

Selcuk University

Journal of Science Faculty

Cilt / Volume 51

Sayı / Issue 1

Nisan / April 2025



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

Fen Fakültesi Fen Dergisi

E-ISSN 2458-9411



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ FEN DERGİSİ

SELCUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

1981'den beri Sayısal bilimlerin tüm ana bilim dallarına hizmet vermektedir.
Since 1981, devoted to all branches of Basic Science.

e-ISSN: 2458-9411

DERGİ SAHİBİ / JOURNAL OWNER

Rektör / Rector

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

(Selçuk Üniversitesi Adına / On behalf of the Selcuk University)

DERGİ KURULU / JOURNAL BOARD

Baş Editör / Editor-in-Chief

Dr. İsmail Tarhan, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-3353-8635, ismtarhan@gmail.com,
Alan: Biyokimya / Biochemistry

Alan Editörleri / Associate Editors

Dr. İsmail Kınacı, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-0992-4133, ikinaci@selcuk.edu.tr,
Alan: Aktüerya / Actuary

Dr. Emre Aslan, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7672-2873, emreaslan89@gmail.com,
Alan: Biyokimya / Biochemistry

Dr. Gökhan Zengin, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6548-7823,
gokhanzengin@selcuk.edu.tr, Alan: Biyoloji / Biology

Dr. Deniz Ulukuş, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9627-5492, dulukus@selcuk.edu.tr
Alan: Biyoteknoloji / Biotechnology

Dr. Halit Çavuşoğlu, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7215-651X,
hcavusoglu@selcuk.edu.tr, Alan: Fizik / Physics

Dr. Yunus Akdoğan, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-3520-7493, yakdogan@selcuk.edu.tr
Alan: İstatistik / Statistics

Dr. Ahmet N. Kurşunlu, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5490-668X,
ankursunlu@hotmail.com, Alan: Kimya / Chemistry

Dr. Özlem Acar, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6052-4357, ozlem.acar@selcuk.edu.tr
Alan: Matematik / Mathematics

Editör Kurul Üyeleri / Editorial Board Members

Dr. Altan Tunçel, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5339-1071, atuncel@kku.edu.tr,
Uzmanlık Konuları: İstatistik

Dr. Aydın Karakoca, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6503-3872,
akarakoca@erbakan.edu.tr, Uzmanlık Konuları: İstatistik

Dr. Ekrem Tunca, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7556-8379,
ekrem.tunca@dpu.edu.tr, Uzmanlık Konuları: Biyokimya, Enzim Safılaştırma, Enzim Kinetiği, İlaç
Geliştirme

Dr. Emre Gür, Atatürk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3606-2751, emre.gur@ogu.edu.tr,
Uzmanlık Konuları: Fizik

Dr. Mahpeyker Öztürk, Sakarya Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2946-6114,
mahpeykero@sakarya.edu.tr, Uzmanlık Konuları: Operatör Cebirleri ve Fonksiyonel Analiz, Topoloji,
Uygulamalı Matematik

Dr. Marcello Locatelli, D'Annunzio Üniversitesi, İtalya, ORCID: 0000-0002-0840-825X,
m.locatelli@unich.it, Uzmanlık Konuları: Analitik Kimya

Dr. Muhammad Nazam, Allama Iqbal Open Üniversitesi, Pakistan, ORCID: 0000-0002-1274-1936,
nazim254.butt@gmail.com, Uzmanlık Konuları: Matematik

Dr. Mustafa Özmen, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5117-9168, musozmen@gmail.com,
Uzmanlık Konuları: Elektrokimya, Fiziksel Kimya, Katalizörler ve Katalitik Tepkimeler, Kimyasal Kinetik

Dr. Nihat Tuğluoğlu, Giresun Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-9428-4347,
nihat.tugluoglu@giresun.edu.tr, Uzmanlık Konuları: Fizik
Dr. Salih Z. Baş, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2822-8851, salihzekibas@gmail.com,
Uzmanlık Konuları: Kimya, Fizikokimya
Dr. Sebahattin Tüzemen, Atatürk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1235-970X,
stuzemen@atauni.edu.tr, Uzmanlık Konuları: Fizik
Dr. Semahat Küçükcolbaşı, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5129-5385,
ksemahat@gmail.com, Uzmanlık Konuları: Analitik Kimya
Dr. Serdar Karakurt, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-4449-6103, kserdar1@yahoo.com,
Uzmanlık Konuları: Biyokimya, Tıbbi Biyokimya
Dr. Serkan Akoğul, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-0346-4308, sakogul@pau.edu.tr,
Uzmanlık Konuları: İstatistik
Dr. Simone Carradori, D'Annunzio Üniversitesi, İtalya, ORCID: 0000-0002-8698-9440,
simone.carradori@unich.it, Uzmanlık Konuları: Eczacılık, Tıbbi Biyokimya
Dr. Sinan Alkan, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7725-1957,
sinanalkan42@gmail.com, Uzmanlık Konuları: Biyoloji, Mantar Sistematiği, Mikoloji, Tohumuz Bitkiler
Sistematiği
Dr. Syed Tufail Hussain Sherazi, Sindh Üniversitesi, Pakistan, ORCID: 0000-0003-0210-2759,
ufail.sherazi@usindh.edu.pk, Uzmanlık Konuları: Çevresel Biyojeokimya, Analitik Kimya, Nanoteknoloji
Dr. Teoman Öztürk, Selçuk Üniversitesi, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5002-5412,
teomanozturk@selcuk.edu.tr, Uzmanlık Konuları: Fizik, Yarı İletkenler, Yoğun Madde Fiziği

Danışma Kurulu / Advisory Board

Dr. Adnan Kenar, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-2865-7966, kenar@science.ankara.edu.tr
Dr. Calogero Vetro, Degli Studi di Palermo Üniversitesi, Matematik Bölümü, İtalya,
ORCID: 0000-0001-5836-6847, calogero.vetro@unipa.it
Dr. Nihal Büyükçizmeci, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-6030-9574, nihal@selcuk.edu.tr
Dr. Pınar Esra Erden, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Polatlı Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü,
Türkiye, ORCID: 0000-0001-5153-8319, pinar.erden@hbv.edu.tr
Dr. Sedat Ballıkaya, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-0588-2212, ballikaya@istanbul.edu.tr
Dr. Yavuz Bağcı, Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-2343-3672, ybagci@selcuk.edu.tr

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Dr. Canan Başlak, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

İngilizce Dil Editörü / English Language Editor

Dr. Aslıhan Yılmaz Obalı, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Mizanpaj Editörü / Layout Editor

Dr. Mehmet Oğuz, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

İletişim / Correspondence
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42130, Konya

Tel / Phone
+90 332 223 8853

Faks / Fax
+90 332 2412499

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

E-posta / E-mail
index.sufefd@selcuk.edu.tr

Dizinler / Indexes
Asian Science Citation Index
Directory of Open Access Journals (DOAJ)
EBSCO - Central & Eastern European Academic Source (CEEAS)
EBSCO - Applied Science & Technology Source Ultimate

Yayıncı / Publisher
<https://yayinevi.selcuk.edu.tr>



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, İngilizce Abstract, İngilizce Keywords, Giriş, Materyal ve Metot, Araştırma Sonuçları, Tartışma, Teşekkür (varsa), 6. Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır. Bölüm adları koyu yazılmalıdır. Varsa her bir şekil ve tablolar makale içerisinde bahsedildikleri yerden sonra sırayla yerleştirilmelidir. Makale sonunda; Araştırmacıların Katkı Oranı beyanı, varsa Destek ve Teşekkür Beyanı, Çatışma Beyanına yer verilmelidir.

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: Özlerin 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. İstatistikî olarak önemli bulunan faktörler, uygulanan istatistik analiz tekniğine uygun karşılaştırma yöntemi ile yorumlanarak ilgili istatistikler üzerinde harflendirme yapılmalıdır. İstatistikî 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.

Yazar Katkıları: Şeffaflık için yazarları, ilgili CRediT rollerini kullanarak makaleye bireysel katkılarını özetleyen bir yazar beyanı dosyası göndermeye teşvik ediyoruz: Kavramsallaştırma; Veri iyileştirme; Resmi analiz; Finansman alımı; Soruşturma; Metodoloji; Proje Yönetimi; Kaynaklar; Yazılım; Yönetim; Doğrulama; Görselleştirme; Roller/Yazma - orijinal taslak; Yazma - gözden geçirme ve düzenleme. Yazarlık katkıları, önce yazarların isimleri ve ardından CRediT rol(ler)i ile biçimlendirilmelidir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Bir gönderinin tüm yazarları adına ilgili sorumlu yazar, çalışmalarını uygunsuz bir şekilde etkileyebilecek (önyargılı) olabilecek diğer kişi veya kuruluşlarla olan her türlü mali ve kişisel ilişkileri açıklamalıdır.

Kaynaklar: Atıflar ve kaynakçanın Endnote programı ile hazırlanması gerekmektedir. Dergimize ait APA formatında hazırlanmış endnote stil dosyaları, Türkçe ve İngilizce makaleler için ayrı olarak dosya yükleme aşamasında indirme linkleri ile paylaşılmıştır.

Kaynaklar listesi yazılırken, birinci yazar Soyadına göre alfabetik sıralanmalı, ilk satırdan sonraki satırlar 1.0 cm sağdan başlamalıdır. Aynı yazar/yazarların farklı eserleri eski tarihliden başlayarak, aynı tarihli eserler tek yazarlıdan başlayarak sıralanmalıdır. Kaynaklar, mümkün olduğunca orijinal dilinde sunulmalıdır. Orijinal dilinde verilemeyen kaynaklar, Türkçe veya İngilizce olarak verilebilir. Ancak bu durumda kaynağın orijinal dili parantez içerisinde belirtilmelidir.

• Kaynak bir makale ise: Yazarın soyadı, adının baş harfleri., yılı, makalenin başlığı, derginin adı (italik), cilt numarası (varsa no), sayfa aralığı.

Özgören, M., (2006), Flow Structure in the downstream of square and circular cylinders, *Flow Measurement and Instrumentation*, 17 (4), 225-235.

• Kaynak bir kitap ise: Yazarın soyadı, adının baş harfleri(leri)., yılı, kitabın adı, cilt numarası, varsa editör(ler) / çeviri editörleri, yayınlayan yer (italik), yayınlandığı yer, sayfa aralığı.

Dasgupta, D., (1998), Artificial immune systems and their applications, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg, 45-52.

Not: Çeviri kitaplarda orijinal kitabın değil çeviri kitabın yayın tarihi esas alınacaktır.

• Kaynak basılmış tez ise: Yazarın soyadı, adının baş harfleri(leri). (yılı), Tezin adı", Tezin Cinsi (Yüksek lisans/doktora), Tezin Sunulduğu Enstitü (italik), sunulduğu yer, sayfa aralığı.

• Kaynak kongreden alınmış ise: Yazarın soyadı, adının baş harfleri(ler)., yılı, Tebliğ Adı, kongre, seminer veya konferansın adı (italik), yapıldığı yer, bildiri kitabında yer aldığı sayfa aralığı.

Güneş, S. ve Polat, K., (2009), Elektrokardiyogram (EKG) aritmi teşhisinde en az kareli destek vektör makinaları kullanımına dayalı medikal teşhis destek sistemi, 13. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, BİYOMUT-2009, İstanbul, 170-173.

• Kaynak rapordan alınmış ise: Yazarın soyadı, adının baş harfleri(leri) (raporu hazırlayan tüzel kişi ise kuruluşun adı), yılı, raporun adı, raporu hazırlayan kuruluşun kısa adı ve rapor numarası (italik), yayınlandığı yer (italik), sayfa aralığı.

De Castro, L. N. and Von Zuben, F. J., (2000), Artificial immune systems: Part I- Basic theory and applications, DCA-RT 02/00, Brasil, 23-28.

• Kaynak aktüel dergi ve gazete haberinden alınmış ise:

Corliss, R., (1993), Pacific Overtures Times, 142 (11), 68-70.

• Kaynak yazarı bilinmeyen ulusal bir çalışmadan alınmış ise:

Anonim, (2006), Tarım istatistikleri özeti, DİE Yayınları, No:12, Ankara, 22-23.

• Kaynak yazarı bilinmeyen yabancı bir çalışmadan alınmış ise:

Anonymous, (1989), Farm accountancy data network, an A-Z of methodology, Commission Report of the EC, Brussels, 16-19.

• Eğer aynı yazarın aynı yılda basılmış birden fazla yayını kullanılmışsa basım yıllarının sonuna alfabetik bir karakter ilave edilir. Örneğin aynı yazarın (ların) 2003 yılındaki üç yayını için (2003a, 2003b, 2003c) şeklinde gösteriniz.

• Haritalar için gösterim

Yazarın soyadı, adının baş harf(ler)i., yılı, Başlık, Ölçek, Basım Yeri:Yayınevi.

Mason, J., (1832), Map of the countries lying between Spain and India, 1:8.000.000, London: Ordnance Survey.

• Web sayfaları için gösterim

Yazarın soyadı, adının baş harf(ler)i., yılı, Başlık [online], (Edition), Yayın Yeri, Web adresi:URL [Ziyaret Tarihi].

Holland, M., (2002), Guide to citing Internet sources [online], Poole, Bournemouth University,http://www.bournemouth.ac.uk/library/using/guide_to_citing_internet_sourc.html [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2002].

