (2007). Complexes of iron(III) salen and saloph Schiff bases with bridging 2,4,6-tris(2,5-dicarboxyphenylimino-4-formylphenoxy)-1,3,5-triazin and 2,4,6-tris(4-carboxyphenylimino-4'-formylphenoxy)-1,3,5-triazin. *Transition Met. Chem.* 32: 597–602.

- Kocyigit O (2012). Properties and synthesis of the Cr(III)-salen/salophen complexes containing triphenylamine core. *Synth. React. Inorg. Met.-Org. Chem.* 42: 196–204.
- Kocyigit O (2013). A novel Schiff base bearing dopamine groups with tripodal structure. Synthesis and its salen/salophen-bridged Fe/Cr (III) capped complexes. *J. Mol. Struct.* 1034: 69–74.
- Kocyigit O, Guler E (2010). Synthesis of 1,3,5-tris(4-(4-nitrophenylimino methyl)phenoxy methyl)benzene as a new Schiff base and its complexation properties with the (salen and salophen)-bridged Fe/Cr(III). *J. Incl. Phenom. Macro.* 67: 287–293.
- Kopel E (1998). The reactions of ketone diethyl acetal with cyanuric chloride. *Olin Mathiesson Chem. Corp.* 26: 4705.
- Kursunlu AN, Koc ZE, Yılmaz Obalı A, Güler E (2014). A symmetric and selective fluorescent Cu (II) sensor based on bodipy and s-triazine. *J. Lumin.* 149: 215–220.
- Sasaki T, Tahmassebi DC (1994). Synthesis of a new trialdehyde template for molecular imprinting. *J. Org. Chem.* 59: 679–681.
- Shin Y, Liu J (2000). Ordered hierarchical porous materials. *D-69451 Weinheim* 2702-2707.
- Tahmassebi DC, Sasaki T (1998). Synthesis of a three-helix bundle protein by reductive amination. *J. Org. Chem.* 63: 728–731.
- Uysal S, Koc ZE (2016). Synthesis and characterization of dopamine substituted tripodal trinuclear [(salen/salophen/salpropen)M] (M=Cr(III), Mn(III), Fe(III) ions) capped s-triazine complexes: Investigation of their thermal and magnetic properties. *J. Mol. Struct.* 1109: 119–126.
- Uysal S, Koc ZE, Celikbilek S, Ucan HI (2012). Synthesis of star-shaped macromolecular schiff base complexes having melamine cores and their magnetic and thermal behaviors. *Synth. Commun.* 42(7): 1033–1044.
- Uysal S, Koç ZE (2010). Synthesis and characterization of dendrimeric melamine cored [salen/salophFe(III)] and [salen/salophCr(III)] capped complexes and their magnetic behaviors. *J. Hazard Mater.* 175: 532–539.
- Vakhatova GM, Yakhontov LN (1980). s-triazine derivatives 2. A study of the reactions of sodiomalonic ester with 2, 4-dichloro-6-methoxy-s-triazine and cyanuryl chloride. *Chem. Heterocycl. Compd.* 16: 433–436.
- Zawadzka A, Karakas A, Płociennik P, Szatkowski J, Łukasiak Z, Kapceoglu A, Ceylan Y, Sahraoui B (2015). Optical and structural characterization of thin films containing metallophthalocyanine chlorides. *Dyes and Pigments* 112: 116–126.



Ereğli (Konya, Türkiye) Bölgesinden Bal Arılarının Topladığı Polenin Etanol Ekstraktının Antioksidan ve *in Vitro* Bazı Enzim İnhibitör Aktiviteleri

Haluk ÖZPARLAK*, **Gökhan ZENGİN**, **Ramazan CEYLAN**
*Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KONYA
e-mail: hozparlak@selcuk.edu.tr

Öz: Arı poleni bal arıları tarafından granüller şeklinde paketlenen ve daha sonra insanlar tarafından kovanlardan hasat edilen en saf ve en zengin doğal besin takviyelerinden biridir. Bal arılarının topladığı polen, proteinler, aminoasitler, karbohidratlar, lipidler, vitaminler, mineral maddeler gibi besleyici temel unsurlardan oluşur. Polenin sağlık üzerindeki olumlu etkisi fenolik bileşiklere sahip olmasından dolayı antioksidan aktivitesine bağlanmaktadır. Son yıllarda arı poleniyle ilgili çok sayıda araştırma yayınlanmıştır. Arı poleni ve diğer arı ürünleri üzerinde birçok araştırma yapılmış olsa da, enzim inhibisyonu üzerine çok az çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı Ereğli (Konya, Türkiye) bölgesinden bal arılarının topladığı karışık polenin etanol ekstraktının total fenolik ve flavonoid içeriklerini ve antioksidan aktivitesini, ayrıca bu ekstraktın kolinesteraz, amilaz ve glukozidaza karşı enzim inhibitör potansiyellerini ilk kez tespit etmektir. Bu çalışmada rutin çalışmalardan farklı olarak ultrasonik ekstraksiyon yöntemi kullanıldı. Ekstrakttaki total fenolik ve flavonoid içerikleri de Folin-Ciocalteu ve $AlCl_3$ yöntemleriyle tespit edildi. Antioksidan aktiviteleri serbest radikal süpürme (DPPH ve ABTS), indirgeme gücü (FRAP ve CUPRAC), fosfomolibdat ve metal şelatlama testleri gibi farklı yöntemlerle araştırıldı. *In vitro* enzim inhibitör potansiyelleri bir mikropate okuyucuyla ölçüldü. Aktiviteler standart eş değerler olarak değerlendirildi. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki, i. antioksidan aktivitesi açısından, Ereğli bölgesinden elde edilen arı poleni sağlığa yararlı formülasyonlarda ileride kullanmak için değerli fonksiyonel içeriğiyle doğal bir kaynak olarak düşünülebilir, ii. bu bölgenin poleni, Alzheimer ve Diabetes mellitus gibi önemli sağlık problemlerinin tedavisi için doğal bir enzim inhibitörü kaynağı olarak göz önüne alınabilir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, arı poleni, enzim inhibisyonu.

Antioxidant and *in Vitro* Some Enzyme Inhibitory Activities of Ethanol Extract of Honeybee-Collected Pollen From From Ereğli (Konya, Turkey) Region

Abstract: Pollen of bee is one of the purest and the richest natural food supplements packed by honeybees into granules and subsequently harvested from hives by humans. Honeybee-collected pollen is composed of nutritionally essential substances such as proteins, amino acids, carbohydrates, lipids, vitamins, mineral substances and trace elements. Its beneficial effect on health is thought to be due to the presence of phenolic compounds with its antioxidant activity. In recent years, many papers have been published on issues concerning bee pollen. Although many studies have been conducted on bee pollen and other bee products, there are few studies of enzyme inhibition. Therefore, the aim of this study was to determine the total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of ethanol extract of honeybee-collected mixed pollen from Ereğli (Konya, Turkey) region, as well as the enzyme inhibitory potentials of this extract against cholinesterase, amylase and glucosidase for the first time. In the present study, ultrasonication assisted extraction method was used in contrast to routine methods. Total phenolic and flavonoid contents present in the extract were also determined by Folin-Ciocalteu and $AlCl_3$ assays. Antioxidant activities were investigated by using different assays, including free radical scavenging assays (DPPH and ABTS) reducing power (FRAP and CUPRAC), phosphomolybdenum and metal chelating assays. The *in vitro* enzyme inhibitory potentials were measured with a microplate reader. The activities were evaluated as standard equivalents. Results indicate that, i. in terms of antioxidant activity, pollen of bee obtained from Ereğli region could be considered as a natural source of valued functional ingredients for further use in healthful formulations, ii. this pollen could be taken into consideration as a source of natural enzyme inhibitors for the treatment of major health problems such as Alzheimer disease and Diabetes mellitus.

Keywords: Antioxidant, bee pollen, enzyme inhibition.

1. Giriş

Arı poleni bal arıları tarafından granüller şeklinde paketlenen ve daha sonra insanlar tarafından kovanlardan hasat edilen en saf ve en zengin doğal besin takviyelerinden biridir. Polen yapısında % 13-55 karbohidrat, % 10-40 protein, % 20-30 su, % 1-13 lipit ve % 20 civarında diğer maddeleri bulundurur ki bir canlının büyüüp gelişebilmesi için günlük alınması gereken aminoasitleri vitaminleri ve mineral maddeleri yeterli miktarlarda ve dengeli olarak içermektedir. Bununla birlikte polenin kaynağına göre bu oranların farklılık gösterdiği de bilinmektedir (Sammataro ve Avitabile, 2004). Arı poleni yüksek besleyici ve enerji verici özelliklerinin yanı sıra sahip olduğu antioksidan, antiaging, antikanserojen, antienflamatuar, damar tıkanıklığı önleyici, kalp damar sistemini koruyucu, kan kolesterol seviyesini düşürücü, bağışıklığı uyarıcı, antiosteoporoz ve antianemik özellikleri sebebiyle insanlar tarafından sıklıkla tüketilen ticari açıdan önemli bir kovan kaynaklı gıda takviyesidir (Anonim, 2017).

Polenin antioksidan aktivitesi içeriğinde yer alan polifenoller, tiyoller ve flavonoidlerle ilişkilidir. Fenolik bileşikler antiradikal özellik gösterirler yani radikal süpürücü etkiye sebep olurlar. İçinde bulunan polifenoller sayesinde polen, kanser, antienflamatuar, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik

rahatsızlıkların önlenmesi için doğal bir besin olarak kullanılmaktadır. Yine polen içinde bulunan quersetin, rutin ve chrysin flavonoidleri hücrede apoptozu arttırarak kanser oluşumunu engellemeye yardımcı olmaktadır (Campos ve ark., 2008 ve 2010, Mărghitaş ve ark., 2009).

Son yıllarda polenlerin biyolojik aktivitesi özellikle de antioksidan potansiyelleri üzerine çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen (Nagai ve ark., 2002; Almaraz-Abarca ve ark., 2004; Carpes ve ark., 2007; Leja ve ark., 2007; Le Blanca ve ark., 2009; Mărghitaş ve ark., 2009; Rzepecka-Stojko ve ark., 2012; Fatrcova-Sramkova ve ark., 2013), enzim inhibisyon aktiviteleri üzerine sınırlı sayıda çalışma (Yildiz ve ark., 2014; Araújo ve ark., 2017) mevcuttur. Bu sebeple bu çalışmada Ereğli (Konya, Türkiye) bölgesinden bal arılarının topladığı karışık polenin etanol ekstraktının total fenolik ve flavonoid içeriklerinin ve antioksidan aktivitesinin, ayrıca bu ekstraktın amilaz, glukozidaz ve kolinesteraza [Asetilkolinesteraz (AChE) ve Bütirilkolinesteraz (BChE)] karşı enzim inhibitör potansiyellerinin ilk kez tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Polen Materyali Ve Etanol Ekstraktının Hazırlanması

Farklı bitkilerden bal arılarının topladığı karışık polen örneği (Şekil 1)

Ereğli (Konya, Türkiye) ilçesindeki arıcılardan temin edildi ve laboratuarda 40-45°C'de kurutularak değirmende toz haline getirildi. Bu çalışmada rutin yöntemlerin aksine ultrasonik ekstraksiyon yöntemi kullanıldı. Etanol ekstraktın hazırlanması için 20 mL etanol içerisindeki kurutulmuş 10 g polen örneği 60 dk süreyle 30°C'lik bir sonikatör banyoda (WiseClean, WUC-D06H) bekletildi. Daha sonra 40°C'de rotary evaporatörde etanol uzaklaştırıldı ve elde edilen ekstrakt analize kadar +4°C'de saklandı.



Şekil 1. Ereğli (Konya) bölgesindeki farklı bitkilerden bal arıları tarafından toplanan karışık polen örneği

2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

Polen ekstraktından (2 mg/mL) 250 µL bir deney tüpüne alındı ve ardından 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında seyreltilerek) eklendi. Daha sonra 750 µL %1'lik Na₂CO₃ çözeltisinden ilave edildi. Bu karışım karanlıkta ve oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de absorbansı ölçüldü (Shimadzu UV-1800).

Tüm işlemler standart olarak kullanılan gallik asit için de gerçekleştirildi. Polen örneğinin fenolik madde içeriği g ekstraktta gallik asit eş değeri (mgGAE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.3. Toplam Flavonoid Madde Tayini

Polen ekstraktından (1 mg/mL) 1 mL deney tüpüne konuldu ve ardından 1 mL metanolik AlCl₃ çözeltisi eklendi. 10 dakika bekledikten sonra 415 nm'de karışımın köre karşı absorbansı belirlendi. Tüm işlemler standart flavonoid olan rutin için de yapılarak rutine ait kalibrasyon eğrisi çizildi. Polen örneğinin toplam flavonoid madde içeriği g ekstraktta rutin eş değeri (mgRE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.4. ABTS Radikal Giderme (Süpürme) Aktivitesinin Belirlenmesi

Bu metotta ABTS.+ radikal katyonu, 7.4 mM ABTS solüsyonu ile 2.45 mM potasyum persülfatın reaksiyona girmesiyle direk olarak üretildi. Bu karışım 12-16 saat karanlıkta bekletilerek aktif radikal oluşması sağlandı. Analizden önce ABTS solüsyonununun 734 nm'de absorbansı 0.700±0.02 olacak şekilde metanolle seyreltildi. Polen ekstraktından 1 mL alınarak 2 mL ABTS solüsyonuyla karıştırıldı. Kapalı tüp oda sıcaklığında 30 dakika bekletildi ve ardından absorbans 734 nm'de okundu. Aynı işlemler troluks içinde gerçekleştirildi ve ekstraktın ABTS katyon radikalini süpürme aktivitesi troluks eş

değer (mgTE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.5. DPPH Radikal Giderme (Süpürme) Aktivitesinin Belirlenmesi

Metanolik DPPH çözeltisi %0.004'lük olacak şekilde hazırlandı, ardından polen ekstraktının 1 mL'si hazırlanan DPPH çözeltisinin 4 mL'siyle karıştırıldı. Tüpün ağzı kapatılıp iyice karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletildi. Ardından absorbans 517 nm'de okundu. Aynı işlemler troloks içinde gerçekleştirildi ve polen örneğinin DPPH radikalini giderme (süpürme) aktiviteleri g ekstraktta troloks eş değer (mgTE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.6. FRAP Testi

Bu test için öncelikle 0.3 M pH'sı 3.6 olan asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl₃'ün 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla FRAP reaktifi hazırlandı. Polen ekstraktının 0.1 mL'si hazırlanan FRAP reaktifinin 2 mL'siyle karıştırılarak, oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Bu karışımın absorbansı 593 nm'de okundu ve sonuçlar g ekstraktta troloks eşdeğer (mgTE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.7. CUPRAC Testi

Polen ekstraktından 0.5 mL alınarak üzerine 1 mL CuCl₂.2H₂O (10 mM), 1 mL amonyum asetat (1 M; pH:7) ve 1 mL neokuproin (7.5 mM) çözeltileri konuldu. Ağzı kapalı bir biçimde karanlıkta ve oda

sıcaklığında 30 dakika bekletilerek ardından absorbansları 450 nm'de okundu. Sonuçlar g ekstraktta troloks eşdeğer (mgTE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.8. Fosfomolibdat Testi

2 mg/mL konsantrasyonunda polen ekstraktından 0.3 mL bir tüpe alındı ve bunun üzerine reaktif çözeltisinden (0.6 M H₂SO₄, 28 mM Na₂HPO₄.12H₂O ve 4 mM amonyum molibdat) 3 mL eklendi. İyice karıştırılan tüp 95°C'de 90 dakika inkübe edildi ve ardından çözeltilerin absorbansı 695 nm'de okundu. Tüm işlemler standart antioksidan olarak kullanılan troloks için de uygulandı. Antioksidan aktivite g ekstraktta troloks eşdeğeri (mmolTE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.9. Metal Şelatlama Aktivitesi

Polen ekstraktının Fe⁺² iyonlarını şelatlama kapasitelerini belirlemek için önce içerisinde 2 mL polen ekstraktı (1 mg/mL) bulunan deney tüpüne 2 mM 0.05 mL FeCl₂ çözeltisi ilave edildi. Reaksiyon 0.2 mL 5 mM ferrozin ilavesiyle başlatıldı, tüpler karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı ve ardından 562 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirildi. Tüm işlemler şelatlayıcı ajan olan EDTA içinde uygulandı. Sonuçlar g ekstraktta EDTA eş değer (mgEDTA/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016a).

2.10. Antiglukozidaz Aktivitesi

α -glukozidaz inhibitör aktivitenin belirlenmesi için mikroplate kuyucuklarına 2

mg/mL konsantrasyondaki 50 µL polen ekstraktı, 50 µL glutasyon, fosfat tamponunda çözünmüş 50 µL α-glukozidaz çözeltisi ile 50 µL PNPG (4-p-nitrofenil-α-D-glukopiranozid) ilave edilerek 10 dakika süreyle 37°C'de inkübe edildi. Aynı şekilde, α-glukozidaz enzim çözeltisi konmadan hazırlanmış reaksiyon reaktiflerine örnek çözeltisi eklenerek kör hazırlandı. Reaksiyon 0.2 M 50 µL sodyum karbonat ilavesiyle tamamlandı. Örneklerin ve körlerin absorbanları mikroplate okuyucuda 400 nm'de kaydedildi ve körlerin absorbanları örneklerden çıkarılarak gerçek absorbanlara ulaşıldı. α-glukozidaz inhibitör aktiviteleri g ekstrakta akarboza eşdeğer (mmolAKAE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016b).

2.11. Antiamilaz Aktivitesi

Bu çalışmada α-amilaz inhibitör aktivite Caraway-Somogyi iyot/potasyum iyodür (IKI) yöntemiyle belirlendi. Mikroplate kuyucuklarına 2 mg/mL konsantrasyondaki 25 µL polen ekstraktı ve fosfat tamponunda (pH=6.9 ve 6 mM sodyum klorür) hazırlanmış 50 µL α-amilaz çözeltisi eklenerek, 10 dakika süreyle 37°C'de inkübe edildi. Ardından bu örnekler %0.05'lik 50 µL nişasta çözeltisi eklendi. Aynı şekilde, α-amilaz enzim çözeltisi olmadan hazırlanmış reaksiyon reaktiflerine örnek çözeltisi ilave edilerek kör hazırlandı ve karışım 10 dakika süreyle 37°C'de inkübe edildi. 1 M 25 µL HCl

eklenerek reaksiyon durduruldu ve ardından 100 µL iyot-potasyum iyodür çözeltisi ilave edildi. Örneklerin ve körlerin absorbanları mikroplate okuyucuda 630 nm'de kaydedildi ve körlerin absorbanları örneklerden çıkarılarak gerçek absorbanlara ulaşıldı. α-amilaz inhibitör aktiviteleri g ekstrakta akarboza eşdeğer (mmolAKAE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016b).

2.12. Antikolinesteraz Aktivitesi

Kolinesteraz inhibitör aktivite 96 kuyucuklu mikroplate kullanılarak ölçüldü. Mikroplate kuyucuklarına 2 mg/mL konsantrasyondaki 50 µL polen ekstraktı, 125 µL DTNB [5,5-Dithio-bis(2-nitrobenzoik) asit], 25 µL Tris-HCl tamponunda (pH=8.0) hazırlanan AChE veya BChE enzim çözeltisi ilave edildi. Ardından karışım oda sıcaklığında 15 dakika bekletilerek 25 µL asetiltiyokolin iyodür (ATCI) veya butiriltiyokolin iyodür (BTCl) eklendi. Aynı şekilde, AChE veya BChE enzim çözeltisi olmadan hazırlanan reaksiyon reaktiflerine örnek çözeltisi ilave edilerek kör hazırlandı. Oda sıcaklığında 10 dakika süreyle inkübe edildikten sonra örneklerin ve körlerin absorbanları mikroplate okuyucuda 405 nm'de kaydedildi. Körlerin absorbanları örneklerden çıkarılarak gerçek absorbanlara ulaşıldı. Kolinesteraz inhibitör aktiviteleri g ekstrakta galantamine eşdeğer (mgGALAE/g) olarak sunuldu (Özparlak ve ark., 2016b).

3. Sonuçlar ve Tartışma

Antioksidan kapasiteyi tamamıyla ortaya çıkaran tek bir metot henüz geliştirilememiştir. Bu sebeple araştırmalarda birden fazla metot kullanılarak antioksidan potansiyelin tümüyle ele alınması daha doğru sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada da polen örneğinden elde edilen etanol ekstraktının antioksidan özellikleri birden fazla sayıda değişik antioksidan test sistemleri kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bu ekstraktın toplam fenolik ve flavonoid içerikleri de tespit edilmiştir. Fenolikler olarak adlandırılan bileşikler, antioksidan, antikanser ve antimikrobiyal aktivite gibi oldukça geniş bir alanda biyolojik potansiyele sahip olmaları sebebiyle oldukça ilgi çeken bir bileşik grubudur. Polen örneğine ait ekstraktın toplam fenolik içeriği spektrofotometrik Folin metoduyla tespit edilmiştir (Çizelge 1). Fenolik bileşiklerin en önemli gruplarından biri olan flavonoidlerin total içeriği ise bu çalışmada $AlCl_3$ metoduyla araştırılmıştır (Çizelge 1). Çalışılan polen örneği ekstraktının toplam fenolik içeriği gallik aside eşdeğer hesaplanmıştır ve toplam fenolik içerik 15.90 mgGAE/g olarak belirlenmiştir. Flavonoid içerik ise rutine eşdeğer verilmiştir ve toplam flavonoid içerik 4.89 mgRE/g olarak tespit edilmiştir. Kalaycıoğlu ve ark. (2017) çeşitli arı polenleri üzerine

yaptıkları çalışmada toplam fenolik içeriklerini 7.88 mgGAE/g ile 17.46 mgGAE/g arasında tespit etmişlerdir. Çalışılan polen ekstraktının bu sonuçlarla karşılaştırılması sonucu orta düzeyde bir fenolik içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Araújo ve ark. (2017) yapmış olduğu bir çalışmada ise farklı polenlerin flavonoid içeriklerini 1.42 mgQE/g ile 9.05 mgQE/g arasında tespit etmiştir.

Antioksidan kapasite çalışmalarında genellikle en az bir radikal kullanılarak incelenen ekstraktın bu radikali hangi seviyede giderdiği tespit edilmek istenir. ABTS ve DPPH radikalleri en çok kullanılan radikallerdir. ABTS radikali potasyum persülfatla reaksiyona girerek 12-16 saat sonra aktif hale gelmekte ve radikalın koyu mavi rengi antioksidan maddelerin etkisiyle açılmaktadır. DPPH stabil bir radikaldir ve metanolik çözeltisi mor renklidir. Antioksidan maddelerin bu radikale elektron veya hidrojen aktarmalarıyla mor renk sarı renge dönüşmektedir ki bu renk değişimi 517 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülebilmektedir. Polen ekstraktının bu iki metoda göre radikal giderme etkinliği Çizelge 1'de verilmiştir. ABTS ve DPPH radikalleri süpürme aktiviteleri troloksa eşdeğer hesaplanmıştır. ABTS radikal süpürme aktivitesi 34.77 mgTE/g ve DPPH radikal süpürme aktivitesi 19.64 mgTE/g olarak bulunmuştur. Čeksterytė ve ark.