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 "jpg" 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 nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (m/s yerine $m s^{-1}$, J/s yerine $J s^{-1}$, kg m/s² yerine $kg m s^{-2}$ gibi). Sayı ile sembol arasında bir boşluk bırakılmalıdır (4 kg N ha⁻¹, 3 kg m⁻¹ s⁻², 20 N m, 1000 s⁻¹, 100 kPa, 22 °C gibi). Bu kuralın istisnaları düzlemsel açılar için kullanılan derece, dakika ve saniye sembolleridir (°, ' ve "). Bunlar sayıdan hemen sonra konmalıdır (10°, 45', 60" gibi). Litrenin kısaltması "l" olarak belirtilmelidir. Cümle sonunda değilse sembollerin sonuna nokta konulmamalıdır (kg, değil kg).

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

SELÇUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscripts should be written in A4 (210 mmx297 mm) size, 12-point Times New Roman font, and double-spaced. There should be 2.5 cm margins on the right, left, bottom, and top of the page, and the texts should be right-left aligned. Each page and line of the manuscript should be numbered. The name(s) of the author should be written clearly and the academic title should not be stated. Manuscripts prepared in Turkish should be written by taking into account the latest spelling guide of the Turkish Language Association.

Manuscript: It should consist of Turkish Title, Turkish Abstract, Keywords, English Title, English Abstract, English Keywords, Introduction, Material and Method, Research Results, Discussion, Acknowledgments (if any), 6. References. Section names should be written in bold. If any, each figure and table should be placed in order after the place they are mentioned in the manuscript. At the end of the manuscript; a Statement of Contribution of the Researchers, a Statement of Support and Acknowledgment, if any, Statement of Conflict should be included.

Title: It should be short and descriptive, in 14 points and bold, the first letter of the words should be capitalized, written centered, and not exceeding 15 words. The English title must fully correspond to the Turkish title, written in 14 points and bold.

Abstract: Turkish and English abstracts should not exceed 300 words each. In Turkish and English abstracts, the words "Öz" and "Abstract" should be used, respectively. The abstract should include the purpose of the study, how it was done, the results and the author(s) comments on the results. References should not be used in the Abstract section.

Keywords: 1 line below the abstracts, the first letter of each keyword should be written in capital letters, the rest should be written in lowercase, if possible, maximum 6 keywords that are not used in the title and that best describe the work should be written.

Introduction: In this section; the subject of the study, its justification, previous studies directly related to the subject and the purpose of the study should be given.

Material and Method: In this section; the material and method used in the manuscript should be clearly stated.

Research Results: Obtained results should be given, if necessary, the findings should be explained, supported by charts, figures and graphics. Obtained findings should be given either as charts or graphs in order to avoid repetition. The factors that are found to be statistically significant should be interpreted with the comparison method in accordance with the statistical analysis technique applied and lettering should be made on the relevant statistics. In cases where the statistical analysis method is not chosen correctly and/or the analysis is not done properly, the editorial board may exclude the manuscript from evaluation.

Discussion: Findings should be discussed with current manuscripts about the study, but unnecessary repetitions should be avoided. The similarities and differences of the findings with other studies should be given and the reasons should be explained.

Acknowledgment: You should list acknowledgments at the end of the text, in a separate section before references, and not include them on the title page, as a footnote in the headline, or otherwise. In this section, you can list the natural and legal persons who provide financial or moral assistance during the research.

Author Contributions: For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following.

Declaration of Conflict of Interest: Corresponding authors, on behalf of all the authors of a submission, must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work.

References: Citations and bibliography should be prepared with the Endnote program. Endnote-style files of our journal prepared in APA format are shared separately for Turkish and English manuscripts, with download links at the file upload step.

While writing the references list, the first author should be listed alphabetically according to the surname, the lines after the first line should start 1.0 cm from the right. Different works of the same author/authors should be listed starting from the old date, and works with the same date starting from a single author. References should be presented in their original language whenever possible. References that are not given in their original language can be given in Turkish or English. However, in this case, the original language of the source should be specified in parentheses.

- If the source is an article: Author's surname, initials, year, title of the article, name of the journal (italic), volume number (if any), page range.

Özgören, M., (2006), Flow Structure in the downstream of square and circular cylinders, *Flow Measurement and Instrumentation*, 17 (4), 225-235.

- If the source is a book: Author's surname, initial(s), year, name of the book, volume number, editor(s) / translation editors, if any, place of publication (italics), place of publication, page range.

Dasgupta, D., (1998), Artificial immune systems and their applications, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg, 45-52.

Note: In translated books, the publication date of the translated book, not the original book, will be taken as a basis.

- If the source is the printed thesis: Author's surname, initial(s). (year), Title of the Thesis", Type of Thesis (Master/PhD), Graduate School of the Thesis (italics), place of submission, page range.

- If the source is taken from the congress: Author's surname, initial(s), year, Name of the Paper, name of the congress, seminar or conference (italic), place, page range in the proceedings book.

Güneş, S. and Polat, K., (2009), Medical diagnostic support system based on the use of least square support vector machines in electrocardiogram (ECG) arrhythmia diagnosis, 13th Biomedical Engineering National Meeting, BİYOMUT-2009, İstanbul, 170-173.

- If the source is from the report: Author's surname, initial(s) (if the report is a legal entity, the name of the organization), year, name of the report, short name of the organization that prepared the report and report number (italic), place of publication (italic), page range.

De Castro, L. N. and Von Zuben, F. J., (2000), Artificial immune systems: Part I- Basic theory and applications, DCA-RT 02/00, Brasil, 23-28.

- If the source is taken from the current magazine and newspaper news:

Corliss, R., (1993), Pacific Overtures Times, 142 (11), 68-70.

- If the source is from a national study whose author is unknown:

Anonymous, (2006), Agricultural statistics summary, DİE Publications, Number; 12, Ankara, 22-23.

- If the source is taken from a foreign work whose author is unknown:

Anonymous, (1989), Farm accountancy data network, an A-Z of methodology, Commission Report of the EC, Brussels, 16-19.

- If more than one publication of the same author published in the same year is used, an alphabetic character is added to the end of the year of publication. For example, for three publications by the same author(s) in 2003 (2003a, 2003b, 2003c).

- Display for maps

Author's surname, initial(s)., year, Title, Scale, Publication: Publisher.

Mason, J., (1832), Map of the countries lying between Spain and India, 1:8.000.000, London: Ordnance Survey.

- Display for web pages

Author's surname, initial(s)., year, Title [online], (Edition), Place of Publication, Web address:URL [Date of Visit].

Holland, M., (2002), Guide to citing Internet sources [online], Poole, Bournemouth University, http://www.bournemouth.ac.uk/library/using/guide_to_citing_internet_sourc.html [Visit Date: November 4, 2002].

Figures and Tables: Figures, graphics, photographs and the like should be specified as "Figure" and numerical values as "Table". All figures and tables should be embedded in the manuscript. Figures and tables should be no more than 16x20 cm in length in single-page layout and 8 cm in width in double-column layout. The size of the figures and tables should be in a resolution that can be printed. Pictures supporting the research results should be in "jpg" format with 600 dpi resolution. Each table and figure should be cited in the text. All tables and figures should be numbered sequentially throughout the manuscript (Table 1 and Figure 1). Table and figure titles and descriptions should be short and concise. Headings for figures and tables should be in 10 points, texts in figures and tables should be in 9 points, texts under tables should be in 8 points Times New Roman font. If abbreviations are used in tables and figures, these abbreviations should be explained just below.

Units: SI (System International d'Units) measurement units should be used in all manuscripts. Use a dot as a decimal fraction (like 1.25 instead of 1,25). "/" should not be used in units and a space should be given between units (such as m s⁻¹ instead of m/s, J s⁻¹ instead of J/s, kg m s⁻² instead of kg m/s²). A space must be left between the number and the symbol (such as 4 kg N ha⁻¹, 3 kg m⁻¹ s⁻², 20 N m, 1000 s⁻¹, 100 kPa, 22 °C). Exceptions to this rule are the degrees, minutes, and seconds symbols (°, ', and ") used for planar angles. They should be placed immediately after the number (like 10°, 45', 60"). The abbreviation of liter should be indicated as "l". If they are not at the end of the sentence, do not put a period at the end of the symbols (kg, not kg.).

Formulas: Formulas should be numbered and the formula number should be shown in parentheses, aligned to the right next to the formula. Word math processor should be used in writing the formulas, main characters should be in 12 points, variables should be in italics, numbers and mathematical expressions should be given plain. If it is to be cited in the text, it should be given in the form of "Equation 1" (...the related model is given in Equation 1).

**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ
FEN DERGİSİ**

SELCUK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE FACULTY

e-ISSN: 2458-9411
Cilt 51, Sayı 1, Nisan 2025
Volume 51, Issue 1, April 2025

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Erzincan Bölgesindeki Su Kaynaklarının Radon İçeriğindeki Mevsimsel Değişimler1-6

Seasonal Changes in the Radon Content of Water Resources in the Erzincan Region

Bekir Emin Erdoğan, Mehmet Erdoğan

Unlocking The Therapeutic Potential of *Silene compacta*: A Comparative Study of Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities Across Solvent Extracts 7-17

Silene compacta'nın Terapötik Potansiyelinin Ortaya Çıkarılması: Çözücü Özütləri Arasında Antioksidan ve Enzim İnhibitör Aktivitelerin Karşılaştırmalı Bir Çalışması

Cengiz Sarikurkcu

Mevcut sayıya ait içindekiler listesine [DergiPark](#) üzerinden ulaşılabilir

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

Dergi web sayfası: dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd

Araştırma Makalesi

Erzincan Bölgesindeki Su Kaynaklarının Radon İçeriğindeki Mevsimsel Değişimler

Bekir Emin Erdoğan ^{a,1}, Mehmet Erdoğan ^{a,2*}^a Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 42130 Konya, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş 4 Eylül 2024

Revizyon 16 Ekim 2024

Kabul 22 Kasım 2024

Anahtar Kelimeler

Erzincan

Radon

Su

Yıllık Etkin Doz

ÖZ

Bu çalışmada, Erzincan bölgesindeki su kaynaklarından alınan örneklerin radon aktivitesi yaz ve kış mevsimlerinde belirlenmiş ve mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Ölçümler AlphaGUARD radon detektörü ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar mevsimsel olarak önemli bir değişimin olmadığını göstermekle birlikte yaz mevsiminde nispeten daha düşük radon değerleri belirlenmiştir. Belirlenen kaynakların radon aktiviteleri, içme suları için USEPA (United State Environmental Protection Agency) tarafından tavsiye edilen 11.1 Bq.l⁻¹ üst sınır değerinin oldukça altında bulunmuştur.

Research Article

Seasonal Changes in the Radon Content of Water Resources in the Erzincan Region

ARTICLE INFO

Article History

Received 4 September 2024

Revised 16 October 2024

Accepted 22 November 2024

Keywords

Erzincan

Radon

Water

Annual Effective Dose

ABSTRACT

In this study, radon activity of samples taken from water resources in Erzincan region was determined in summer and winter seasons and seasonal changes were investigated. Measurements were carried out with AlphaGUARD radon detector. Although the results showed that there was no significant seasonal change, relatively lower radon values were determined in summer season. Radon activities of the determined sources were found to be well below the upper limit value of 11.1 Bq.l⁻¹ recommended by USEPA (United State Environmental Protection Agency) for drinking water.

* Sorumlu Yazar

E-posta adresleri: bekir.erdgnn@gmail.com (B. E. Erdoğan), merdogan@selcuk.edu.tr (M. Erdoğan)

¹ ORCID: 0009-0000-4961-268X² ORCID: 0000-0003-1879-8500Doi: [10.35238/sufefd.1542974](https://doi.org/10.35238/sufefd.1542974)

E-ISSN: 2458-9411

Atıf / Cite as

Erdoğan, B. E., Erdoğan, M., (2025), Erzincan Bölgesindeki Su Kaynaklarının Radon İçeriğindeki Mevsimsel Değişimler, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 51 (1), 1-6.

Makale Bilgisi Article Information

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Article Type

Research Article

Geliş Tarihi

4 Eylül 2024

Date Received

4 September 2024

Revizyon Tarihi

16 Ekim 2024

Date Revised

16 October 2024

Kabul Tarihi

22 Kasım 2024

Date Accepted

22 November 2024

Yayın Tarihi

1 Nisan 2025

Date Published

1 April 2025

Değerlendirme

İki Dış Hakem, Çift Taraflı Körleme

Review Process

Two External Reviewers, Double-Blind Peer Review

Etik Beyan

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (M. Erdoğan).

Ethical Statement

It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (M. Erdoğan).

İntihal Kontrolü

Bu makale, iTenticate yazılımı ile taranmış ve intihal tespit edilmemiştir.

Plagiarism Check

This article has been scanned with iTenticate software and no plagiarism detected.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makalede bildirilen çalışmayı etkiliyor gibi görünebilecek bilinen hiçbir rakip mali çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan ederler.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Finansman

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası 1919B012217218). Yazarlar verilen destek için TÜBİTAK'a teşekkürlerini sunar.

Funding

This work was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under the 2209-A University Students Research Projects Support Program (Project Number 1919B012217218). The authors would like to thank TÜBİTAK for the support provided.

Telif Hakkı & Lisans

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Copyright and License

Authors own the copyright of their work published in the journal and their work is published under the CC BY-NC 4.0 license.