(2016) arı poleni üzerine yapmış oldukları çalışmada ABTS radikali süpürme aktivitesini 6.47 mgTE/g ve DPPH radikali süpürme aktivitesini 1.44 mgTE/g olarak bulmuşlardır. Çalışmış olduğumuz Konya-Ereğli bölgesinden toplanmış olan arı poleni bu sonuçlarla kıyaslandığında oldukça yüksek radikal süpürme aktivitesine sahiptir.

İndirgeme gücü antioksidan kapasitenin ölçülmesinde önemli bir parametredir ve antioksidan bileşiklerin elektron verme yeteneğini gösterir. Bu çalışmada FRAP ve CUPRAC testleri uygulanmıştır. FRAP testinde Fe^{+3} -TPTZ kompleksinin Fe^{+2} 'ye indirgenmesi ve bunun 595 nm'de spektrofotometrik ölçümü söz konusudur. CUPRAC testi ise antioksidan bileşiklerin Cu^{+2} -neokuproin kompleksini Cu^{+} 'e indirgemesine ve 450 nm'de bu değişimin ölçülmesi prensibine dayanır. Polen ekstraktının bu iki metoda göre indirgeme gücü Çizelge 1'de sunulmuştur. FRAP ve CUPRAC indirgeme gücü aktiviteleri troloksa eşdeğer olarak verilmiştir. FRAP için 18.02 mgTE/g ve CUPRAC için 77.12 mgTE/g indirgeme gücü sonuçları tespit edilmiştir. Ulusoy ve Kolaylı (2014) Anzer arı polenleri üzerine yapmış oldukları çalışmada FRAP indirgeme gücü değerlerini 11.77 μ molTE/g ile 105.66 μ molTE/g arasında, CUPRAC indirgeme gücü değerlerini ise 33.1 μ molTE/g ile 91.8 μ molTE/g arasında rapor etmişlerdir.

Fosfomolibdat testi asidik ortamda antioksidan bileşiklerin Mo(VI)'yı Mo(V)'e indirgemesine ve oluşan yeşil renkli Mo(V)-fosfat kompleksinin 595 nm'de ölçülmesi esasına dayanır. Bu metot kolay ve ekonomik olması sebebiyle son yıllarda antioksidan kapasite çalışmalarında çok tercih edilmektedir. Polen ekstraktının bu testteki aktivitesi troloksa eşdeğer verilmiştir ve 260.54 mmolTE/g ekstrakt olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Geçiş metalleri Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonlarıyla hidroksil radikalının üretiminde bir katalizör gibi rol oynar. Hidroksil radikali lipid peroksidasyonunun bir başlatıcısıdır ve bu radikalın etkisiz hale getirilmesi önemlidir. Bu sebeple geçiş metallerinin şelatlama yeteneği antioksidan özelliklerin başında gelmektedir. Bu çalışmada ekstraktın şelatlama yeteneği ferrozin testi kullanılarak incelenmiştir ve testin sonucu EDTA eşdeğeri olarak verilmiştir. Bu testin sonucuna göre de polen örneğimizin metal şelatlama aktivitesi 9.47 mgEDTAE/g ekstrakt olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Değişik polen örneklerinin antioksidan özellikleri üzerine çeşitli çalışmalar olmasına rağmen bu çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır (Nagai ve ark., 2002; Almaraz-Abarca ve ark., 2004; Carpes ve ark., 2007; Leja ve ark., 2007; Le Blanca ve ark., 2009; Mārghitaş ve ark., 2009; Fatrcova-Sramkova ve ark., 2013). Genel

olarak bakıldığında arı polenlerinin orta düzeyde antioksidan aktivite sergilediği gözlenmiştir. Bu durum çalışmamızda da ortaya konulmuştur. Bununla birlikte sentetik antioksidanların yan etkileri düşünüldüğünde polenler doğal antioksidan kaynağı olarak düşünülebilecek niteliktedir.

Karbonhidrat sindiriminde görev alan α -amilaz ve α -glukozidaz anahtar enzimlerdir. Nişasta, α -dekstrin ve maltoz α -amilaz tarafından hidrolize edilirken, α -glukozidaz ince barsakta disakkaritleri ve oligosakkaritleri glukoz monomerlerine hidroliz etmektedir. Bu sebeple α -amilaz ve α -glukozidaz enzimlerinin inhibisyonu artan kan glukoz seviyesinin azaltılmasında önemli bir noktadır. Akarboz ve miglitol gibi glukoz seviyesini düşüren inhibitör ilaçların yerine doğal inhibitörlerin önemi dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından yapılan öneriden sonra daha da fazla dikkat çekmektedir (Laube, 2002; Singh ve ark., 2010). Bu çalışmada elde edilen polen ekstraktına ait α -amilaz ve α -glukozidaz inhibisyon değerleri akarboz eşdeğeri olarak verilmiştir. α -amilaz inhibisyonu için 0.34 mmolAKAE/g ve α -glukozidaz inhibisyonu için 2.57 mmolAKAE/g değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Nöron ve akson kaybıyla asetilkolin seviyesindeki azalma Alzheimer hastalığında görülen bir durumdur. Bu sebeple asetilkolin seviyesini artırmak Alzheimer tedavisinde önemlidir.

Asetilkolin düzeyi asetilkolini yıkan kolinesteraz enzimlerinin baskılanmasıyla arttırılabilir. AChE ve BChE farklı genlerle kodlanan ancak özellikle substrat seçicilikleri ve bazı katalitik mekanizmalarındaki farklılıkları sebebiyle birbirinden ayrılan enzimlerdir (Howes ve ark., 2003). Çalışmalarda, kolinesteraz inhibisyonuna bağlı asetilkolin düzeyindeki artışların, Alzheimer hastalığının erken dönemlerindeki bilinç kayıplarını iyileştirebileceği vurgulanmaktadır ve bu sebeple Alzheimer tedavisinde fizostigmin ve galantamin gibi sentetik kolinesteraz inhibitörleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte bu gibi sentetik inhibitörlerin çeşitli toksik etkileri olması ve kısa ömürlü olmaları klinik açıdan kullanımlarının sınırlandırılmalarına sebep olmuştur (Melzer, 1998). AChE inhibisyonu ve BChE inhibisyonu değerleri galantamin eşdeğeri olarak verilmiştir. Çizelge 2’de görülebileceği gibi polen ekstraktının AChE inhibisyon değeri 2.51 mgGALAE/g ve BChE inhibisyon değeri 1.70 mgGALAE/g olarak bulunmuştur.

Bu çalışmayla Ereğli bölgesi polen örneğinin yukarıda bahsedilen enzim inhibitör aktiviteleri ilk kez tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada polen ekstraktından elde edilen inhibisyon verilerinin çalışılan enzimlerle ilgili yeni inhibitörler geliştirilmesine ışık tutması umut edilmektedir.

Çizelge 1. Ereğli (Konya) bölgesindeki farklı bitkilerden bal arıları tarafından toplanan karışık polen örneğinin etanol ekstraktının antioksidan aktivitesi

Parametreler	Sonuçlar
Toplam fenolik içerik (mgGAE/g ekstrakt)	15.90±0.27*
Toplam flavonoid içerik (mgRE/g ekstrakt)	4.89±0.06
ABTS radikal giderme aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	34.77±0.19
DPPH radikal giderme aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	19.64±0.34
FRAP aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	18.02±0.14
CUPRAC aktivitesi (mgTE/g ekstrakt)	77.12±1.17
Fosfomolibdat aktivitesi (mmolTE/g ekstrakt)	260.54±18.46
Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTAE/g ekstrakt)	9.47±0.12

*Üç paralel ölçümün ortalaması±standart sapma.

GAE: gallik asit eşdeğeri; RE: rutin eşdeğeri; TE: trolox eşdeğeri; EDTAE: EDTA eşdeğeri.

Çizelge 2. Ereğli (Konya) bölgesindeki farklı bitkilerden bal arıları tarafından toplanan karışık polen örneğinin etanol ekstraktının enzim inhibitör özellikleri

Parametreler	Sonuçlar
α -glukozidaz inhibisyonu (mmolAKAE/g ekstrakt)	2.57±0.40*
α -amilaz inhibisyonu (mmolAKAE/g ekstrakt)	0.34±0.03
Asetilkolinesteraz inhibisyonu (mgGALAE/g ekstrakt)	2.51±0.05
Butirilkolinesteraz inhibisyonu (mgGALAE/g ekstrakt)	1.70±0.04

*Üç paralel ölçümün ortalaması ±standart sapma.

AKAE: Akarboz eş değeri, GALAE: Galantamin eş değeri.

Kaynaklar

- Almaraz-Abarca N, Campos MD, Avila-Reyes JA, Naranjo-Jimenez N, Herrera-Corral J, Gonzalez-Valdez LS (2004). Variability of antioxidant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin. *Interciencia* 29(10): 574–6578.
- Anonim (2017). Kovandan gelen gıda takviyeleri. (Erişim tarihi: 01.08.2017) <http://www.gidamuhendisligikongresi.org/images/onuc/df36c111fad0bf8.pdf>
- Araújo SJ, Chambó DE, Costa AM, Cavalcante da Silva MS, Lopes de Carvalho AC, Estevinho ML (2017). Chemical composition and biological activities of mono- and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *International Journal of Molecular Science* 18:921.
- Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C, Ferreira F (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World* 47(2): 156–6163.
- Campos MGR, Frigerio C, Lopes J, Bogdanov S (2010). What is the future of Bee Pollen? *Journal of Api Product and Api Medical Science* 2(4): 131–6144.
- Carpes ST, Begnini R, De Alencar SM, Masson ML (2007). Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciencia e Agrotecnologia* 31(6): 1818–61825.
- Čeksterytė V, Kurtinaitienė B, Venskutonis PR, Pukalskas A, Kazernavičiūtė R, Balžekas J (2016). Evaluation of antioxidant activity and flavonoid composition in differently preserved bee products. *Czech Journal of Food Science* 34(2): 133–6142.
- Fatrcova-Sramkova K, Nozkova J, Kacaniova M, Mariassyova M, Rovna K, Stricik M (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes* 48(2): 133–6138.
- Howes MJR, Houghton PJ, Perry NSL (2003). Plants with traditional uses and activities, relevant to the management of Alzheimer's disease and other cognitive disorders. *Phytotherapy Research* 17: 1–618.
- Kalaycıoğlu Z, Kaygusuz H, Döker S, Kolaylı S, Erim FB (2017). Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT-Food Science and Technology* 84: 402–6408.
- Laube H (2002). Acarbose: An update of its therapeutic use in diabetes treatment. *Clinical Drug Investigation* 22: 141–6156.