1. Giriş

1900 yılında Alman kimyacı Friedrich Ernst Dorn tarafından ilk kez bulunduğu kabul edilen Radon gazı aslında ilk kez 1898 yılında ünlü fizikçi Ernest Rutherford tarafından keşfedilmiştir. Radon 8A grubunda bulunan ve en son keşfedilen asal gazdır. Normal sıcaklık ve atmosfer basıncında gözle görülmeyen, renksiz, tatsız, kokusuz bir gazdır. Havadan 7,5 kat, hidrojeninden de 100 kat ağır olan radon gazı doğada tek atomlu şekilde bulunur (Villalba ve ark., 2005). Suda çözünebilen radon yerkürede bulunan ^{238}U doğal bozunum zincirinde yer alır ve yeraltı sularına geçer. Yeraltı sularının sıcaklık ve pH değeri radonun çözünürlüğünü etkileyen faktörlerdendir (Schubert ve ark., 2012; Ting ve ark., 2022). Dolayısıyla yerin derinliklerinde uranyum içeriği yüksek olan noktalarda bulunan yeraltı sularında jeolojik oluşumlara (fay hatları gibi) da bağlı olarak radon içeriği yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Ayrıca yeraltı sularının temas halinde olduğu asidik ve magmatik gibi kayaların yüksek seviyede radyoizotop içermesi de bu sulkardaki radon aktivite konsantrasyonunu artırıcı etki göstermektedir (UNSCEAR, 2000). Yerin derinliklerinden gelen nispeten sıcak, mineralli ve yüksek radon potansiyeline sahip bu tür yeraltı suları özellikle fay bölgelerinde fay çatlaklarını izleyerek yüzeye çıkmaktadır ve bu tür sular termal su kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu kaynakların olduğu bölgelerde genellikle termal işletmeler kurulup bölge halkının faydasına kullanıldığı gibi toplumun mineralli su ihtiyacının karşılanması da sağlanmaktadır. Halk yararına yapılan bu tür işletmeler, kullandıkları yeraltı sularındaki radon içeriğine bağlı olarak halk sağlığı bakımından bazı riskler de içerebilmektedir. Şöyle ki; Radonun sudan havaya da geçme eğilimi olduğu için yüksek radon aktivite konsantrasyonuna sahip termal sular termal işletmelerin kapalı ortam radon aktivite konsantrasyonunu artırıcı etki de yapmaktadır (UNSCEAR, 2000). Yüksek radon içeren bu tür su kaynaklarının içme yoluyla tüketilmesi vücut içi ışınlamadan kaynaklanan doza ek katkı yapacaktır. Yüksek radon içerikli suların içilmesi ya da kullanıma (ev ya da termal işletme) bağlı olarak kapalı ortam radon seviyesini artırması bu suları kullananlar açısından sağlık riski oluşturabilir. Bu sebepten belli periyotlar ile halk tarafından sıklıkla kullanılan sularda radon aktivite ölçümlerinin yapılması önemlidir.

Bu çalışmada, Kuzey Anadolu Fay zonu ile Ovacık Fay zonunun kesiştiği bölgede yeralan, oldukça zengin su kaynaklarına sahip Erzincan bölgesinde belirlenen kaynaklarda 2023 yılı yaz ve kış mevsimlerinde radon aktivite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Böylece bölge halkı tarafından çokça tüketilen su kaynaklarının radon aktivitelerinin belirlenmesinin yanında mevsimsel değişimleri de belirlenmiştir. Ayrıca bölge halkının radona aldığı radyasyon dozu tahminleri de hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metot

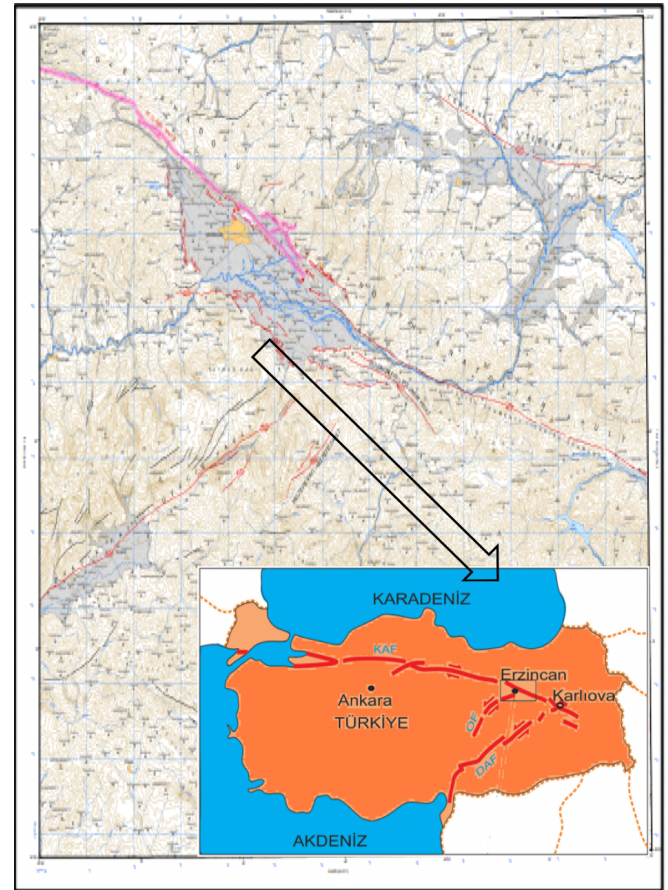
2.1. Çalışma bölgesi

Şekil 1’de görüldüğü gibi Erzincan şehri Türkiye’nin doğu bölgesinde Kuzey Anadolu Fay zonu ile Ovacık Fay zonunun kesiştiği bölgede bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Erzincan Ovası’nı kuzeyden sınırlar ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay karakterindedir. Erzincan’ın güneyinde ise sol yönlü, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu ve birbirine koşut faylardan oluşan Ovacık Fay zonu (OF) bulunmaktadır. Bu fayların tümü yaklaşık kuzey-güney doğrultulu bir sıkışmanın güdümünde oluşmuştur. Bu sistem makro olarak

gözetildiğinde, Erzincan Ovası’nın da tıpkı Karlıova gibi Anadolu levhasının batıya doğru devinimi ile açıldığı izlenimini oluşturmaktadır (Boz ve Yılmaz, 2020).

Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Ovacık Fayı’nın (OF) kesişim bölgesinde yer alan Erzincan, bölge halkı tarafından bolca tüketilen su kaynaklarına sahiptir. Hatta bu su kaynaklarından mineralli suların ticari bir kuruluş ile tüm Türkiye dağıtımı yapılmaktadır. Bunun yanında Erzincan’ın fay zonları bölgesinde yer alması, tarihi boyunca çeşitli büyüklüklerde depremler yaşamasına sebep olmuştur. Özellikle, 1939 ve 1992 yıllarında meydana gelen depremler, insanlar ve yapılar üzerinde önemli derecede can ve mal kayıplarına neden olmuştur.

Bu çalışmada belirlenen su kaynaklarından 4 tanesi Erzincan’ın merkezinde bulunan Ekşisu mesire alanında yer almaktadır. Bu alandaki kaynakların 3 tanesi bölge halkı tarafından şifalı olarak bilinen doğal maden suyu çeşmeleri, 1 tanesi ise kaplıca suyudur. Bir diğer doğal maden suyu kaynağı ise ticari bir işletme tarafından çıkarılmakta ve Akyazı beldesinde bulunmaktadır. Diğer su kaynakları ise Otlukbeli traverten gölü civarında ve İliç ilçesi Büyükmarmudan Köyü’nde bulunmaktadır. Su kaynaklarının konumları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Erzincan bölgesi ve fay hatları (Emre ve ark., 2012) (Boz ve Yılmaz, 2020).

2.2. Suda radon aktivitesi ölçümü

Belirlenen lokasyonlar için yaz dönemi ölçümleri 2023 yılının Temmuz ayının ikinci haftasında gerçekleştirilmiş olup su kaynaklarından alınan su örnekleri cam kaplara içinde hava kalmayacak şekilde doldurulup kapakları sıkıca kapatılarak ölçüm noktasına zaman kaybetmeden transfer edilmiştir. Ölçüm sisteminin kurulduğu konuma yakın olan su örneklerinin radon aktiviteleri birkaç saat içinde belirlenirken uzak lokasyonlardaki su örneklerinin radon

aktiviteleri ise ortalama bir gün içerisinde belirlenmiştir. Su örnekleri alınırken sıcaklıkları da ölçülerek kaydedilmiştir. Ölçüm noktasına getirilen su örneklerinin radon aktiviteleri, kalibrasyon sertifikasına sahip AlphaGUARD PQ 2000PRO

radon detektörü ve AquaKIT sistemi kullanılarak aşağıda belirtilen yöntem ile belirlenmiştir (Kochowska ve ark., 2004; Schubert ve ark., 2006).



Şekil 2. Su örneklerinin alındığı konumlar.

Şekil 3'te verilen kapalı döngüye sahip ölçüm düzeneği kurulduktan sonra AlphaGUARD sayacı açılır ve ölçüm modu '1 min FLOW (1 dakikalık akış mod)' olarak seçilir. Numune şişesi olan arıtma şişesine su örneği doldurulmadan önce detektör ile 10 dakikalık ölçüm alınır. Bu ölçüm değeri doğal fon değeri olarak kaydedilir (bu değer Denklem 1'deki C_0 değeridir). Sonrasında arıtma ve güvenlik şişelerinin su kanalları ayarlanıp plastik enjektör kullanılarak 100 ml'lik numune yavaşça arıtma şişesi içine boşaltılır ve sonrasında su kanalları kapalı döngü formuna getirilir. Pompanın (AlphaPUMP) performans seviyesi '1 L/min' hava akış oranına ayarlanıp pompa açılarak ölçüme başlanır. Ölçüm başladıktan 10 dakika sonra pompa kapatılır, fakat AlphaGUARD cihazı radon ölçümünün devam etmesi için 20 dakika daha açık bırakılır. Bu 30 dakikalık ölçüm sürecinde elde edilen veri Denklem 1'de verilen C_{air} değerine karşılık gelir. Böylece su örneğinin radon aktivitesinin belirlenmesi için ilk ölçüm tamamlanmış olur. Ölçüm boyunca depolanan verilerin bilimsel yorumlarının yapılabilmesi için AlphaGUARD bilgisayara bağlanır ve veri analiz yazılımı (AlphaEXPERT) ile birlikte çalışır.

Her su örneğinin içindeki radon aktivite konsantrasyonu Denklem (1) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$C_{Rn} = \frac{C_{air} \left(\frac{V_{sistem} - V_{örnek}}{V_{örnek}} + k \right) - C_0}{1000} \quad (\text{Denklem 1})$$

AlphaPUMP

Arıtma şişesi

Güvenlik şişesi

Filtre

Bağlantı hortumları

AlphaGUARD

DataExpert yazılımına sahip veri kayıt bilgisayarı

Şekil 3. Suda radon aktivitesi ölçüm düzeneği.

Burada,

C_{Rn}: Su örneğinin radon aktivite konsantrasyonu (Bq/L);
C_{air}: Ölçüm sonucunda cihazda belirtilen konsantrasyon değeri (Bq/m³);
C_o: Arka plan (doğal fon) konsantrasyonu (Bq/m³);
V_{sistem}: Ölçüm sisteminin dahili hacmi (1102 mL);
V_{örnek}: Su örneğinin hacmi (100 mL);
k: Radon yayılma katsayısı

değerlerini göstermektedir. Ayrıca her bir örneğin radon aktivite değerleri kullanılarak standart hata hesabı yapılmış ve pH değeri de belirlenmiştir. Su örneklerinin pH ölçümleri HANNA marka pH ölçüm sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Radon aktivite konsantrasyonu ölçümleri yapılan su kaynaklarının içme yoluyla tüketimine bağlı (yılda o kaynaktan 60 litre) alınan yıllık etkin doz (YED) değeri mSv biriminde Denklem (2) ile hesaplanmıştır (UNSCEAR, 2000).

Denklem 2’de ilk terim C_{Rn} , su numunesinin Bq/L biriminde radon aktivite konsantrasyonunu, ikinci terim radon aktivite konsantrasyonu ölçülen su kaynağının yıllık 60 litre tüketildiği durumunu, üçüncü terim hacim birimindeki dönüşümü, son terim ise doz dönüşüm katsayısını göstermektedir.

$$YED (\text{içme}) = C_{Rn} \times (60 \text{ litre/yıl}) \times (10^{-3} \text{ m}^3/\text{litre}) \times (3.5 \text{ nSv/Bq})$$

(Denklem 2)

Kış mevsimi ölçümleri 5-8 Ocak 2024 ve 27 Şubat 2024 tarihlerinde gerçekleştirilmiş olup radon ve pH ölçümleri, yaz mevsimi ölçümlerinde olduğu gibi aynı metot ile belirlenmiş, standart hata ve yıllık etkin doz değerleri de hesaplanarak 2024 yılı kış mevsimi verileri tamamlanmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışma bölgesinden yaz ve kış mevsiminde elde edilen veriler Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir. Bu verilere göre, yaz mevsiminde alınan su örneklerinin en yüksek radon aktivitesi 5,06 Bq.l⁻¹ ile ticari doğal maden suyu işletmesinde iken en düşük radon aktivitesi ise Erzincan belediye kaplıcasından alınan su örneğinde 0,17 Bq.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değerlere bağlı olarak bu su kaynaklarının içilmesi yolu ile alınan yıllık etkin doz değeri en yüksek 1,1 µSv ile ticari maden suyu işletmesinde iken en düşük doz değeri 0,04 µSv ile Erzincan belediye kaplıcasından alınan su örneğinde belirlenmiştir. Kış mevsiminde alınan su örnekleri için ise en yüksek radon aktivitesi 6,70 Bq.l⁻¹ ile ticari maden suyu işletmesinde iken en düşük radon aktivitesi ise

Erzincan belediye kaplıcasından alınan su örneğinde 0,3 Bq.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değerlere bağlı olarak bu su kaynaklarının içilmesi yolu ile alınan yıllık etkin doz değeri en yüksek 1,4 µSv ile ticari maden suyu işletmesinde iken en düşük doz değeri 0,06 µSv ile Erzincan belediye kaplıcasından alınan su örneğinde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yaz mevsimi ölçümlerinin ortalama değeri 2,19 Bq.l⁻¹ olarak belirlenirken kış mevsimi ölçümlerinin ortalaması 2,71 Bq.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sonuçlarda önemli bir mevsimsel değişim gözlenmemekle birlikte yaz mevsimi ölçümlerinde nispeten daha düşük ortalama değer gözlenmiştir. Bu durum, bahar mevsiminde yağın yağmurların yeraltı sularına karışmasına bağlı olarak su örneklerinin yaz mevsimi radon aktivite değerlerini etkilemesi ile açıklanabilir. Su örneklerinin pH değerlerinde çok hafif mevsimsel değişimler gözlenirse de (yaklaşık %10 civarı) bu değişimin su örneklerinin radon aktivitesi ile bariz bir ilişkisi gözükmemektedir. Ayrıca, bölgenin KAF ve OF gibi önemli fay zonları üzerinde yer alması yani olası depremlere gebe olması elde edilen verileri önemli kılmaktadır. Çünkü olası depremler yani sismik aktiviteyi yer küredeki kayalaradan radon salınımını artırabilmekte ve bu artış yeraltı sularının radon aktivitelerine de yansıyabilmektedir. Bu durum olası depremler sonrasında toprak gazı ve yeraltı suları radon seviyelerinde anomaliler oluşturabilmektedir (Woith, 2015; Manisa ve ark., 2022; Sandıkcıoğlu Gümüş, 2024). Bu sebepten Erzincan bölgesinde olabilecek olası depremlerin yeraltı sularında oluşturabileceği olası radon anomalilerinin anlaşılması açısından elde edilen bu veriler önemli olacaktır.

Tablo 1. Su örneklerinin yaz ve kış mevsimine ait radon aktivite verileri ve içmeye bağlı yıllık etkin doz değerleri

No	Konumlar	Yaz Mevsimi	Yaz Mevsimi	Kış Mevsimi	Kış Mevsimi
		Rn Aktivitesi (Bq.l ⁻¹ ±SH)	Yıllık Etkin Doz (µSv) (İçme Yoluyla)	Rn Aktivitesi (Bq.l ⁻¹ ±SH)	Yıllık Etkin Doz (µSv) (İçme Yoluyla)
1	Otlukbeli (Erzincan)	0,95±0,1	0,2	2,52±0,12	0,53
2	Doğal Maden Suyu (Ekşisu)	2,68±0,27	0,6	3,04±0,07	0,6
3	Erzincan Kaplıcaları	0,17±0,04	0,04	0,3±0,07	0,06
4	Horhor Çesmesi (Ekşisu)	1,93±0,11	0,4	1,95±0,01	0,4
5	Ayak Havuzu (Ekşisu)	3,30±0,12	0,7	3,80±0,34	0,8
6	Doğal Maden Suyu (Ticari İşleme-Erzincan)	5,06±0,11	1,1	6,70±0,25	1,4
7	Büyükarmudan Köyü (İliç/Erzincan)	1,24±0,08	0,3	0,66±0,03	0,1

Tablo 2. Su kaynaklarından alınan örneklerin kış ve yaz mevsimindeki sıcaklık ve pH değerleri

No	Konumlar	Yaz Mevsimi		Kış Mevsimi	
		T(°C)	pH	T(°C)	pH
1	Otlukbeli (Erzincan)	16,9	8,3	14,7	7,9
2	Doğal Maden Suyu (Ekşisu)	13,8	6	21,2	6,3
3	Erzincan Kaplıcaları	35,1	7	33,8	7,1
4	Horhor Kaynak Suyu (Ekşisu)	19,9	6,4	19,6	6,9
5	Ayak Havuzu (Ekşisu)	15	7,1	23	6,4
6	Doğal Maden Suyu (Ticari İşleme-Erzincan)	18,1	7,3	7	6,6
7	Büyükarmudan Köyü (İliç/Erzincan)	12,9	7	14,6	7,4

Çalışma bölgesindeki su kaynaklarında özellikle Ekşisu mesire alanında bulunan su kaynakları bölge ve civarındaki halk tarafından oldukça fazla tüketildiği gibi ticari maden suyu işletmesi tarafından üretilen maden sularının Türkiye’nin hemen hemen tüm şehirlerine dağıtımını gerçekleştirmektedir. Bu sebepten bu su kaynaklarının radon aktivitesi değerleri halk sağlığı bakımından oldukça önem görmektedir. Su örneklerinin radon aktivite değeri Tablo 1’de de görüldüğü üzere, WHO (World Health Organization:Dünya Sağlık Örgütü) tarafından tavsiye edilen içme suları radon aktivitesinin üst sınır 100 Bq.l⁻¹ değerinin (WHO, 2008) ve USEPA (United State Environmental Protection Agency: Amerika Birleşik Devletleri Çevre

Koruma Kurumu) tarafından tavsiye edilen 11.1 Bq.l⁻¹ üst sınır değerinin (USEPA, 1991) oldukça altında bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası 1919B012217218). Yazarlar verilen destek için TÜBİTAK’a teşekkürlerini sunar.

Yazar Katkı Beyannamesi

Bu çalışmanın fikri ve deneysel süreçleri yazarlardan ME ve BEE tarafından gerçekleştirilmiş olup makale yazım süreci yazar ME tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Boz, D. ve Yılmaz, A., (2020), Erzincan Ovası ve Dolayının Çevre Jeolojisi ve Planlanmasına Bir Yaklaşım, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 44 (2), 223-252.
- Emre, Ö., T.Y., D., Kondo, H., Olgun, Ş., Özalp, S. ve Elmacı, H., (2012), 1/250.000 Ölçekli Türkiye diri fay haritası serisi, Erzincan (NJ 37-3) paftası, 1/250000, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Kochowska, E., Mazur, J., Kozak, K. ve Janik, M., (2004), Radon in well waters in the Krakow area, Isotopes in Environmental and Health Studies, 40 (3), 207-212.
- Manisa, K., Erdogan, M., Zedef, V., Bircan, H. ve Bicer, A., (2022), Variations of (222) Rn concentrations over active fault system in Simav, Kutahya, Western Turkey: Possible causes for soil-gas (222) Rn anomalies, Appl Radiat Isot, 190, 110484.
- Sandıkçıoğlu Gümüş, A., (2024), Investigation of the relationship between the decline in well waters radon anomalies and the earthquake magnitude (Mw), Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 333 (5), 2307-2320.
- Schubert, M., Buerkin, W., Peña, P., Lopez, A. E. ve Balcázar, M., (2006), On-site determination of the radon concentration in water samples: Methodical background and results from laboratory studies and a field-scale test, Radiation Measurements, 41 (4), 492-497.
- Schubert, M., Paschke, A., Lieberman, E. ve Burnett, W. C., (2012), Air-Water Partitioning of Rn and its Dependence on Water Temperature and Salinity, Environmental Science & Technology, 46 (7), 3905-3911.
- Ting, C. Y., Walia, V., Li, Y. S., Lin, S. J., Lee, P. L., Tsai, T. L., Kumar, A. ve Lin, C. C., (2022), Quantification of the dependence of the emanation of radon from water on the pH and temperature of water, Radiation Physics and Chemistry, 200.
- UNSCEAR, (2000), Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation, New York.
- USEPA, (1991), National Primary Drinking Water Regulations, Radionuclides, Proposed Rules, 33126.
- Villalba, L., Sujo, L. C., Cabrera, M. E. M., Jiménez, A. C., Villalobos, M. R., Mendoza, C. J. D., Tenorio, L. A. J., Rangel, I. D. ve Peraza, E. F. H., (2005), Radon concentrations in ground and drinking water in the state of Chihuahua, Mexico, Journal of Environmental Radioactivity, 80 (2), 139-151.
- WHO, (2008), Guidelines for drinking water quality, Geneva, 207.
- Woith, H., (2015), Radon earthquake precursor: A short review, European Physical Journal-Special Topics, 224 (4), 611-627.

Mevcut sayıya ait içindekiler listesine [DergiPark](https://dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd) üzerinden ulaşılabilir

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

Dergi web sayfası: dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd

Research Article

Unlocking The Therapeutic Potential of *Silene compacta*: A Comparative Study of Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities Across Solvent ExtractsCengiz Sarikurkcu ^{a,1*}^a Faculty of Pharmacy, Afyonkarahisar Health Sciences University, TR-03100, Afyonkarahisar-Türkiye

ARTICLE INFO

Article History

Received 6 September 2024

Revised 7 October 2024

Accepted 22 October 2024

Keywords

Silene compacta

Antioxidant activity

Enzyme inhibition

Phenolic content

Phytochemical analysis

ABSTRACT

There has been a growing focus on the pharmacological research of medicinal plants, particularly their physiological and pharmacological effects. This study explores the chemical composition, antioxidant, and enzyme inhibitory activities of water, methanol, and ethyl acetate extracts from *Silene compacta*. The methanol extract demonstrated the highest total phenolic (30.88 mg GAEs/g) and flavonoid (50.19 mg REs/g) contents, translating to superior antioxidant activities in the DPPH• (45.82 mg TEs/g) and ABTS•+ (57.03 mg TEs/g) assays, as well as in CUPRAC and FRAP assays. In contrast, the ethyl acetate extract, while lower in phenolics, exhibited remarkable activity in the phosphomolybdenum assay (275.10 mg TEs/g) and showed strong enzyme inhibitory activities, particularly against α -glucosidase (1470.25 mg ACEs/g) and AChE (3.11 mg GALAEs/g). The water extract, with intermediate phenolic content, displayed balanced antioxidant properties across different assays, but its enzyme inhibitory effects were weaker. Correlation analysis revealed strong positive relationships between total phenolic content and most antioxidant assays, underscoring the importance of phenolic compounds in contributing to the observed bioactivities. The findings suggest that methanol extracts are particularly promising for applications requiring potent antioxidant properties, while ethyl acetate extracts might be more suited for enzyme inhibition-related applications. Future research should consider *in vivo* studies and explore the synergistic effects among different phytochemicals to fully understand the therapeutic potential of *S. compacta*.

Araştırma Makalesi

Silene compacta'nın Terapötik Potansiyelinin Ortaya Çıkarılması: Çözücü Özütları Arasında Antioksidan ve Enzim İnhibitör Aktivitelerin Karşılaştırmalı Bir Çalışması

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş 6 Eylül 2024

Revizyon 7 Ekim 2024

Kabul 22 Ekim 2024

Anahtar Kelimeler

Silene compacta

Antioksidan aktivite

Enzim inhibisyonu

Fenolik içerik

Fitokimyasal analiz

ÖZ

Son yıllarda, tıbbi bitkilerin farmakolojik araştırmalarına, özellikle fizyolojik ve farmakolojik etkilerine artan bir ilgi gösterilmiştir. Bu çalışma, *Silene compacta* bitkisinin su, metanol ve etil asetat özütlarının kimyasal bileşimini, antioksidan ve enzim inhibitör aktivitelerini incelemektedir. Metanol özütü, toplam fenolik (30.88 mg GAEs/g) ve flavonoid (50.19 mg REs/g) içerikleri açısından en yüksek değerlere sahip olup, DPPH• (45.82 mg TEs/g) ve ABTS•+ (57.03 mg TEs/g) testlerinde, ayrıca CUPRAC ve FRAP testlerinde de üstün antioksidan aktiviteler göstermiştir. Buna karşın, etil asetat özütü, fenolik içerik açısından daha düşük olmasına rağmen, fosfomolibdenum testinde (275.10 mg TEs/g) dikkat çekici bir aktivite sergilemiş ve özellikle α -glukozidaz (1470.25 mg ACEs/g) ve AChE (3.11 mg GALAEs/g) üzerinde güçlü enzim inhibitör aktiviteleri göstermiştir. Su özütü, orta düzeyde fenolik içerik ile farklı testlerde dengeli antioksidan özellikler sergilemiş, ancak enzim inhibitör etkileri daha zayıf olmuştur. Korelasyon analizi, toplam fenolik içerik ile çoğu antioksidan test arasında güçlü pozitif ilişkiler olduğunu ortaya koymuş, bu da fenolik bileşiklerin gözlemlenen biyolojik aktiviteler üzerindeki önemini vurgulamaktadır. Bulgular, metanol özütünün güçlü antioksidan özellikler gerektiren uygulamalar için özellikle umut verici olduğunu, etil asetat özütünün ise enzim inhibisyonu ile ilgili uygulamalar için daha uygun olabileceğini önermektedir. Gelecek araştırmalar, *S. compacta*'nın terapötik potansiyelini tam olarak anlamak için *in vivo* çalışmaları ve farklı fitokimyasallar arasındaki sinerjik etkileri keşfetmeyi dikkate almalıdır.