- Le Blanca B, Davis, O, Boue S, De Lucca A, Deebya T (2009). Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chemistry* 115(4): 1299–61305.
- Leja M, Mareczek A, Wyzgolik, G, Klepacz-Baniak J, Czekonska K (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemistry* 100(1): 237–6240.
- Mărghitaş LA, Stanciu OG, Dezmirean DS, Bobiş O, Popescu O, Bogdanov S, Campos MG (2009). In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chemistry* 115(3): 878–6883.
- Melzer D (1998). New drug treatment for alzheimer’s diseases: lessons for healthcare policy. *British Medical Journal* 316: 762–6764.
- Nagai T, Inoue R, Inoue H, Suzuki N (2002) Scavenging capacities of pollen extracts from *Cistus ladaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radicals, and DPPH radicals. *Nutrition-Research New York* 22(4): 519–6526.
- Özparlak H, Zengin G, Kaşık G (2016a). Türkiye’den yabani ve kültüre alınmış *Ganoderma lucidum*’un sulu ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin karşılaştırılması. *Mantar Dergisi* 7(2): 102–6109.
- Özparlak H, Alkan S, Zengin G, Aktümsek A (2016b). Türkiye’deki yabani ve kültüre alınmış *Ganoderma lucidum*’un sulu ekstraktlarının in vitro bazı enzim inhibitör özelliklerinin karşılaştırılması. *Mantar Dergisi* 7(2): 110–6117.
- Rzepecka-Stojko A, Pilawa B, Ramos P, Stojko J (2012). Antioxidative properties of bee pollen extracts examined by Epr spectroscopy. *Journal of Apicultural Science* 56(1): 23–631.
- Sammataro D, Avitabile A (2004). Arı Yetiştiriciliği ve Hastalıkları. Çeviren: Dr. Veteriner hekim: Harun Vatansever, Ankara, 575 s.
- Singh J, Dartois A, Kaur L (2010). Starch digestibility in food matrix: A review. *Trends in Food Science & Technology* 21: 168–6180.
- Ulusoy E, Kolayli S (2014). Phenolic composition and antioxidant properties of Anzer bee pollen. *Journal of Food Biochemistry* 38(1): 73–62.
- Yildiz O, Karahalil F, Can Z, Sahin H, Kolayli S (2014) Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* 29(5): 690–694.

Seseli tortuosum'un Antioksidan Aktivitesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu

Şengül UYSAL^{1*}, Gökhan ZENGİN¹, Gökalp Özmen GÜLER², Abdurrahman AKTÜMSEK¹

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya

²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Bölümü, Konya

*e-mail: sennguluysal@gmail.com

Öz: Birçok çalışma oksidatif stresle ilişkili çeşitli hastalıkların engellenmesinin yanı sıra insan sağlığına bitki sekonder metabolitlerinden kaynaklanan faydaları göstermiştir. Bu çalışmada *Seseli tortuosum*'un antioksidan aktivitesi serbest radikal süpürme (DPPH), indirgeme gücü (FRAP ve CUPRAC), toplam antioksidan kapasite (β -karoten/linoleik asit ve fosfomolibdat test) içeren farklı kimyasal metotlar tarafından araştırıldı. Ayrıca, toplam fenolik içerik Folin-Ciocalteu testi tarafından tespit edildi. BHA, BHT ve Trolox bu antioksidan testlerde standart olarak kullanıldı. *S. tortuosum*'un yağ asidi kompozisyonu Gaz Kromatografisi (GC) tarafından değerlendirildi. Özütte toplam fenolik içerik 36.58 mgGAE/g özüt olarak tespit edildi. Özüt antioksidan deneylerde konsantrasyona bağlı olarak antioksidan aktiviteye sahiptir. *S. tortuosum* yağında 24 yağ asidi tanımlandı. Yağ asitleri arasında, linoleik asit C 18:2 ω 6 (%34.57) ana bileşendir. Doymamış yağ asitlerinin miktarı doymuş yağ asitlerinden daha yüksektir. Bu sonuçlardan, *S. tortuosum* yeni gıda ve ilaç ürünlerinin tasarlanması için değerli bir kaynak olarak düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, yağ asidi bileşimi, fenolik içerik, *Seseli tortuosum*

Antioxidant Activity and Fatty Acid Composition of *Seseli tortuosum*

Abstract: Many studies have shown the benefits deriving from plants secondary metabolites to human health also for the prevention of several diseases associated to oxidative stress. In this work, the antioxidant activity of *Seseli tortuosum* was investigated by different chemical methods including free radical scavenging (DPPH assay), reducing power (FRAP and CUPRAC assays), total antioxidant capacity (β -caroten/linoleic acid and phosphomolybdate assays). Also, total phenolic content were detected by Folin-Ciocalteu assay. BHA, BHT and Trolox were used as standards in these antioxidant assays. The fatty acid composition of *S. tortuosum* was also evaluated by gas chromatography (GC). Total phenolic content in the extract was detected as 36.58 mgGAE/g extract. The extract possesses antioxidant activity in a concentration-dependent manner at the antioxidant assays. Twenty-four fatty acids were identified in the *S. tortuosum* oil. Among fatty acids, the main component was linoleic acid (C 18:2 ω 6) (34.57%). The content in unsaturated fatty acids (UFAs) was higher than that of saturated fatty acids (SFAs). From these results, *S. tortuosum* could be considered as a valuable source for designing novel food and pharmaceutical products.

Keywords: Antioxidant activity, fatty acid composition, phenolic content, *Seseli tortuosum*

1. Giriş

Yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olan oksijen organizma için oldukça zararlı etkilere sahip olan reaktif oksijen türleri olarak bilinen bir grup bileşiği oluşturması

bakımından da önemli bir konumdadır. Reaktif oksijen türlerinin ana kaynağı solunum zincirinde elektronların son alıcısı olan oksijene taşınmasıdır. Reaktif oksijen türleri metabolizmada serbest radikallerin

ana kaynağıdır. Serbest radikaller bünyesinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektronu içeren atom veya moleküller olarak tanımlanır (Halliwell ve Gutteridge, 1999). Bünyelerindeki bu eşlenmemiş elektronlardan dolayı serbest radikaller reaktivitesi yüksek bileşikler olup diğer moleküller ile kolayca reaksiyona girerek yeni bir radikal oluşumunu zincir reaksiyon şeklinde başlatabilir. Bu şekilde biyomoleküllerde zararlı etkiler meydana getirirler ve devamında diyabet, kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik ve dejeneratif hastalığın ilerlemesinde büyük rol oynarlar (Aruoma, 1996; Hou ve ark., 2003). Bu temelde serbest radikal düzeyinin kontrolü sağlıklı bir yaşam açısından önemli bir konumdur. Bu amaçla, iç enzimatik bir savunma mekanizması gelişmiş olmasına rağmen, eğer üretim miktarı çeşitli faktörler ile bu iç savunma sisteminin kapasitesini aşacak olursa serbest radikallerin zararlı etkileri ortaya çıkar. Bu durumda dışarıdan antioksidanlar olarak bilinen ve serbest radikalleri etkisiz hale getiren bileşiklerin alımı büyük önem taşır (Halliwell, 1994; Fridovich, 1995). Bu amaçla da çeşitli sentetik antioksidanlar (BHA, BHT, PG) gıda katkı maddesi olarak üretilmiş fakat son yıllarda bu sentetik antioksidanların çeşitli toksik etkilerinin ortaya çıkması kullanımlarını kaygılı hale getirmiştir. Bu

noktadan hareketle, sentetik antioksidanların yerine daha güvenli doğal antioksidan kaynaklarının belirlenmesinin büyük önemi vardır (Barlow ve Schlatter, 2010). Bitkiler doğal antioksidanların en önemli kaynakları olup özellikle bitkisel sekonder metabolitler (fenolikler, flavonoidler, antosiyaninler) güçlü antioksidan aktivitelere sahiptir (Vinson ve ark., 1995).

Apiaceae familyasına ait bitkiler uzun yıllardan beri özellikle uçucu yağ içermelerinden dolayı ilaç ve baharat olarak kullanılmaktadır (Gonçalves ve ark., 2012). *Seseli* cinsi *Apiaceae* familyasına ait olup antiinflamatuvar, antinosiseptif, antibakteriyel ve antifungal (Küpeli ve ark., 2006; Ilić ve ark., 2015) gibi çeşitli aktivitelere sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı bu cinse ait pek çok tür eski zamanlardan beri halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Türk halk hekimliğinde, *Seseli tortuosum*'un meyveleri adet hızlandırıcı ve gaz giderici olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Ayrıca *S. libanotis*'in yaprakları Türkiye'nin doğusunda sebze olarak tüketilmektedir (Baytop, 1994). Bu çalışmada *Seseli tortuosum*'un metanol özütünün antioksidan aktivitesinin ve yağ asiti profilinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması yapıldığında çalışmamız *Seseli tortuosum*'un antioksidan aktivitesi üzerine ilk rapor niteliği taşımaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Bu çalışmada değerlendirilen *S. tortuosum* bitkisi Ankara-Çubuk çevresinden 2013 yılında çiçeklenme döneminde toplandı ve botanik tanımlamaları Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Murat Aydın Şanda tarafından yapıldı (Örnek No: GO 1310). Bitkinin toprak üstü kısımları gölgede kurutulduktan sonra değirmende iyice toz haline getirildi.

2.2. Bitkisel Özütlerin Hazırlanması

Metanol özütü, toz haline getirilmiş bitki (15 g) sokslet düzeneğinde 6 saat süre özütleme işlemi yapıldı. Özütleme işlemi sonunda özütler filtre kâğıdından (Whatman mavi band) süzüldü. Daha sonra çözücü rotary evaporatorde 40°C'de tamamen buharlaştırıldı. Ele geçen ham özütler antioksidan kapasite testleri uygulanıncaya kadar -20°C'de saklandı.

2.3. Toplam Fenolik İçeriğin Belirlenmesi

Yöntemde, bitkisel özütten (2 mg/ml) 250 µL deney tüplerine alındı ve sonra her bir tüpe 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında seyreltilmiş) ilave edildi. Ardından her bir tüpe 750 µL %1'lik Na₂CO₃ çözeltisinden eklendi. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de absorbansları ölçüldü (Shimadzu UV-1800). Aynı işlemler standart olarak kullanılan gallik asit için de

tekrarlandı. Bitkilerin fenolik madde içeriği g özütte mg gallik asit eş değeri (mg GAE/g) olarak verildi (Slinkard ve Singleton, 1977).

2.4. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (Fosfomolibdat Testi Ve B-Karoten-Linoleik Asit Test Sistemi)

Bu metot'ta 2 mg/mL konsantrasyonundaki bitkisel özütten 0.3 mL bir tüpe alındı ve bunun üzerine reaktif çözeltisinden (0.6 M H₂SO₄, 28 mM Na₂HPO₄.12H₂O ve 4 mM amonyum molibdat) 3 mL eklendi. Tüpler kuvvetlice karıştırılıp 95°C'de 90 dakika inkübe edildi. İnkübasyon sonunda çözeltilerin absorbansı 695 nm'de okundu. Aynı işlemler standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asit için de yapıldı. Antioksidan aktivite askorbik asit eşdeğeri (mg AE/g) olarak hesaplandı (Prieto ve ark., 1999).

β-karoten-linoleik asit test sistemi için, bitkisel materyal ve standart antioksidanlar 2 mg/mL konsantrasyonda hazırlandı. Metotta öncelikle emülsiyon çözeltisi hazırlandı. Bunun için 1 mg β-karoten 2 mL kloroformda çözüldü. Bu karışıma 50 µL linoleik asit ve 200 mg Tween 40 eklendi. Karışım iyice karıştırıldı. Kloroform rotary evaporatörde 40°C'de iyice uçuruldu. Kalan kısım üzerine 200 mL saf su eklendi. Böylece emülsiyon çözeltisi hazırlanmış oldu. 2 mg/mL konsantrasyonundaki bitkisel özüt ve standart maddelerden 350 µL alındı ve bunların üzerine 2.5 mL emülsiyon

çözeltilisinden ilave edildi. Emülsiyon çözeltisi eklenir eklenmez absorbansları 490 nm’de okundu. Daha sonra tüpler 2 saat inkübe edildi. Aynı işlemler standart olarak kullanılan BHA, BHT, troloks içinde tekrarlandı (Dapkevicus ve ark., 1998; Sokmen ve ark., 2004).