* Sorumlu Yazar

E-posta adresleri: sarikurkcu@gmail.com (C. Sarikurkcu)¹ ORCID: 0000-0001-5094-2520Doi: [10.35238/sufefd.1544595](https://doi.org/10.35238/sufefd.1544595)

E-ISSN: 2458-9411

Atıf / Cite as

Sarikurkcı, C., (2025), Unlocking The Therapeutic Potential of *Silene compacta*: A Comparative Study of Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities Across Solvent Extracts, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 51 (1), 7-17.

Makale Bilgisi Article Information

Makale Türü Article Type

Araştırma Makalesi Research Article

Geliş Tarihi Date Received

6 Eylül 2024 6 September 2024

Revizyon Tarihi Date Revised

7 Ekim 2024 7 October 2024

Kabul Tarihi Date Accepted

22 Ekim 2024 22 October 2024

Yayın Tarihi Date Published

1 Nisan 2025 1 April 2025

Değerlendirme Review Process

İki Dış Hakem, Çift Taraflı Körleme Two External Reviewers, Double-Blind Peer Review

Etik Beyan Ethical Statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (C. Sarikurkcı). It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (C. Sarikurkcı).

İntihal Kontrolü Plagiarism Check

Bu makale, iTenticate yazılımı ile taranmış ve intihal tespit edilmemiştir. This article has been scanned with iTenticate software and no plagiarism detected.

Çıkar Çatışması Conflict of Interest

Yazarlar, bu makalede bildirilen çalışmayı etkiliyor gibi görünebilecek bilinen hiçbir rakip mali çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan ederler. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Finansman Funding

Bu çalışma Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin 23.GENEL.001 nolu proje numarası ile desteklenmiştir. This study was supported by Afyonkarahisar Health Sciences University Scientific Research Projects Coordination Unit project number 23.GENEL.001.

Telif Hakkı & Lisans Copyright and License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır. Authors own the copyright of their work published in the journal and their work is published under the CC BY-NC 4.0 license.

1. Introduction

Medicinal and aromatic plants have played a pivotal role in improving human health, forming the foundation of traditional medicine practices globally. The World Health Organization (WHO) estimates that approximately 80% of the global population relies on herbal medicines for primary healthcare, with these plants contributing over 25% of the world's pharmaceuticals (Farnsworth, 1984; Mukherjee and Wahile, 2006; Rawat et al., 2023; Tripathi, 2002). Given their immense therapeutic potential, there has been a growing focus on the pharmacological research of medicinal plants, particularly their physiological and pharmacological effects (Rawat et al., 2023; Thakur et al., 2023; Thapa et al., 2022; Yue et al., 2021).

One noteworthy genus in this context is *Silene* L. (Caryophyllaceae), which comprises 150 taxa in Turkey, 67 of which are endemic (Boğa, 2017). Known by various local names such as "Nakıl çiçeği" and "Gıvışganotu," *Silene* species have been traditionally used in Anatolia for treating urinary bladder and biliary tract diseases, and *Silene vulgaris* is even consumed as food in regions of Anatolia and Europe (Baytop, 1984; Laghetti and Perrino, 1994). The therapeutic potential of *Silene* species is largely attributed to their rich content of triterpene saponins and ecdysteroids, with the latter found in over 120 species of *Silene*. These compounds exhibit immunosuppressive, anti-inflammatory, and anticancer properties, making them promising candidates for drug development (Gaidi et al., 2002; Gąsiorowski et al., 1999; Glensk et al., 1999; Zibareva et al., 2009). Additionally, research into the fatty acid and essential oil composition of various *Silene* species further underscores their medicinal value (Bajpai et al., 2008; Kucukboyaci et al., 2010; Mamadalieva et al., 2010).

The antioxidant properties of many plants also play a critical role in protecting cells from the harmful effects of reactive oxygen species (ROS), which are linked to various human diseases. Studies have shown an inverse relationship between the consumption of antioxidant-rich plants and the prevalence of certain diseases, highlighting the importance of medicinal plants in health care (Dasgupta and De, 2007; Rice-evans et al., 1995). This is particularly relevant in the current global trade environment, where oxidative stress is recognized as a major health concern (Padmaja et al., 2011).

Alzheimer's disease (AD), first identified by Alois Alzheimer in 1907, is a progressive neurodegenerative disorder affecting over 20 million people worldwide. The disease's prevalence increases with age, significantly impacting the elderly population (Bachurin, 2003; Colombres et al., 2004). The cholinergic hypothesis links AD to reduced acetylcholine (ACh) levels, resulting from its rapid degradation by acetylcholinesterase (AChE) in key brain regions involved in memory and learning, such as the hippocampus and neocortex (Ladner and Lee, 1998). Meanwhile, the amyloid hypothesis suggests that AChE also promotes beta-amyloid (A β) deposition, leading to the formation of senile plaques and neurofibrillary tangles, which are characteristic of AD (Castro and Martinez, 2001; Selkoe, 2002). Butyrylcholinesterase (BuChE), another enzyme involved in ACh hydrolysis, shows increased activity in AD-affected brain areas and contributes to A β aggregation during plaque formation (Anand and Singh, 2013). Given these findings, inhibiting both AChE and BuChE has become a key therapeutic strategy for managing AD, though current AChE inhibitors like donepezil and rivastigmine offer limited effectiveness and come with potential side effects (Anand and Singh, 2012). Consequently, there is an ongoing search

for more potent, selective cholinesterase inhibitors, with plant-based compounds showing particular promise (Anand and Singh, 2013).

Similarly, in the context of type 2 diabetes (T2D), where hyperglycemia results from inadequate insulin secretion or increased insulin resistance, controlling postprandial glucose levels is crucial. This can be achieved through the inhibition of enzymes like α -glucosidase and α -amylase, which reduce glucose absorption, and by using agents like metformin to enhance glucose uptake in peripheral tissues (Hirshman and Horton, 1990; Shulman, 2000; Yao et al., 2010). Plant polyphenols have emerged as valuable tools in this approach, as they not only inhibit carbohydrate-hydrolyzing enzymes but also promote glucose disposal, offering a comprehensive strategy for managing T2D (de Sousa et al., 2004; Hanamura et al., 2005). Many traditionally used plants for diabetes treatment contain bioactive compounds, including anthraquinones and flavonol glycosides, although scientific validation of their efficacy remains limited (Rai et al., 1997; Thilagam et al., 2013).

Another area of interest in plant-based therapies is the inhibition of tyrosinase, a copper-containing enzyme involved in melanin production. Tyrosinase catalyzes the hydroxylation of monophenols and the oxidation of diphenols, leading to the formation of melanin pigments (Ochiai et al., 2016). Overactivation of tyrosinase can result in hyperpigmentation disorders, such as lentigo, melasma, and age spots, as well as contributing to neurodegenerative diseases like Parkinson's (Chen et al., 2014; D'Mello et al., 2016; Slominski et al., 2004). Although some tyrosinase inhibitors, such as kojic acid and hydroquinone, are used clinically, they have limitations, including cytotoxicity and mutagenicity, necessitating the development of new, safer inhibitors (Fujimoto et al., 1999; Ubeid et al., 2012). This has driven research towards discovering novel compounds with better safety profiles and effectiveness in inhibiting tyrosinase (Joompang et al., 2020; Nie et al., 2017).

The present study aims to explore the chemical composition and evaluate the antioxidant and enzyme inhibitory activities of water, methanol, and ethyl acetate extracts of *Silene compacta*. Given the limited existing research on the biological activities of this species, as evidenced by the sole reference to Boğa (2017), the findings from this study are anticipated to provide novel insights and make a significant contribution to the literature, especially in areas not previously investigated, thereby enriching the understanding of *Silene compacta*'s potential medicinal properties.

2. Material and Methods

2.1. Plant material

The aerial parts of *Silene compacta* Fisch. ex Hornem were collected in 2022 at an altitude of 800 meters from Menteşe village, Kavaklıdere district, Muğla-Türkiye (37° 24' 86" N, 28° 26' 34.20" E). The specimen was identified by Dr. Olcay CEYLAN from the Department of Biology at Muğla Sıtkı Koçman University, and the type specimens are deposited in the herbarium of the same department (Herbarium numbers: 0.1836).

2.2. Preparation of extracts

The aerial parts of the plant were dried in an environment with no direct sunlight and good air circulation for several weeks. Subsequently, they were ground into

small pieces using a laboratory blender and then subjected to the extraction process. Ethyl acetate and methanol extracts were prepared by macerating 5 grams of the plant material in each solvent for 24 hours with continuous stirring at 150 rpm. This process was repeated twice more. The solvents were then removed by concentrating under vacuum. The aqueous extract was prepared by treating a 5-gram sample of the plant with 100 mL of boiling distilled water for 15 minutes. After freezing the aqueous extract at -18 °C, it was lyophilized. The extracts were stored at +4 °C until use (Sarikurkcu et al., 2020b).

2.3. Determination of phenolic compositions of the extracts

The total phenolic and flavonoid contents of the extracts were quantified using spectroscopic methods (Zengin et al., 2017). The detailed phytochemical profile was assessed using a previously validated analytical procedure (Cittan and Çelik, 2018), with the analytical parameters detailed in Tables 1 and 2 of the supplementary material.

2.4. Biological activity

Information regarding the antioxidant assays (Apak et al., 2006; Kocak et al., 2016; Sarikurkcu et al., 2020a) and enzyme inhibition activity tests (Sarikurkcu et al., 2018;

Sarikurkcu et al., 2020c) is provided in the supplementary file.

2.5. Statistical analysis

Detailed information on the Relative Antioxidant Capacity Index (RACI) (Sun and Tanumihardjo, 2007) and the statistical analyses performed is available in the supplementary file.

3. Results and Discussion

3.1. Chemical composition of *S. compacta* extracts

The total phenolic content of *S. compacta* extracts demonstrated significant variability across different solvents (Figure 1). The methanol extract exhibited the highest phenolic content at 30.88 mg GAEs/g, which was statistically distinct ($p < 0.05$) from the water and ethyl acetate extracts, measuring 24.58 mg GAEs/g and 19.04 mg GAEs/g, respectively. Similarly, the total flavonoid content varied significantly among the extracts, with the methanol extract again showing the highest concentration at 50.19 mg REs/g. This was significantly higher than the water and ethyl acetate extracts, which contained 12.31 mg REs/g and 1.58 mg REs/g, respectively.

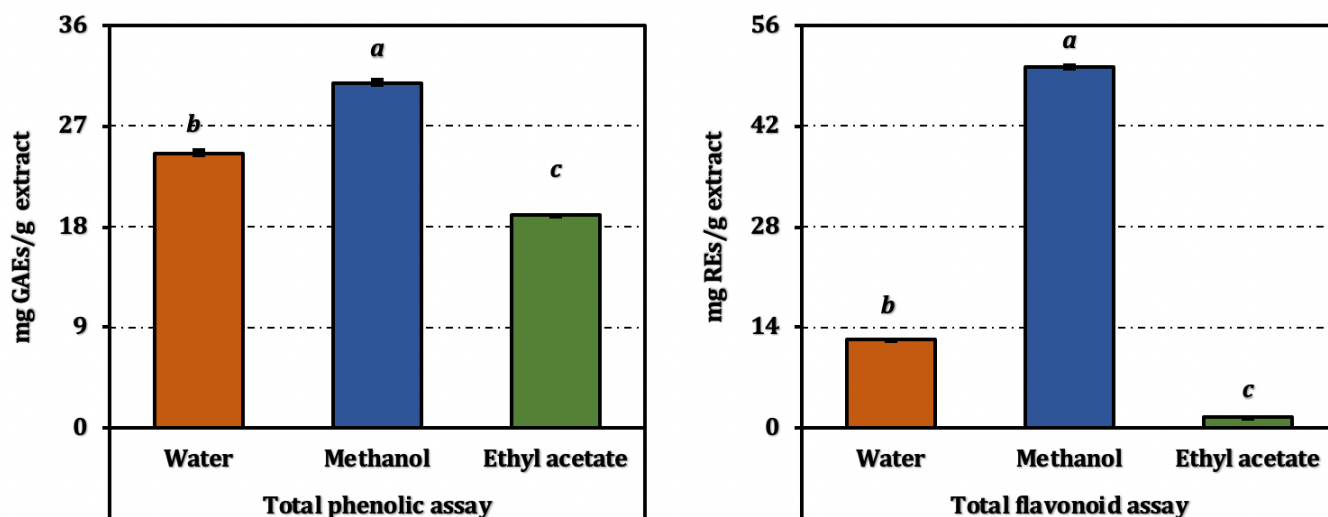


Figure 1. Total phenolic and flavonoid contents of *Silene compacta* extracts. REs and GAEs: Rutin and gallic acid equivalents, respectively. Values indicated by the same superscripts are not different from the honestly significant difference after Tukey's hoc test at 5% significance level.

Comparing the two groups, it is evident that methanol is a superior solvent for extracting both phenolic and flavonoid compounds from *S. compacta*. The water extract, although significantly lower in flavonoid content, still retained a relatively high phenolic content, indicating a more balanced extraction profile compared to the ethyl acetate extract, which showed the lowest levels of both phenolic and flavonoid compounds. This suggests that methanol might be more effective in extracting bioactive compounds with potential antioxidant properties, while water may offer a more moderate yield, and ethyl acetate appears to be less efficient for this purpose.

The chemical composition of *S. compacta* extracts varied significantly depending on the solvent used (Table 1). Methanol extract demonstrated the highest concentrations for several phytochemicals, notably ferulic acid (974 µg/g), *p*-coumaric acid (355 µg/g), 4-hydroxybenzoic acid (181

µg/g), vanillic acid (155 µg/g), and protocatechuic acid (151 µg/g), indicating methanol's effectiveness in extracting polyphenolic compounds. In contrast, water extract showed the highest concentration of *p*-coumaric acid (900 µg/g) and ferulic acid (2235 µg/g), while the ethyl acetate extract had the lowest concentrations for most compounds, such as hesperidin (0.6 µg/g) and hyperoside (2.0 µg/g).

The differences in the phytochemical content among the extracts can be attributed to the polarity of the solvents. Methanol, a highly polar solvent, efficiently extracted polyphenolic compounds, which are generally polar. The water extract, while also polar, favored the extraction of acids like *p*-coumaric and ferulic acid, which are highly abundant in this extract. Ethyl acetate, a less polar solvent, was less effective in extracting polar compounds, resulting in lower concentrations of most phytochemicals.

Table 1. Concentration ($\mu\text{g/g}$ extract) of selected phenolic compounds in *Silene compacta* extracts.

Compound	Water	Methanol	Ethyl acetate
Gallic acid	4.4 $\pm$ 0.1 ^b	9.4 $\pm$ 0.1 ^a	3.8 $\pm$ 0.1 ^c
Protocatechuic acid	60.4 $\pm$ 0.5 ^b	151 $\pm$ 1 ^a	13.3 $\pm$ 0.9 ^c
3,4-Dihydroxyphenylacetic acid	13.5 $\pm$ 0.1 ^b	15.1 $\pm$ 0.4 ^a	13.6 $\pm$ 0.5 ^{ab}
Pyrocatechol	33.1 $\pm$ 2.2 ^a	33.7 $\pm$ 0.6 ^a	35.6 $\pm$ 0.2 ^a
(+)-Catechin	nd	149 $\pm$ 6 ^a	nd
Chlorogenic acid	4.2 $\pm$ 0.1 ^a	5.5 $\pm$ 0.1 ^a	4.5 $\pm$ 0.1 ^b
(-)-Epicatechin	2.5 $\pm$ 0.2 ^b	4.5 $\pm$ 0.2 ^a	2.3 $\pm$ 0.1 ^b
2,5-Dihydroxybenzoic acid	11.7 $\pm$ 0.3 ^b	11.9 $\pm$ 0.1 ^b	14.2 $\pm$ 0.6 ^a
4-Hydroxybenzoic acid	146 $\pm$ 3 ^b	181 $\pm$ 5 ^a	28.9 $\pm$ 0.1 ^c
Vanillic acid	190 $\pm$ 9 ^a	155 $\pm$ 1 ^a	170 $\pm$ 12 ^a
Caffeic acid	31.5 $\pm$ 0.5 ^a	29.2 $\pm$ 0.3 ^b	16.4 $\pm$ 0.4 ^c
Syringic acid	6.6 $\pm$ 0.4 ^b	10.5 $\pm$ 1.2 ^a	4.0 $\pm$ 0.1 ^b
3-Hydroxybenzoic acid	12.6 $\pm$ 1.2 ^b	17.9 $\pm$ 1.1 ^a	14.7 $\pm$ 1.0 ^{ab}
Vanillin	35.4 $\pm$ 2.3 ^c	79.8 $\pm$ 1.9 ^a	52.1 $\pm$ 0.4 ^b
Verbascoside	5.6 $\pm$ 0.1 ^c	11.0 $\pm$ 0.1 ^a	6.1 $\pm$ 0.1 ^b
Taxifolin	7.2 $\pm$ 0.1 ^b	10.7 $\pm$ 0.3 ^a	7.5 $\pm$ 0.1 ^b
p-Coumaric acid	900 $\pm$ 6 ^a	355 $\pm$ 3 ^b	30.3 $\pm$ 1.3 ^c
Sinapic acid	5.2 $\pm$ 0.2 ^b	37.8 $\pm$ 2.3 ^a	5.1 $\pm$ 0.4 ^b
Ferulic acid	2235 $\pm$ 12 ^a	974 $\pm$ 6 ^b	50.2 $\pm$ 0.5 ^c
Luteolin 7-glucoside	nd	122.2 $\pm$ 3.6 ^a	nd
Hyperoside	26.9 $\pm$ 1.0 ^b	86.4 $\pm$ 0.8 ^a	2.0 $\pm$ 0.1 ^c
Hesperidin	1.4 $\pm$ 0.2 ^b	113 $\pm$ 1 ^a	0.6 $\pm$ 0.1 ^b
Rosmarinic acid	7.6 $\pm$ 0.1 ^b	8.0 $\pm$ 0.3 ^b	8.8 $\pm$ 0.1 ^a
Apigenin 7-glucoside	4.7 $\pm$ 0.1 ^a	4.0 $\pm$ 0.1 ^b	nd
2-Hydroxycinnamic acid	8.8 $\pm$ 0.2 ^a	2.0 $\pm$ 0.1 ^b	2.1 $\pm$ 0.4 ^b
Eriodictyol	16.2 $\pm$ 1.0 ^a	15.4 $\pm$ 0.1 ^a	10.2 $\pm$ 0.3 ^b
Pinoresinol	90.0 $\pm$ 2.5 ^a	nd	nd
Quercetin	1.4 $\pm$ 0.1 ^b	18.7 $\pm$ 0.6 ^a	2.2 $\pm$ 0.2 ^b
Kaempferol	nd	nd	nd
Luteolin	7.0 $\pm$ 0.1 ^a	nd	nd
Apigenin	8.0 $\pm$ 0.2 ^a	nd	nd

The values indicated by the same superscripts within the same row are not different according to the Tukey's honestly significant difference post hoc test at 5% significance level. nd: Not detected

This variation in extraction efficiency highlights the importance of solvent selection in phytochemical studies, particularly when targeting specific bioactive compounds. The high levels of compounds such as ferulic acid and *p*-coumaric acid in the water extract suggest potential antioxidant activities, while the methanol extract's rich content of flavonoids and other phenolics indicates its possible utility in pharmacological applications.

When these findings are compared with the literature, they show a degree of congruence with previously reported data on other *Silene* species, yet also contribute novel insights. For instance, Boğa (2017) reported the presence of similar phenolic acids in *S. compacta*, confirming that these compounds are indeed characteristic of this species. Additionally, Ouzounidou (1994) highlighted the importance of phenolic compounds in the root and pigment composition of *S. compacta* under stress conditions, further validating the significance of these compounds as identified in the present study. However, the current research also identifies certain phytochemicals that have not been previously reported in the literature, such as the high levels of ferulic acid in the water extract. This finding is particularly noteworthy, as it represents a novel contribution to the phytochemical profile of *S. compacta* and provides new data for future reference in the scientific literature.

Overall, the differences in phytochemical content among the extracts underline the importance of solvent choice in phytochemical studies, particularly when targeting specific bioactive compounds. The identification of previously unreported phytochemicals emphasizes the need for further exploration of *S. compacta* and related species to fully understand their chemical diversity and potential applications.

3.2. Antioxidant activity of *S. compacta* extracts

The antioxidant activities of the water, methanol, and ethyl acetate extracts from *S. compacta* were evaluated using multiple assays, revealing distinct differences based on the solvent used (Figure 2). In the phosphomolybdenum assay, ethyl acetate extract exhibited the highest activity (275.10 mg TEs/g), significantly surpassing methanol (189.30 mg TEs/g) and water extracts (143.40 mg TEs/g). Conversely, in the DPPH[•] and ABTS^{•+} assays, methanol extract showed superior radical scavenging ability, with values of 45.82 and 57.03 mg TEs/g, respectively. Notably, ethyl acetate extract demonstrated lower scavenging activity in these assays.

The CUPRAC and FRAP assays also highlighted the stronger reducing power of the methanol extract, recording 73.40 and 48.68 mg TEs/g, respectively, compared to water and ethyl acetate extracts. However, in the ferrous ion chelating assay, the methanol extract again showed the highest chelating activity (19.12 mg EDTAEs/g).

The varying antioxidant activities across the assays can be linked to the phytochemical composition of the extracts. The methanol extract, rich in phenolic acids like ferulic, *p*-coumaric, 4-hydroxybenzoic, vanillic, and protocatechuic acids, correlates with its higher radical scavenging and reducing activities. In contrast, the ethyl acetate extract, while exhibiting strong phosphomolybdenum activity, contains lower amounts of these phenolics, explaining its reduced performance in other assays. The water extract's intermediate performance reflects its balanced composition, with notable levels of ferulic acid and *p*-coumaric acid contributing to its antioxidant activity. The findings suggest that the methanol extract may be particularly effective in applications requiring potent radical scavenging and reducing capacities, while the ethyl acetate extract's strengths lie in its total antioxidant capacity as measured by the phosphomolybdenum assay.

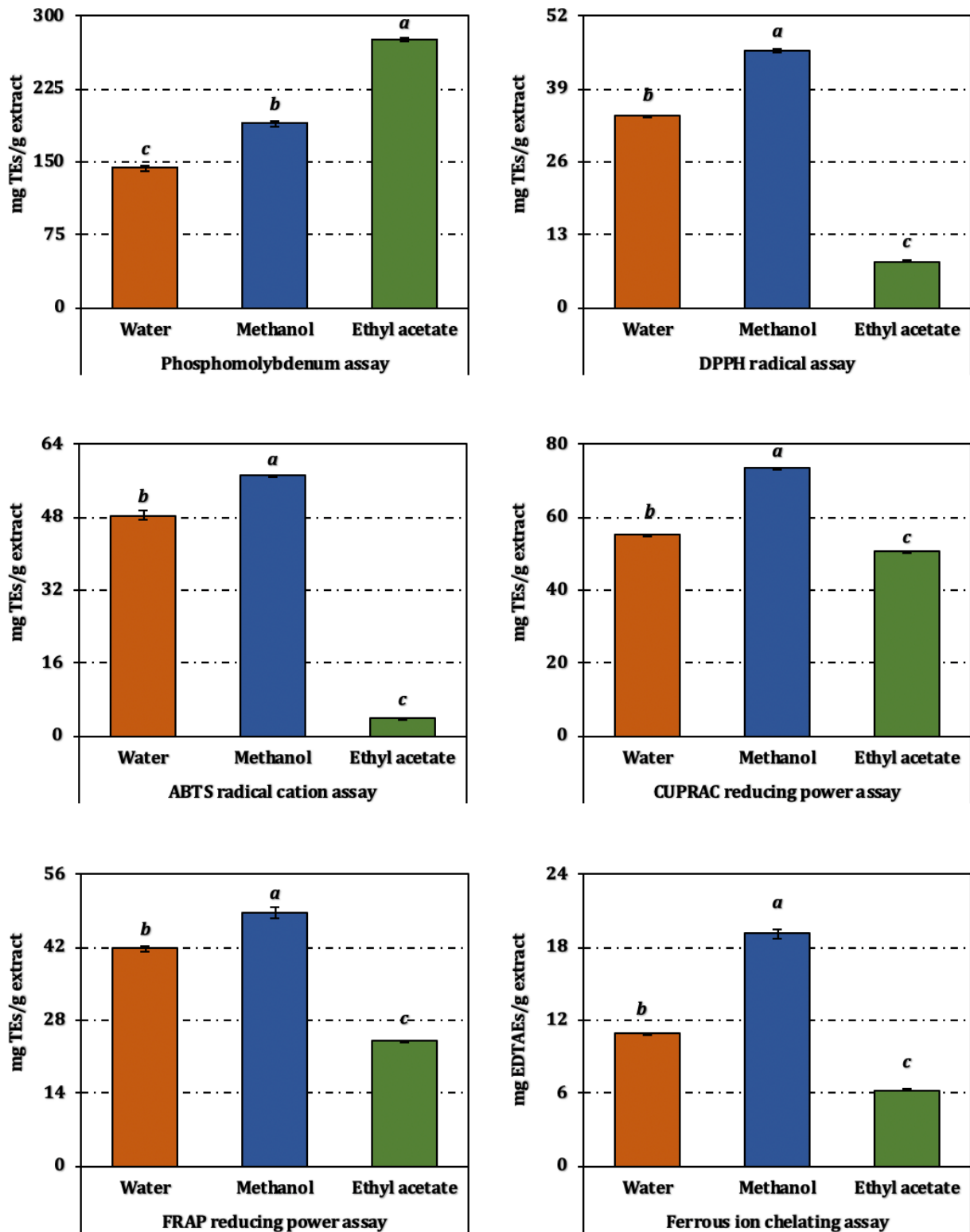


Figure 2. Antioxidant activity of *Silene compacta* extracts [TEs and EDTAEs mean trolox and ethylenediaminetetraacetic acid (disodium salt) equivalents, respectively]. Values indicated by the same superscripts are not different from the honestly significant difference after Tukey's hoc test at 5% significance level.

The relative antioxidant capacity index (RACI) values for the water, methanol, and ethyl acetate extracts of *S. compacta* indicate varying levels of antioxidant activity (Figure 3). The methanol extract, with a RACI value of 0.92, demonstrated the highest antioxidant activity, aligning well with its strong performance in assays such as DPPH[•], ABTS^{•+}, CUPRAC, and FRAP, where it consistently showed superior radical scavenging and reducing power. Conversely, the ethyl acetate extract, with a RACI of -0.79, showed the lowest

antioxidant activity, which is consistent with its lower performance in the DPPH[•] and ABTS^{•+} assays despite its higher phosphomolybdenum activity. The water extract, with a RACI of -0.12, exhibited moderate antioxidant activity, correlating with its intermediate performance across the various assays.