120 dakika sonunda renk açılım oranı hesaplandı.

$$R = \ln(A/B)/t$$

A:Başlangıç absorbansı

B:120 dakika sonundaki absorbansı

t:120 dakika

Bu eşitlikten inhibisyon değeri yani antioksidan aktivite hesaplandı.

$$\text{İnhibisyon değeri} =$$

$$((R_{\text{kontrol}} - R_{\text{örnek}}) / R_{\text{kontrol}}) \times 100$$

2.5. Serbest Radikal Süpürüm Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH)

Bitkisel özüt DPPH radikali süpürme aktivitesi Sarikurkcü (2011)’ye göre yapıldı. Bitkisel özüt ve sentetik antioksidanların farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı. Metanolik DPPH çözeltisi %0.004’lük olacak şekilde hazırlandı. Bitkisel özüt 1 mL’si hazırlanan DPPH çözeltisinin 4 mL’si ile karıştırıldı. Tüpler ağızları kapatılıp kuvvetlice karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbanslar 517 nm’de okundu. Aynı işlemler troloks için de yapıldı ve bitkisel özütün DPPH radikalini giderme (süpürme) aktiviteleri % inhibisyon

olarak verildi. Kontrol çözeltisi olarak ekstrakt yerine metanol eklendi.

$$\text{İnhibisyon}(\%) =$$

$$((A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}) \times 100$$

2.6. İndirgeme Gücü Kapasitesinin Belirlenmesi (FRAP ve CUPRAC)

FRAP testinin uygulanmasında öncelikle FRAP reaktifi hazırlandı. FRAP reaktifi, 0.3 M, pH’sı 3.6 olan asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl₃’ün 10:1:1 oranında karıştırılması ile hazırlandı. Bitkisel özütün 0.1 mL’si hazırlanan FRAP reaktifinin 2 mL’si ile karıştırıldı ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Karışımların absorbansları 593 nm’de okundu. Testin sonuçları g özütte troloks eşdeğer olarak değerlendirildi (mgTE/g) (Benzie ve Strain, 1996).

CUPRAC testi için, bitki ekstraktının 0.4 mg/mL ile 2 mg/mL arasındaki farklı konsantrasyonları kullanıldı. Metot’ta bitkisel özütlerden 0.5 mL alındı ve her bir deney tüpüne 1 mL CuCl₂.2H₂O (10 mM), 1 mL amonyum asetat (1 M; pH:7) ile 1 mL neokuproin (7.5 mM) çözeltileri eklendi. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbansları 450 nm’de okundu. Aynı işlemler standart olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki troloks için de yapıldı (Apak ve ark., 2006).

2.7. Yağ asidi Kompozisyonun Belirlenmesi

Öğütülmüş ve toz haline getirilmiş 10 g bitkisel materyal öncelikle sokslet aparatında 6-8 saat petrol eteri ile özütleme işlemi yapıldı. Özütleme sonunda çözücünün evaporatörde uçurulmasından sonra kalan kısım yağ asidi analizlerinde kullanıldı.

Yağ örneklerinden 0.1-0.2 g kadar balonlara aktarıldı. Yağ örneklerinin üzerlerine 4 mL %2'lik NaOH çözeltisinden eklenerek sabunlaşmanın gerçekleşmesi için 10 dakika kaynatıldı. Sabunlaşma tamamlandıktan sonra 5 mL %14 BF₃-metanol kompleksi eklendi ve 5 dakika kaynatıldı. Daha sonra karışım üzerine 2 mL n-heptan eklendi ve bir dakika kaynamaya bırakıldı. Kaynama tamamlandıktan sonra 4 mL doymuş NaCl çözeltisinden eklendi. Balonlar iyice karıştırıldıktan sonra faz ayrımı için ayırma hunilerine aktarıldı ve 5-10 dakika beklendi. Bu süre sonunda alttaki sulu kısım atıldıktan sonra üstteki sarı renkli faz viallere aktarılarak analiz edilinceye kadar -20 °C'de saklandı (IUPAC, 1979).

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka 6890 N model FID (Flame Ionization Detector: Alev iyonlaştırma dedektörü) dedektörlü ve otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirildi. Analizlerde 100 metrelik HP-88 kapiller kolon kullanıldı. Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 240 °C, dedektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C olarak ayarlandı. Kolona sıcaklık programı

uygulandı. Kolonun başlangıç sıcaklığı 60 °C olarak ayarlandı. Bu sıcaklıkta 1 dakika bekletildi daha sonra dakikada 20 °C artarak 190 °C'ye ulaşıldı. Bu sıcaklıkta 60 dakika bekletildi ve daha sonra dakikada 1 °C artarak 220 °C'ye ulaşıldı ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekletildi. Sonuçta analizler 107 dakikada tamamlandı. Gaz kromatografin gaz akış hızları hidrojen: 30 mL/dk, kuru hava: 300 mL/dk ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 1 mL/dk olarak ayarlandı.

Yağ asidi metil esterleri standartları Alltech ve Accu firmalarından elde edildi. Standartların bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında aynı koşullarda analizlenerek belirlendi. Böylece elde edilen standartların bağıl alıkonma zamanları yardımı ile kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitleri belirlendi. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin yüzde alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak verildi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Antioksidan Aktivite

Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri başta olmak üzere antikanser, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkileri gibi birçok biyolojik özelliklerinin olması bu bileşiklerin antioksidan çalışmalarının temelinde olmasını sağlamıştır. Bu bağlamda bitkisel özütlerin toplam fenolik

İçeriklerinin belirlenmesi önemlidir. Çalışmamız kapsamında *Seseli tortuosum* metanol özütünün toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. Toplam fenolik içerik 36.58 mgGAE/g olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Matejić ve ark. (2012) tarafından üç *Seseli* taksonun metanol özütlerinin farklı konsantrasyonlarının fitokimyasal profili ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Bu çalışmada toplam fenolik içerik *S. pallasii*'nin (3 mg/mL) 84.65 mgGA/g kuru özüt, *S. libanotis* subsp. *libanotis* (1 mg/mL) 85.03 mgGA/g kuru özüt, *S. libanotis* subsp. *intermedium*'un yapraklarının (2 mg/mL) 87.53 mgGA/g kuru özüt ve *S. libanotis* subsp. *intermedium*'un meyveleri (2 mg/mL) 84.04 mgGA/g kuru özüt olarak hesaplanmıştır. Farklı bir çalışma *Seseli rigidum*'un farklı özütlerinin *in vitro* biyolojik aktiviteleri araştırılmış ve özütlerin fenolik içeriğinin 69 ve 102.13 mgGAE/g arasında değiştiği rapor edilmiştir. *S. rigidum*'un metanol içeriği 76.62 mgGAE/g olarak hesaplanmıştır ve bizim çalışmamız sonuçları ile karşılaştırıldığında *S. tortuosum*'un daha düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür (Jakovljević ve ark., 2015). Ayrıca yazarlar tarafından aynı familyadan farklı türlerin fenolik içerikleri rapor edilmiştir (Coruh ve ark., 2007; Pandey ve ark., 2012; Abas ve ark., 2014).

DPPH radikali bitkisel özütlerin antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı çalışmalarda en yaygın radikallerden biridir. *S. tortuosum*'un metanol özütünün ve standart antioksidanların (BHA, BHT ve Troloks) DPPH radikal süpürme etkinliği Çizelge 2'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre DPPH radikal süpürme etkinliği çalışan derişime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte sentetik antioksidanlar BHA, BHT ve Troloks ise 0.5 mg/mL konsantrasyonda sırasıyla %92.04, 63.77 ve 66.55 gibi yüksek düzeylerde radikal giderici aktivite sergilemişlerdir. Çeşitli *Seseli* türlerinin DPPH aktivitesi daha önceden rapor edilmiştir. Örneğin *S. rigidum*'un farklı özütlerinin DPPH aktivitesinin IC₅₀ değerleri 46.15 ile 1436.45 µg/mL arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek aktivite su özütünde görülmüştür (Jakovljević ve ark., 2015). Başka bir çalışmada üç farklı *Seseli* taksonun metanol özütlerinin DPPH aktivitesi hesaplanmış ve değerler IC₅₀ olarak verilmiştir (Matejić ve ark., 2012). Ayrıca Apiaceae familyasından çeşitli türlerin radikal süpürme aktivitesi DPPH testi kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar IC₅₀ olarak verilmiştir (Coruh ve ark., 2007; Pandey ve ark., 2012; Abas ve ark., 2014).

Seseli tortuosum metanol özütünün toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat testi ve β-karoten/linoleik asit metodu

kullanılarak değerlendirilmiştir. Fosfomolibdat testinde antioksidan maddelerin asidik ortamda Mo(VI)'i Mo(V)'e indirgemesi ve oluşan yeşil renkli fosfat/Mo(V) kompleksin ölçülmesine dayanmaktadır. β -karoten/linoleik asit metodu ise antioksidan bileşiklerin linoleik asit oksidasyonunu inhibe etme yeteneklerini gösteren faydalı bir test sistemidir. Metotta oluşan lipid peroksil radikallerinin β -karotenin renginde meydana getirdiği açılmanın antioksidan bileşikler ile hangi derecede inhibe edildiği test edilir. *S. tortuosum* metanol özütünün fosfomolibdat test sonuçları Çizelge 1 ve β -karoten/linoleik asit test sistemindeki etkinliği Şekil 1'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre *S. tortuosum* metanol özütünün linoleik asit oksidasyonunu inhibe etme yeteneği sentetik antioksidanlar ile kıyaslandığında düşük olduğu görülmüştür. *Apiaceae* familyasından *Artedia squamata*'nın farklı özütlerinin toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat testi kullanılarak belirlenmiştir ve en yüksek aktivite metanol özütünde görülmüştür (Zengin ve ark., 2015). Başka bir çalışma aynı familyadan *Bupleurum croceum*'un etil asetat (1.49 mmolTE/g), metanol (0.89 mmolTE/g) ve su (0.73 mmolTE/g) özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2017).

İndirgeme gücü antioksidan kapasitenin değerlendirmesinde önemli bir

indikatör olup antioksidanların elektron verme yeteneğini yansıtır. *S. tortuosum* metanol özütünün indirgeme gücü FRAP ve CUPRAC testleri kullanılarak belirlenmiştir ve değerler Çizelge 1 ve Çizelge 3 de gösterilmiştir. Bu bitkinin FRAP aktivitesi 65.2 mgTE/g olarak bulunmuştur. CUPRAC aktivitesi için *S. tortuosum*'un (0.4, 0.8 ve 2) ve standart antioksidan olarak troloks'un (0.04, 0.08 ve 0.2) absorbansları hesaplanmıştır. Metotta yüksek absorbans güçlü indirgeme gücünü gösterir. Sonuçlara göre tüm özütlerin indirgeme gücü yetenekleri konsantrasyona bağlı değişim göstermektedir. Bununla birlikte özütlerin indirgeme gücü yetenekleri sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığında sentetik antioksidanların oldukça güçlü etkinliğe sahip oldukları söylenebilir. *Apiaceae* familyasından çeşitli türlerin indirgeme gücü FRAP ve CUPRAC testleri tarafından rapor edilmiştir (Zengin ve ark., 2015; Zengin ve ark., 2017).