These RACI values provide a comprehensive comparison of the extracts' antioxidant capacities, confirming that the methanol extract's higher antioxidant activity is well-

supported by the assay results, while the ethyl acetate extract's lower activity is also consistent with its overall assay performance. The differences in RACI values and assay results are likely attributable to the distinct phytochemical compositions of the extracts, with the methanol extract's richness in phenolic acids like ferulic, *p*-coumaric, 4-hydroxybenzoic, vanillic, and protocatechuic acids contributing significantly to its superior antioxidant capacity.

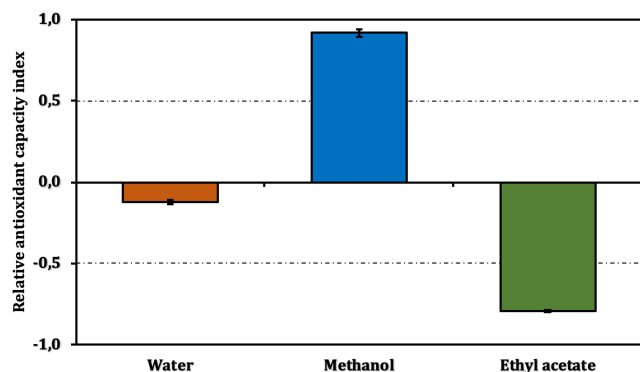


Figure 3. Relative antioxidant capacity index of *Silene compacta* extracts.

In the study by Ouzounidou (1994), *S. compacta* demonstrated copper-induced oxidative stress, leading to altered root growth and pigment composition, particularly affecting chlorophyll and carotenoid levels. This stress response is associated with the plant's antioxidant defense mechanisms, including enzymatic and non-enzymatic pathways.

Comparatively, the current study's findings on the antioxidant activities of different *S. compacta* extracts align with Ouzounidou (1994)'s observations, particularly in the context of the methanol extract's superior radical scavenging abilities, which could be related to its rich phenolic content. These phenolics may play a crucial role in mitigating oxidative damage, similar to the plant's response to copper stress. The consistency between the methanol extract's antioxidant capacity and the stress-induced responses observed by Ouzounidou (1994) suggests that *S. compacta*'s phytochemical composition is integral to its ability to counteract oxidative stress, regardless of the stressor's nature.

3.3. Enzyme inhibitory activity of *S. compacta* extracts

The enzyme inhibitory activities of *S. compacta* extracts were assessed against various enzymes, revealing distinct patterns (Figure 4). The ethyl acetate extract demonstrated the strongest inhibitory activity across most assays, including AChE (3.11 mg GALAEs/g), BChE (2.29 mg GALAEs/g), α -amylase (442.55 mg ACEs/g), and α -glucosidase (1470.25 mg ACEs/g). The methanol extract showed moderate activity, while the water extract exhibited the weakest inhibition.

The pronounced activity of the ethyl acetate extract can be attributed to its higher content of specific phenolic compounds such as ferulic acid, which is known for its enzyme inhibitory potential. The methanol extract's moderate inhibition is likely related to its balanced phytochemical composition, including quercetin and catechin, which contribute to both antioxidant and enzyme inhibitory activities. Conversely, the water extract, with its lower concentration of these bioactive compounds, correlates with its reduced enzyme inhibition.

These findings align with the chemical composition data, where the presence of particular phenolic acids and flavonoids, especially in the ethyl acetate and methanol extracts, supports their significant enzyme inhibitory activities. The variation in inhibition among the extracts may be linked to the differential extraction of these bioactive compounds based on the solvent's polarity.

This study provides the first investigation into the enzyme inhibitory activities of *S. compacta* extracts, contributing novel data to the literature. The ethyl acetate extract showed the most potent inhibition against several enzymes, which is consistent with its high content of bioactive phenolic compounds like ferulic acid.

Comparatively, other *Silene* species have demonstrated significant enzyme inhibitory activities, further supporting the findings of this study. For example, *S. salsuginea* exhibited strong inhibition in cholinesterase and α -glucosidase assays, primarily due to its rich phenolic profile, as reported by Zengin et al. (2018). Similarly, *S. viridiflora* was found to contain a new triterpene glycoside, silviridoside, which showed promising inhibitory effects, as highlighted by Makhmudova et al. (2022). These observations suggest that the enzyme inhibitory potential may be a common characteristic within the *Silene* genus, driven by the presence of bioactive compounds such as flavonoids and triterpene glycosides.

Further supporting this hypothesis, Aygun et al. (2022) identified distinct phytochemical compositions in different parts of *Silene* species, which correlated with their enzyme inhibitory activities. Additionally, the study by Boğa (2017) on *S. compacta* emphasized its cytotoxic and cholinesterase inhibitory activities, highlighting its potential therapeutic relevance. This is echoed by Almasi and Zarei (2021), who reported strong α -glucosidase inhibition in *S. ampullata*, further illustrating the genus's bioactive potential.

The results of the current study align with these findings, suggesting that *S. compacta* and other *Silene* species may serve as valuable sources of natural enzyme inhibitors. These compounds could be particularly relevant in developing treatments for conditions such as neurodegenerative diseases and diabetes, where enzyme inhibition plays a critical role.

3.4. Correlations among phenolic compounds and assays

The correlation analysis between the chemical composition of *S. compacta* extracts and their antioxidant activities reveals several significant relationships (Table 2). Total phenolic content exhibits a strong positive correlation with the DPPH• radical scavenging ($r = 0.966$), ABTS•• radical scavenging ($r = 0.917$), CUPRAC reducing power ($r = 0.955$), FRAP reducing power ($r = 0.957$), and ferrous ion chelating activity ($r = 0.992$). Similarly, total flavonoid content shows a positive correlation with most assays, particularly with CUPRAC ($r = 0.999$) and ferrous ion chelating activity ($r = 0.987$). This suggests that phenolic and flavonoid compounds are major contributors to the antioxidant activities observed. Conversely, vanillic acid, *p*-coumaric acid, and ferulic acid demonstrate weak or negative correlations with these activities, indicating that their presence may not directly enhance antioxidant capacity or may even inversely affect certain activities.

These results suggest that while phenolic and flavonoid contents are generally reliable predictors of antioxidant activity, individual compounds like vanillic acid, *p*-coumaric acid, and ferulic acid may interact with the radical scavenging and reducing assays in complex ways that do not

straightforwardly enhance activity. The strong correlations of phenolic and flavonoid contents with most antioxidant assays further reinforce their importance as key

contributors to the observed antioxidant activities in *S. compacta* extracts.

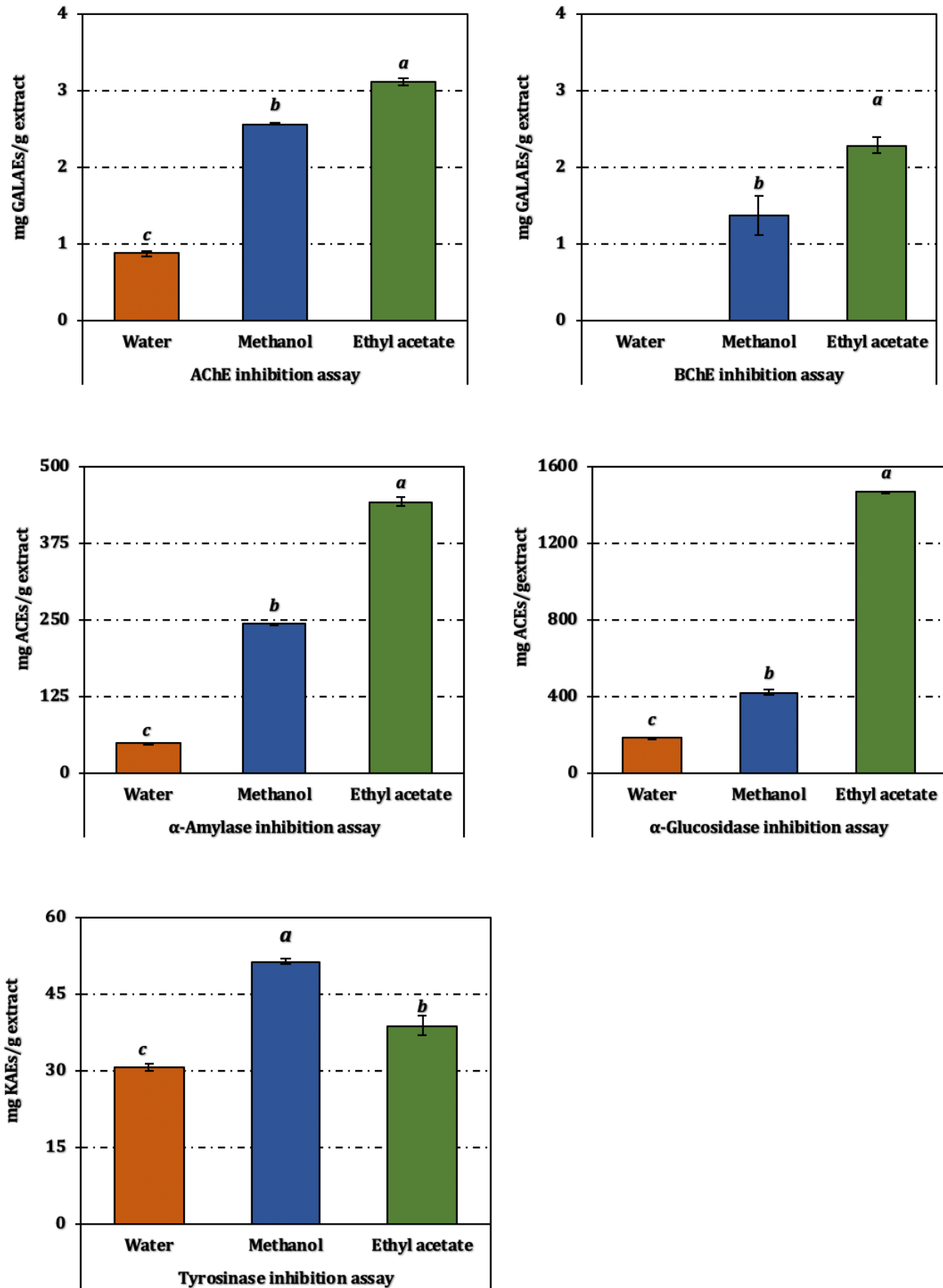


Figure 4. Enzyme inhibition activity of *Acanthus spinosus* extracts. ACEs, GALAEs and KAEs mean acarbose, galanthamine and kojic acid equivalents, respectively. Values indicated by the same superscripts are not different from the honestly significant difference after Tukey's hoc test at 5% significance level.

Table 2. Correlations among phenolic compounds and assays.

	Phosphomolybdenum	DPPH-radical	ABTS-radical	CUPRAC reducing	FRAP reducing	Ferrous ion chelating activity
ABTS-radical	-0.795					
ABTS-radical	-0.875	0.989				
CUPRAC reducing	-0.354	0.849	0.762			
FRAP reducing	-0.807	0.998	0.992	0.835		
Ferrous ion chelating activity	-0.515	0.930	0.866	0.983	0.921	
Total phenolic	-0.613	0.966	0.917	0.955	0.957	0.992
Total flavonoid	-0.375	0.861	0.776	0.999	0.847	0.987
Vanillic acid	-0.387	-0.188	-0.051	-0.638	-0.162	-0.506
p-Coumaric acid	-0.949	0.565	0.680	0.043	0.584	0.222
Ferulic acid	-0.965	0.610	0.720	0.100	0.629	0.277

4. Conclusions

The study highlights the significant influence of solvent choice on the extraction efficiency of phenolic and flavonoid compounds from *S. compacta*, which in turn affects both antioxidant and enzyme inhibitory activities. Methanol proved to be the most effective solvent, yielding extracts rich in bioactive compounds with strong radical scavenging and reducing capacities, as well as moderate enzyme inhibition. Ethyl acetate, although less efficient in extracting phenolics, exhibited remarkable enzyme inhibitory activities, possibly due to its ability to concentrate specific bioactives like ferulic acid.

The correlations observed between phenolic content and antioxidant assays underscore the critical role of these compounds in the plant's bioactivity. However, the negative or weak correlations associated with certain individual phenolics suggest a complex interaction that warrants further investigation. The study's findings suggest potential applications for *S. compacta* extracts in pharmaceutical and nutraceutical fields, particularly as antioxidants and enzyme inhibitors.

Despite these promising results, several limitations should be addressed in future research. The study's reliance on *in vitro* assays, while informative, may not fully capture the bioactivity *in vivo*, where metabolic processes could alter the effectiveness of the extracts. Additionally, the negative correlations observed with certain phenolic acids suggest that further studies are needed to elucidate the underlying mechanisms. Expanding the scope of solvents and exploring synergistic effects among phytochemicals could also provide a more comprehensive understanding of *S. compacta*'s therapeutic potential.

Acknowledgements

This study was supported by Afyonkarahisar Health Sciences University Scientific Research Projects Coordination Unit project number 23.GENEL.001.

References

Almasi, H., Zarei, M.A., (2021), α -glucosidase inhibition activity and antioxidant properties of aerial parts methanol extract from *Silene ampullata* Bross and *Campanula involucre* Auch. ex DC, *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 34, 1-20.

Anand, P., Singh, B., (2012), Synthesis and evaluation of novel 4-[(3H, 3aH, 6aH)-3-phenyl]-4, 6-dioxo-2-phenyldihydro-2H-pyrrolo [3, 4-d] isoxazol-5 (3H, 6H, 6aH)-yl] benzoic acid derivatives as potent acetylcholinesterase inhibitors and anti-amnesic agents, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 20, 521-530.

Anand, P., Singh, B., (2013), A review on cholinesterase inhibitors for Alzheimer's disease, *Archives of Pharmacol Research*, 36, 375-399.

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, 292-304.

Aygun, R.B., Zengin, G., Yıldıztuğay, E., Jugreet, S., Yılmaz, M.A., Mahomoodally, F.M., (2022), Chemical characterization, anti-oxidant and anti-enzymatic properties of extracts from two *Silene* species: A focus on different plant parts and extraction methods, *Process Biochemistry*, 116, 206-213.

Bachurin, S.O., (2003), Medicinal chemistry approaches for the treatment and prevention of Alzheimer's disease, *Medicinal Research Reviews*, 23, 48-88.

Bajpai, V.K., Shukla, S., Kang, S.C., (2008), Chemical composition and antifungal activity of essential oil and various extract of *Silene armeria* L, *Bioresource Technology*, 99, 8903-8908.

Baytop, T., (1984), Therapy with plants in Turkey, *İstanbul University Publ., İstanbul*, 226-227.

Boğa, M., (2017), Chemical constituents, cytotoxic, antioxidant and cholinesterases inhibitory activities of *Silene compacta* (Fischer) extracts, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21, 445-454.

Castro, A., Martinez, A., (2001), Peripheral and dual binding site acetylcholinesterase inhibitors: implications in treatment of Alzheimer's disease, *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 1, 267-272.

Chen, X.-X., Shi, Y., Chai, W.-M., Feng, H.-L., Zhuang, J.-X., Chen, Q.-X., (2014), Condensed tannins from *Ficus virens* as tyrosinase inhibitors: structure, inhibitory activity and molecular mechanism, *PLoS One*, 9, e91809.

Cittan, M., Çelik, A., (2018), Development and validation of an analytical methodology based on Liquid Chromatography-Electrospray Tandem Mass Spectrometry for the simultaneous determination of phenolic compounds in olive leaf extract, *Journal of Chromatographic Science*, 56, 336-343.

Colombres, M., Sagal, J.P., Inestrosa, N.C., (2004), An overview of the current and novel drugs for Alzheimer's disease with particular reference to anti-cholinesterase compounds, *Current Pharmaceutical Design*, 10, 3121-3130.

D'Mello, S.A., Finlay, G.J., Baguley, B.C., Askarian-Amiri, M.E., (2016), Signaling pathways in melanogenesis, *International Journal of Molecular Sciences*, 17, 1144.

Dasgupta, N., De, B., (2007), Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A comparative study, *Food Chemistry*, 101, 471-474.

de Sousa, E., Zanatta, L., Seifriz, I., Creczynski-Pasa, T.B., Pizzolatti, M.G., Szpoganicz, B., Silva, F.R.M.B., (2004), Hypoglycemic Effect and Antioxidant Potential of

- Kaempferol-3, 7-O-(α)-dirhamnoside from *Bauhinia forficata* Leaves, *Journal of Natural Products*, 67, 829-832.
- Farnsworth, N.R., (1984), The role of medicinal plants in drug development, *Natural Products and Drug Development*, 17, 30-34.
- Fujimoto, N., Onodera, H., Mitsumori, K., Tamura, T., Maruyama, S., Ito, A., (1999), Changes in thyroid function during development of thyroid hyperplasia induced by kojic acid in F344 rats, *Carcinogenesis*, 20, 1567-1572.
- Gaidi, G., Miyamoto, T., Laurens, V., Lacaille-Dubois, M.-A., (2002), New Acylated Triterpene Saponins from *Silene fortunei* that Modulate Lymphocyte Proliferation, *Journal of Natural Products*, 65, 1568-1572.
- Gąsiorowski, K., Brokos, B., Gleńsk, M., Schöpke, T., (1999), Immunomodulatory activity of the saponin-rich fraction from roots of *Silene vulgaris* Garcke: initial study, *Pharmazie*, 54, 864-866.
- Gleńsk, M., Wray, V., Nimtz, M., Schöpke, T., (1999), Silenosides A– C, triterpenoid saponins from *Silene vulgaris*, *Journal of Natural Products*, 62, 717-721.
- Hanamura, T., Hagiwara, T., Kawagishi, H., (2005), Structural and functional characterization of polyphenols isolated from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69, 280-286.
- Hirshman, M.F., Horton, E.S., (1990), Glyburide increases insulin sensitivity and responsiveness in peripheral tissues of the rat as determined by the glucose clamp technique, *Endocrinology*, 126, 2407-2412.
- Joompang, A., Jangpromma, N., Choowongkamon, K., Payoungkiattikun, W., Tankrathok, A., Viyoch, J., Luangpraditkun, K., Klaynongsruang, S., (2020), Evaluation of tyrosinase inhibitory activity and mechanism of Leucocin I and its modified peptides, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 130, 239-246.
- Kocak, M.S., Sarikurkcü, C., Cengiz, M., Kocak, S., Uren, M.C., Tepe, B., (2016), *Salvia cadmica*: Phenolic composition and biological activity, *Industrial Crops and Products*, 85, 204-212.
- Kucukboyaci, N., Ozcelik, B., Adiguzel, N., Goren, A.C., (2010), Fatty-acid compositions of *Silene vulgaris* and *S. cserei* subsp. *aeoniopsis* seeds and their antimicrobial activities, *Chemistry of Natural Compounds*, 46, 88-91.
- Ladner, C.J., Lee, J.M., (1998), Pharmacological drug treatment of Alzheimer disease: the cholinergic hypothesis revisited, *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 57, 719.
- Lagetti, G., Perrino, P., (1994), Utilization of *Silene vulgaris* (Moench) Garcke in Italy, *Economic Botany*, 48, 337-339.
- Makhmudova, M.M., Bacher, M., Zengin, G., Rosenau, T., Youssef, F.S., Almasri, D.M., Elhady, S.S., Mamadalieva, N.Z., (2022), Silviridoside: A New Triterpene Glycoside from *Silene viridiflora* with Promising Antioxidant and Enzyme Inhibitory Potential, *Molecules*, 27, 8781.
- Mamadalieva, N.Z., Ul'chenko, N., Yuldasheva, N., Egamberdieva, D., Zhanibekov, A., Dzhukharova, M.K., Glushenkova, A., (2010), Fatty-acid composition and antibacterial activity of CHCl₃ extracts of three plants of the genus *Silene*, *Chemistry of Natural Compounds*, 46, 95-96.
- Mukherjee, P.K., Wahile, A., (2006), Integrated approaches towards drug development from Ayurveda and other Indian system of medicines, *Journal of Ethnopharmacology*, 103, 25-35.
- Nie, H., Liu, L., Yang, H., Guo, H., Liu, X., Tan, Y., Wang, W., Quan, J., Zhu, L., (2017), A novel heptapeptide with tyrosinase inhibitory activity identified from a phage display library, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 181, 219-232.
- Ochiai, A., Tanaka, S., Imai, Y., Yoshida, H., Kanaoka, T., Tanaka, T., Taniguchi, M., (2016), New tyrosinase inhibitory decapeptide: Molecular insights into the role of tyrosine residues, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 121, 607-613.
- Ouzounidou, G., (1994), Root growth and pigment composition in relationship to element uptake in *Silene compacta* plants treated with copper, *Journal of Plant Nutrition*, 17, 933-943.
- Padmaja, M., Sravanthi, M., Hemalatha, K.P.J., (2011), Evaluation of antioxidant activity of two Indian medicinal plants, *Journal of Phytology*, 3, 86-91.
- Rai, K.N., Kaushalendra, K., Singh, J., (1997), Chemical Constituent from the Pods of *Cassia glauca*, Lam, *Asian Journal of Chemistry*, 9, 558-560.
- Rawat, J.M., Pandey, S., Rawat, B., Rai, N., Preeti, P., Thakur, A., Butola, J.S., Bachheti, R.K., (2023), Traditional uses, active ingredients, and biological activities of *Paris polyphylla* Smith: a comprehensive review of an important Himalayan medicinal plant, *Journal of Chemistry*, 2023, 7947224.
- Rice-evans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M., Pridham, J.B., (1995), The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids, *Free Radical Research*, 22, 375-383.
- Sarikurkcü, C., Andrade, J.C., Ozer, M.S., de Lima Silva, J.M.F., Ceylan, O., de Sousa, E.O., Coutinho, H.D.M., (2020), LC-MS/MS profiles and interrelationships between the enzyme inhibition activity, total phenolic content and antioxidant potential of *Micromeria nervosa* extracts, *Food Chemistry*, 328, 126930.
- Sarikurkcü, C., Kirkan, B., Ozer, M.S., Ceylan, O., Atilgan, N., Cengiz, M., Tepe, B., (2018), Chemical characterization and biological activity of *Onosma gigantea* extracts, *Industrial Crops and Products*, 115, 323-329.
- Sarikurkcü, C., Sahinler, S.S., Ceylan, O., Tepe, B., (2020), *Onosma pulchra*: Phytochemical composition, antioxidant, skin-whitening and anti-diabetic activity, *Industrial Crops and Products*, 154, 112632.
- Sarikurkcü, C., Sahinler, S.S., Ceylan, O., Tepe, B., (2020), *Onosma pulchra*: Phytochemical composition, antioxidant, skin-whitening and anti-diabetic activity, *Ind. Crops Prod.*, 154.
- Selkoe, D.J., (2002), Deciphering the genesis and fate of amyloid β -protein yields novel therapies for Alzheimer disease, *The Journal of Clinical Investigation*, 110, 1375-1381.
- Shulman, G.I., (2000), Cellular mechanisms of insulin resistance, *The Journal of Clinical Investigation*, 106, 171-176.
- Slominski, A., Tobin, D.J., Shibahara, S., Wortsman, J., (2004), Melanin pigmentation in mammalian skin and its hormonal regulation, *Physiological Reviews*, 84, 1155-1228.
- Sun, T., Tanumihardjo, S.A., (2007), An integrated approach to evaluate food antioxidant capacity, *Journal of Food Science*, 72, R159-R165.
- Thakur, U., Shashni, S., Thakur, N., Rana, S.K., Singh, A., (2023), A review on *Paris polyphylla* Smith: A vulnerable medicinal plant species of a global significance, *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 33, 100447.
- Thapa, C.B., Paudel, M.R., Bhattarai, H.D., Pant, K.K., Devkota, H.P., Adhikari, Y.P., Pant, B., (2022), Bioactive secondary

- metabolites in *Paris polyphylla* Sm. and their biological activities: A review, *Heliyon*, 8.
- Thilagam, E., Parimaladevi, B., Kumarappan, C., Mandal, S.C., (2013), α -Glucosidase and α -amylase inhibitory activity of *Senna surattensis*, *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 6, 24-30.
- Tripathi, G., (2002), Indigenous knowledge and traditional practices of some Himalayan medicinal plants, *Himalayan Medicinal Plants Potential and Prospects*, gyanodaya Prakashan, Nainital, 151-156.
- Ubeid, A.A., Do, S., Nye, C., Hantash, B.M., (2012), Potent low toxicity inhibition of human melanogenesis by novel indole-containing octapeptides, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1820, 1481-1489.
- Yao, Y., Sang, W., Zhou, M., Ren, G., (2010), Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activity of colored grains in China, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 770-774.
- Yue, J., Li, W., Wang, Y., (2021), Superiority verification of deep learning in the identification of medicinal plants: Taking *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* as an example, *Frontiers in Plant Science*, 12, 752863.
- Zengin, G., Rodrigues, M.J., Abdallah, H.H., Custodio, L., Stefanucci, A., Aumeeruddy, M.Z., Mollica, A., Rengasamy, K.R., Mahomoodally, M.F., (2018), Combination of phenolic profiles, pharmacological properties and in silico studies to provide new insights on *Silene salsuginea* from Turkey, *Computational Biology and Chemistry*, 77, 178-186.
- Zengin, G., Uren, M.C., Kocak, M.S., Gungor, H., Locatelli, M., Aktumsek, A., Sarikurkcü, C., (2017), Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities of Extracts from Wild Mushroom Species from Turkey, *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 19, 327-336.
- Zibareva, L., Yeriomina, V.I., Munkhjargal, N., Girault, J.P., Dinan, L., Lafont, R., (2009), The phytoecdysteroid profiles of 7 species of *Silene* (Caryophyllaceae), *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 72, 234-248.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Erzincan Bölgesindeki Su Kaynaklarının Radon İçeriğindeki Mevsimsel Değişimler.....1-6

Seasonal Changes in the Radon Content of Water Resources in the Erzincan Region

Bekir Emin Erdoğan, Mehmet Erdoğan

Unlocking The Therapeutic Potential of *Silene compacta*: A Comparative Study of Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities Across Solvent Extracts 7-17

Silene compacta'nın Terapötik Potansiyelinin Ortaya Çıkarılması: Çözücü Özütləri Arasında Antioksidan ve Enzim İnhibitör Aktivitelerin Karşılaştırmalı Bir Çalışması

Cengiz Sarikurkcu

İletişim / Correspondence



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı
Alaeddin Keykubat Kampusu, Selçuklu, 42130, Konya
<http://dergipark.gov.tr/sufefd>
index.sufefd@selcuk.edu.tr



SELÇUK
UNIVERSITY
PRESS

E-ISSN 2458-9411