3.2. Yağ asidi kompozisyonu

Seseli tortuosum'un yağ asidi bileşimi gaz kromatografik teknik ile belirlenmiştir ve sonuçlar Çizelge 4 de verilmiştir. Toplam 24 yağ asidi tespit edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, linoleik asitin (C 18:2 ω 6) % 34.57 değer ile major yağ asidi olduğu görülmüştür. Caprioli ve ark. (2014) yaptıkları bir araştırmada *Apiaceae* familyasından *Smyrniium olusatrum*'un farklı kısımlarının yağ asidi bileşimini

belirlemişlerdir ve *S. olusatrum*'un çiçek, yaprak ve kök kısımlarında linoleik asidin en yüksek yüzdeye sahip olduğu rapor edilmiştir. *S. tortuosum*'un yağ asidi bileşiminde linoleik asidi % 32.39 değer ile oleik asit (C 18:1 ω 9) ve % 7.70 ile palmitik asit (C 16:0) takip etmektedir. Benzer olarak aynı familyadan farklı *Bupleurum* türlerinin yağ asidi bileşimlerinin belirlendiği farklı çalışmalarda en yüksek yağ asitleri linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olarak belirlenmiştir (Saracoglu ve ark., 2012; Saraçoğlu ve ark., 2012). *S. tortuosum*'un yağ asidi bileşimine bakıldığında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve aşırı doymamış yağ asitleri (PUFA) toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Sonuçlarda görüldüğü gibi *Seseli tortuosum*'un yağ asidi bileşiminde bulunan esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik asit oldukça yüksek yüzdelerde bulunmuştur. Ek olarak yağ asidi bileşiminde sağlık açısından

önemli olan ω 3 yağ asitleri toplamı %6.76, ω 6 yağ asitlerinin toplamı ise %36.41 olarak belirlenmiştir. ω 3/ ω 6 oranının 0.19, ω 6/ ω 3 oranının ise 5.39 olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; günümüzde oksidatif stres dolayısıyla serbest radikaller ile ilişkili hastalıkların tedavisine yönelik aktif biyolojik ajanların keşfi bilim dünyasında popüler konulardan biridir. Bu bağlamda özellikle tıbbi bitkiler aktif biyolojik bileşiklerin bir kaynağı olarak büyük önem taşır. Bu noktadan hareketle mevcut çalışmada *S. tortuosum*'un anti-oksidan özellikleri ortaya konulmuş ve yağ asidi profili belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları temelinde doğal antioksidanların bir kaynağı olarak kullanılabileceği önerilebilir. Bu çalışma *S. tortuosum*'un aktif bileşenlerinin belirlenmesi ve *in vivo* hayvan deneyleri ile toksikolojik durumunun değerlendirilmesi gibi ileride yapılacak çalışmalara ufuk oluşturacak niteliktedir.

Çizelge 1. *Seseli tortuosum*'un toplam fenolik, fosfomolibdat ve FRAP aktivitesi

	Toplam fenolik içerik (mgGAE/g) ^a	Fosfomolibdat testi (mgAE/g) ^b	FRAP (mgTE/g) ^c
<i>Seseli tortuosum</i>	36.58±1.30*	237.32±9.28	65.2±2.65

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma. ^amgGAE/g gallik asit eşdeğer, ^b mgAE/g asorbik asit eşdeğer, ^c mgTE/g troloks eşdeğer

Çizelge 2. *Seseli tortuosum* ve troloks'un konsantrasyona bağlı olarak bakır indirgeme güçleri

Konsantrasyon	<i>Seseli tortuosum</i> (Absorbans)	Konsantrasyon	Troloks (Absorbans)
0.4	0.375±0.01*	0.04	0.290±0.05
0.8	0.762±0.05	0.08	0.571±0.01
2	1.885±0.01	0.2	1.279±0.96

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma

Çizelge 3. *Seseli tortuosum* ve standart antioksidanların DPPH süpürme aktivitesi (%)

	<i>Seseli tortuosum</i>	BHA	BHT	Troloks
0.5	38.48±4.17*	92.04±1.26	63.77±0.49	66.55±0.01
1	69.18±0.64	-	-	-
2	92.75±0.61	-	-	-

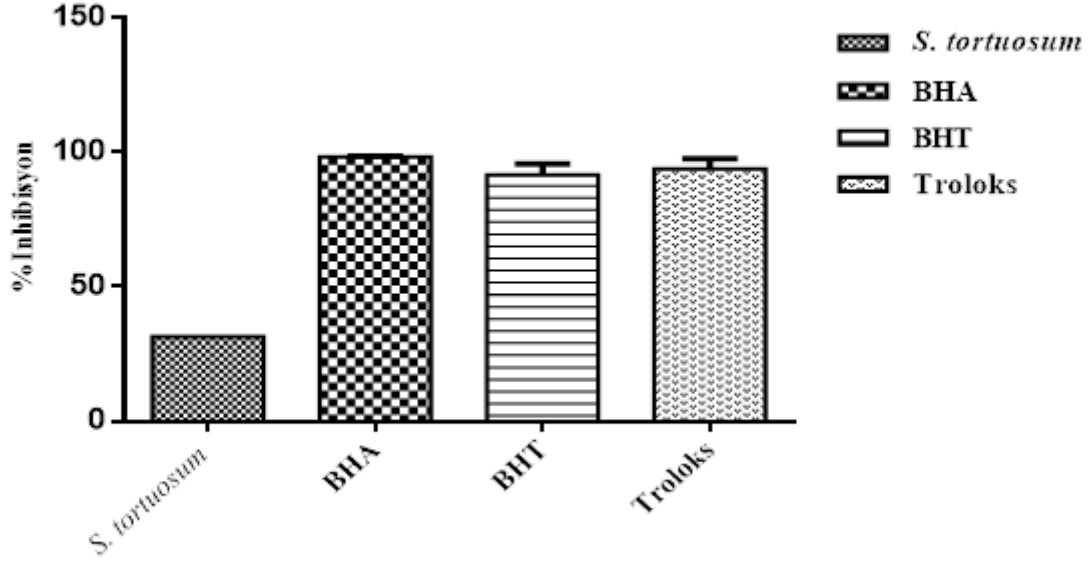
* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma

Çizelge 4. *Seseli tortuosum*'un yağ asidi bileşimi (%)

Yağ Asitleri	<i>Seseli tortuosum</i>
C 12:0	0.32 ± 0.09*
C 13:0	0.05 ± 0.01
C 14:0	0.33 ± 0.01
C 15:0	0.36 ± 0.00
C 16:0	7.70 ± 0.04
C 17:0	0.70 ± 0.02
C 18:0	1.51 ± 0.02
C 20:0	0.36 ± 0.05
C 21:0	0.21 ± 0.01
C 22:0	1.19 ± 0.01
Σ SFA ^a	12.73± 0.04
C 14:1ω5	1.41 ± 0.02
C 15:1ω5	0.20 ± 0.01
C 16:1ω7	5.45 ± 0.15
C 17:1ω8	0.08 ± 0.03
C 18:1ω9	32.39 ± 0.07
C 18:1ω7	4.52 ± 0.02
C 18:1ω6	0.64 ± 0.01
C 20:1ω9	0.07 ± 0.02
Σ MUFA ^b	44.76± 0.13
C 18:2ω6	34.57 ± 0.06
C 18:3ω6	1.04 ± 0.02
C 18:3ω3	4.32 ± 0.01
C 20:4ω6	0.16 ± 0.03
C 22:3ω3	1.54 ± 0.01
C 22:6ω3	0.90 ± 0.10
Σ PUFA ^c	42.53 ± 0.17
ΣUFA ^d	87.30±0.30
Σ ω3	68.76± 0.12
Σ ω6	36.41 ± 0.09
ω3/ω6	0.19 ± 0.00
ω6/ω3	5.39± 0.09

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma,

^aSFA: Doymuş yağ asidi, ^bMUFA: Tekli doymamış yağ asidi, ^cPUFA: Aşırı doymamış yağ asidi, ^dUFA: Doymamış yağ asitleri



Şekil 1. *Seseli tortuosum* ve standart antioksidanların β -karoten/linoleik asit oksidasyonunu önleme yetenekleri

Kaynaklar

- Abas F, Khatib A, Shaari K, Lajis NH (2014). Chemical characterization and antioxidant activity of three medicinal *Apiaceae* species. *Industrial Crops and Products* 55: 238–247.
- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Esin Karademir S, Erçağ E (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57(5-6): 292–304.
- Aruoma OI (1996). Assessment of potential prooxidant and antioxidant actions. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 73(12): 1617–1625.
- Barlow S, Schlatter J (2010). Risk assessment of carcinogens in food. *Toxicology and applied pharmacology* 243(2): 180–190.
- Baytop T (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, TDKY 3578, TTK Basimevi Ankara.
- Baytop T (1999). Therapy with Plants in Turkey (Past and Present), 2nd ed. Nobel Medical Book House Istanbul.

- Benzie IF, Strain JJ (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239(1): 70–76.
- Caprioli G, Fiorini D, Maggi F, Marangoni M, Papa F, Vittori S, Sagratini G (2014). Ascorbic acid content, fatty acid composition and nutritional value of the neglected vegetable Alexanders (*Smyrniolum olusatrum* L., *Apiaceae*). *Journal of Food Composition and Analysis* 35(1): 30–36.
- Coruh N, Celep AS, Özgökçe F (2007). Antioxidant properties of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl., *Chaerophyllum macropodium* Boiss. and *Heracleum persicum* Desf. from *Apiaceae* family used as food in Eastern Anatolia and their inhibitory effects on glutathione-S-transferase. *Food Chemistry* 100(3): 1237–1242.
- Dapkevicius A, Venskutonis R, van Beek TA, Linssen JP (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77 (1): 140–146.
- Fridovich I (1995). Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry* 64(1): 97–112.
- Gonçalves MJ, Tavares AC, Cavaleiro C, Cruz MT, Lopes MC, Canhoto J, Salgueiro L (2012). Composition, antifungal activity and cytotoxicity of the essential oils of *Seseli tortuosum* L. and *Seseli montanum* subsp. *peixotoanum* (Samp.) M. Laínz from Portugal. *Industrial Crops and Products* 39: 204–209.
- Halliwell B (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *The Lancet* 344(8924): 721–724.
- Halliwell B, Gutteridge JMC (1999). *Free radicals in Biology and Medicine*. 3rd ed., Oxford University Press, New York, USA, 10–121.

- Hou WC, Lin RD, Cheng KT, Hung YT, Cho CH, Chen CH, Hwang SY, Lee MH (2003). Free radical-scavenging activity of *Taiwanese* native plants. *Phytomedicine* 10(2-3): 170–175.
- Ilić MD, Jovanović VPS, Mitić VD, Jovanović OP, Mihajilov-Krstev TM, Marković MS, Stojanović GS (2015). Comparison of chemical composition and biological activities of *Seseli rigidum* fruit essential oils from Serbia. *Open Chemistry* 13(1).
- IUPAC (1979). Standards methods for Analysis of oils, fats and derivatives Paquot, C. (ed.), 6th ed, Oxford: Pergamon Press 59–66.
- Jakovljević D, Vasić S, Stanković M, Čomić L, Topuzović M (2015). In vitro biological activity of secondary metabolites from *Seseli rigidum* Waldst. et Kit.(*Apiaceae*). *Acta Biologica Hungarica* 66(4): 395–405.
- Küpeli E, Tosun A, Yesilada E (2006). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Seseli* L. species (*Apiaceae*) growing in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology* 104(3): 310–314.
- Matejić J, Džamić A, Mihajilov-Krstev T, Ranđelović V, Krivošej Z, Marin P (2012). Total phenolic content, flavonoid concentration, antioxidant and antimicrobial activity of methanol extracts from three *Seseli* L. taxa. *Open Life Sciences* 7(6): 1116–1122.
- Pandey MM, Vijayakumar M, Rastogi S, Rawat AK (2012). Phenolic content and antioxidant properties of selected Indian spices of *Apiaceae*. *Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants* 18(3): 246–256.
- Prieto P, Pineda M, Aguilar M (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry* 269(2): 337–341.

- Saracoglu HT, Zengin G, Akin M, Aktumsek A (2012). Evaluation of oil content and fatty acid composition of five endemic *Bupleurum* species growing in the Central Anatolia region of Turkey. *Natural Product Research* 26(13): 1188–1194.
- Saraçoğlu HT, Zengin G, Akin M, Aktümsek A (2012). A comparative study on the fatty acid composition of the oils from five *Bupleurum* species collected from Turkey. *Turkish Journal of Biology* 36(5): 527–532.
- Sarikurkcü C (2011). Antioxidant activities of solvent extracts from endemic *Cyclamen mirabile* Hildebr. tubers and leaves. *African Journal of Biotechnology* 10(5): 831–839.
- Slinkard K, Singleton VL (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28(1): 49–55.
- Sokmen A, Gulluce M, Akpulat HA, Daferera D, Tepe B, Polissiou M, Sokmen M, Sahin F (2004). The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. *Food Control* 15(8): 627–634.
- Vinson JA, Dabbagh YA, Serry MM, Jang J (1995). Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43(11): 2800–2802.
- Zengin G, Ceylan R, Uysal S, Aktumsek A (2015). Biological activities of three extracts from *Artemisia squamata*: A study on antioxidant and enzyme inhibitory potential. *Current Bioactive Compounds* 11(3): 152–155.
- Zengin G, Bulut G, Mollica A, Haznedaroglu MZ, Dogan A, Aktumsek A (2017). Bioactivities of *Achillea phrygia* and *Bupleurum croceum* based on the composition of phenolic compounds: In vitro and in silico approaches. *Food and Chemical Toxicology* 107: 597–608.

Some Functions via δ -Semiopen Sets

Yusuf Beceren

Selçuk University, Faculty of Sciences, Department of Mathematics, Konya, 42031, Turkey

e-mail: ybeceren@selcuk.edu.tr

Abstract: In this paper, it is introduced and studied new classes of generalizations of some non-continuous functions concerning the concepts of weak forms of δ -semiopen sets in topological spaces. And also it is given some of their properties.

Keywords: α -open set, Semiopen set, Preopen set, β -open set.

δ -Yarıaçık Kümelerle Bazı Fonksiyonlar

Öz Bu makalede, topolojik uzaylarda δ -yarıaçık kümelerin zayıf kavramlarıyla bazı sürekli olmayan fonksiyonların yeni genelleştirmeleri ortaya konuldu ve çalışıldı. Aynı zamanda, bu fonksiyonların sağladığı bazı özellikler verildi.

Anahtar kelimeler: α -açık küme, Yarıaçık küme, Önaçık küme, β -açık küme.

1. Introduction

Recall the concepts of α -open (Njåstad, 1965) (resp. semiopen (Levine, 1963), preopen (Mashhour et al., 1982), β -open (Abd El-Monsef et al., 1983), g -closed (Levine, 1970), rg -closed (Palaniappan and Rao, 1993), αlc -set (Al-Nashef, 2002)) sets in topological spaces.

The purpose of this paper is to define and investigate the notions of new classes of functions, namely $\delta\alpha lc$ -semi-continuous, δplc -semi-continuous, δslc -semi-continuous, $\delta\beta lc$ -semi-continuous, $\delta\alpha glc$ -semi-continuous, $\delta pglc$ -semi-continuous, $\delta sglc$ -semi-continuous, $\delta\beta glc$ -semi-continuous, $\delta\alpha rglc$ -semi-continuous, $\delta prglc$ -semi-

continuous, $\delta srglc$ -semi-continuous, $\delta\beta rglc$ -semi-continuous functions, and to obtain some properties of these functions in topological spaces.

2. Preliminaries

Throughout this paper, spaces always mean topological spaces and $f: X \rightarrow Y$ denotes a single valued function of a space (X, τ) into a space (Y, ν) . Let S be a subset of a space (X, τ) . The closure and the interior of S are denoted by $Cl(S)$ and $Int(S)$, respectively.

Here we recall the following known definitions and properties.

Definition 2.1. A subset S of a space (X, τ) is said to be α -open (Njåstad, 1965)

(resp. semiopen (Levine 1963), preopen (Mashhour et al., 1982), β -open (Abd El-Monsef et al., 1983)) if $S \subset \text{Int}(\text{Cl}(\text{Int}(S)))$ (resp. $S \subset \text{Cl}(\text{Int}(S))$, $S \subset \text{Int}(\text{Cl}(S))$, $S \subset \text{Cl}(\text{Int}(\text{Cl}(S)))$).

The family of all α -open (resp. semiopen, preopen, β -open) sets in a space (X, τ) is denoted by $\alpha(X)$ (resp. $\text{SO}(X)$, $\text{PO}(X)$, $\beta\text{O}(X)$). It is shown in (Njåstad, 1965) that $\alpha(X)$ is a topology for X . Moreover, $\tau \subset \alpha(X) = \text{PO}(X) \cap \text{SO}(X) \subset \text{PO}(X) \cup \text{SO}(X) \subset \beta\text{O}(X)$.

Definition 2.2. A subset A of a space (X, τ) is called

(1) a generalized closed (briefly, g -closed) set (Levine, 1970) if $\text{Cl}(A) \subset U$ whenever $A \subset U$ and U is open.

(2) a regular generalized closed (briefly, rg -closed) set (Palaniappan and Rao, 1993) if $\text{Cl}(A) \subset U$ whenever $A \subset U$ and U is regular open.

(3) an α lc-set (Al-Nashef, 2002) if $A = S \cap F$, where S is α -open and F is closed.

(4) an slc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is semi open and F is closed.

(5) a plc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is preopen and F is closed.

(6) a β lc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is β -open and F is closed.

(7) an α glc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is α -open and F is g -closed.

(8) an $sglc$ -set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is semi open and F is g -closed.

(9) a $pglc$ -set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is preopen and F is g -closed.

(10) a β glc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is β -open and F is g -closed.

(11) an α rglc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is α -open and F is rg -closed.

(12) an $srglc$ -set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is semi open and F is rg -closed.

(13) a $prglc$ -set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is preopen and F is rg -closed.

(14) a β rglc-set (Becerren et al., 2006) if $A = S \cap F$, where S is β -open and F is rg -closed.

The family of all α lc-sets (resp. plc-sets, slc-sets, β lc-sets, α glc-sets, $pglc$ -sets, $sglc$ -sets, β glc-sets, α rglc-sets, $prglc$ -sets, $srglc$ -sets, β rglc-sets) in a space (X, τ) is denoted by $\alpha\text{LC}(X)$ (resp. $\text{PLC}(X)$, $\text{SLC}(X)$, $\beta\text{LC}(X)$, $\alpha\text{GLC}(X)$, $\text{PGLC}(X)$, $\text{SGLC}(X)$, $\beta\text{GLC}(X)$, $\alpha\text{RGLC}(X)$, $\text{PRGLC}(X)$, $\text{SRGLC}(X)$, $\beta\text{RGLC}(X)$). Moreover, $\alpha(X) \subset \alpha\text{LC}(X) \subset \text{PLC}(X) \subset \beta\text{LC}(X)$ and $\text{PO}(X) \subset \text{PLC}(X)$ (Becerren et al., 2006).

Remark 2.1 (Noiri, 1996). It is known that closed \Rightarrow g -closed \Rightarrow rg -closed. In

general, none of the implications is reversible.

Lemma 2.1 (Beceren and Noiri, 2008). Let (X, τ) be a topological space. Then we have

$$(1) \quad \alpha LC(X) \subset \alpha GLC(X) \subset \alpha RGLC(X).$$

$$(2) \quad PLC(X) \subset PGLC(X) \subset PRGLC(X).$$

$$(3) \quad SLC(X) \subset SGLC(X) \subset SRGLC(X).$$

$$(4) \quad \beta LC(X) \subset \beta GLC(X) \subset \beta RGLC(X).$$

A topological space (X, τ) is called a $T_{1/2}$ -space (Levine, 1970) (resp. T_{rg} -space (Rani and Balachandran, 1997)) iff every g -closed (resp. rg -closed) subset of X is closed (resp. g -closed).

Lemma 2.2 (Beceren et al., 2006). Let (X, τ) be a $T_{1/2}$ -space. Then we have

$$(1) \quad \alpha GLC(X) = \alpha LC(X).$$

$$(2) \quad PGLC(X) = PLC(X).$$

$$(3) \quad SGLC(X) = SLC(X).$$

$$(4) \quad \beta GLC(X) = \beta LC(X).$$

Lemma 2.3 (Beceren et al., 2006). Let (X, τ) be a T_{rg} -space. Then we hold

$$(1) \quad \alpha RGLC(X) = \alpha GLC(X).$$

$$(2) \quad PRGLC(X) = PGLC(X).$$

$$(3) \quad SRGLC(X) = SGLC(X).$$

$$(4) \quad \beta RGLC(X) = \beta GLC(X).$$

Lemma 2.4 (Al-Nashef, 2002). Let (X, τ) be a topological space. Then $SO(X) = \beta O(X) \cap \alpha LC(X)$.

Let A be a subset of a space X . A point $x \in X$ is called the δ -cluster point of A if $A \cap \text{Int}(\text{Cl}(U)) \neq \emptyset$ for every open set U of X containing x . The set of all δ -cluster points of A is called the δ -closure of A , denoted by $\text{Cl}_\delta(A)$. A subset A of X is called δ -closed if $A = \text{Cl}_\delta(A)$. The complement of a δ -closed set is called δ -open (Veličko, 1968).

A subset A of a space X is said to be a δ -semiopen set if there exists a δ -open set U of X such that $U \subset A \subset \text{Cl}(U)$. The complement of a δ -semiopen set is called δ -semiclosed (Park et al., 1997).

A point $x \in X$ is called the δ -semicluster point of A if $A \cap U \neq \emptyset$ for every δ -semiopen set U of X containing x . The set of all δ -semicluster points of A is called the δ -semiclosure of A , denoted by $\delta \text{Cl}_s(A)$ (Caldas et al., 2009).

A subset S of a space (X, τ) is δ -semiopen (resp. δ -semiclosed) if $S \subset \text{Cl}(\text{Int}_\delta(S))$ (resp. $\text{Int}(\text{Cl}_\delta(S)) \subset S$) (Park et al., 1997).

Remark 2.2 (Park et al., 1997). It is known that every δ -semiopen set is semiopen but the converse is not true in general.

Lemma 2.5 (Park et al., 1997). The intersection (resp. union) of an arbitrary collection of δ -semiclosed (resp. δ -semiopen) sets in (X, τ) is δ -semiclosed (δ -

semiopen). And $A \subset X$ is δ -semiclosed if and only if $A = \delta Cl_s(A)$.

Lemma 2.6 (Caldas et al., 2009). Let A and B be subsets of a space (X, τ) . Then we have

(1) If A is δ -semiopen in X and B is δ -open in X , then $A \cap B$ is δ -semiopen in B .

(2) If A is δ -semiopen in B and B is δ -open in X , then A is δ -semiopen in X .

A function $f : (X, \tau) \rightarrow (Y, \upsilon)$ is said to be δ -semi-continuous (Caldas et al., 2003) if $f^{-1}(V)$ is δ -semiopen in X for every δ -semiopen set V in Y .

3. Generalizations of Some Types of Functions

Definition 3.1. A function $f : (X, \tau) \rightarrow (Y, \upsilon)$ is said to be $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous) if $f^{-1}(V)$ is δ -semiopen in X for every α lc-set (resp. plc-set, slc-set, β lc-set, α glc-set, pglc-set, sglc-set, β glc-set, α rglc-set, prglc-set, srglc-set, β rglc-set) V in Y .

The proofs of the other parts of the following theorems follow by a similar way and are thus omitted.

Theorem 3.1. If $f : (X, \tau) \rightarrow (Y, \upsilon)$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-

continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous) and A is a δ -open subset of X , then the restriction $f|_A : A \rightarrow Y$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

Proof. Let V be any α lc-set (resp. plc-set, slc-set, β lc-set, α glc-set, pglc-set, sglc-set, β glc-set, α rglc-set, prglc-set, srglc-set, β rglc-set) of Y . Since f is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous), then $f^{-1}(V)$ is a δ -semiopen set in X . Since A is δ -open in X , $(f|_A)^{-1}(V) = A \cap f^{-1}(V)$ is δ -semiopen in A by Lemma 2.6. Hence $f|_A$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous,

δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

Theorem 3.2. Let $f:(X,\tau)\rightarrow(Y,\upsilon)$ be a function and $\{A_\lambda: \lambda\in\Lambda\}$ be a cover of X by δ -open sets of (X,τ) . Then f is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous) if $f_{/\lambda} : A_\lambda \rightarrow Y$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous) for each $\lambda\in\Lambda$.

Proof. Let V be any alc-set (resp. plc-set, slc-set, β lc-set, α glc-set, pglc-set, sglc-set, β glc-set, α rglc-set, prglc-set, srglc-set, β rglc-set) of Y . Since $f_{/\lambda}$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous) for each $\lambda\in\Lambda$.

δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous), $(f_{/\lambda})^{-1}(V)=f^{-1}(V)\cap A_\lambda$ is δ -semiopen in A_λ . Since A_λ is δ -open in X , then $(f_{/\lambda})^{-1}(V)$ is δ -semiopen in X for each $\lambda\in\Lambda$ by Lemma 2.6. Therefore, $f^{-1}(V) = X\cap f^{-1}(V) = \cup\{A_\lambda\cap f^{-1}(V): \lambda\in\Lambda\} = \cup\{(f_{/\lambda})^{-1}(V): \lambda\in\Lambda\}$ is δ -semiopen in X by Lemma 2.5. Hence f is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

Theorem 3.3. Let $f:X\rightarrow Y$ be a δ -semi-continuous function and $g:Y\rightarrow Z$ be a function. If g is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous), then the composition $g\circ f:X\rightarrow Z$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

Proof. Let W be any α lc-set (resp. plc-set, slc-set, β lc-set, α glc-set, pglc-set, sglc-set, β glc-set, α rglc-set, prglc-set, srglc-set, β rglc-set) of Z . Since g is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous), $g^{-1}(W)$ is δ -semiopen in Y . Since f is δ -semi-continuous, then $(g \circ f)^{-1}(W) = f^{-1}(g^{-1}(W))$ is δ -semiopen in X and hence $g \circ f$ is $\delta\alpha$ lc-semi-continuous (resp. δ plc-semi-continuous, δ slc-semi-continuous, $\delta\beta$ lc-semi-continuous, $\delta\alpha$ glc-semi-continuous, δ pglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ glc-semi-continuous, $\delta\alpha$ rglc-semi-continuous, δ prglc-semi-continuous, δ srglc-semi-continuous, $\delta\beta$ rglc-semi-continuous).

Theorem 3.4. Let (Y, ν) be a $T_{1/2}$ -space and let $f: (X, \tau) \rightarrow (Y, \nu)$ be a function. Then we have

- (1) $\delta\alpha$ lc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\alpha$ glc-semi-continuity,
- (2) δ plc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ pglc-semi-continuity,
- (3) δ slc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ srglc-semi-continuity,

- (4) $\delta\beta$ lc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\beta$ glc-semi-continuity.

Proof. This follows immediately from Lemma 2.2.

Theorem 3.5. Let (Y, ν) be a T_{rg} -space. For a function $f: (X, \tau) \rightarrow (Y, \nu)$, we hold

- (1) $\delta\alpha$ glc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\alpha$ rglc-semi-continuity,
- (2) δ pglc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ prglc-semi-continuity,
- (3) δ srglc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ srglc-semi-continuity,
- (4) $\delta\beta$ glc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\beta$ rglc-semi-continuity.

Proof. It is obvious from Lemma 2.3.

Corollary 3.1. Let (Y, ν) be a $T_{1/2}$ -space and T_{rg} -space. For a function $f: (X, \tau) \rightarrow (Y, \nu)$, we hold

- (1) $\delta\alpha$ lc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\alpha$ glc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\alpha$ rglc-semi-continuity,
- (2) δ plc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ pglc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ prglc-semi-continuity,
- (3) δ slc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ srglc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta$ srglc-semi-continuity,
- (4) $\delta\beta$ lc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\beta$ glc-semi-continuity $\Leftrightarrow \delta\beta$ rglc-semi-continuity.

Proof. This is an immediate consequence of Theorems 3.4 and 3.5.

We recall that a space (X, τ) is said to be submaximal (Bourbaki, 1966) if every dense subset of X is open in X and extremally disconnected (Njåstad, 1965) if

the closure of each open subset of X is open in X . The following theorem follows from the fact that if (X, τ) is a submaximal and extremally disconnected space, then $\tau = \alpha(X) = SO(X) = PO(X) = \beta O(X)$ ((Janković, 1983), (Nasef and Noiri, 1998)).

Theorem 3.6. Let (Y, υ) be a submaximal and extremally disconnected space and let $f: (X, \tau) \rightarrow (Y, \upsilon)$ be a function. Then we have

(1) $\delta\alpha lc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta plc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta slc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta \beta lc$ -semi-continuity.

(2) $\delta\alpha glc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta pglc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta sglc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta \beta glc$ -semi-continuity.

(3) $\delta\alpha rglc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta prglc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta srglc$ -semi-continuity $\Leftrightarrow \delta \beta rglc$ -semi-continuity.

From the definitions, Lemma 2.4 and Remark 2.2, the following implication is hold for a function $f: (X, \tau) \rightarrow (Y, \upsilon)$:

$\delta\alpha lc$ -semi-continuity $\Rightarrow \delta$ -semi-continuity.

4. Conclusion

The area of mathematical science which goes under the name of topology is concerned with all questions directly or indirectly related to continuity. Then, the generalizations of continuity are one of the most important subjects in general topology. Hence, it is obtained some of their properties and some non-continuous functions in topology.

References

- Abd El-Monsef ME, El-Deeb SN, Mahmoud RA (1983). β -open sets and β -continuous mapping. *Bull. Fac. Sci. Assiut Univ. A* 12: 77–90.
- Al-Nashef B (2002). A decomposition of α -continuity and semi-continuity. *Acta Math. Hungar.* 97: 115–120.
- Becerren Y, Noiri T, Fidancı MC, Arslan K (2006). On some generalizations of locally closed sets and lc-continuous functions. *Far East J. Math. Sci. (FJMS)* 22: 333–344.
- Becerren Y, Noiri T (2008). Some functions defined by semi-open and β -open sets. *Chaos Solitons Fractals* 36: 1225–1231.
- Bourbaki N (1966). Elements of Mathematics, General Topology. Part 1. Hermann, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., Paris.
- Caldas M, Georgiou DN, Jafari S, Noiri T (2003). More on δ -semiopen sets. *Note Mat.* 22: 113–126.
- Caldas M, Jafari S, Saraf RK (2009). On a non-continuous and stronger form of Levine's semi-continuous functions. *Math. Commun.* 14: 19–25.
- Janković DS (1983). On locally irreducible spaces. *Ann. Soc. Sci. Bruxelles Sér. I* 97: 59–72.
- Levine N (1963). Semi open sets and semi continuity in topological spaces. *Amer. Math. Monthly* 70: 36–41.
- Levine N (1970). Generalized closed sets in topology. *Rend. Circ. Mat. Palermo* (2) 19: 89–96.
- Mashhour AS, Abd El-Monsef ME, El-Deeb SN (1982). On precontinuous and weak precontinuous mappings. *Proc. Math. Phys. Soc. Egypt* 53: 47–53.
- Nasef AA, Noiri T (1998). Strong forms of faint continuity. *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. Ser. A Math.* 19: 21–28.
- Njåstad O (1965). On some classes of nearly open sets. *Pacific J. Math.* 15: 961–970.

- Noiri T (1996). Mildly normal spaces and some functions. *Kyungpook Math. J.* 36: 183–190.
- Palaniappan N, Rao KC (1993). Regular generalized closed sets. *Kyungpook Math. J.* 33: 211–219.
- Park JH, Lee BY, Son MJ (1997). On δ -semiopen sets in topological space. *J. Indian Acad. Math.* 19: 59–67.
- Rani IA, Balachandran K (1997). On regular generalized continuous maps in topological spaces. *Kyungpook Math. J.* 37: 305–314.
- Veličko NV (1968). H-closed topological spaces. *Amer. Math. Soc. Transl.* 78: 103–118.

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

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

Doç Dr. Evren YILDIZTUGAY, Editör,

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi,

Biyoteknoloji Bölümü, 42250 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.



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

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 karşılmalı, 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 analizin 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 Küçüköğdük, 2012). Yazara atıf yapılırsa sadece yayının yılı parantez içine alınmalıdır. Örnek: Yıldızıtugay (2006)'a göre ya da Bağcı ve Küçüköğdük (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 Küçüköğdük, 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 TVS (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 kullanılmamalıdır (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 düzensel 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

42075 Kampüs/KONYA

Faks: 0 332 241 24 99

E-mail: selcukfendergi@gmail.com

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



İÇİNDEKİLER (CONTENTS)



- Konya İli için Konutlarda Güneş Enerjisi ile Sıcak Su Temininin Tekno-Ekonomik Analizi**91–101
Techno-Economic Analysis of Hot Water Supply with Solar Energy for Residents in Konya Province
Gül Nihal GÜĞÜL
- Arktik Evleri için Enerji Verimli Yapı Malzemeleri**103–112
Energy Efficient Construction Materials for Arctic Homes
Gül Nihal GÜĞÜL
- Phlomido armeniacaee - Astragalion microcephali için Yeni Sintakson (Karaman/Ermenek/Türkiye)**
113–128
A New Syntaxon for Phlomido armeniacaee - Astragalion microcephali (Karaman/Ermenek/Turkey)
Fatmagül GEVEN, Ayvaz ÜNAL, Ebru ÖZDENİZ
- Ne II Spektrumu için E1 Geçiş Olasılıkları**129–137
E1 Transition Probabilities for Ne II Spectrum
Gültekin ÇELİK
- İyonlaştırıcı Radyasyon ve Korunma Yöntemleri**.....139–147
Ionizing Radiation and Protection Methods
Bahattin ÇİMEN, Mehmet ERDOĞAN*, Rıza OĞUL
- s-Triazin Boyar Maddelerinin Sentezi ve Onların Bazı Metal Komplekslerinin İncelenmesi**149–162
The Synthesis of s-Triazine Dyes and Investigation of Some of Their Metal Complexes
Ziya Erdem KOÇ
- Ereğli (Konya, Türkiye) Bölgesinden Bal Arılarının Topladığı Polenin Etanol Ekstraktının Antioksidan ve in Vitro Bazı Enzim İnhibitör Aktiviteleri**163–173
Antioxidant and in Vitro Some Enzyme Inhibitory Activities of Ethanol Extract of Honeybee-Collected Pollen From From Ereğli (Konya, Turkey) Region
Haluk ÖZPARLAK, Gökhan ZENGİN, Ramazan CEYLAN
- Seseli tortuosum'un Antioksidan Aktivitesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu**.....175–188
Antioxidant Activity and Fatty Acid Composition of Seseli tortuosum
Şengül UYSAL, Gökhan ZENGİN, Gökalp Özmen GÜLER, Abdurrahman AKTÜMSEK
- δ-Yarıaçık Kümelerle Bazı Fonksiyonlar**.....189–197
Some Functions via δ-Semiopen Sets
Yusuf BECEREN

Ekim 2017

Cilt: 43

Sayı : 2